

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA

DE NICARAGUA

UNAN-FAREM-CHONTALES

CORNELIO SILVA ARGUELLO

Investigación Documental

Tema general:

El medio ambiente y los recursos naturales

Tema delimitado:

Causas y consecuencias de la contaminación del suelo

Carrera:

Licenciatura en Ciencias de la Educación con mención en Ciencias Naturales

Elaborado por:

 Juana Odilí Ortega Amador

 Martha Cristina Mejía Navarro

Tutora:

Especialista: Rosa María Lazo Lazo

Juigalpa, Chontales 2014

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA

DE NICARAGUA

UNAN-FAREM-CHONTALES

CORNELIO SILVA ARGUELLO

Investigación Documental

Tema general:

El medio ambiente y los recursos naturales

Tema delimitado:

Causas y consecuencias de la contaminación del suelo

Carrera:

Licenciatura en Ciencias de la Educación con mención en Ciencias Naturales

Elaborado por:

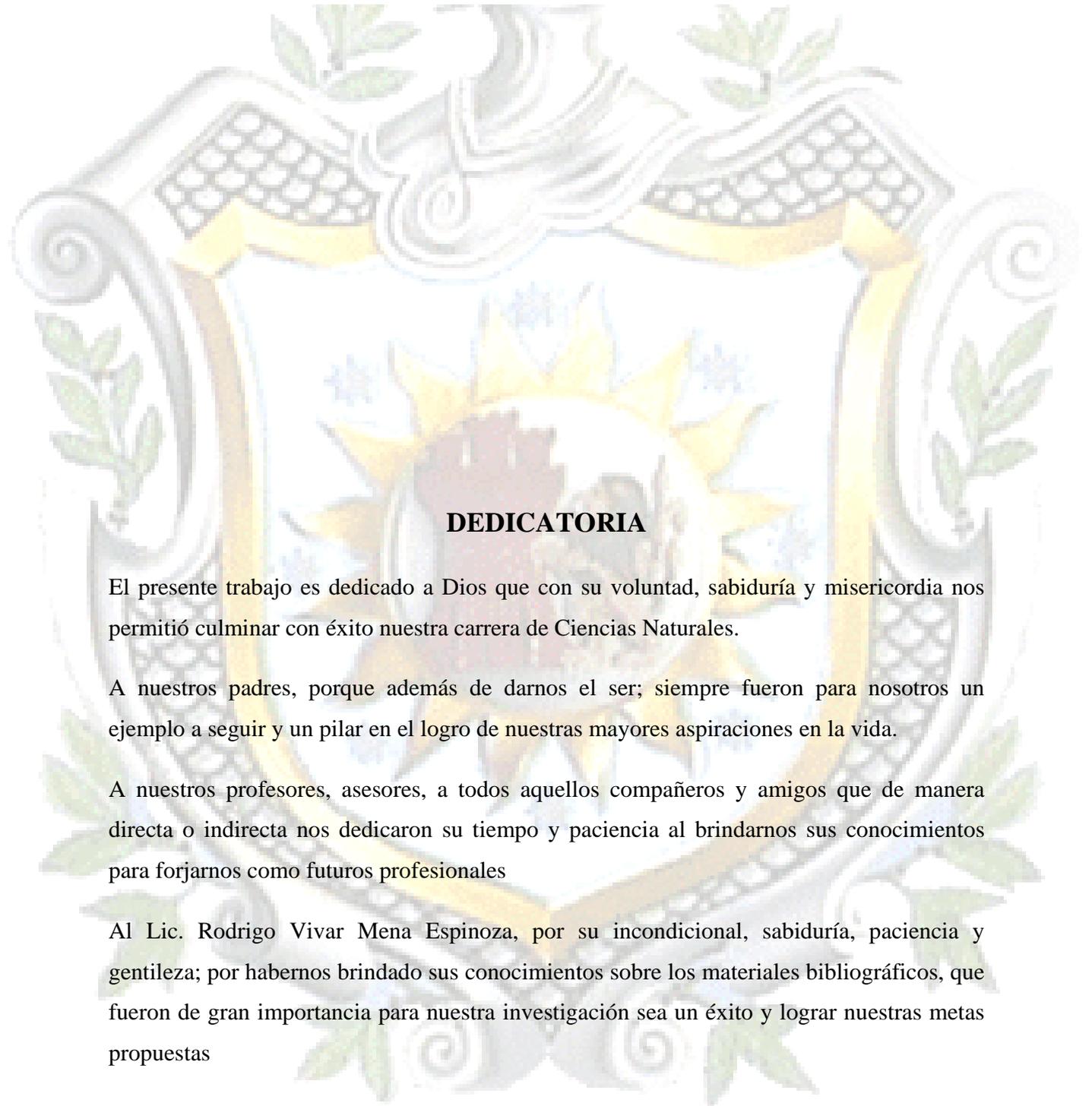
 Juana Odilí Ortega Amador

 Martha Cristina Mejía Navarro

Tutora:

Especialista: Rosa María Lazo Lazo

Juigalpa, Chontales 2014



DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a Dios que con su voluntad, sabiduría y misericordia nos permitió culminar con éxito nuestra carrera de Ciencias Naturales.

A nuestros padres, porque además de darnos el ser; siempre fueron para nosotros un ejemplo a seguir y un pilar en el logro de nuestras mayores aspiraciones en la vida.

A nuestros profesores, asesores, a todos aquellos compañeros y amigos que de manera directa o indirecta nos dedicaron su tiempo y paciencia al brindarnos sus conocimientos para forjarnos como futuros profesionales

Al Lic. Rodrigo Vivar Mena Espinoza, por su incondicional, sabiduría, paciencia y gentileza; por habernos brindado sus conocimientos sobre los materiales bibliográficos, que fueron de gran importancia para nuestra investigación sea un éxito y lograr nuestras metas propuestas

Valoración del Docente

Este trabajo de investigación documental a cerca de las causas y consecuencias de la contaminación del suelo, fue realizado en el periodo establecido lo que implicó esfuerzos científicos, técnicos, y metodológicos, dada la importancia que amerita dicho estudio, el que permitió profundizar, ampliar y/o enriquecer los conocimientos, los cuales ayudaran a un mejor desempeño profesional, que coadyuve al alcance de las competencias e indicadores de logros propuestos, de manera conceptual, procedimental y actitudinal, fomentando principios y valores éticos, estéticos y morales que coadyuven al fortalecimiento y mejoramiento del currículo, en hábitos, habilidades y destrezas, con proyección a una educación con calidad y calidez, beneficiando de esta manera a las futuras generaciones para el bien común del país y la sociedad propiamente dicha, ya que esta investigación servirá como documento de estudio y apoyo para investigaciones posteriores.

Especialista: Rosa María Lazo Lazo

INDICE

Contenido

I Tema General.....	6
II Tema Delimitado	7
III Objetivo General	8
IV Objetivos Específicos.....	9
V Introducción	10
VI Justificación	11
VII Bosquejo	12
VII. Desarrollo del Bosquejo	13
1.1 Composición del Suelo:.....	13
1. Contaminantes del suelo.....	14
1.2 Definición:.....	14
Definición de contaminación del suelo	14
II. Causas y consecuencias de los contaminantes del suelo.	15
III Contaminación y Erosión del Suelo	20
3.1 La erosión como fuente de contaminación.....	20
3.2 Contaminación con sedimentos.....	21
3.2.1 Problemas originados por la sedimentación.....	25
3.3 Contaminación química por fertilizantes.	34
3.4 Contaminación por Pesticida.....	41
3.4.1 Fuentes de contaminación por pesticidas.	42
3.4.2 Control de la contaminación de los plaguicidas o pesticidas	43
VIII Conclusiones	45
IX Alternativas de Solución	47
XI Anexos	51

ITEMA GENERAL

El Medio Ambiente y Los Recursos Naturales

II TEMA DELIMITADO

Causas y Consecuencias de la contaminación del suelo

III OBJETIVO GENERAL

Analizar las causas y consecuencias de la contaminación del suelo, planteando alternativas de solución.

IV OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las causas de la contaminación del suelo.

- Describir las consecuencias de la contaminación del suelo.

- Plantear alternativas de solución ante la contaminación del suelo.

V INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enfoca sobre la contaminación del suelo la cual se define como una acumulación de sustancias que repercuten negativamente en el deterioro de la superficie terrestre. Cuando se introducen sustancias o alimentos de tipo sólido líquido o gaseoso que ocasionan que se afecte la biota edáfica, las plantas, la vida animal y la salud humana u otro tipo de alteraciones en el ambiente natural del suelo.

Las causas principales de la contaminación del suelo son desechos plásticos, materia orgánica, solventes, plaguicidas (insecticidas, herbicidas, fungicidas) o sustancias radioactivas.

Las consecuencias radican en la presencia de los insecticidas que pueden mantenerse diez años o más en los suelos y no se descomponen. Se ha demostrado que los insecticidas organoclorados, como es el caso del DDT (**D**icloro **D**ifenil **T**ricloroetano) , se introducen en las cadenas alimenticias y se concentran en el tejido graso de los animales, otro efecto introducido por el suelo contaminado es la degradación paisajística, la presencia de vertidos y acumulación de residuos en lugares no acondicionados, generan una pérdida de la calidad del paisaje, un deterioro en la vegetación, el abandono de la actividad agropecuaria y la desaparición de la fauna y pérdidas económicas, alteración de los ciclos biogeoquímicos, contaminación de mantos freáticos, interrupción de procesos biológicos.

La contaminación por fertilizantes nitrogenados es un impacto ambiental, uno de los problemas más importantes que se incorporan en las aguas subterráneas o bien ser arrastradas hacia los cauces y reservorios superficiales.

VI JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este trabajo está enfocado en el mundo globalizado donde el ser humano ha comenzado a verter muchos productos que están generando la contaminación del suelo, esto ha motivado a realizar la presente investigación donde se abordaran los diferentes problemas que están ocasionando al medio ambiente como las causas, consecuencias donde se encontraran alternativas de solución que ayudaran a evitar los daños que repercuten en la contaminación del suelo.

Este problema está afectando a nivel mundial y nacional ya que cada día nuestros suelos son contaminados por las diversas actividades humanas, con el avance de la tecnología, en la parte agrícola, pecuaria, e industrial.

Esta investigación documental proporciona información valiosa a todas aquellas personas que desean cuidar y proteger nuestros suelos, que son las fuentes de alimentación de todos los seres vivos.

Para esto es importante involucrar a estudiantes, padres de familia, la comunidad y la sociedad en general para que trabajen de la mano y en armonía con el medio ambiente.

A los estudiantes esta información les servirá para fortalecer sus conocimientos en el ámbito escolar, científico, social, cultural y político que contribuya a propiciar un buen uso y cuidado de nuestros suelos, y que las futuras generaciones puedan contribuir al buen uso y manejo adecuado de la litósfera con una conciencia ambientalista de la protección y conservación de nuestra madre tierra.

VII BOSQUEJO

1. Composición del suelo
- 1.1 Contaminantes del suelo
 1. Definición
 2. Causas y Consecuencias de los contaminantes del suelo
 3. Contaminación y erosión del suelo
- 3.1 La erosión como fuente de contaminación.
- 3.2 Contaminación con sedimentos.
 - 3.2.1 Problemas originados por la sedimentación.
- 3.3 Contaminación química por fertilizantes.
- 3.4 Contaminación por pesticida.
 - 3.4.1 Fuentes de contaminación con pesticida.
 - 3.4.2 Control de la contaminación por pesticida

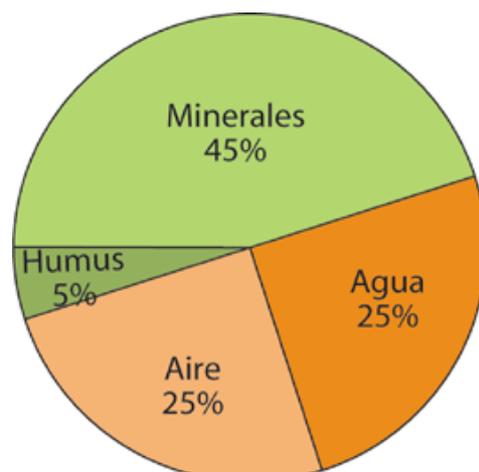
VII. Desarrollo del Bosquejo

1.1 Composición del Suelo:

Componentes del Suelo

Se pueden clasificar en **inorgánicos**, como la arena, la arcilla, el agua y el aire; y **orgánicos**, como los restos de plantas y animales. Uno de los componentes orgánicos de los suelos es el humus. El **humus** se encuentra en las capas superiores de los suelos y constituye el producto final de la descomposición de los restos de plantas y animales, junto con algunos minerales; tiene un **color** de amarillento a negro, y confiere un alto grado de fertilidad a los suelos.

- **Fase Sólida:** Comprende, principalmente, los minerales formados por compuestos relacionado con la litosfera, como sílice o arena, arcilla o greda y cal. También incluye el humus.
- **Fase Líquida:** Comprende el agua de la hidrosfera que se filtra por entre las partículas del suelo.
- **Fase Gaseosa:** Tiene una composición similar a la del aire que respiramos, aunque con mayor proporción de dióxido de carbono. Además, presenta un contenido muy alto de vapor de agua. Cuando el suelo es muy húmedo, los espacios de aire disminuyen, al llenarse de agua.



1. Contaminantes del suelo

1.2 Definición:

La **contaminación del suelo**, consiste en la acumulación de 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.

Se habla de contaminación del suelo cuando a este se introducen sustancias o elementos de tipo sólido, líquido o gaseoso que ocasionan que se afecte la biota edáfica, las plantas, la vida animal y la salud humana.

El suelo generalmente se contamina cuando se rompen tanques de almacenamiento subterráneo, aplicación de pesticidas, filtraciones del alcantarillado y pozos ciegos, o acumulación directa de productos industriales o radioactivos, la cual produce que los suelos se hagan infértiles.

Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos.

Los productos químicos más comunes incluyen derivados del petróleo, solventes, pesticidas y otros metales pesados. Este fenómeno está estrechamente relacionado con el grado de industrialización e intensidad del uso de productos químicos.

En lo concerniente a la contaminación de suelos su riesgo es primariamente de salud, de forma directa y al entrar en contacto con fuentes de agua potable. La delimitación de las zonas contaminadas y la resultante limpieza de esta son tareas que consumen mucho tiempo y dinero, requiriendo extensas habilidades de geología, hidrografía, química y modelos a computadora

Definición de contaminación del suelo

La contaminación del suelo se define por la presencia de determinado nivel de partículas, sustancias o materiales contaminantes sólidos o líquidos que deterioran la superficie

terrestre o la pérdida de una o más de sus funciones. Se considera que un suelo está contaminado cuando hay presencia de sustancias químicas o sintéticas, u otros tipos de alteraciones en el ambiente natural del suelo. Los contaminantes pueden estar física o químicamente enlazados a las partículas del suelo o atrapados entre éstas.

Cualquier suelo contaminado puede provocar daños a los seres humanos y al medio ambiente en general.

II. Causas y consecuencias de los contaminantes del suelo.

Las principales causas son: plásticos, materia orgánica, solventes, plaguicidas(insecticidas, herbicidas , fungicidas) o sustancias radioactivas.

Plaguicidas o pesticidas

Los **plaguicidas** o **pesticidas** son sustancias químicas empleadas por el hombre para controlar o combatir algunos seres vivos considerados como plagas (debido a que pueden estropear los campos y los frutos cultivados). A este proceso se le llama fumigación.

En la definición de plaga se incluyen insectos, hierbas, pájaros, mamíferos, moluscos, peces, nematodos, o microbios que compiten con los humanos para conseguir alimento, destruyen la propiedad, propagan enfermedades o son vectores de estas, o causan molestias. Los plaguicidas no son necesariamente venenos, pero pueden ser tóxicos para los animales u otros animales.

Pero de acuerdo a la Convención de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, 9 de los 12 más peligrosos y persistentes compuestos orgánicos son plaguicidas.

El término plaguicida está más ampliamente difundido que el nombre genérico exacto: **biocida** (literalmente: matador de la vida). El término plaguicida sugiere que las plagas pueden ser distinguidas de los organismos no nocivos, que los plaguicidas no lo matarán, y que las plagas son totalmente indeseables.

Durante los años 1980, la aplicación masiva de plaguicidas fue considerada, generalmente, como una revolución de la agricultura. Eran relativamente económicos y altamente efectivos. Su aplicación llegó a ser una práctica común como medida preventiva aun sin

ningún ataque visible. Desde entonces, la experiencia ha demostrado que este método no sólo perjudica el medio ambiente, sino que a la larga es también ineficaz. Donde se han utilizado los plaguicidas de manera indiscriminada, las especies de las plagas se han vuelto resistentes y difíciles o imposibles de controlar. En algunos casos se ha creado resistencia en los vectores principales de las enfermedades (p.ej. los mosquitos de la malaria), o han surgido nuevas plagas agrícolas. Por ejemplo, todos los ácaros fueron fomentados por los plaguicidas, porque no abundaban antes de su empleo. En base a esta experiencia, los especialistas en la protección de cultivos han desarrollado un método más diversificado y duradero: el manejo integrado de plagas.

Insecticidas

Se usan para exterminar plagas de insectos. Actúan sobre larvas, huevos o insectos adultos. Uno de los insecticidas más usado fue el DDT(**Dicloro-difenil-tricloroetano**), que se caracteriza por ser muy rápido. Trabaja por contacto y es absorbido por la cutícula de los insectos, provocándoles la muerte. Este insecticida puede mantenerse por 10 años o más en los suelos y no se descompone.

Se ha demostrado que los insecticidas organoclorados, como es el caso del DDT, se introducen en las cadenas alimenticias y se concentran en el tejido graso de los animales. Cuanto más alto se encuentre en la cadena —es decir, más lejos de los vegetales— más concentrados estará el insecticida. Por ejemplo si se tiene: En todos los eslabones de la cadena, existirán dosis de insecticida en sus tejidos. Sin embargo, en el carnívoro de 2.º orden, el insecticida estará mucho más concentrado.

El problema de la contaminación por plaguicidas es cada vez más grave tanto por la cantidad y diversidad como por la resistencia a ellos que adquieren algunas especies, lo que ocasiona que se requiera cada vez mayor cantidad del plaguicida para obtener el efecto deseado en las plagas. Sin embargo, la flora y fauna oriundas es afectada cada vez más destruyendo la diversidad natural de las regiones en que se usan. Además pueden ser consumidos por el hombre a través de plantas y animales que consume como alimento.

Hay otros insecticidas que son usados en las actividades hortofrutícolas; son biodegradables y no se concentran, pero su acción tóxica está asociada al mecanismo

de transmisión del impulso nervioso, provocando en los organismos contaminados una descoordinación del sistema nervioso.

Herbicidas

Son un tipo de compuesto químico que destruye la vegetación, ya que impiden el crecimiento de los vegetales en su etapa juvenil o bien ejercen una acción sobre el metabolismo de los vegetales adultos. Esto conlleva que las aves que se alimentan de la vegetación rociada con estos herbicidas caigan contaminados y mueren.

Fungicidas

Son plaguicidas que se usan para poder combatir el desarrollo de los hongos (fitoparásitos). Contienen los metales azufre y cobre.

Actividad minera

La presencia de contaminantes en un suelo supone la existencia de potenciales efectos nocivos para el hombre, la fauna en general y la vegetación. Estos efectos tóxicos dependerán de las características toxicológicas de cada contaminante y de la concentración del mismo. La enorme variedad de sustancias contaminantes existentes implica un amplio espectro de afecciones toxicológicas cuya descripción no es objeto de este trabajo.

De forma general, la presencia de contaminantes en el suelo se refleja de forma directa sobre la vegetación induciendo su degradación, la reducción del número de especies presentes en ese suelo, y más frecuentemente la acumulación de contaminantes en las plantas, sin generar daños notables en éstas. En el hombre, los efectos se restringen a la ingestión y contacto dérmico, que en algunos casos ha desembocado en intoxicaciones por metales pesados y más fácilmente por compuestos orgánicos volátiles o semivolátiles.

Indirectamente, a través de la cadena trófica, la incidencia de un suelo contaminado puede ser más relevante. Absorbidos y acumulados por la vegetación, los contaminantes del suelo pasan a la fauna en dosis muy superiores a las que podrían hacerlo por ingestión de tierra.

Cuando estas sustancias son bioacumulables, el riesgo se amplifica al incrementarse las concentraciones de contaminantes a medida que ascendemos en la cadena trófica, en cuya cima se encuentra el hombre.

Las precipitaciones ácidas sobre determinados suelos originan, gracias a la capacidad intercambiadora del medio edáfico, la liberación del ion aluminio, desplazándose hasta ser absorbido en exceso por las raíces de las plantas, afectando a su normal desarrollo.

En otros casos, se produce una disminución de la presencia de las sustancias químicas en el estado favorables para la asimilación por las plantas. Así pues, al modificarse el pH del suelo, pasando de básico a ácido, el ion manganeso que está disuelto en el medio acuoso del suelo se oxida, volviéndose insoluble e inmovilizándose.

A este hecho hay que añadir que cuando el pH (acidez del suelo) es bajo, las partículas coloidales como los óxidos de hierro, titanio, zinc, etc. que puedan estar presentes en el medio hídrico, favorecen la oxidación del ion manganeso.

Esta oxidación se favorece aún más en suelos acidificados bajo la incidencia de la luz solar en las capas superficiales de los mismos, produciéndose una actividad fotoquímica de las partículas coloidales anteriormente citadas, ya que tienen propiedades semiconductoras.

Otro proceso es el de la biometilización, que es un proceso por el cual reaccionan los iones metálicos y determinadas sustancias orgánicas naturales, cambiando radicalmente las propiedades físico-químicas del metal. Es el principal mecanismo de movilización natural de los iones de metales pesados.

Los metales que ofrecen más afinidad para este proceso son: mercurio, plomo, arsénico y cromo. Los compuestos organometálicos así formados suelen ser muy liposolubles y salvo casos muy puntuales, las consecuencias de la biometilización natural son irrelevantes, cuando los metales son añadidos externamente en forma de vertidos incontrolados, convirtiéndose realmente en un problema.

Aparte de los anteriores efectos comentados de forma general, hay otros efectos inducidos por un suelo contaminado:

- Degradación paisajística: la presencia de vertidos y acumulación de residuos en lugares no acondicionados, generan una pérdida de calidad del paisaje, a la que se añadiría en los casos más graves el deterioro de la vegetación, el abandono de la actividad agropecuaria y la desaparición de la fauna.

- Pérdida de valor del suelo: económicamente, y sin considerar los costes de la recuperación de un suelo, la presencia de contaminantes en un área supone la desvalorización de la misma, derivada de las restricciones de usos que se impongan a este suelo, y por tanto, una pérdida económica para sus propietarios.

Probablemente, la contaminación aparece por: recibir cantidades de desechos que contienen sustancias químicas tóxicas (en cualquier estado físico: sólidos, líquidos, gaseosos) incompatibles con el equilibrio ecológico; materias radiactivas, no biodegradables; [materias orgánicas] en descomposición, [microorganismos] peligrosos.

Acontecimientos como:

- Pruebas atómicas, como las realizadas por los británicos en Australia, que provocan que el suelo no pueda someterse a procesos de descontaminación por miles de años.
- Accidentes nucleares como Chernóbil muestran la increíble y descomunal contaminación de suelos, agua, atmósfera, consecuencia de la falta de sentido común o de leyes restrictivas a las potenciales fuentes de contaminación.

Las causas más comunes de contaminación del suelo son:

- Tecnología agrícola nociva (uso de aguas negras o de aguas de ríos contaminados; uso indiscriminado de pesticidas, plaguicidas y fertilizantes peligrosos en la agricultura).
- Carencia o uso inadecuado de sistemas de eliminación de basura urbana.
- Industria con sistemas antirreglamentarios de eliminación de los desechos.

Por otra parte, se presenta contaminación del suelo naturalmente; esto se da debido a que algunas rocas presentan metales pesados (cromo, níquel, plomo) los cuales se incorporan al suelo en el proceso de meteorización. Estos elementos, en pequeñas proporciones, son aprovechados, pero, en cantidades elevadas, son nocivos para la salud.

Consecuencias

Los insecticidas pueden mantenerse 10 años o más en los suelos y no se descomponen. Se ha demostrado que los insecticidas organoclorados, como es el caso del DDT, se introducen en las cadenas alimenticias y se concentran en el tejido graso de los animales. Cuanto más

alto se encuentre en la cadena, es decir, más lejos de los vegetales- más concentrados estará el insecticida. Aparte de los anteriores efectos comentados de forma general, hay otros efectos inducidos por un suelo contaminado: Degradación paisajística: la presencia de vertidos y acumulación de residuos en lugares no acondicionados, generan una pérdida de calidad del paisaje, a la que se añadiría en los casos más graves el deterioro de la vegetación, el abandono de la actividad agropecuaria y la desaparición de la fauna. Pérdida de valor del suelo: económicamente, y sin considerar los costes de la recuperación de un suelo, la presencia de contaminantes en un área supone la desvalorización de la misma, derivada de las restricciones de usos que se impongan a este suelo, y por tanto, una pérdida económica para sus propietarios.

- Alteración de los ciclos biogeoquímicos.
- Contaminación de mantos freáticos.
- Interrupción de procesos biológicos.

III Contaminación y Erosión del Suelo

3.1 La erosión como fuente de contaminación

Erosión del suelo

La erosión del suelo, es el desprendimiento de partículas por la acción del agua, el viento y el pisoteo de los animales. En el caso de la erosión causada por las lluvias, las gotas van rompiendo las partículas del suelo desnudo hasta desprender pequeños fragmentos que son fácilmente lavados por la lluvia, el viento, además de otros factores. En el caso de los vientos, estos pueden causar erosión arrancando las partículas y empujándolas a varios metros y kilómetros de distancia. En el caso del pisoteo de los animales tenemos que las pezuñas de las vacas y cabras, destruyen la capa superficial del suelo, quedando este sometido al efecto del agua y el viento.

Causas de la erosión

Como se ha enseñado, la agricultura migratoria realizada por nuestros campesinos, agrava la situación de la erosión de los suelos en Panamá. Esto ocurre porque la vegetación es cortada para establecer cultivos y allí donde hubo bosque, se planta arroz o maíz pero

después de las cosechas, el terreno es abandonado y se cubre de pastos. Allí entra la ganadería, y si estamos sobre una superficie muy inclinada del terreno, o sea las lomas o cerros muy elevados, el pisoteo del ganado produce la erosión que es facilitada por las lluvias. Así, no sólo se pierde la capa superficial del suelo, sino que también, su fertilidad.

Cuando los suelos son arrasados ocurre entonces que las quebradas y ríos van secándose porque el cauce por donde ellos corren se va llenando de tierra y piedras. También ocurre a veces, que las grandes crecientes arrastran piedras que son colocadas sobre suelos fértiles de las orillas de los ríos y así se pierden estas parcelas para la agricultura o ganadería. En los grandes lagos artificiales construidos para las operaciones del Canal de Panamá y de las hidroeléctricas, se está acumulando una gran cantidad de tierra y piedras que están afectando el funcionamiento del Canal y la generación de energía eléctrica. También los ríos que sirven de abastecimiento de agua para las poblaciones, se ven afectados porque la gran cantidad de sedimentos dificulta la purificación del agua. Los sedimentos a veces transportan microbios y minerales que pueden perjudicar la salud de los seres humanos.

3.2 Contaminación con sedimentos

Las estimaciones globales sobre la erosión y el transporte de sedimentos en los grandes ríos del mundo presentan enormes discrepancias, debido a la dificultad de obtener valores fiables de concentración y descarga de sedimentos en muchos países, a la adopción de supuestos diferentes por los distintos investigadores y a los diferentes efectos de una erosión acelerada debida a actividades humanas (deforestación, malas prácticas agrícolas, construcción de carreteras, etc.) con respecto al almacenamiento de sedimentos asociado a la construcción de presas. Milliman y Syvitski (1992) estiman que la carga mundial de sedimentos en los océanos en los años centrales del siglo XX fue de 20.000 millones de t/año, de las que aproximadamente el 30 por ciento procede de ríos de Asia meridional (en particular los ríos Yangtze y Amarillo, de China). Es significativo que, en su opinión, casi el 50 por ciento del total mundial procede de la erosión asociada a los altos relieves en las islas de Oceanía - fenómeno que no se ha valorado suficientemente en anteriores estimaciones de la producción mundial de sedimentos. Si bien la erosión en las islas montañosas y en las zonas altas de los ríos continentales es resultado de las influencias topográficas naturales, Milliman y Syvitski consideran que las influencias humanas en

Oceanía y Asia meridional producen cargas de sedimentos desproporcionadamente elevadas en esas regiones.

Los sedimentos, en cuanto contaminantes físicos, producen en las aguas receptoras los siguientes efectos principales:

- Los altos niveles de **turbidez** limitan la penetración de la luz solar en la columna de agua, lo que limita o impide el crecimiento de las algas y de las plantas acuáticas enraizadas. En los ríos que son zonas de desove, los lechos de grava están cubiertos por sedimentos finos que impiden o dificultan el desove de los peces. En ambos casos, el resultado es la perturbación del ecosistema acuático debido a la destrucción del hábitat. A pesar de estos efectos nocivos, el estado hipertrófico (rico en nutrientes) de muchos lagos de aguas poco profundas, sobre todo en los países en desarrollo, daría lugar a un inmenso crecimiento de las algas y plantas enraizadas si no fuera por el efecto limitador de la extinción de la luz debido a la fuerte turbidez. En este sentido, la turbidez puede ser "beneficiosa" en los lagos muy eutróficos; no obstante, muchos países reconocen que esta situación es perjudicial por razones estéticas y económicas y están buscando los medios de reducir la turbidez y los niveles de nutrientes. En el Recuadro 4 se presentan los efectos de los sedimentos en los arrecifes de coral.

- Los altos niveles de **sedimentación** en los ríos dan lugar a la perturbación física de las características hidráulicas del cauce. Ello puede tener graves efectos en la navegación, por la reducción de la profundidad, y favorecer las inundaciones, por la reducción de la capacidad del flujo de agua en la cuenca de drenaje. Por ejemplo, según cálculos de UFRGS (1991) sobre la erosión y transporte de sedimentos en la cuenca del río Sao Francisco, gran sistema de drenaje del Brasil oriental, la parte central de la cuenca fluvial está ahora dominada por la deposición de sedimentos. Ello ha provocado una grave perturbación del transporte fluvial y obstrucciones en los servicios hidráulicos que se han construido para suministrar agua de riego desde el cauce principal del río. Los sedimentos proceden en gran parte de la rápida erosión de las subcuencas como consecuencia de prácticas agrícolas poco acertadas.

Una vez la erosión ocurre tiene como consecuencia final la sedimentación. La sedimentación es el proceso mediante el cual se acumulan partículas de tierra o suelo en el fondo de los cuerpos de agua haciendo que disminuya el espacio disponible para el almacenaje del agua en ríos, lagos y quebradas.

Uno de los procesos de formación del suelo es la sedimentación. Esto ocurre cuando el agua de los ríos arrastra material sólido hasta las lagunas y mares y estas al secarse dejan expuestos los componentes que a través del tiempo le fueron quitando al suelo en otras partes de su recorrido.

La sedimentación envuelve tres procesos básicos: erosión o desprendimiento, transportación y deposición. Cada uno de estos procesos geológicos ha estado ocurriendo durante miles de años. Una vez iniciado el proceso de erosión, lo demás ocurre como consecuencia de éste.

Es evidente que este proceso natural ha sido afectado por el desarrollo urbano y movimiento de terreno para satisfacer unas necesidades por infraestructura física (construcciones). Este movimiento de terreno ha acelerado drásticamente el proceso de erosión y sus efectos en Puerto Rico.

Cuando la cubierta vegetativa (hierba, arbustos, hojas y otros) es removida del suelo se deja el terreno al las inclemencias del clima (lluvia, viento). En nuestro caso, la lluvia es el factor principal y más significativo para la erosión.

Es por ello que se hace necesario el establecer medidas para el control de la erosión. Las mismas pueden variar y ser tan sencillas como el utilizar material vegetal disponible (troncos, hojas secas) sobre el terreno o piedras, y hasta estructuras de ingeniería sofisticadas y costosas.

Troncos y piedras colocados adecuadamente en línea al contorno del terreno controlan el flujo del agua, previenen la erosión causada por el movimiento del agua y atrapan el sedimento. Estas prácticas o medidas pueden ser temporeras o permanentes.

Recuerda que el suelo es uno de los recursos naturales más importantes para nosotros. Si no se toman medidas para el control de la sedimentación, no solo estaremos perdiendo terreno, si no que estaremos aumentando el potencial de inundaciones, afectando la calidad y cantidad de agua disponible para consumo humano como consecuencia del depósito de partículas de suelo en ríos, quebradas y lagos. Las partículas suspendidas en el agua al llegar al mar, a su vez limitan la cantidad de luz solar que reciben los arrecifes de coral causándoles la muerte.

La sedimentación es fácil de visualizar o entender si pensamos cuando vertimos refresco a un vaso con hielo. La cantidad de refresco que se necesitaría para llenar un vaso vacío es mucho mayor que si le ponemos hielo al fondo del vaso. Igualmente ocurre en los lagos con sedimento acumulado en el fondo; es mucho menor la cantidad de agua que pueden contener o almacenar en comparación a su capacidad original (como en el vaso vacío).

INUNDACIONES

Una inundación es un fenómeno normal de la naturaleza. Esta ocurre cuando una gran cantidad de lluvia cae en un lugar específico en corto tiempo. Cuando llueve mucho el agua no puede acomodarse en los ríos y las quebradas, por lo que se sale de sus cauces e invade áreas adyacentes a éstas causando lo que llamamos inundaciones. También ocurren inundaciones cuando las olas del mar son empujadas a la tierra por el viento o por marejadas fuertes. Las inundaciones ocurren cuando se tapan los drenajes por donde el agua tiene salida, o porque los ríos están llenos de sedimentación y basura reduciendo su capacidad o espacio para contener el agua.

Las inundaciones se dan por que nuestra Isla está localizada en el trópico donde es afectada por la mayoría de las tormentas, los huracanes, las depresiones tropicales, y otros fenómenos atmosféricos que traen mucha lluvia. La construcción en Puerto Rico ha

destruido las montañas lo que provoca también inundaciones. La construcción promueve la deforestación que a su vez causa un aumento en la sedimentación. Esta se deposita en ríos, lagos, alcantarillados y desagües causando que se tapen y, por consiguiente, que se desborden e inunden las áreas adyacentes.

Formas de reducir las inundaciones

- a. Reforestar las orillas de los ríos.
- b. Evitar la nivelación y la pavimentación excesiva de los terrenos (para evitar que el agua corra por encima del pavimento y sea absorbida por el suelo).
- c. Fomentar la construcción hacia áreas que no sean inundables.
- d. Establecer prácticas de control de la erosión.

4. Las inundaciones afectan nuestras vidas y comunidades.

Las inundaciones no tan sólo ponen en peligro nuestras propiedades (casas, muebles, enseres eléctricos), sino también nuestras vidas y la de nuestros seres queridos. Por eso es importante tener un seguro contra inundaciones. Las personas que viven en áreas inundables deben estar pendientes de los avisos de inundaciones que ofrecen el Servicio Meteorológico y el gobierno (Manejo de Emergencias, Policías, etc.). Si hay peligro, deben abandonar el área de inmediato.

3.2.1 Problemas originados por la sedimentación.

La degradación de los suelos afecta directamente la economía de los productores debido a que reduce dramáticamente la productividad de los mismos como una consecuencia directa de la pérdida de la capa fértil. Además, la sedimentación, o los procesos relacionados con el movimiento y depósito de suelos erosionados dentro del sistema hidrológico, incide en los procesos relacionados con el aumento de la turbidez, el color y los que son estrictamente de naturaleza mecánica como la erosión y colmatación de los cauces de los ríos y otros cuerpos de agua y de las zonas costeras. El proceso de sedimentación vuelve turbia las

aguas de los ríos, impidiendo la penetración de la luz solar y la consiguiente producción de materia verde para el consumo de la fauna acuática. En algunas especies se afecta su reproducción y supervivencia. En la zona costera, la sedimentación afecta a las poblaciones de arrecifes, los ecosistemas que involucran y que tienen tanta importancia para la reproducción de especies marinas de alto valor comercial.

La CRSJ(Cuenca del Río San Juan) posee suelos mecanizables y fértiles. En términos generales, los suelos de la zona norte de Costa Rica, la zona aledaña al Lago Nicaragua y la zona este de la Cuenca son mal drenados en las partes bajas, mejorando el drenaje a medida que la topografía asciende. Las características volcánicas de la región han provisto los suelos de una buena cantidad de cenizas, lo cual los enriquece. Sin embargo, los procesos erosivos naturales y de pérdida de suelo, agravados por prácticas agrícolas inadecuadas (no sostenibles), técnicas inapropiadas de aprovechamiento forestal y la falta de prácticas de conservación de suelos y aguas, ocasionan grandes pérdidas de la capa fértil en diferentes zonas de la Cuenca. Asimismo, los procesos erosivos van acompañados de una disminución en la recarga de los acuíferos, lo cual, además de reducir la disponibilidad de agua subterránea, altera el régimen hidrológico de los cuerpos de agua, presentándose mayores y cada vez más frecuentes crecidas durante la época de lluvias y caudales bajos durante el período de estiaje. El cambio de uso del territorio sin tomar en consideración el potencial de los suelos y las prácticas tradicionales de limpieza del terreno para el inicio de las labores agropecuarias --tal es el caso de las quemadas no controladas-- así como la sobreexplotación de los bosques, agudizan los problemas erosivos que se están presentando en la CRSJ.

El proceso de sedimentación afecta en gran medida los recursos hídricos de la cuenca, tanto en su calidad como en su flora y su fauna acuática. No obstante, no es posible hacer una cuantificación de este problema debido a que existe muy poca información en el ámbito de toda la CRSJ. Históricamente, el Río San Juan ha sufrido un proceso natural de sedimentación que ha conducido a que su descarga se haga a través dos sitios: la Bahía o Laguna de San Juan del Norte en Nicaragua, la cual está muy sedimentada, y la Boca del Río Colorado en Costa Rica, por donde se produce la descarga de mayor caudal. Las partes alta y media de la subcuenca del Río San Carlos son las más críticas en cuanto a sedimentación, debido principalmente a que presentan suelos de origen volcánico asociados

a relieve montañoso, suelos residuales de relieve muy escarpado y suelos residuales colinados con relieves muy ondulados, a lo que se suma el régimen torrencial de lluvias y el uso no adecuado de los suelos.

La producción específica de sedimentos en suspensión se determinó en la estación Terrón Colorado, donde los valores alcanzaron 817 ton/km²/año; en la estación Peñas Blancas los valores fueron de 700 ton/km²/año; la calculada en las estaciones Puerto Viejo y Veracruz, sobre el Río Sarapiquí, fue del orden de las 216 ton/km²/año, significativamente inferior a los determinados para la Cuenca del Río San Carlos, aunque su incidencia en cuanto a turbidez adquiere importancia. Según comentarios de agricultores del cantón de Los Chiles, anualmente se mecanizan 15.000 ha de suelos para el desarrollo de cultivos y la erosión es visible en estas áreas agrícolas, al mismo tiempo que la producción va en decrecimiento.

La parte alta de la subcuenca del Río Frío presenta suelos residuales de relieve colinado y de elevado riesgo erosivo, lo cual se potencia con el desarrollo en el área de agricultura no sostenible, que excluye prácticas de conservación de suelos y aguas. La producción específica de sedimentos calculada en la estación Guatuso fue de 298 ton/km²/año, y en la estación Venado 181 ton/km²/año, de menor magnitud que los aportes de la subcuenca del Río San Carlos pero con las mismas implicaciones para la turbidez.

La parte alta de la subcuenca del Río Zapote está formada por suelos residuales de relieve muy escarpado y suelos pocos profundos en relieve montañoso. Los sedimentos transportados en esta subcuenca son depositados en la desembocadura del Lago Nicaragua, en donde se forma el Río San Juan, y aunque la turbidez de las aguas indica un alto contenido de sólidos en suspensión, la producción específica de sedimentos de esta subcuenca no ha sido estimada por no contarse con información al respecto.

En el sector norte del subsistema del Río San Juan, la deforestación, el sobreuso del suelo, las características climáticas, edáficas y topográficas provocan erosión hídrica severa en ciertas áreas, lo que está afectando la sostenibilidad de los recursos de la zona e incrementando el transporte de sedimentos hacia el Río San Juan. Las zonas consideradas críticas en este sector de la subcuenca son los ríos Boca Negra, Sábalo y Santa Cruz. No

existen mediciones de los aportes de sedimentos de estos ríos, por lo que no ha sido posible cuantificar la contribución específica de sedimentos.

El Lago Nicaragua actúa como un reservorio de sedimentos y un sumidero de la mayoría de los elementos contaminantes que llegan a sus aguas, ya que debido a su gran tamaño, los sedimentos que llegan al Lago se depositan en éste sin llegar a trasladarse hasta el Río San Juan, y por su gran capacidad de dilución, las concentraciones de contaminantes se reducen considerablemente. Los problemas de erosión y de arrastre de sedimentos hacia el Lago son significativos, debido principalmente a la práctica de agricultura no sostenible, aunque no alcanza las magnitudes indicadas para las subcuencas anteriores. Esto se debe esencialmente a que presenta un relieve menos escarpado y niveles de pluviosidad inferiores.

Sin embargo, esta situación hace que se pierdan muchas toneladas de suelo anualmente que causan disminución de la productividad de los suelos agrícolas al perder la capa fértil del suelo por efecto de las lluvias.

Igual situación sucede en la actividad ganadera en la cual la erosión hídrica es acentuada por el tráfico de ganado por los pastizales ya que en la mayoría de estas fincas se practica la ganadería extensiva, no practicándose la rotación del ganado, además de la práctica generalizada de establecer pastizales en suelos de vocación forestal.

La erosión hídrica afecta fuertemente los caminos rurales, con el consiguiente problema de transporte para la comercialización de los productos agropecuarios, encareciendo el traslado de los productos hasta los sitios de mercadeo. Con frecuencia se presentan casos en los cuales no es posible sacar la producción hacia los sitios de expendio, causando severas pérdidas económicas a los productores. En el subsistema del Lago Nicaragua se identifican problemas de erosión hídrica en las laderas del volcán Mombacho y en sectores aledaños a la localidad de Nandaime, en las subcuencas de los ríos Ochomogo, Malacatoya, Tecolostote, Mayales y Acoyapa. Sin embargo, la producción específica de sedimentos de este subsistema no ha sido estimada por no contarse con la información necesaria. Además, el diseño y construcción inapropiado de carreteras también contribuye a acelerar el proceso de erosión.

Los sedimentos provenientes de los sectores alto y medio de la cuenca fluyen principalmente por los ríos San Carlos y Sarapiquí. Comparando fotografías aéreas de distintos años, se pueden observar islotes formados durante los últimos cinco años como consecuencia del proceso de sedimentación. Es notorio que durante el período de estiaje, hay sitios en el Río San Juan que no son navegables por las pequeñas pangas o botes que se usan para el traslado de los pobladores de la región, debido al fuerte proceso de sedimentación que está ocurriendo. El proceso de degradación de los suelos se agudiza debido a la presión que ejerce la población, la cual con un alto índice de crecimiento está reclamando mayores áreas para las actividades agropecuarias no sostenibles. La construcción de obras hidráulicas, tales como presas o micropresas, y el desarrollo de la minería sin incorporar la variable ambiental tensionan más los suelos frágiles y aceleran sus procesos erosivos.

A nivel transfronterizo, la sedimentación es un problema de mucha importancia ya que el acelerado proceso erosivo que está ocurriendo en la Cuenca afecta al Río San Juan y a la zona costera de la Cuenca debido a que finalmente éstos son los receptores de los sedimentos. Para detener, reducir y controlar este proceso erosivo y consecuentemente reducir los problemas ocasionados por la sedimentación, es necesario desarrollar programas de conservación de suelos y aguas que permitan la integración de estas prácticas en las actividades agropecuarias desarrolladas en la cuenca. El crear incentivos fiscales para aquellos productores que hagan un manejo adecuado de los recursos naturales podría ser una motivación que conduzca a detener y controlar el proceso erosivo y de sedimentación que se está presentando en la CRSJ.

También es necesario preparar un plan de ordenamiento del territorio y planes de manejo de la Cuenca que orienten el desarrollo de las actividades socioeconómicas de acuerdo con la capacidad de uso de la tierra y promover el conocimiento con mayor certeza de la dinámica de la erosión, la sedimentación y la contaminación de los cuerpos de agua para orientar su control. Sin duda alguna, estas acciones no tendrán éxito si no se logra la participación de los productores y de la sociedad civil en su conjunto, mediante programas de educación ambiental, creación de alternativas económicas y el desarrollo de sistemas de monitoreo e información que permitan conocer los resultados de las acciones que se están planteando.

Los problemas de degradar el suelo

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.

La erosión del suelo se está acelerando en todos los continentes y está degradando unos 2.000 millones de hectáreas de tierra de cultivo y de pastoreo, lo que representa una seria amenaza para el abastecimiento global de víveres. Cada año la erosión de los suelos y otras formas de degradación de las tierras provocan una pérdida de entre 5 y 7 millones de hectáreas de tierras cultivables. En los países subdesarrollados, la creciente necesidad de alimentos y leña han tenido como resultado la deforestación y cultivo de laderas con mucha



pendiente, lo que ha producido una severa erosión de las mismas. Para complicar aún más el problema, hay que tener en cuenta la pérdida de tierras de cultivo de primera calidad debido a la industria, los pantanos, la expansión de las ciudades y las carreteras. La erosión del suelo y la pérdida de las tierras de cultivo y los bosques reducen además la capacidad de

conservación de la humedad de los suelos y añade sedimentos a las corrientes de agua, los lagos y los embalses.

Los problemas más comunes con relación al suelo tienen que ver con las actividades de las personas. Al respecto, los problemas directamente derivados del uso antrópico de los suelos son actualmente muy severos. La erosión, la desertificación, la contaminación, la compactación, el avance de las ciudades y urbanización, y la pérdida de fertilidad, se encuentran entre los problemas más graves que afectan hoy a los suelos.

Erosión:

La erosión es la pérdida de suelo fértil, debido a que el agua y el viento normalmente arrastran la capa superficial de la tierra hasta el mar. El ser humano acelera la pérdida de suelos fértiles por la destrucción de la cubierta vegetal, producto de malas técnicas de cultivo, sobrepastoreo, quema de vegetación o tala del bosque. Las prácticas productivas sin criterios de protección, contribuyen en gran medida a que este problema se agrave cada día más.

"Lo más razonable es evitar que se destruya el suelo."

La degradación del suelo reviste gran importancia, porque su regeneración es en extremo lenta. En zonas agrícolas tropicales y templadas, se requiere de un promedio de 500 años para la renovación de 2,5 centímetros de suelo.

El cultivo de tierras en lugares con pendiente aumenta la posibilidad de agotamiento

del suelo fértil, ya que es muy fácil el arrastre de tierra por acción de la lluvia.



La actividad minera ha utilizado grandes cantidades de leña, eliminando así la cubierta vegetal, imprescindible para la protección del suelo. Estas prácticas se remontan a la época de la colonia, cuando la deforestación acabó con ricas áreas forestales y las aridizó.

La erosión también puede afectar ecosistemas lejanos, como los de la vida marina. El suelo arrastrado al mar se deposita como sedimento y cambia la composición del fondo marino, sepultando vegetación y cuevas, y transformando el contenido químico de las aguas.

Es importante destacar que la erosión del suelo, además de afectar y alterar los ecosistemas, afecta seriamente a la gente y a la economía de un lugar. Hay una relación directa entre la disminución de la capacidad productora del suelo y la disminución de los ingresos de la comunidad.

Contaminación:

Los suelos poseen una cierta capacidad para asimilar las intervenciones humanas sin entrar en procesos de deterioro. Sin embargo, esta capacidad ha sido ampliamente sobrepasada en muchos lugares, como consecuencia de la producción y acumulación de residuos industriales, mineros o urbanos.

Otra actividad con riesgo ambiental de contaminación de suelos es la minería, por su poder modificador del paisaje y sus descargas de residuos tóxicos.

El suelo también sufre la contaminación por residuos de pesticidas y otros productos agroquímicos, como los herbicidas y los fertilizantes. Algunos de ellos permanecen en el suelo, y desde allí se integran a las cadenas alimenticias, aumentando su concentración a medida que avanzan de nivel trófico.

La contaminación de suelos se da también por la mala eliminación y ausencia de tratamiento de basuras. Otro problema grave se presenta con los residuos industriales. El vertido ilegal de residuos industriales constituya un serio problema de contaminación del suelo.

Desertificación:

La desertificación es la intensificación de la aridez. Cabe destacar que este término se utiliza para describir procesos causados por los seres humanos. En cambio, otro concepto

llamado "*desertización*", se utiliza para describir el proceso natural de la formación de desiertos. La desertificación, definida como la intensificación de las condiciones desérticas y el decrecimiento paulatino de la productividad de los ecosistemas, es generada principalmente por el ser humano, que actúa sobre un medio frágil y lo presiona en exceso para obtener su sustento.

Cuando se tala vegetación para despejar tierras o usar leña, la capa fértil del suelo es expuesta a la lluvia y al sol, la corteza del suelo se endurece y se seca, impidiendo la infiltración de más agua. Así comienza el proceso de desertificación, ya que disminuye la filtración acuosa a depósitos subterráneos, y la capa de suelo superficial se erosiona y se convierte en estéril.

Las principales causas de desertificación son la agricultura de secano y riego, la erosión hídrica y eólica, los cambios climáticos, el sobrepastoreo, la deforestación, los incendios forestales, la extinción de especies nativas de flora y fauna y la expansión urbana.

Perdida de fertilidad por monocultivo y salinización:

Cuando se siembra la misma especie cada año, la tierra se deteriora. El trigo agota el nitrógeno y otros nutrientes del suelo. Si se continúa cultivando trigo en la misma tierra, disminuye la producción cada año. El monocultivo de especies forestales también es un problema por la misma razón. Se está viendo que el replante de pinos en el mismo terreno ya no es tan rentable, porque en la segunda y tercera plantación disminuye el ritmo de crecimiento de los árboles. Además de agotar las tierras, el monocultivo multiplica algunas plagas, pues éstas pueden contar siempre con el tipo de alimento al que están adaptadas.

El ser humano debiera contribuir a crear las condiciones necesarias para que la naturaleza emprenda su obra de restauración.

La salinización del suelo es la acumulación de sales provenientes del agua de regadío y de los fertilizantes usados. Debido al exceso de sales, el suelo pierde la fertilidad.

3.3 Contaminación química por fertilizantes.

La contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos. Los métodos agrícolas, forestales y pesqueros y su alcance son las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo. Los costos externos globales de los tres sectores pueden ser considerables.

La producción agropecuaria tiene unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nítrico, y contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua.

La agricultura afecta también a la base de su propio futuro a través de la degradación de la tierra, la salinización, el exceso de extracción de agua y la reducción de la diversidad genética agropecuaria. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar.

En las proyecciones de cultivos para el año 2030, se supone un menor crecimiento del uso de fertilizantes nitrogenados que en el pasado. Si se puede mejorar el rendimiento, el incremento en el uso total de fertilizantes entre 1997-99 y 2030, podría ser tan reducido como el 37 por ciento. Sin embargo, el uso actual en muchos países en desarrollo es muy ineficaz. En China, el mayor consumidor del mundo de fertilizantes nitrogenados, casi la mitad del nitrógeno aplicado se pierde por volatilización y de un 5 a un 10 por ciento más por infiltración.

Si se utilizan más métodos de producción sostenible, se podrán atenuar los efectos de la agricultura sobre el medio ambiente. No cabe duda de que, en algunos casos, la agricultura

puede desempeñar una función importante en la inversión de estos efectos, por ejemplo, almacenando carbono en los suelos, mejorando la filtración del agua y conservando los paisajes rurales y la biodiversidad.

Contaminación por fertilizantes nitrogenados.

Impacto ambiental del exceso de fertilizantes nitrogenados: El problema ambiental más importante relativo al ciclo del Nitrógeno (N), es la acumulación de nitratos en el subsuelo que, por lixiviación, pueden incorporarse a las aguas subterráneas o bien ser arrastrados hacia los cauces y reservorios superficiales. En estos medios los nitratos también actúan de fertilizantes de la vegetación acuática, de tal manera que, si se concentran, puede originarse la eutrofización del medio. En un medio eutrofizado, se produce la proliferación de especies como algas y otras plantas verdes que cubren la superficie. Esto trae como consecuencia un elevado consumo de oxígeno y su reducción en el medio acuático, así mismo dificulta la incidencia de la radiación solar por debajo de la superficie. Estos dos fenómenos producen una disminución de la capacidad autodepuradora del medio y una merma en la capacidad fotosintética de los organismos acuáticos.

La cantidad de nitratos que se lixivian hacia el subsuelo depende del régimen de pluviosidad y del tipo del suelo. La mayoría de los suelos poseen abundantes partículas coloidales, tanto orgánicas como inorgánicas, cargadas negativamente, con lo que repelerán a los aniones, y como consecuencia, estos suelos lixiviarán con facilidad a los nitratos. Por el contrario, muchos suelos tropicales adquieren carga positiva y por tanto, manifiestan una fuerte retención para los nitratos.

La textura del suelo es un factor importante en relación con la lixiviación. Cuanto más fina sea la textura más capacidad de retención presentarán.

Por otra parte, para una misma dosis de fertilizante nitrogenado, por ejemplo 200 Kg/ha, la lixiviación es mayor cuando el suelo presenta un drenaje más alto. Así mismo, podemos

evaluar el exceso de N que se puede producir en función de la cantidad de N fertilizante aplicado y del drenaje del suelo.

Contaminación por nitratos: El nitrógeno es uno de los principales contaminantes de las aguas subterráneas. Es conocido que las plantas aprovechan únicamente un 50% del nitrógeno aportado en el abonado, esto supone que el exceso de nitrógeno se pierde, generalmente lavado del suelo por el agua que se filtra al subsuelo, siendo arrastrado hacia los acuíferos, ríos y embalses, contaminando, por tanto, las aguas destinadas a consumo humano. De hecho, en muchos trabajos de investigación se ha concluido que el principal factor responsable de la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos es la agricultura.

Este fenómeno ha sido ampliamente estudiado en el Reino Unido, estimándose que, con las tasas de fertilización normalmente recomendadas en ese país, se producen pérdidas de 50-60 kg de nitrógeno por hectárea al año y, en algunos lugares, llegan a alcanzar 100 kg. También se señala que, en la misma área, del total de entradas de nitratos al acuífero, el 58% procede de las actividades agrícolas. En Castellón (España), en cultivos de cítricos, se llegan a perder hasta 250 kg.

En general, todos los autores parecen estar de acuerdo en que el exceso de fertilización nitrogenada y su defectuosa aplicación, son las causas que más contribuyen a la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas.

En diversos estudios realizados en España se muestra que la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos afecta a grandes zonas. Las áreas más contaminadas son, en muchos casos, aquéllas en las que se practica una agricultura intensiva, con altos aportes de fertilizantes y riego.

Efectos de los nitratos en la salud.

Sobre todo, el problema de los nitratos radica en que pueden ser reducidos a nitritos en el interior del organismo humano, especialmente en los niños de menos de tres meses de edad y en adultos con ciertos problemas.

Los nitritos producen la transformación de la hemoglobina a metahemoglobina. La hemoglobina se encarga del transporte del oxígeno a través de los vasos sanguíneos y capilares, pero la metahemoglobina no es capaz de captar y ceder oxígeno de forma funcional. La cantidad normal de metahemoglobina no excede el 2%. Entre el 5 y el 10% se manifiestan los primeros signos de cianosis. Entre el 10 y el 20% se aprecia una insuficiencia de oxigenación muscular y por encima del 50% puede llegar a ser mortal.

Una vez formados los nitritos, pueden reaccionar con las aminas, sustancias ampliamente presentes en nuestro organismo, originando las nitrosaminas, un tipo de compuestos sobre cuya acción cancerígena no existen dudas. En las experiencias de laboratorio se ha comprobado que alrededor del 75 % de ellas pueden originar cánceres hepáticos y, aunque con menor frecuencia, también de pulmón, estómago, riñones, esófago y páncreas. También se ha podido comprobar que existe una correlación directa entre el consumo de alimentos o aguas con exceso de nitratos y los cánceres gástricos y entre el trabajo en las fábricas de abonos químicos y dichos cánceres.

Se ha comprobado que cuando las embarazadas ingieren cantidades altas de nitratos se eleva la mortalidad durante los primeros días de vida del hijo, principalmente debido a malformaciones que afectan al sistema nervioso central, al muscular o al óseo. También se han descrito efectos perniciosos sobre las glándulas hormonales.

La agricultura ecológica, al no utilizar abonos muy solubles, tiene mucho menos riesgo de contaminar. Aun así se debe tener precaución con no aportar dosis excesivas de estiércol y con el manejo de purines y gallinaza.

Contaminación por fertilizantes fosforados.

Efectos secundarios de abonos fosfatados.

- Aportación de nutrientes, además del fósforo, como el azufre, calcio, magnesio, manganeso y otros; así como sustancias inútiles, desde el punto de vista de la fertilidad, sodio y sílice.
- Aportación de sustancias que mejoran la estructura: cal y yeso.

- Variación del pH del suelo.
- Inmovilización de metales pesados.

Impacto ambiental de los abonos fosfatados: El problema ambiental de los fosfatos es, como el del N, la eutrofización de las aguas. Los fosfatos son la mayor fuente de contaminación de lagos y corrientes, y los altos niveles de fosfato promueven sobreproducción de algas y maleza acuática. Comoquiera que sea, muchos de nosotros tenemos falsas ideas en cuanto al origen de fosfatos contaminantes, y muchos dueños de casa, sin saberlo, contribuyen al problema.

Los fertilizantes para césped y jardín son a menudo el origen principal de la contaminación por fosfatos. Sin embargo, algunas investigaciones claramente demuestran que si el fertilizante se aplica adecuadamente, éste no contamina. Cuando los fosfatos se aplican a la tierra, ellos se adhieren a las partículas de la misma, tal y como sucede cuando los clips para papel se adhieren a un magneto. Los fosfatos intencionados para la tierra contribuyen en la contaminación solamente si ocurre una erosión. Unas investigaciones han encontrado poca o no diferencia en el contenido de fosfatos en el exceso de lluvia rechazada por céspedes tratados con fertilizantes con o sin fosfato.

Contaminación por fertilizantes potásicos.

Efectos secundarios de abonos potásicos.

- Impureza en forma de aniones.
- Impureza en forma de cationes.
- Efecto salinizante, producido por las impurezas de los abonos potásicos, fundamentalmente los cloruros.

Contaminación por guano de animales:

Materia orgánica: La materia orgánica es el principal elemento de la contaminación fecal, por lo que su presencia-ausencia es uno de los mejores indicadores de la existencia de dicha contaminación. Es posible considerarla como indicador, pues siempre está presente en este tipo de contaminación, es fácilmente detectable y cuantificable en un laboratorio.

Amonio: El amonio, al producirse en el primer paso de la mineralización, constituye probablemente el mejor indicador químico indirecto de contaminación fecal en las aguas. Es el principal indicador químico de contaminación fecal, pues el cuerpo los expulsa en esta forma, lo que supone que indica una contaminación reciente.

Nitritos: Los nitritos, en cambio, constituyen un paso intermedio en el proceso de oxidación, por lo que el contenido es variable y no muestra buena correlación con el grado o la antigüedad de la contaminación fecal. Son indicadores de contaminación fecal a medio-corto plazo, ya que desde que se produce la contaminación hasta que aparecen los nitritos debe pasar un tiempo no excesivamente largo.

Nitratos: En cuanto a los nitratos, debido a su amplia utilización como abono agrícola, también se pueden encontrar, sobre todo en las aguas subterráneas, en concentraciones excesivas, por lo que han perdido gran parte de su valor como indicadores. Aún así, se consideran como indicadores de contaminación fecal a largo plazo, pues es el estado más oxidado del amonio, lo que hace pensar que un agua con nitratos es un agua que fue contaminada hace tiempo y que no se ha repetido el vertido.

Bacterias: Los grupos de microorganismos más habituales en heces animales son *Bacteroides fragilis*, coniformes totales y fecales, *Escherichiacoli* y estreptococos fecales.

Muchos de estos microorganismos no son exclusivos de los animales de sangre caliente, sino que forman parte también de la flora intestinal del hombre. Esto es importante, ya que la contaminación fecal causada por animales puede entrañar riesgos sanitarios, por lo que hay que considerar los microorganismos más abundantes y frecuentes en las heces de los animales, sobre todo en los de producción (vaca, cerdo, oveja, caballo, gallina, pato y pavo). En todos ellos encontramos coniformes y estreptococos fecales, aunque su abundancia relativa es mayor en los estreptococos fecales.

El género estreptococos reúne a dos especies, más abundantes en heces de animales, por lo que son muy utilizadas en zonas donde sea abundante la cría de ganado.

Clostridium perfringens es de origen fecal y no es patógeno en el intestino de los animales homeotérmicos. No es exclusivamente fecal se encuentra en suelos y aguas contaminadas. Es un buen indicador de la eficiencia del tratamiento de aguas manantiales. Cuando está presente en el agua potabilizada y desinfectada indica fallos en el tratamiento o en la desinfección.

Parásitos: Los parásitos que son patógenos para los animales se clasifican en dos grupos: los protozoos y los helmintos. Los protozoos son organismos unicelulares cuyo ciclo de vida incluye una forma vegetativa y una forma resistente. La forma de resistencia de estos organismos es relativamente resistente a la inactivación por medio de los tratamientos convencionales de agua residual.

Los huevos de helminto son un grupo de organismos que incluye a los nemátodos, trematodos y cestodos.

El estudio de huevos de helminto a nivel ambiental ha hecho necesaria la selección de un parásito indicador debido a las limitaciones en la detección a nivel de laboratorio. *Ascaris lumbricoides* se ha sugerido como un buen indicador del comportamiento de los huevos de helminto.

Sus ventajas son:

- Persiste en el medio ambiente por muchos meses, pero no se multiplica.
- Se puede identificar fácilmente.
- El índice de parasitismo a nivel mundial es muy alto.
- El riesgo de transmisión es alto, debido a la alta concentración de huevos que se puede encontrar.

Contaminación por Fertilizantes Azufrados, Calcicos y de Magnesio:

El magnesio. Los efectos secundarios de los abonos magnésicos, son de poca importancia. Se debe especialmente evitar que se apliquen grandes cantidades de $MgCl_2$ a las plantas sensibles al cloro.

El calcio. Se utiliza para enmiendas, para mejorar la estructura del suelo, más que como fertilizante y para elevar el pH.

El azufre. Tiene varios efectos:

- Efecto tóxico del SO_2 sobre las plantas.
- Efecto acidificante del SO_2 en la lluvia ácida. Con lo que se acidifica el suelo, debido fundamentalmente a la liberación de Al^{+++} (soluble hasta pH \ll)
- Efectos sobre los suelos que son normalmente deficientes en S.
- En algunas regiones una alternativa o fuente adicional de la acidez proviene de las minas de carbón y otros minerales que puedan dejar al descubierto cantidades significantes de piritas, que expuesta al aire se oxida y una consecuencia es la liberación de H_2SO_4 en las vías fluviales.

Contaminación por Micronutrientes:

Los oligoelementos del suelo los podemos encontrar como:

- Soluble en agua.
- Cation de cambio.
- Forma complejada por la materia orgánica, incluyendo residuos de plantas y organismos vivos, biomasa.
- Forma ocluida en óxidos de Fe y Mn.
- Como minerales primarios y formando parte de arcillas por sustituciones isomórficas del Fe y Al de las capas octaédricas.

3.4 Contaminación por Pesticida.

Entendemos por pesticidas a todos aquellos "productos utilizados para combatir los parásitos y enfermedades de las plantas, proteger a los cultivos de los agentes dañinos, aunque no sean parásitos (malas hierbas, algas...) y mejorar cualitativa y cuantitativamente la producción".

La producción de los cultivos se puede ver muy afectada tras el ataque de parásitos, microorganismos que le producen enfermedades o por la vegetación adventicia que compite por el agua y los nutrientes. La aplicación masiva de abonos y la selección de especies de rápido crecimiento ha contribuido a disminuir las defensas físicas de las plantas ante el ataque de parásitos y enfermedades.

Por ello constituyó un hito importante en el desarrollo agrícola el descubrimiento en 1939 de las propiedades insecticidas del DDT aunque en la actualidad su uso está muy restringido. Igualmente importante fue la comprobación en 1941 de los efectos herbicidas del conocido como 2,4-D. Baste considerar que el uso del DDT en la India permitió, en solo diez años, reducir la incidencia del paludismo de 75 a 5 millones de personas. Del mismo modo se ha conseguido erradicar en parte del mundo, la fiebre amarilla.

3.4.1 Fuentes de contaminación por pesticidas.

Los plaguicidas, además de matar a las plagas, pueden producir daños en las personas, los animales domésticos y la vida silvestre. A continuación analizamos en detalle que son los plaguicidas y las consecuencias de su uso en el medio ambiente.

Los plaguicidas y el medio ambiente:

Los plaguicidas son compuestos que se utilizan para prevenir, mitigar, repeler o controlar alguna plaga de origen animal o vegetal. Se aplican durante la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución y la elaboración de productos agrícolas y sus derivados.

La principal fuente de contaminación del ambiente por el uso de plaguicidas es el residuo que resulta de su aplicación. Aunque su aplicación se restrinja a zonas determinadas, su dispersión es universal. Se han encontrado restos de plaguicidas incluso en locaciones tan remotas como la Antártida.

El factor más importante que influye sobre la persistencia de un compuesto es la naturaleza química del mismo. Estas propiedades son: solubilidad en agua, volatilidad, estabilidad química y biológica.

Los insecticidas organoclorados, debido a su estructura química, resisten la degradación química y bacteriana. Cuando son liberados permanecen inalterados por largo tiempo en el ambiente. Como son sustancias poco solubles en agua se evaporan pasando al aire o uniéndose a las partículas del suelo, como vapor o polvo. Pueden ser transportados grandes distancias y nuevamente ser depositados a través de lluvias sobre la tierra o aguas superficiales.

Desde las aguas superficiales, estas sustancias tienden a ser absorbidas por pequeños organismos llamados plancton entrando de esta manera en los niveles más bajos de la cadena alimentaria. Como los animales superiores y los peces comen a estos pequeños animales los contaminantes pasan a lo más alto de la cadena trófica.

El último eslabón de la misma puede ser el hombre cuando se alimenta de peces contaminados. Como estas sustancias se acumulan en las grasas de un organismo su concentración va aumentando en cada etapa de la cadena.

El aumento de la concentración del contaminante en los tejidos animales en cada etapa de la cadena se lo conoce como biomagnificación

“Conociendo los efectos adversos de los plaguicidas podremos cuidar nuestra salud y la del ambiente”.

3.4.2 Control de la contaminación de los plaguicidas o pesticidas

El sector de la agricultura es uno de los que más contaminación indirectamente produce. Los causantes de la contaminación son los fertilizantes y plaguicidas utilizados para la fertilidad de la tierra y para fumigar los cultivos de las plagas que disminuyen la producción. Estos productos a través de las lluvias y de los riegos contaminan las aguas superficiales y los acuíferos.¹⁸

De acuerdo a la Convención de Estocolmo sobre Contaminantes orgánicos persistentes, 9 de los 12 más peligrosos y persistentes compuestos orgánicos son plaguicidas.

El **Convenio de Estocolmo** sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) es un acuerdo internacional que regula el tratamiento de las sustancias tóxicas. Fue firmado en 2001 en Estocolmo y entró en vigor el 17 de mayo del 2004.¹ Inicialmente el convenio regulaba doce productos químicos incluyendo productos producidos intencionadamente, tales como: pesticidas, PCBs; dioxinas y furanos. Actualmente hay 172 países que han ratificado el convenio.²

El convenio, auspiciado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha sido el resultado de largos años de negociación para obtener compromisos legales de los países que obligue de manera urgente la eliminación de todos los COPs. Las negociaciones para el Convenio se acabaron el 23 de mayo del 2001 en Estocolmo. Entró en vigor el 17 de mayo de 2004 con 151 signatarios.

En Nicaragua haya leyes que se han aprobado para el control y regulación de plaguicidas y pesticidas entre estas están:

Ley No. 274. Aprobada el 5 de Noviembre de 1997

LEY BÁSICA PARA LA REGULACIÓN Y CONTROL DE PLAGUICIDAS,
SUSTANCIAS TÓXICAS, PELIGROSAS Y OTRAS SIMILARES

VIII Conclusiones

Los Gobiernos nacionales, provinciales y locales tienen la responsabilidad urgente de crear una mayor conciencia en la población acerca del deterioro de los recursos de tierras y de su efecto negativo sobre la producción agrícola y la economía de sus países.

Las causas de la degradación de suelos tienen su origen en factores socioeconómicos, en la sobre-explotación de la capacidad de uso de las tierras y en prácticas de manejo de suelo y agua inadecuadas.

La información disponible de investigación sobre los tipos, causas, grado y severidad de la degradación de tierras es todavía insuficiente en la mayoría de los países de América Latina.

La falta de información dificulta enormemente la identificación y la puesta en práctica de estrategias efectivas de conservación y rehabilitación de tierras.

Para superar los problemas mencionados, se deben considerar soluciones que impliquen una acción inmediata y, también, métodos de prevención para impedir mayor deterioro futuro.

El deterioro causado lo puede solucionar la naturaleza misma con sus ciclos naturales.

La acción del ser humano debiera contribuir a crear las condiciones necesarias para que la naturaleza emprenda su obra de restauración.

Recuperar el suelo una vez que éste ha sido destruido es un proceso lento si se lo deja sólo a su ritmo natural, y muy costoso si se trata de acelerarlo.

IX Recomendaciones

La alcaldía municipal priorice los suelos más erosionadas donando plantas y plantarlas en conjunto con la población.

La alcaldía en coordinación con la Policía Nacional velen por la Aplicación y seguimiento de las leyes que ayudan a evitar la contaminación y deterioro de los suelos.

Las diferentes instituciones MINED, MARENA, IDR, INTA realicen esfuerzos mancomunados como capacitaciones que permitan concientizar a la población sobre la importancia de preservar la madre tierra.

Instituciones vinculadas con la producción como MARENA, IDR, INTA realicen capacitaciones sobre el uso adecuado de los cultivos, aplicación de sustancias químicas que causan degradación y provocan la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

INTA tecnifique a los campesinos en técnicas de cultivo permitiendo mayor productividad y evitando el desgaste del humus.

MINED oriente que las clases referidas a Ecología y CCNN sean más prácticas que teóricas.

MINED oriente la participación de los estudiantes en actividades de reforestación, campañas sobre el cuidado de la tierra, la clasificación de la basura y reciclaje.

MINED oriente campaña permanente sobre el cuidado de la madre tierra a través de la elaboración de murales, afiches entre otros.

MINED oriente la elaboración de huertos y jardines con materiales reciclables como botellas plásticas, llantas entre otros.

IX Alternativas de Solución

- Reforestación de las zonas despaladas
- Control de plaguicidas, insecticidas.
- Aplicación de las leyes sobre al protección de los suelos
- Reciclar la basura
- Evitar las quemas
- Formar brigadas ecológicas involucrando a la Comunidad Educativa.
- Tecnificación de los agricultores

X Bibliografía

1. Autores: Olga L. Anguiano, María S. Souza, Ana Ferrari, Jimena Soleño, Ana Maria Pechen de D'angelo y Cristina M. Montagna– (2005)
LIBIQUIMA - Facultad de Ingeniería Argentina Editado por O. L. Anguiano y C. M. Montagna
2. CONESA FDEZ. (1995) Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid : Ediciones Mundi-Prensa,
3. DELORME, J.M^a Aprovechamiento de residuos industriales. Regeneración de Desperdicios. Barcelona, Editor Antonio Roch – sin año de edición
4. DOMENECH, XABIER (1995) Química del suelo. El impacto de los contaminantes. Madrid ,Miriguano
5. ECHARRI, LUIS.(1998) Ciencias de la tierra y del medio ambiente. Barcelona : Editorial Teide, S.A.
6. DÍAZ ÁLVAREZ, M. CRUZ et al. (1989), *Contaminación agraria difusa* ED. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid,
7. POU ROYO, ANTONIO (1988), *La erosión* ED. Ministerio Obras P, Madrid
8. LUND, HERBERT F.(1996) Manual Mcgraw-Hill de reciclaje. Madrid :Mcgraw-Hill de España, S.A.

Webgrafia

1. Olga L. Anguiano, María S. Souza, Ana Ferrari, Jimena Soleño, Ana Maria Pechen de D'angelo y Cristina M. Montagna - LIBIQUIMA - Facultad de Ingeniería Argentina

Los plaguicidas y sus efectos sobre el medio ambiente

http://www.lareserva.com/home/plaguicidas_pesticidas_efectos_medio_ambiente

2. Universidad de Extremadura Departamento de Biología y Producción de los Vegetales

Área de Edafología y Química Agrícola

Gestión y conservación del suelo.

<http://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/GCSP/GCSL4CEPesticidas.htm>

3. Gupta, S. K., C. T. Kincaid, P. R. Mayer, C. A. Newbill y C. R. Cole, A multidimensional finiteelementcodefortheanalysis of coupled fluid, energy and solutetransport.

Contaminación del suelo

http://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_del_suelo

4. La Contaminación II

Rhona (no hay datos)

<http://www.monografias.com/trabajos/contaminacion2/contaminacion2.shtml#ixzz3GGF3F>

[WPV](#)

5. **E.D. Ongley**

Contaminación Provocada por los Sedimentos

<http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s04.htm>

6. Publicado en el diario nicaragüense La Prensa.
Problemas relacionados con la degradación de los suelos y la sedimentación
<http://www.oas.org/sanjuan/spanish/documentos/adt/informacion/suelo.html>

7. Ing. M.Sc. Fernando S. Gonzáles Huiman
Contaminación por Fertilizantes: "Un serio problema ambiental"

<http://fgonzalesh.blogspot.com/2011/01/contaminacion-por-fertilizantes-un.html>

8. Brayam Lisandro Rivas Zamora

Los Suelos

<http://www.monografias.com/trabajos33/suelos/suelos.shtml>.

9. Cristian Frers: cristianfrers@hotmail.com

Los problemas de degradar el suelo

<http://www.ecojoven.com/cinco/07/suelo.html>

10. Los residuos urbanos y su problemática
UNED(Universidad Nacional de Educación a Distancia)

<http://www.uned.es/biblioteca/rsu/pagina1.htm>

11. Ley de Protección de Suelos y Control de Erosión

JUNTA DE GOBIERNO DE RECONSTRUCCION NACIONAL.- Daniel Ortega Saavedra.- Sergio Ramírez
Mercado.- Rafael Córdova Rivas.

http://sajurin.enriquebolanos.org/vega/docs/JGRN_1308.pdf

**LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA
LEY BÁSICA PARA LA REGULACIÓN Y CONTROL DE PLAGUICIDAS,
SUSTANCIAS TÓXICAS, PELIGROSAS Y OTRAS SIMILARES**

<http://cenida.una.edu.ni/leyes/leyregulacion.htm>

XI ANEXOS



Suelos desérticos



Contaminación por pesticida



Contaminación por basura



Se observa Basurero Clandestino generando contaminación del suelo.



Ejemplo de Basureros contaminando la tierra.



Incendio Forestal destruyendo el humus, la parte fértil del suelo.