

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

NÚCLEO BOLÍVAR

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

INGENIERÍA AMBIENTAL



Hecho por:

Ciudad Bolívar; Febrero del 2.000.

INTRODUCCIÓN

Hemos estudiado a lo largo de la cátedra de Ingeniería ambiental los diferentes recursos naturales que componen nuestro sistema de vida.

En estos estudios hemos manifestado la necesidad urgente de crear conciencia ecologista y procurar cuidar lo poco que nos queda de planeta.

Estamos acabando con el mundo y no nos queremos dar cuenta de ello... por eso es que este trabajo se hace tan importante y necesario.

Aquí plantearemos las principales características del recurso suelo.. sitio en que caminamos, el que utilizamos para asentar nuestros hogares, para cultivar nuestros alimentos... el que utilizamos para vivir... y que claramente está siendo contaminado por nuestra inconciencia y negligencia..

Uno de los factores que afecta a los suelos y destruye sus características ideales, contaminándolo, son los ácidos... Estos pueden ocasionar daños severos no sólo a la composición de los suelos, impidiendo que estos sean aptos para la vida, sino también para los seres humanos... un suelo contaminado es una bomba activada...

En este ensayo trataremos de ahondar más en las características y composición de los suelos para poder entender su manejo y funcionamiento, y además, veremos como se produce la acidificación de los suelos y sus consecuencias y posibles soluciones.

FORMACIÓN DEL SUELO:

Material Original:

Al considerar los procesos de formación de suelos, debe tenerse en cuenta que participan dos grupos de procesos, a saber: 1) meteorización y 2) desarrollo del perfil. El perfil del suelo se desarrolla del material original, que a su vez se ha originado de la meteorización de las rocas. En el caso más sencillo, la meteorización precede al desarrollo del perfil, como en la formación de suelo a partir de aluviones y sedimentos no metamorfoseados. Sin embargo, la iniciación del desarrollo del perfil en material meteorizado no detiene la meteorización, sino que los dos procesos pueden simultanearse. Los procesos de meteorización cesan solo cuando los materiales del suelo dejan de contener minerales meteorizables y no meteorizados. Por otra parte, en muchos suelos rocosos superficiales, como los de nuestras mesetas, la formación del suelo empieza y sigue al mismo tiempo con la meteorización.

En este trabajo consideraremos aquellos procesos en los que las rocas sólidas de la corteza terrestre se rompen para formar el material original de los suelos. En lo fundamental, estamos interesados en los procesos de meteorización de rocas consiguientes a la acción de los agentes atmosféricos en las capas superficiales de la corteza terrestre. Los procesos ocurridos en las profundidades, tales como los efectos hidrotermales profundos, sólo tienen consecuencias indirectas para nuestro problema.

Las rocas que forman la corteza terrestre se deterioran cuando están sujetas a la acción de la atmósfera. Los productos de esta meteorización forman el regolito, los restos no consolidados que cubren las rocas sólidas que yacen debajo. De no existir agentes de transporte, esta capa crecería en espesor hasta que las rocas quedasen protegidas de ulteriores ataques. Por acción de la gravedad, de las aguas corrientes, del hielo en movimiento, o del viento, los productos deteriorados se están moviendo continuamente de su lugar de origen y se distribuyen por la corteza terrestre. De esta manera, nuevas capas de la corteza terrestre se ponen en contacto con los agentes atmosféricos. De no haber cambios en los niveles relativos de tierra y mar, los productos de meteorización son transportados por los ríos y acumulados como sedimentos, que en su tiempo se consolidan para formar rocas sedimentarias. Esta denudación termina cuando la tierra existente se hunde bajo el nivel del mar y los sedimentos primitivos, consolidados ahora en rocas, emergen como tierra para sufrir otro ciclo de meteorización y denudación. Tanto el regolito como los sedimentos terrígenos resultantes de esto derivan en última instancia de la meteorización de rocas cristalinas.

Meteorización Física:

Pueden distinguirse dos principales tipos de meteorización, a saber, 1) meteorización física o mecánica, y 2) meteorización química; la primera, producida solo por pulverización, sin cambios químicos; en la segunda se producen cambios químicos con formación de nuevos productos. Los procesos de meteorización física de rocas les son familiares a los estudiantes de Geología. Existen procesos esenciales que resultan meramente por pulverización de los materiales sobre los que se operan. El granito que solo ha estado sometido a meteorización mecánica es aún granito, excepto en que se ha roto el espacio mosaico de los minerales constituyentes. No existe cambio químico o formación de nuevos productos.

El tipo más universal de meteorización física es la producida por los cambios de temperatura. Cuando tales

cambios son de magnitud suficiente y súbitos, la expansión y contracción de las capas superficiales de las rocas pueden producir tensiones que, por ultimo, hacen que se rompan en pedazos. Este tipo de meteorización es el mas acusado en climas secos, en los cuales la radiación directa produce grandes cambios de temperatura a la puesta y a la salida del sol. La meteorización de rocas en los desiertos es predominantemente de este tipo.

Formación del suelo:

En climas fríos o templados, con precipitación abundante, los cambios de helada y deshielo son de importancia fundamental en la pulverización física de las rocas. Esta acción depende de que existan ranuras e intersticios que, durante el invierno, se llenen de agua. Los *scree*s de nuestros valles montañosos son claros ejemplos de la acción disgregante de la alternancia del hielo y deshielo, y los mismos procesos se continúan en todo fragmento, por su porosidad, capaz de contener agua.

Otros agentes de meteorización física son las aguas de los ríos, el hielo de los glaciares, la acción de las olas y el impacto de los granos de arena transportados por el viento.

Suelos en las primeras etapas de desarrollo, los suelos desérticos y los suelos de las regiones árticas y alpinas, son principalmente el resultado de meteorización física. Están caracterizados principalmente por la presencia de grandes proporciones de material más grueso, y sus curvas de composición mecánica muestran a menudo una aproximación a la forma lineal en su extensión superior. Los suelos formados por material de meteorización física se llaman a menudo *suelos esqueléticos*.

Meteorización Química:

La meteorización química de las rocas engloba alteraciones mas serias que la mera pulverización producida por meteorización física. Como resultado de estos cambios, ciertos minerales desaparecen total o parcialmente, y se forma material de origen secundario, que difiere enormemente de los minerales originales.

Los procesos se realizan en un medio acuoso y dependen de la acción de descomposición del agua, reforzada por el anhídrido carbónico disuelto y, en algunos casos, por los ácidos orgánicos formados por la descomposición de residuos vegetales. Puede también tomar parte el ácido sulfúrico formado por la oxidación de compuestos orgánicos de azufre o sulfuros de hierro. Puesto que la meteorización química se produce en la superficie de los minerales de las rocas, es evidente que será intensificada donde la pulverización física le haya precedido. Pero, puesto mayoría de las rocas están formadas por un espacio mosaico irregular de diferentes minerales con distintos grados de susceptibilidad de ataque, la meteorización química solo es capaz de producir desintegración particularmente donde existe cierto grado de porosidad en la roca meteorizada.

Esencialmente, la meteorización química comprende dos fases, a saber: 1) la desaparición de ciertos minerales, y 2) la formación de productos secundarios. Algunos de los minerales secundarios pueden originarse por alteración in situ de los minerales originales, mientras que otros productos pueden originarse por precipitación de las soluciones que contienen productos solubles de meteorización. Tal precipitación puede acontecer en el lugar de la meteorización o fuera de él después de su transporte por movimiento del agua. El material precipitado en el sitio de la meteorización puede mezclarse, o incluso entrar en combinación con productos residuales.

La meteorización química de las rocas afecta principalmente a los silicatos, tales como los feldespatos, micas y minerales ferromagnésicos, y depende de su inestabilidad a temperaturas ordinarias en presencia de agua y de anhídrido carbónico. De los datos de F. W. Clarke, se ha calculado que las proporciones aproximadas de los minerales principales de la corteza terrestre son las siguientes: feldespatos, 57,8%; anfíboles y piroxenos (minerales ferromagnésicos), 16%; cuarzo, 12,7%; micas 3,6%. es por tanto, evidente que los feldespatos constituyen el grupo más importante de minerales que forman el suelo, seguido por los minerales ferromagnésicos. Ciertos minerales no son prácticamente afectados por la meteorización química, y persisten

inalterados en el suelo. El ejemplo principal de estos es el cuarzo. Otros minerales resistentes a la meteorización química son la megnetita, titanita, la ilmenita, etc.

La meteorización química de las rocas depende de la presencia de agua. Puesto que la velocidad de cambio químico está afectada por la temperatura, disminuirá a temperaturas bajas y será mayor a altas temperaturas. Expresado en relación con las condiciones naturales, significa que la meteorización química es mínima en condiciones desérticas, debido a la ausencia de agua, y en las regiones árticas y alpinas, a causa de que prevalecen las bajas temperaturas. En tales casos, la meteorización que se produce es casi enteramente de carácter físico. En climas húmedos, la intensidad de la meteorización aumentará con la temperatura, y alcanzará un máximo en los trópicos.

Pueden producirse suelos predominantemente del tipo meteorizado físicamente en una región favorable para la meteorización química. Tales suelos son por lo general suelos jóvenes derivados de rocas cristalinas y que se han desarrollado en depósitos recientes o en situaciones en las que la erosión fue suficiente activa para evitar la acumulación de los productos de descomposición y el predominio consiguiente de meteorización química sobre la física.

Disolución simple.

La disolución simple, que implica la eliminación de material de meteorización, es desdeñable excepto en el caso del carbonato cálcico que, comparado con los silicatos, es muy soluble en aguas de filtración, particularmente cuando tales aguas contienen anhídrido carbónico disuelto originado de la respiración de las raíces de las plantas y de la descomposición de los residuos orgánicos del suelo.

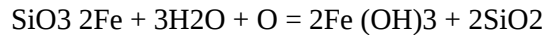
Los efectos más espectaculares de la disolución del carbonato cálcico se ven en los sistemas de cuevas tan característicos de los países calizos. Desde el punto de vista de la formación del suelo, la disolución de carbonato cálcico es de interés por el hecho de que las calizas contienen generalmente una mezcla de material no calcáreo que queda como un residuo. Los suelos calizos son por esto esencialmente suelos residuales, y su carácter depende principalmente de la naturaleza del material asociado con el carbonato cálcico en la caliza original. Así, podemos tener suelos de todas las texturas, desde arenas a arcillas, originados por la meteorización de las rocas calcáreas.

La formación de las calizas no siempre puede explicarse como una simple eliminación de carbonato cálcico. Durante los procesos de liberación del material residual pueden producirse ciertos cambios que modifican profundamente su carácter. Los suelos de tierras rojas asociados con calizas en la región mediterránea representan material que se ha alterado considerablemente de los residuos originales.

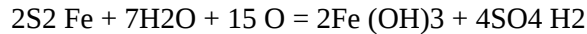
Hidratación y Oxidación:

Aunque los silicatos son considerablemente menos solubles que el carbonato de calcio, o al menos la presencia de agua, es una circunstancia necesaria en su descomposición química. Antes de tratar el tipo más importante de meteorización química de los silicatos como consecuencia de la disolución, debemos notar dos procesos en los cuales, aunque el agua es necesaria para su realización, la disolución real no se puede demostrar que sea necesaria. La *hidratación* consiste en la combinación química del agua con un mineral determinado. Un ejemplo de esto es la formación de la serpentina a partir del olivino. En sí misma, la hidratación no es esencialmente un proceso de formación de suelos, puesto que se produce también en condiciones remotas por la operación de los agentes atmosféricos ordinarios. Sin embargo, puede ser de importancia con un preparativo para los procesos de formación de suelos más característicos.

En general, los *procesos oxidantes* afectan solo a los compuestos de hierro. Ciertos compuestos ferromagnéticos contienen hierro ferroso, que, en presencia del aire y de la humedad, pueden oxidarse produciendo óxido férrico hidratado, es decir:



Las piratas de hierro y la marcasita dan por oxidación óxido férrico hidratado y ácido sulfúrico:



Hidrólisis:

Podemos considerar ahora el más importante de los procesos por el cual los minerales están meteorizados químicamente, es decir, la *hidrólisis*. La hidrólisis es una consecuencia de la disociación parcial del agua en iones hidrógeno e iones hidroxilo. La cantidad real de disociación es sumamente pequeña, pues, a temperaturas ordinarias, un litro de agua contiene solo

10–7g de hidrógeno en forma iónica; pero la presencia de anhídrido carbónico en solución aumenta la concentración del ion hidrógeno de la solución del suelo y, por consiguiente, su actividad hidrolítica, pueden ser, además, aumentadas por la presencia de ácidos minerales y orgánicos.

La presencia de iones hidrógeno es característica de las soluciones ácidas. Ácidos fuertes tales como los ácidos clorhídrico y sulfúrico en disoluciones diluidas están casi completamente disociados. Así, en una solución decinormal de ácido clorhídrico, prácticamente todo el hidrógeno está en la forma iónica, y la concentración de ion hidrógeno es casi de 0,1 g por litro. En un ácido débil, por otra parte, la disolución sólo es parcial. Una disolución decinormal de ácido acético está ligeramente disociada, y la concentración del ion hidrógeno es alrededor de 0,0013 g por litro.

El agua se comporta, pues, como un ácido débil, y su efecto sobre los silicatos meteorizables depende de la actividad de los iones hidrógeno. Los minerales por los que estamos interesados pueden describirse como silicatos del calcio, magnesio, potasio, sodio, aluminio y hierro. El tipo más sencillo de descomposición consistiría en el reemplazamiento de iones alcalinos o alcalinotérreos en la red del mineral por iones hidrógeno, originando ácidos aluminosilíceos o ferro silíceos y la liberación de hidróxidos alcalinos o alcalinotérreos. Un paso más avanzado en la rotura puede consistir en la separación de ácido silícico, acompañada por una modificación profunda de la red cristalina originaria. Puede imaginarse que ocurre un proceso tal como el siguiente en la formación de la caolinita a partir del feldespato potásico:

- $6\text{SiO}_2 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 6\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{KOH}$
- $6\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{SiO}_2$

La mayor parte de la literatura primitiva sobre meteorización se refiere a teorías para dar cuenta de la formación del caolín a partir de los feldespatos. Actualmente se sabe que el caolín, o la caolinita, lejos de ser ingrediente característico del complejo de meteorización del suelo, puede estar presente en algunos casos en proporciones insignificantes. Por otra parte, el examen de suelos y arcillas por los rayos X ha revelado la presencia de un número de minerales característicos de constitución cristalina conocida. También se sabe que la característica de los minerales del complejo meteorización pueden contener tanto hierro como aluminio. La investigación futura se dirigirá, sin duda, a dilucidar el origen de estos minerales desde los minerales primarios. Será necesario, en primer lugar, decidir si un mineral de arcilla dado se formó como un producto residual o precipitación de disolución. Naturalmente, será posible clasificar los minerales del complejo de meteorización en minerales residuales y minerales de precipitación.

Un cuerpo considerable de experimento y teoría se ha centrado en el origen del complejo de meteorización por precipitación de las disoluciones. De acuerdo con la hipótesis de la precipitación, los productos de meteorización química están formados por los productos solubles de la hidrólisis de silicatos.

Aunque los silicatos originales son muy insolubles, las consecuencias de la poca solubilidad que poseen

pueden ser apreciables en grandes periodos de tiempo.

- Se supone que el primer paso consiste en la liberación simultanea de ácido silícico y de los hidróxidos de las bases presentes. Mientras que los hidróxidos de las alcalinas y alcalinotérreas son solubles en agua, el ácido silícico y los hidróxidos de aluminio y hierro pueden formar soluciones coloidales. Los soles de ácido silícico son electronegativos, mientras que los soles de los sesquióxidos son electropositivos, y puede presentarse la precipitación mutua, ocasionando el complejo de meteorización.

Se han obtenido datos para la formación de precipitados en los cuales los componentes básicos y ácidos son los siguientes:

Ácido	Básico
Al₂O₃	SiO₂
Fe₂O₃	P₂O₅

Llevando a cabo experimentos en presencia de ácidos clorhídrico o hidróxido sódico, se estudiaba también el efecto de la reacción en la precipitación isoelectrica.

Los resultados siguientes se obtuvieron en un experimento típico.

El precipitado con 20 cm³ de la solución A y 17,8 cm³ de la solución B es electropositivo, como se demuestra por su dirección de transporte, mientras que el precipitado con 20 cm³ de solución A y 18 cm³ de solución B es electronegativo. El precipitado isoelectrico, por hipótesis, no presenta movimiento cataforético. La precipitación es de la más completa en el punto isoelectrico; pero debe notarse que la precipitación es incompleta por la discrepancia observada entre la relación molecular en la mezcla isoelectrica y en el precipitado isoelectrico. En los experimentos anteriores quedaría un exceso de ácido silícico en solución.

Puestos que las rocas originales contienen proporciones relativamente altas de base fuertes que se liberan durante la meteorización, el ph del material de meteorización puede esperarse que esté por encima del punto isoelectrico del complejo. En estas condiciones, se libera un sol complejo aniónico, mientras que el complejo gel tenderá a hacerse más rico en bases con el aumento consiguiente en su ph isoelectrico. Esto debe continuar hasta que el punto isoelectrico del gel complejo se aproxime al ph del medio de meteorización.

Es difícil mirar la teoría de la precipitación mutua de otro modo que como una ficción útil. Si se efectúa la precipitación mutua, entonces los soles positivos de sesquióxidos y los soles negativos de ácido silícico deben lograr primero su existencia separada. Podemos imaginar que, en un punto dado del material de meteorización, se formen soles de sesquióxido mientras que en otro punto aparezcan los soles de ácido silícico. Los soles de sesquióxidos y de ácido silícico deben estar próximos en el momento de la liberación como exigen sus posiciones en la red primaria, y no pueden tener la posibilidad de formar soles independientes. Sin embargo, considerando el precipitado isoelectrico con el sistema más estable en equilibrio con la fase líquida en las condiciones del experimento, la suposición de una existencia separada para los soles positivos y negativos pueden ser pasada por alto. La precipitación mutua como tal no es un hecho esencial de las teorías de Mattson. El acuerdo general de sus deducciones con los hechos observados en condiciones diferentes de meteorización presta gran apoyo a su validez general como una hipótesis de trabajo. Las teorías de Mattson deben ser aplicables igualmente a la teoría de hidrólisis que concibe que el primer paso consiste en la formación de ácidos aluminosilícicos y ferrosilícicos residuales.

Aunque podemos concebir el proceso de hidrólisis, deben notarse ciertas consecuencias generales:

- Se produce la desilicificación. La comparación de materiales meteorizados con sus rocas originales generalmente revela una pérdida de ácido silícico en el proceso de meteorización. El ácido silícico es separado por las aguas de filtración, en gran cantidad, en forma de silicatos alcalinos y alcalinotérreos. Es

significativo que las aguas de los ríos, que contienen el material perdido por solución en los procesos de meteorización, contengan un exceso de ácido silícico sobre sesquióxidos. En regiones áridas y semiáridas, un lavado incompleto puede evitar la separación de ácido silícico liberado por hidrólisis. En tales casos, el complejo de meteorización esta caracterizado por un gran contenido de sílice.

- La desalcalización ocurre durante la hidrólisis. La comparación de rocas jóvenes con sus productos meteorizados revela una perdida general de calcio, magnesio, potasio y sodio. Se presentan excepciones a esta regla de regiones áridas, donde las sales alcalinas y alcalinotérreas pueden acumularse, dando ocasión a suelos salinos o alcalinos.
- La hidrólisis forma nuevas sustancias, bien por modificación de los materiales originales, bien resíntesis parcial de los productos de descomposición. Estas sustancias se indican en conjunto con el complejo arcilla, o el coloide de suelo inorgánico. Constituyen la mayor parte de la fracción arcilla en el análisis mecánico, y se encuentran casi totalmente en dicha fracción. Por tanto, el estudio de la fracción arcilla ofrece la base más conveniente para la determinación de la composición y constitución del complejo de meteorización.

Los datos siguientes de G. E. Merrill ilustran las perdidas sufridas por meteorización química.

Análisis de una Diorita Joven y Descompuesta, Albemarle County, Virginia

			Calculo	
	Diorita joven	Diorita descompuesta	Remanente %	Perdida %
SiO ₂	46,75	42,44	62,69	37,31
Al ₂ O ₃	17,61	25,51	100,00	0,00
Fe ₂ O ₂	16,79	19,20	78,97	21,03
CaO	9,46	0,37	2,70	97,30
MgO	5,12	0,21	2,83	97,17
K ₂ O	0,55	0,49	61,26	38,75
Na ₂ O	2,56	0,56	15,13	84,87
P ₂ O ₅	0,25	0,29	80,11	19,87
Ignición	0,92	10,92	100,00	0,00

Datos como los de esta tabla deben interpretarse como recelo, puesto que los procesos de meteorización varían considerablemente de intensidad con el clima. Además, no es siempre fácil asegurar que un determinado material meteorizado corresponda exactamente con la roca subyacente.

QUÍMICA DEL SUELO.

El suelo ha sido comparado con un laboratorio muy complicado, donde tienen lugar un gran número de reacciones que implican a casi todos los elementos químicos conocidos. Algunas reacciones se pueden considerar sencillas y se comprenden con facilidad, pero el resto son complejas y de difícil comprensión. En general los suelos se componen de silicatos con complejidades que varían desde la del sencillo óxido de silicio – cuarzo – hasta la de los silicatos de aluminio hidratados, muy complejos, encontrados en los suelos de

arcilla. Los elementos del suelo más importantes para la nutrición de las plantas incluye el fósforo, el azufre, el nitrógeno, el calcio, el hierro y el magnesio. Investigaciones recientes han demostrado que las plantas para crecer también necesitan cantidades pequeñas pero fundamentales de elementos como boro, cobre, manganeso y cinc.

Las plantas obtienen nutrientes de los coloides del suelo, partículas diminutas parecidas a la arcilla que se mezclan con el agua, aunque no se disuelven en ella. Se forman como producto de la meteorización física y química de minerales primarios. Consisten en cantidades variables de óxidos hidratados de hierro, aluminio y silicio y de minerales cristalinos secundarios como la caolinita y la montmorillonita.

Los coloides tienen algunas propiedades físicas marcadas que afectan fuertemente las características agrícolas de los distintos suelos. Los suelos de las regiones con precipitación escasa y poca agua subterránea están sometidos a lixiviación moderada y, por tanto, contienen gran cantidad de compuestos originales, como calcio, potasio, y sodio. Los coloides de este tipo se expanden en gran medida cuando se mojan y tienden a dispersarse en el agua. Al secarse toman una consistencia gelatinosa y pueden, tras un secado adicional, formar masas impermeables al agua.

Donde el terreno queda cubierto por bosques, los coloides inorgánicos y orgánicos penetran en la tierra transportados por agua subterránea después de lluvias o inundaciones; forman una capa concentrada en la parte inferior del suelo y consolidan otras partículas de él para producir una masa densa y sólida.

Una de las características importantes de las partículas coloidales es su capacidad para participar en un tipo de reacción química conocida como intercambio de bases. En esta reacción un compuesto cambia al sustituir uno de sus elementos por otros. Así, los elementos que estaban ligados a un compuesto pueden quedar libres en la solución del suelo y estar disponibles como nutrientes para las plantas. Cuando se añade a un suelo materia fertilizante como el potasio, una porción del elemento requerido entra en la solución del suelo de forma inmediata, y queda disponible, mientras que el resto participa en el intercambio de bases y permanece en el suelo incorporado a los coloides.

Uno de los ejemplos de intercambio de bases más simple y valioso para la agricultura es la reacción que se produce cuando la caliza (CaCO_3) se utiliza para neutralizar la acidez. La acidez del suelo que puede definirse como la concentración de iones, de hidrógeno, afecta a muchas plantas; las legumbres, por ejemplo, no pueden crecer en un terreno ácido.

ACIDIFICACIÓN DE LOS SUELOS.

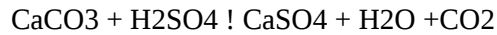
Algunos suelos son naturalmente ácidos, pero también pueden acidificarse por acción de las lluvias ácidas o de la disposición en seco de gases y partículas ácidas. La lluvia ácida tiene un PH inferior a 5,6. La principal causa atmosférica de la acidificación es la creciente presencia en está de óxidos de azufre y nitrógeno emitidos por la quema de combustibles fósiles.

La pérdida de materia orgánica debido a la erosión y la oxidación degrada el suelo y, en especial, su valor como soporte para el cultivo. la pérdida de materia orgánica reduce también la estabilidad de los agregados del suelo, que bajo el impacto de las precipitaciones, pueden dispersarse. Este proceso puede llevar a la formación de una corteza sobre el suelo que reduce la infiltración del agua e inhibe la germinación de las semillas.

Antes de que estos ácidos se formen en la atmósfera, algunos de los óxidos de nitrógeno y azufre se adhieren a las partículas de polvo que caen a la superficie de la tierra. Una vez que se depositan en ríos, lagos o la humedad del suelo, reaccionan formando soluciones ácidas. Estos polvos ácidos a menudo se precipitan más cerca de las fuentes de contaminación que el ácido de la lluvia o la nieve.

Estos ácidos matan a los peces y a las plantas, reducen el crecimiento de ciertos cultivos, degradan numerosos materiales de construcción e, indirectamente, afectan la salud del hombre, el ganado y la vida silvestre. Sin embargo, no hay una relación fácil que se puedan establecer entre precipitación ácida y el ambiente. He aquí las razones:

No toda la precipitación ácida cae directamente sobre cuerpos de agua. Parte de ellas se deposita en suelos relativamente secos y ricos en calcio, como las calizas, en cuyo caso, estas precipitaciones pueden ser neutralizados en su acidez, produciéndose la siguiente reacción química:



Cuando el suelo es rico en caliza, el azufre en exceso proveniente de esa precipitación, puede incluso utilizarse como fertilizante.

– Se ha observado en la selva negra de Alemania y otras partes del mundo con grandes densidades de bosque en terrenos irregulares, que aquellos árboles que se encuentran en lo alto de las colinas sufren más los efectos de la acidez atmosférica que los de las partes más bajas. Este fenómeno se debe a que la parte más alta donde se condensa la niebla con mayor frecuencia.

– El daño de la precipitación ácida sobre el mármol y la piedra de construcción es enorme.

CONCLUSIONES

Los ácidos provenientes de las precipitaciones y otros medios, producen la pérdida de la calidad de los suelos, siendo la parte más afectada la que constituye la materia orgánica (plantas y organismos) debido a que las grandes cantidades de ácidos cambian sus condiciones de vida ocasionándole la muerte.

Otras causas frecuentes de contaminación son los residuos de las granjas y el cieno de las aguas residuales, que pueden contener concentraciones elevadas de metales pesados, aumentando así la acidez de los suelos. Este tipo de contaminación puede deberse también a otros residuos químicos o subproductos de procesos industriales.

Es conveniente crear conciencia del grave problema que representa la contaminación de los suelos por acidificación... estos pueden ocasionar, no sólo la muerte del suelo, sino de toda la vida que se desarrolla a su alrededor...

Los cultivos sufrirían por consecuencia de la acidificación de los suelos y por ende sus propiedades podrían cambiar... Es prudente evitar el maltrato de los suelos puesto que estos son parte de nuestra vida y al igual que las aguas y el aire son necesarios para mantener la misma. El simple deterioro de cualquiera de estos recursos puede ocasionar graves daños a la vida humana de su entorno.

BIBLIOGRAFÍA.

- **ENCICLOPEDIA MICROSOFT ® ENCARTA ® 99**
- **GILBERT, Wooding Robinson.** Los suelos. Ediciones Omega S.A. Barcelona, 1960.