

REUNIÓN DEL GRUPO DE CONTAMINACIÓN DE SUELOS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE LA CIENCIA DEL SUELO.

Coincidiendo con la celebración del día Mundial del Medio Ambiente se reunió, en el Centro de Ciencias Medioambientales de Madrid, el Grupo de Contaminación y Recuperación de Suelos de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo.

En dicha reunión se trataron los siguientes temas:

- Problemática de los procesos de acidificación de suelos por lluvias ácidas y determinación de cargas críticas de azufre y nitrógeno.
- Contaminación de suelos por metales pesados.
- Contaminación de aguas superficiales y freáticas por nitratos debido a actividades agrícolas.
- Contaminación por plaguicidas.

En conjunto se puso de manifiesto la necesidad de profundizar en el conocimiento de los componentes, propiedades y procesos específicos de los suelos españoles, como único medio de elaborar estrategias de reducción de contaminantes adaptadas a las peculiaridades del territorio español.

En dicha reunión se ha visto la necesidad de continuar e intensificar la elaboración de los mapas de cargas críticas de acidez, así como de iniciar los relativos a ozono, metales pesados, carbonos orgánicos volátiles y carbonos orgánicos persistentes.

Dada la urgencia con que estos datos serán exigidos por la Unión Europea, se insiste a los organismos públicos de gobierno en la necesidad de articular programas que permitan disponer de la información necesaria a corto plazo y eviten que, como ha ocurrido en ocasiones anteriores, sea realizada por equipos foráneos desconocedores de las peculiaridades de nuestro entorno.

Un breve resumen de las ponencias presentadas se muestra a continuación.

EVALUACIÓN EN CAMPO DEL EFECTO CONTAMINANTE DE LOS ABONOS EMPLEADOS EN ACTIVIDADES AGRARIAS.

Martínez Raya, A.; Francia, J.R.; Aguilar, J.; Cañavate, C.; Ibáñez, C.
Centro de Investigación y Desarrollo Agrario. Universidad de Granada.

Cuando los cultivos tienen sus necesidades de agua cubiertas y existe un control adecuado de plagas, enfermedades y malas hierbas, los rendimientos obtenidos se incrementan en proporción a la dosis de fertilizante agregado, hasta un determinado nivel a partir del cual los nutrientes sobrantes pasan al suelo, con la posibilidad de ser lixiviados al acuífero provocando efectos contaminantes. de todos los abonos que frecuentemente se emplean, son los nitrogenados (orgánicos e inorgánicos) los que más afectan por la gran movilidad del nitrógeno.

En situaciones de erosión las pérdidas mayores de elementos se suelen producir junto con el agua de escorrentía, para el caso del nitrógeno y con los elementos sólidos para los nutrientes menos solubles, como sucede con el fósforo y el potasio. Estas pérdidas originadas en ciertas zonas, son ganancias en otras, provocándose situaciones de contaminación en éstas. Es aconsejable disminuir o anular estos movimientos, mediante manejos de suelo adecuados.

Se ha estudiado el comportamiento de métodos de campo evaluatorios del efecto contaminante de los fertilizantes empleados en tres sistemas de cultivo: intensivo hortícola de invernadero, semiextensivo de regadío y plurianual en suelos de fuertes pendientes. En cultivos hortícolas intensivos de la comarca de El Ejido (Almería), se han empleado lisímetros de drenaje, que permiten obtener lixiviados y comparar su cultivos semiextensivos, se ha realizado el seguimiento de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas en diversos puntos de una zona representativa, la Vega de Granada. Para los plurianuales en suelos de fuerte pendientes se ha comprobado la eficacia de la utilización de parcelas cerradas, capaces de evaluar infiltración, escorrentía y emisión de sedimentos.

Con estas metodologías de estudio en campo aplicadas, se han obtenido pérdidas de nitrógeno superiores al 13% de lo aportado en el caso de cultivos intensivos.

Se ha comprobado el aumento apreciable en los valores de concentración de nitratos en las aguas de la Vega de Granada, llegando a incrementos superiores al 300% y alcanzándose valores superiores a los 170 mg/l. en las zonas más contaminadas y coincidiendo con estaciones del año en las que los aportes de fertilizantes son máximos.

Un manejo adecuado de laboreo de suelo en situaciones de fuertes pendientes nos ha dado como resultado una disminución e incluso a la anulación de valores de escorrentía y de erosión. Lo cual significa que se ha disminuído o anulado cualquier movimiento de nutrientes. Los resultados encontrados ha supuesto que el laboreo tradicional posibilita la exportación de nutrientes por encima de cinco veces a la encontrada para el tratamiento de No Laboreo con la presencia de fajas intercalares de vegetación hasta el momento que se presente competencia por el agua del suelo, con el cultivo.

ESTUDIO DE PROCESOS IMPLICADOS EN LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS POR PESTICIDAS.

M. Sánchez-Camazano; M.J. Sánchez-Martín; E. Iglesias-Jiménez.
Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca. C.S.I.C.
Departamento de Química y Geoquímica ambiental.

La utilización de pesticidas en la agricultura moderna es hoy día generalmente aceptada. Sin embargo, estos compuestos son en mayor o menor grado tóxicos y su presencia como contaminantes de suelos y de aguas superficiales y subterráneas es cada vez más frecuente. Por ello, existe en la actualidad una gran preocupación por su impacto ambiental.

Los pesticidas utilizados en agricultura constituyen una fuente difusa y variada de contaminación de suelos difícilmente localizable. En contraposición, están las fuentes puntuales, siendo las zonas afectadas fácilmente localizables, como son las proximidades de las fábricas de pesticidas, campos de golf, donde se aplican cantidades importantes de insecticidas y herbicidas, parques, invernaderos, vertederos de residuos de pesticidas, vertidos accidentales, cunetas de carretera, etc...

La evaluación del impacto ambiental del uso de pesticidas en agricultura, campos de golf etc... requiere datos sobre la conducta de pesticidas en suelos. También, a veces es necesario conocer el impacto de unos pesticidas determinados en un lugar específico como ayuda para la planificación de uso del terreno.

Es necesario, por consiguiente, la realización de estudios sobre procesos y parámetros implicados en la evolución de estos compuestos en el suelo. Los estudios realizados en este sentido por nuestro grupo inciden en los aspectos que se indican a continuación:

- Adsorción y movilidad de pesticidas en suelos, como procesos fundamentales en la evolución de los mismos.
- Influencia de las prácticas agrícolas en la adsorción y movilidad, especialmente la influencia de fertilizantes y enmiendas orgánicas.
- Adsorción de pesticidas por arcillas naturales y modificadas con sales de amonio cuaternario, para su utilización en la descontaminación de aguas.
- Modificación de suelos para aumentar su poder adsorbente de pesticidas y por consiguiente provocar la inmovilización de los mismos.
- Recuperación de suelos contaminados con pesticidas mediante el uso de detergentes ó tensoactivos catiónicos, aniónicos ó no iónicos según los casos.

Los estudios sistemáticos sobre la presencia de residuos de pesticidas en suelos y en aguas realizados en España, son muy escasos. Sin embargo, los realizados en otros países muy desarrollados ponen de manifiesto la presencia de gran número de estos compuestos en suelos y en aguas subterráneas. Nuestro grupo ha estudiado la presencia de atrazina, herbicida muy estable y el más frecuentemente encontrado en programas de monitorización de aguas subterráneas, en suelos y aguas (sondeos, pozos, charcas, manantiales, canales etc...) de las zonas de regadío de la provincia de Salamanca y su entorno, donde este compuesto es utilizado en cultivos de maíz. Se analizaron 48 aguas (21 destinadas a bebida humana) que se muestrearon en cuatro períodos y se observaron concentraciones de atrazina que variaban en el margen 0.04-41.17ppb. En el 96% de las muestras se encontró en alguno de los cuatro muestreos cantidades superiores al límite de atrazina permitido en las aguas de bebida (0.1 ppb). Las concentraciones de atrazina observadas en suelos, próximos a las zonas de cultivos de maíz donde no había sido cultivado el cereal al menos en dos años anteriores, variaron en el margen 0.24 - 56.52 ppb.

ESPECIACION QUÍMICA Y CONTENIDOS TOTALES DE METALES PESADOS EN SUELOS DE CULTIVO DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID.

De la Flor, M., Vigil, R., Cala, V.

Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid.

En la actualidad se realiza un amplio estudio basado tanto en la caracterización de los contenidos totales de diversos metales pesados (Cd, Cu, Cr, Ni, Pb y Zn) en suelos de cultivo de las vegas de los ríos Manzanares, Jarama, Tajo y Tajuña al sur de la CAM, como en la especiación de los mismos con objeto de evaluar su grado de asociación con los distintos componentes del suelo y como consecuencia su biodisponibilidad.

Estos suelos están afectados por diversos agentes contaminantes y presentan distinta procedencia de sus materiales originarios, lo que se traduce en importantes diferencias texturales, de pH, contenidos en carbonatos, oxihidróxidos metálicos de distinto grado de cristalinidad, así como en cuanto a su mineralogía. Estos factores contribuyen claramente en la presencia y comportamiento de dichos metales en estos suelos.

Los suelos de la vega del río Manzanares próximos al cinturón sur de Madrid aparecen fuertemente contaminados alcanzando, en numerosos puntos de muestreo, contenidos de Zn, Pb y Cu superiores a los recomendados por la Directiva de la CEE (1986) y del BOE (1990). La especiación de metales pesados en esta zona muestra una mayor biodisponibilidad que en el resto de los suelos estudiados, favorecida por la textura arenosa de los mismos y los valores de pH inferiores a 7. Se observa una correlación altamente significativa entre los contenidos de Zn extraídos en las denominadas fracciones biodisponibles del fraccionamiento secuencial químico y los contenidos en plantas hortícolas de esas zonas.

Los elevados contenidos en carbonato de los suelos de las vegas de los ríos Tajo, Tajuña y parte de los del Jarama plantean una problemática distinta a los esquemas de fraccionamiento secuencial químico usualmente empleados sobre suelos con escasa o nula presencia de carbonatos. La fracción definida como asociada a carbonatos extrae tan sólo una parte de los metales que muestran una mayor preferencia a la adsorción o coprecipitación en el carbonato, caso de Cd, Ni, Pb y Zn, pasando el resto a formar parte de fracciones posteriores, lo que puede repercutir en una reducción de la biodisponibilidad de estos metales.

La importancia de la fracción residual para Cu, Pb y Zn en estos suelos no debe ser explicada solamente en base a la presencia de dichos elementos en las estructuras silicatadas, sino más bien debido a formas resistentes resultantes de las interacciones con los componentes reactivos de estos suelos fundamentalmente oxihidróxidos de Fe y Mn, proceso favorecido por los elevados phs de la mayoría de estos suelos.

SUELOS CONTAMINADOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Lourdes Pérez Carreras y M^a Angeles Cano Parrilla

El conocimiento de los «suelos contaminados» por metales pesados de una determinada zona ha de basarse en cuatro puntos fundamentales: A) Niveles totales de contaminantes. B) Niveles de referencia. C) Biodisponibilidad de los contaminantes. D) Contenidos en plantas. Siguiendo este esquema se ha pretendido contribuir al estudio de los suelos contaminados de la Comunidad de Madrid.

A) NIVELES TOTALES DE CONTAMINANTES.-

1. Zona Suroccidental de Madrid.

Se han tomado 120 muestras de suelos de cultivo distribuidas en dos áreas, más o menos próximas al área Metropolitana. Estas zonas están subdivididas a su vez, coincidiendo con polígonos industriales y núcleos de población. Se han determinado contenidos totales de Zn, Cu, Pb y Cd.

Existen mayores contenidos para todos los elementos en la zona más próxima a la capital, debido a la mayor concentración de focos contaminantes. Según nos alejamos van disminuyendo estos contenidos.

2. Zona Norte de Madrid.

Se tomaron muestras de suelos de cultivo y de suelos naturales bajo encinar, determinándose contenidos totales de Zn, Cu, Pb y Cd. La acumulación de materia orgánica en los suelos naturales influye en la mayor retención de Pb.

Los suelos de cultivo presentan contenidos totales en estos elementos muy similares a los de la Zona Suroccidental más alejada de la capital, ya que ambas localizaciones están igualmente distantes del área Metropolitana.

B) NIVELES DE REFERENCIA.-

Se han determinado los contenidos de Zn, Cu, Pb y Cd en horizontes C y en rocas de las zonas Norte y Suroccidental de Madrid.

C) BIODISPONIBILIDAD.-

Los contenidos totales de contaminantes en suelos no reflejan su comportamiento frente a la vegetación. Se han determinado en todas las muestras descritas anteriormente los contenidos asimilables o de cambio de Zn, Cu, Pb y Cd. Los porcentajes de cambio para Zn, Cu y Pb con respecto al total son bajos, no así para el Cd, lo que supone un peligro potencial de toxicidad, si se incrementan los contenidos totales por aportes externos.

D) CONTENIDOS EN PLANTAS.-

Se han determinado los contenidos de Zn, Cu, Pb y Cd en partes comestibles, susceptibles de formar parte de la cadena trófica, de plantas cultivadas en los suelos previamente analizados, para estimar la acumulación real de cada metal frente al suelo.

METALES PESADOS EN SUELOS: 1. CONTENIDO DE CD Y PB EN SUELOS NATURALES Y EN SUELOS URBANOS Y 2. PROCESOS IMPLICADOS EN LA DINÁMICA DEL Cd EN SUELOS.

M.J. Sánchez-Martín, M. Sánchez-Camazano y L.F. Lorenzo
Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca. CSIC.

Debido al creciente interés surgido por el problema de la contaminación de suelos por metales pesados el grupo de trabajo del Departamento de Química y Geoquímica Ambiental del IRNASA consideró interesante iniciar una línea de investigación sobre «Evaluación de metales pesados en suelos y sedimentos. Reacciones químicas y procesos físico-químicos implicados en la dinámica de los mismos». En esta línea hemos trabajado desde 1990 en dos proyectos de investigación subvencionados por la Junta de Castilla y León y hemos realizado estudios sobre:

1. Contenido y distribución de Cd total en suelos naturales y su relación con las propiedades de los suelos.

El objetivo de este trabajo era conocer el contenido total de Cd de los suelos naturales no cultivados de la provincia de Salamanca. como es sabido este es el contenido de fondo de los mismos y es el valor de referencia para determinar variaciones locales o regionales de este elemento o para prever el peligro potencial de contaminación frente a una fuente puntual.

2. Contenido de Cd en suelos tratados con fertilizantes fosfatados durante muchos años.

El objetivo fue conocer si efectivamente la aplicación de estos fertilizantes que contienen cadmio en cantidades variables, había aumentado el contenido de Cd de los suelos.

3. Contenido de Cd soluble en los suelos naturales no cultivados y en los suelos cultivados y su relación con las propiedades del suelo.

La determinación de Cd soluble o Cd cambiante se considera de especial interés ya que, entre las formas en las que el Cd puede existir en el suelo es la que más fácilmente puede incorporarse a la cadena de alimentos a través de las plantas o puede lixiviarse a través del suelo y alcanzar las aguas subterráneas.

4. Adsorción y movilidad de Cd en suelos naturales. Influencia de las propiedades del suelo en ambos procesos.

El objetivo de este trabajo fue conocer las propiedades del suelo que influyen fundamentalmente en la adsorción y movilidad del Cd cuando este metal se encuentra en el suelo procedente de las distintas fuentes antropogénicas. Estos estudios permiten determinar la capacidad de carga de Cd de un suelo dado así como su posible distribución en el perfil del mismo.

5. Contenido de Cd y Pb en suelos de zonas urbanas y suburbanas. Influencia del desarrollo urbano e industrial.

La evaluación del grado de contaminación de los suelos urbanos, (parques públicos, zonas comerciales...) tiene gran interés ya que la contaminación de estas zonas representa un peligro para la salud humana teniendo en cuenta que gran parte de la población y especialmente los niños están expuestos a la inhalación de sustancias tóxicas procedentes del suelo.

PROCESOS DE ACIDIFICACIÓN DE SUELOS. DETERMINACIÓN DE CARGAS CRÍTICAS DE ACIDEZ EN SUELOS ESPAÑOLES.

Raimundo Jiménez Ballesta. Dpto. de Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid

Felipe Macías Vázquez. Dpto. de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Santiago de Compostela.

La presencia de lluvia, nieve o deposición seca ácida en numerosos países industrializados ha incrementado los estudios sobre los procesos de acidificación de suelos y sus consecuencias sobre los sistemas naturales, las infraestructuras, el patrimonio cultural o la salud humana.

Para mitigar la contaminación de la biosfera por agentes ácidos se han realizado diferentes acuerdos internacionales de reducción de las emisiones de compuestos de S y N, elaborándose además el concepto de «Carga Crítica de Acidez», o de modo más general, el de «Carga Crítica de un Contaminante», definido por la máxima deposición de un contaminante que, a largo término, no causa efectos dañinos sobre la estructura y función de los ecosistemas, según los conocimientos actuales. Aunque este concepto ha sido y es discutido se ha tomado como el eje central de las actuaciones sobre la reducción de contaminantes en la Unión Europea, debiendo realizarse en los próximos años la cartografía de las Cargas Críticas de Ozono, Carbonos Orgánicos Volátiles, Carbonos Orgánicos Persistentes y Metales Pesados, así como acordar definitivamente las Cargas Críticas de Acidez por S y de Acidez y Eutrofización por N.

La metodología para la determinación de las Cargas Críticas de Acidez se ha desarrollado fundamentalmente en los países del Norte de Europa. El procedimiento utilizado se basa en:

- Selección de un receptor: Los más utilizados son los sistemas forestales (especialmente coníferas por su mayor sensibilidad y capacidad de concentración de contaminantes atmosféricos), pero también otros, como aguas superficiales y freáticas.

- Determinación de los límites críticos: Se han propuesto varios. En bosques se considera que los daños se producen fundamentalmente a través del suelo y del sistema radicular, por lo que los criterios que se consideran más adecuados se refieren a relaciones Ca/Al ó Ca+Mg/Al en la disolución del suelo. Sverdrup señala límites críticos de Ca+Mg/Al=1 para empezar a pensar en daños, 0.5 para freno del crecimiento y daños a las micorrizas y de 0.1 para daños muy graves. Otros límites considerados son: pH, $[Al]_T$, $[Al]_L$, Alcalinidad, etc. La definición y validez de los límites críticos para diferentes sistemas está poco contrastada, especialmente en el sur de Europa, donde los datos de interacciones suelo planta son insuficientes. En esta línea se está trabajando, incorporando datos de: especiación de Al en la disolución del suelo (aparición de actividades importantes de especies tóxicas como Al^{+3} , $Al(OH)^{+2}$, etc.), análisis de las fases que controlan la concentración de Al (microgibbsita o jurbanita), pH y disolución de abrasión etc., con el objetivo de encontrar criterios relacionables con parámetros fácil y normalmente medidos en los estudios de suelos.

- Cartografía y Modelización.- El método utilizado en la elaboración del Mapa de Cargas Críticas de Europa considera un Balance de Masas Simple en estado estacionario. Se admite que la acidez que entra a un sistema puede ser neutralizada únicamente por los cationes producidos por meteorización (tasa de meteorización) y que hay una cierta alcalinidad de lavado (pérdida de Al disuelto) tolerable. El procedimiento parte de la experiencia y conocimientos de los sistemas del norte de Europa, pero no tiene en cuenta que hay otros mecanismos de amortiguación, como la precipitación y/o fijación de sulfatos que son muy importantes en suelos que tienen formas activas

de Al y Fe en su fracción coloidal (en pequeñas cuencas de Galicia se ha comprobado que incluso en áreas de suelos delgados, ácidos y con fuertes pendientes, la salida de sulfatos sólo representa del 30 al 70% de las entradas al sistema (García-Rodeja). Esto hace que los daños pueden ser muy superiores para una lluvia de pH 3.0 con nitratos que con sulfatos. Asimismo, las relaciones utilizadas entre tasas de alteración, material litológico, textura y tipo de suelo FAO, así como la aplicación del propio concepto de estado estacionario, la relación entre tasa de alteración y temperatura y la no consideración del drenaje en la tasa de alteración son de aplicación muy discutible en los suelos del Sur de Europa.

Esta situación ya fue percibida por los propios autores de la modelización quienes solicitaron la elaboración o, al menos, la corrección de los datos de partida y de los resultados obtenidos, a los diferentes países sin que existiese respuesta por parte de los del área mediterránea ni de Bélgica. El resultado es que existe un mapa de Cargas Críticas de Acidez y un mapa de Excesos de Acidez que no responde a la realidad de la sensibilidad de los suelos españoles frente a los impactos acidificantes.

En la actualidad se están elaborando nuevos modelos (Profile, Smart, Safe, Magic,...), pero especialmente los dinámicos, requieren una gran cantidad de información que normalmente no suele ser disponible. La contribución española para hacer un nuevo Mapa de Cargas Críticas de Acidez y elaborar criterios y métodos más adaptados se está llevando a cabo, «ahora», mediante un programa con participación de UNESA, CIEMAT, ENDESA, IBERDROLA y ASINEL, en el que colabora el Departamento de Edafología de la Universidad de Santiago y dos proyectos financiados por la CICYT dirigidos por los autores de este informe. Es una contribución importante pero insuficiente, dada la escasez de datos existentes y la transcendencia que puede tener el tema para el desarrollo industrial español y, en todo caso, es necesario evitar la repetición de las situaciones producidas en los próximos Mapas de cargas Críticas. En nuestra opinión, se trata de trabajos tan amplios y urgentes que requieren la participación de expertos de suelos de diferentes zonas y una adecuada colaboración de los miembros de la Sociedad Española de Ciencia del Suelo con los organismos administrativos a fin de obtener una información de calidad y adaptada a las características de nuestros medios.

METALES PESADOS EN SUELOS DE GALICIA

Rosa Calvo de Anta

Dpto. de Edafología. Fac. de Biología. Universidad de Santiago

La experiencia de nuestro grupo de trabajo en este tema sigue diferentes etapas. En primer lugar, en un estudio sobre el contenido total de Cr, Cu y Ni en suelos desarrollados sobre serpentinitas se confirmó la existencia de unos altísimos niveles de estos elementos respecto a los valores medios sobre otros materiales geológicos, lo que hizo pensar inicialmente en un serio problema de fitotoxicidad e, incluso, en un posible riesgo para otros eslabones de la cadena trófica, incluido el hombre. No obstante, cuando se realizó una especiación de estos metales se puso de manifiesto una escasa representación de ellos en fases disponibles (disolución, complejo de cambio, complejos Me-MO), así como solubles en ácido o extraíbles por DCB, de manera que la mayor parte se encontraba en forma residual, en la estructura de los minerales primarios. Además, el establecimiento del campo Eh-pH de los suelos indica una escasa probabilidad de la presencia de las formas más tóxicas (p.e. CrVI frente a CrIII), lo que, unido a la baja solubilidad de estos elementos al pH del suelo, conduce a alejarse de la interpretación inicial respecto a la toxicidad actual en estos suelos. Así pues, el análisis del contenido total de un elemento potencialmente tóxico no suministra la información suficiente para abordar la estimación de riesgos.

Una experiencia realizada en el área de influencia de una factoría de carburos metálicos, con elevados contenidos de Mn en suelos, apoya la anterior conclusión y aporta la necesidad de considerar en estos estudios otros aspectos, entre ellos la variación de la especiación con el tiempo. En tan sólo 15 años, la repetición de un mismo protocolo de especiación puso de manifiesto un importante incremento de la proporción de Mn fácilmente reducible frente a la forma inerte, aún cuando los contenidos totales de Mn en suelos apenas sufrieron variación.

Los estudios realizados sobre el Al en suelos naturales ácidos de Galicia han aportado una información útil. En una amplia muestra de suelos analizados, aquellos que presentaron un mayor contenido de Al extraíble (DCB) no fueron precisamente, más bien al contrario, los que contenían mayores cantidades en el complejo de cambio y en la disolución. La formación de complejos con Al-materia orgánica reduce notablemente la disponibilidad de Al en fases más lábiles. Por otra parte, en los suelos con mayores concentraciones de Al en disolución, tampoco este valor, por sí solo, suministra la información suficiente. La especiación de Al soluble en suelos naturales da como resultado un dominio de las formas Al-poliméricas, Al-MOP y Al-F, frente a las especies consideradas más tóxicas Al^{3+} y $Al-OH_m$. Por el contrario, en áreas afectadas de contaminación ácida por la presencia de aguas de escorrentía provenientes de escombreras de minas con sulfuros, además de un incremento sustancial de la concentración de Al en disolución se reconoce un dominio de Al^{3+} y $Al-SO_4$.

Otro aspecto abordado es el del establecimiento de los niveles de referencia de diferentes metales en suelos a fin de ser utilizados para el reconocimiento de medios contaminados. La utilización de los umbrales propuestos en otras regiones, o países, con diferente geología, clima e incluso historia de las actividades desarrolladas en el suelo, no resulta adecuada. En un amplio muestreo realizado en la provincia de La Coruña se ha obtenido una fuerte variabilidad del contenido total de los distintos metales según el tipo de material geológico, e incluso considerables variaciones para un mismo material, lo que conduce a la necesidad de establecer niveles de

referencia adecuados para cada tipo de medio. En un proyecto que se lleva a cabo en la actualidad se pretende ampliar el muestreo a las restantes provincias de Galicia.

El estudio de áreas contaminadas por diferentes actividades forma parte también de los objetivos de nuestro trabajo. Se han seleccionado 17 zonas de Galicia afectadas por actividades industriales, mineras, urbanas, red viaria, fertilización en áreas de agricultura intensiva, tratamientos específicos en áreas de viñedo y adición de purineas y gallinaza en praderas. En estas zonas se pretende determinar el grado de contaminación (valores totales) respecto a los umbrales de referencia previamente propuestos, establecer el riesgo de biodisponibilidad actual considerando una posible utilización agrícola de los suelos y estimar posibles riesgos de contaminación de aguas superficiales y freáticas en estos medios.

DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DE SUELOS

García, C.; Hernández, T.; Costa, F.
Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. Murcia.

En los últimos años se ha investigado extensivamente sobre los impactos que la acción antrópica ejerce en los suelos; en este sentido, un énfasis particular ha sido puesto en estudios relativos a los efectos que la agricultura ha provocado y provoca sobre los suelos. Los cultivos intensivos, el abuso de plaguicidas, los riegos con aguas salinas, enmiendas orgánicas e inorgánicas, etc... son acciones que pueden influir negativamente sobre la calidad de los suelos, reduciendo la actividad biológica de los mismos, y dando paso a procesos de degradación y contaminación de suelos. Llegado a este punto, y a provechando los conocimientos que actualmente tenemos de la enzimología del suelo, podemos considerar las siguientes aplicaciones prácticas al uso de las enzimas del suelo:

1) Utilización de medidas enzimáticas como índices de diagnóstico de degradación y contaminación de suelos, así como de «Biomarcadores» en la recuperación de suelos.

Tan importante como remediar la degradación y contaminación de suelos es detectarla a tiempo y de forma eficaz. Algunas enzimas del suelo (oxidoreductasas como la deshidrogenasa y otras hidrolasas) se han revelado útiles para evaluar la degradación de ecosistemas, estableciendo diversos grados de «degradación» en función de la actividad enzimática detectada. Así mismo, algunas enzimas pueden ser empleadas como indicadoras de la contaminación de suelos por metales pesados (ej.: la actividad invertasa disminuye conforme aumenta la contaminación de Cu en el suelo). Otro aspecto de interés es el uso de enzimas como biomarcadores de la recuperación o rehabilitación de suelos; la eficacia de las enzimas en este aspecto ha sido constatada en programas de recuperación de suelos, mediante la adición a los mismos de enmiendas orgánicas en base a residuos urbanos. También las enzimas resultan útiles para seguir y evaluar la recuperación de estériles de minas.

2) Adición a los suelos de enzimas inmovilizados, con objeto de reducir o eliminar la contaminación del suelo.

La importancia de este apartado es clara si se piensa que las enzimas pueden incidir en la degradación acelerada de algunos plaguicidas, tales como insecticidas organofosforados. Con ello se podría evitar la posible acumulación de estos productos en el medio ambiente, y por tanto, la contaminación del suelo.

Otro aspecto en el que se trabaja actualmente es en la transformación de compuestos orgánicos en el suelo por las enzimas; en concreto, las fenoloxidasas pueden proteger los suelos de la acumulación en los mismos de compuestos orgánicos peligrosos.

CONTENIDOS EN Se Y EVALUACIÓN DE SU POTENCIAL TOXICIDAD EN SUELOS DE LA COMUNIDAD AUTONOMA DE MADRID.

Moreno, M.J.; Jiménez, R., Cala, V.

Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid.

El Se es un elemento considerado contaminante prioritario por la EPA. Desde el punto de vista ecotoxicológico puede destacarse la existencia para ese elemento de un límite muy estrecho entre deficiencia y toxicidad. La movilidad y biodisponibilidad de este elemento en los suelos está directamente relacionada con las formas químicas en que aparece, siendo el selenato la especie responsable de la presencia de vegetación tóxica en suelos básicos bajo ambiente semiárido.

En el estudio que se está realizando se aborda por primera vez la cuantificación del Se en una gran extensión de suelos desarrollados sobre materiales geológicos correspondientes a las facies evaporíticas de la Comunidad Autónoma de Madrid. En dichos suelos la presencia de plantas consideradas acumuladoras de Se (géneros *Astragalus* y *Atriplex*), el marcado carácter semiárido de esta región, y los importantes contenidos en sulfato hacen probable la existencia de Se, bien en concentraciones importantes, bien bajo formas de fácil disponibilidad.

De los resultados obtenidos hasta el momento puede deducirse que los contenidos en Se de estos suelos son moderados si se comparan con los valores indicados en Bibliografía para suelos seleníferos. Sin embargo el fraccionamiento secuencial efectuado sobre estas muestras de suelo indica una asociación preferente de este elemento hacia fracciones que pueden categorizarse como potencialmente disponible y fácilmente disponibles, lo cual podría indicar el potencial tóxico natural de estas áreas respecto al Se.

En esta zona aparecen diversas especies vegetales que se acumulan de forma importante, tales como algunas especies de los géneros *Atriplex*, *Salsola*, *Mercurialis* y *Thymus*, frente a otras que se desarrollan en los mismos suelos y no presentan poder de acumulación de este elemento.