

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

(3ª clase)

M. Adriana Carrasco Rimassa
Químico, MSc.

Depto. Ingeniería y Suelos
Fac. Ciencias Agronómicas
Universidad de Chile

Correo-e: acarrasc@uchile.cl

2007

1

CONTAMINACIÓN DE SUELOS

- Concepto de contaminación y desecho
- Metales pesados y sus características
- Uso de lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas domiciliarias, en la agricultura
- Tóxicos orgánicos
- Recuperación de suelos contaminados

2

Agricultura sustentable. Este tipo de agricultura cada vez adquiere mayor importancia y entre sus exigencias está la de proporcionar *seguridad alimentaria* y *no contaminar ni degradar el recurso suelo*. Tampoco debe contaminar los cursos de agua, tanto superficiales como subterráneos.

¿Degradación o contaminación?

¿Cómo calificamos los procesos de erosión, salinización, acidificación y sodificación?

3

Erosión, según el Glosario de términos de la Ciencia del Suelo de la Soc. Am. de la Ciencia del Suelo (1996):

(i) Es el desprendimiento y movimiento de tierra superficial por el agua de lluvia o riego, viento, hielo u otros agentes naturales o antropogénicos que desgastan por rozamiento, desprenden y remueven material parental geológico o suelo desde un punto sobre la tierra y lo depositan en otra parte, incluyendo procesos tales como arrastre gravitacional y la llamada erosión de la labranza;

(ii) Es el desprendimiento y movimiento de suelo o roca por el agua, viento, hielo o gravedad.

4

Degradación: proceso mediante el cual un compuesto se transforma a compuestos más simples. Por ej., la degradación de la MO por acción de los microorganismos.

Un suelo se puede degradar por erosión, acidificación, salinización, por mal drenaje, etc. Sin embargo, cuando estos procesos son generados por un mal manejo, corresponden a *contaminación*.

5

Podríamos decir que:

- ✓ *Erosión* es el resultado de un mal manejo del suelo. Ej. Arar un suelo en pendiente pronunciada.
- ✓ *Salinización* es el resultado de un mal manejo del riego. Ej. Bulbo de mojado en el riego por goteo.
- ✓ *Sodificación* es el resultado de la incorporación de Na al suelo vía riego y/o fertilización

6

Elementos traza y tóxicos en el suelo

Concentraciones elementales mucho mayores que las esperadas en un tipo particular de suelo implican:

- *contaminación* por la actividad humana o
- *acumulación* por procesos naturales biogénicos

Disponibilidad o labilidad del elemento. Es una medida muy útil que puede relacionarse con la movilidad y absorción por las plantas y con la extractabilidad por tratamientos químicos.

7

Extractabilidad de los metales pesados depende de sus propiedades, tales como tendencia a:

- Complejarse con la materia orgánica
- Quimisorberse sobre los minerales
- Precipitar como sulfuros, carbonatos, fosfatos u óxidos insolubles.

Algunas acciones para diagnosticar contaminación:

8

Análisis de suelo. Mediante un procedimiento extractivo se intenta determinar la disponibilidad de los elementos para los cultivos.

Curvas de sorción. Para metales como Zn^{+2} , Co^{+2} , y Cd^{+2} , la absorción por las plantas en el largo plazo puede correlacionarse muy bien con las pendientes de las isotermas de sorción.

Si la *pendiente de la isoterma es alta* indica una fuerte retención del metal por las partículas de suelo y una baja absorción por la planta en el largo plazo. Ello por la competencia entre las raíces y la superficie de los coloides por los iones metálicos.

9

Curvas de sorción

Son una buena herramienta predictiva, ya que automáticamente consideran todas las propiedades del suelo que influyen sobre la sorción metálica, sin embargo tienen limitantes:

1. No establecen si inicialmente el suelo contiene el nivel mínimo del elemento para mantener el crecimiento de la planta.
2. No mide la cinética de desorción (liberación) del elemento necesario para la absorción.

10

Movilidad de los elementos en el suelo

La movilidad relativa de los elementos depende de varios factores importantes:

1. *La forma química y naturaleza del elemento.* La mayoría de los cationes metálicos tienen una baja movilidad en los suelos porque se adsorben fuertemente sobre los minerales y la materia orgánica.
2. *Naturaleza química y mineralógica del suelo.* Los elementos son menos móviles en suelos con gran cantidad de sitios de sorción o un ambiente favorable a la precipitación del elemento.

11

Los óxidos de *Fe, Al y Mn*, y los *alúminosilicatos no cristalinos* proporcionan sitios para quimisorción de los elementos catiónicos y aniónicos.

Las arcillas minerales proporcionan sitios de intercambio catiónico y unos pocos para quimisorción

En resumen, los suelos con altos contenidos de arcillas, óxidos o humus retienen fuertemente a los metales traza.

Las *condiciones químicas del suelo* también pueden ser críticas en la retención de elementos:

12

- *pH alto* favorece sorción de los cationes metálicos y la precipitación de sus óxidos, hidróxidos y carbonatos, y la movilidad de aniones (boratos y molibdatos).

- *pH ácido* favorece la sorción y la precipitación de aniones tales como molibdato y selenito.

La alcalinidad puede movilizar algunos cationes metálicos porque favorece la formación de complejos metálicos solubles.

- *La salinidad del suelo* se asocia con altos niveles de iones haluros, especialmente Cl^- , el cual puede movilizar a ciertos metales, especialmente Hg^{+2} , Cd^{+2} y Pb^{+2} .

13

- *El potencial redox del suelo*, controla movilidad de algunos metales, algunos son mucho más solubles y móviles en un estado de oxidación que en otro.

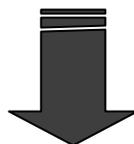
- *El ambiente físico y biológico del suelo*. Los elementos altamente solubles no presentan movilidad significativa si no hay movimiento de agua en el suelo.

La experiencia con muchos elementos que llegaron a los suelos como contaminantes debido a la agricultura o industria, sugiere que la movilidad es tan baja que la presencia del elemento no deseado es virtualmente permanente.

14

Suelos agrícolas que recibieron arseniatos de Pb y Cu como pesticidas hace varias décadas aún retienen Pb y Cu en el suelo superficial.

Los metales pesados pueden demorar muchos años antes de recuperar sus niveles normales en suelos después de una contaminación con ellos.



Imperativo no contaminar con metales pesados

15

HIDRÓLISIS EN COMPUESTOS ORGÁNICOS

Hidrólisis. Es la reacción química de un compuesto con el agua.

Es uno de los procesos químicos más importante que puede actuar sobre muchos tipos de compuestos orgánicos que se encuentran en el ambiente, como resultado de fuentes naturales y antrópicas.

El proceso de hidrólisis se define por la reacción general:



en donde **R** es un compuesto orgánico

16

En la reacción de hidrólisis:

- Se rompe el enlace C-X en la molécula original y
- Se forma un nuevo enlace C-O
- El efecto total es el desplazamiento del grupo X por un grupo hidroxilo.

En la biota el agua es el fluido básico usado para la transferencia de sustancias en los procesos biológicos.

17

BIOTRANSFORMACIÓN Y BIODEGRADACIÓN

La *biotransformación* y la *biodegradación de compuestos químicos* por la acción de microorganismos vivos es uno de los procesos principales que determina el destino de químicos orgánicos en ambientes acuáticos y terrestres. Estos procesos pueden dividirse en dos grandes categorías:

- (1) *transformaciones microbianas y*
- (2) *transformación por organismos superiores.*

18

RECUPERACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS

- Biorremediación
- Uso de organismos vivos
- Uso de plantas acumuladoras
- Inactivación de contaminantes

El término *biorremediación* es de uso reciente, en el Diccionario Webster's New Universal Unabridged Dictionary de 1979, no aparecía.

19

Biorremediación: significa curar, recuperar, corregir o reparar por procesos biológicos los daños que hemos hecho a nuestro medio ambiente y ecosistemas.

Biorremediación: es una estrategia multidisciplinaria, es un proceso que usa microorganismos, plantas, o enzimas provenientes de los microorganismos para eliminar la toxicidad del suelo y de las aguas (detoxificar).

40% de la biorremediación comprende biodegradación, que a menudo se define como transformación / detoxificación del contaminante usando microorganismos y plantas.

20

Se pueden usar cuatro técnicas básicas:

- *Estimulación de la actividad de microorganismos nativos* por la adición de nutrientes, regulación de las condiciones redox, optimizando las condiciones de pH, etc.
- *Inoculación de los sitios con microorganismos* con capacidades de biotransformación específicas.
- *Aplicación de enzimas inmovilizadas*, y
- *Uso de plantas (fitorremediación)* para remover, contener o transformar los contaminantes.

21

Ventajas y desventajas de la biorremediación

La biorremediación es atractiva porque tiene varias ventajas sobre las técnicas convencionales:

- Es más económica.
- Se estima que la biorremediación costaría un tercio o la mitad que la incineración.
- En algunos casos los contaminantes pueden ser tratados en el sitio mismo, reduciendo así el tiempo de exposición del personal de limpieza y posibles accidentes por el transporte.

22

- Generalmente se espera que las técnicas de biorremediación tengan un mínimo impacto ambiental por tratarse de procesos naturales.
- La biorremediación a menudo logra una degradación completa del contaminante, por lo tanto, no genera productos de desecho.

Estas características hacen que las técnicas de biorremediación sean potencialmente ideales para detoxificar la contaminación química.

23

Desventajas de la biorremediación:

- Condiciones de crecimiento de los organismos deben ser determinadas y mantenidas en los sitios contaminados para que su población aumente, y así reducir exitosamente los niveles de contaminante.
- Puede resultar difícil controlar las condiciones para un aumento de la población de organismos, ya que las condiciones pueden variar mucho de un lugar a otro.
- La labor requerida para mantener condiciones óptimas puede ser extensiva.

24

En un ambiente ideal:

- Un organismo puede preferir metabolizar otros nutrientes más fácilmente disponibles dentro del área contaminada, o
- El contaminante puede estar completamente o parcialmente inaccesible para el organismo degradante.
- El ambiente puede contener sustancias (e.g. metales pesados) u organismos que inhiban el crecimiento de la población degradante.

25

No obstante, muchos de los problemas asociados con la biorremediación ya están en vías de ser resueltos.

Continuamente se están descubriendo microorganismos capaces de degradar materiales recalcitrantes, usando metodologías especiales.

Los organismos degradantes también pueden ser generados por técnica de ingeniería genética.

26