

DEGRADACIÓ, CONTAMINACIÓ I RESTAURACIÓ DE SÒLS: PAPER DE LES CIÈNCIES DEL SÒL

A. Cortés¹ i J. Boixadera²

1. DEGRADACIÓ DE SÒLS I MEDI AMBIENT

Els grans processos de transformació que ha patit, i està patint, la societat de les acaballes del segle XX, amb la creixent urbanització —concentrada o difusa— d'un nombre cada cop més gran de persones, ha fet que, per un moment, ens haguem vist temptats d'oblidar el paper dels sòls i de l'agricultura a la nostra societat. Aquesta creixent desconexió entre el món urbà i l'entorn que li dona suport ha fet que la majoria de la població ignorés, ja hem dit que per un moment, la importància d'aquests sectors i que algú pogués creure, com el nen del conte, que els pollastres els produïen al supermercat, fet que per altra banda no deixa de ser cert. A aquesta visió que hem caricaturitzat, però que per això no deixa d'existir, han ajudat no pocs gurus i santons de l'economia i dels mitjans de comunicació que, fiant-ho tot a la globalització, a la tecnologia i a la compe-

titivitat, postulen amb posat seriós que podem oblidar-nos-en, que la producció d'aliments ja ens vindrà d'un altre lloc; en altres paraules, que el que hom anomena Tercer Món ens nodrirà, oblidant que ara com ara és incapaç de nodrir-se a si mateix i sense interrogar-se ni per un moment de si hi ha causes naturals (clima, sòl, p. e.) que ho impedeixen, ni tampoc de quin dret tenim a exportar cap a un medi més fràgil —els subtropicals— unes tecnologies que ens han permès l'actual benestar alimentari, però a uns costos ambientals elevats.

Enfront d'aquesta visió optimista del problema, oferta per molts autors (Simon, 1996), la realitat és tossuda i les proves del deteriorament ambiental són prou evidents. Això ha fet emergir, especialment a partir de la Conferència de Rio de 1992, el concepte de desenvolupament sostenible, la sostenibilitat de l'acció de l'home sobre el planeta Terra lligada a la teoria Gaia, que interrelaciona les accions de l'home com un tot en un espai limitat, i tot això lligat a l'anomenat *canvi global*.

Malgrat que certes visions poden ser qualificades de tenir un to alarmista (Brown *et al.*, 1994 i 2000), la realitat

1. SD Edafologia. Facultat de Farmàcia. UB. Av. Joan XXIII, s/n. 08028 Barcelona.

2. Secció d'Avaluació de Recursos i Noves Tecnologies. DARP. Generalitat de Catalunya. Rovira Roure, 177. 25006 Lleida.

històrica és força tossuda en aquest sentit i tant en el passat llunyà (Olson, 1981; Hillel, 1991; Buringh, 1960) com en el més proper (Carter i Dale, 1974) està plena de societats esplendoroses que van declinar o desaparèixer per problemes mediambientals lligats a la degradació dels seus recursos edàfics. La superfície de terres degradades a tot el món s'ha estimat en 1.964.000.000 d'hectàrees, 22.000.000 de les quals contaminades per activitats industrials (ISRIC/UNEP, 1990); la taxa mitjana estimada de degradació en el món és de 5.000.000 a 7.000.000 d'hectàrees per any i després de l'any 2000 pot situar-se per damunt dels 10.000.000 anuals (FAO/UNEP, 1983).

La degradació dels sòls seria, doncs, una part d'aquest deteriorament ambiental, i es defineix com 'la disminució de la seva qualitat causada per un mal ús per part de l'espècie humana'. Dues són les causes principals identificades com a responsables dels problemes de qualitat dels sòls:

a) causes generals, planetàries, lligades principalment a la contaminació atmosfèrica (pluja àcida, deposició seca);

b) causes específiques, localitzades geogràficament, lligades a una mala utilització dels sòls. En tenim exemples en el pastoreig abusiu, les pràctiques de conreu inadequades, el reg amb aigües de baixa qualitat, l'abandonament de terres de conreu, la transformació del sòl agrícola en urbà o industrial, la tala de boscos, la construcció de carreteres o grans obres d'enginyeria o el dipòsit de residus en la superfície o en l'interior dels sòls, etc.

La degradació del sòl significa una disminució de les seves capacitats actuals o reals per a produir béns o serveis. En el camp de les ciències del sòl, de bell antuvi l'erosió ha estat considerada com el principal problema de degradació dels sòls. Hugh Hammond Bennett (1939), avui a la galeria dels herois del Departament d'Agricultura dels EUA, precisa els conceptes tecnològics associats a les pràctiques de conservació de sòls agrícoles, que a Espanya va tenir destacats seguidors (Roquero, 1964) amb una important aportació pròpia. Més endavant s'ha anat veient que a més dels processos erosius, que són sens dubte els més estesos sota condicions climàtiques tan diferents entre si, com les periglaciàles i les subtropicals, hi ha molts més processos de degradació de sòls; Lal i Steward (1990) recullen, entre d'altres, l'erosió i la desertificació, la compactació, la depleció de nutrients, diverses formes de degradació biològica i el desequilibri dels elements químics, una forma del qual seria la contaminació del sòl. El darrer en arribar als estudis de degradació de sòls ha estat la contaminació; es pot dir que la contaminació química dels sòls, la forma de degradació més estesa juntament amb l'erosió, és una conseqüència del *modus vivendi* actual; un nombre molt gran d'activitats humanes poden provocar-la directament o indirecta, a través de l'aire i l'aigua.

Totes aquestes formes de degradació del sòl, que condueixen a una pèrdua de la seva qualitat, en pertorben greument les funcions i condueixen al seu mal funcionament. Aquest és un concepte formulat, de la manera actual, fa relativament poc (Blum, 1997),

si bé és conegut des de sempre; el que s'ha fet és emfatitzar aquestes funcions per posar de relleu el paper clau que juga el sòl —tal com l'entén Jenny (1941)— dins dels ecosistemes utilitzats per l'home en major o menor grau. Aquestes funcions són (De Haan, 1992; Teller, 1995): la producció de biomassa, la filtració de les aigües, la funció ecològica amb el reciclat de diversos elements, la funció suport de nombroses activitats humanes, la funció de reserva genètica i hàbitat biològic, com a font de matèries primeres i com a medi històric. Caldria incloure la retenció (temporal) al sòl de CO₂ per evitar el canvi climàtic dins de la funció ecològica.

La preocupació per la qualitat del sòl sorgeix, en el temps, després de la preocupació per l'atmosfera o per les aigües, que durant molts anys han estat objecte de l'atenció preferent de les administracions dels països més «sensibilitzats». Durant molt temps s'ha obviat, per exemple, que la contaminació que desapareixia de les aigües o de l'atmosfera podia anar a parar als sòls, que d'aquesta manera s'anaven contaminant gradualment. La degradació dels sòls només s'ha percebut com un problema social, especialment a partir de la dècada dels setanta, quan s'hi han derivat efectes sobre els éssers vius i en particular sobre l'home, o quan els impactes produïts sobre els propis sòls eren grans i de difícil recuperació.

La ràpida transformació del sector agrícola europeu a les últimes dècades, tant pel que fa a la quantitat i qualitat de la producció, com a la seva funció ambiental i social, a més de la constatació

dels impactes de l'agricultura intensiva sobre les matrius ambientals i especialment sobre els sòls i les aigües, ha aportat nous reptes i camps d'estudi a tots els que treballem en l'àmbit de les ciències del sòl. La millora de la productivitat dels sòls ha passat, creiem que temporalment, a segon terme en l'àrea d'influència europea, darrere de qüestions de degradació del sòl (erosió, contaminació), de contaminació de les aigües, de relació entre aliments i salut, de conservació del paisatge i de problemes ambientals de caire global, com el canvi climàtic per la seva incidència sobre els usos dels sòls o la reducció de la biodiversitat. També l'estudi dels sòls urbans, a vegades contaminats, representa avui un nou repte a causa de les ràpides transformacions que experimenten si els comparem amb els sòls naturals.

2. CONTAMINACIÓ DE SÒLS

Dins dels processos de contaminació de sòls caldria incloure-hi *stricto sensu* la contaminació biològica o la sanitària. Ara bé, aquí ens centrarem en la contaminació química, que d'alguna manera és la més permanent en el temps i que, en molts sentits, és la que ha rebut més atenció.

Hom té problemes per trobar una definició acceptable per a tots del que és contaminació de sòls, per més que intuïtivament sigui prou evident, però els nombrosos matisos, fins i tots legals, que cal introduir-hi fan difícil acontentar tothom. Molts autors són fins i tot relictants a donar una definició i fan tombs al voltant de les paraules *contaminació* i *sòls* de manera separada.

Alguns exemples de definicions trobades a diversa literatura o en textos legals, que se centren, la majoria, en aspectes químics, permeten fer-se una idea de la complexitat del tema:

1. La contaminació de sòls és freqüentment un problema de degradació química del sòl que es dona quan quantitats suficients o concentracions de substàncies perilloses s'acumulen al sòl més enllà dels seus valors «naturals», de base o referència (Singer i Munns, 1999).

2. La contaminació es pot definir com 'la concentració d'un element o compost químic a partir de la qual es produeixen efectes desfavorables, tant pel seu efecte desactivador, com per l'augment excessiu de l'activitat'. Això es tradueix en una pèrdua d'aptitud per a l'ús o en la inutilització del sòl a menys que se li faci un tractament previ (Porta *et al.*, 1998).

3. La pol·lució del sòl es pot tipificar com un mal funcionament del sòl com a component mediambiental després de la seva contaminació amb certs compostos, particularment com a resultat d'activitats humanes (De Haan i Zwerman, 1978).

4. Situació que es dona quan els contaminants continguts tenen una concentració superior a la que els és pròpia, afecten les seves funcions i suposen un risc per a les persones o els ecosistemes (Departament de Medi Ambient, 1999. Generalitat de Catalunya).

5. *Sòl contaminat* és tot aquell les característiques físiques, químiques o

biològiques del qual han estat alterades negativament per la presència de components de caràcter perillós d'origen humà, en concentració tal que comporti un risc per a la salut humana o el medi ambient, d'acord amb els criteris i estàndards que es determinin pel Govern (Llei de residus, publicada al BOE de 21 d'abril de 1998).

Hi ha processos naturals que poden originar una degradació química del sòl; entre els quals hi ha els incendis, les variacions en els corrents hidrològics o la deposició de cendres volcàniques. La degradació química pot ser reversible en alguns casos, com ara l'acidificació dels sòls, però en d'altres, com l'acumulació de contaminants tipus metalls pesants, pot arribar a ocasionar perjudicis irreparables.

Les implicacions de la contaminació química dels sòls són nombroses: contaminació de les aigües superficials i subterrànies, contaminació de les atmosferes interiors d'habitatges o llocs de treball, malalties per utilització d'aigua contaminada per al consum o per ingestió de substàncies contaminades o de productes d'origen vegetal i animal contaminats, efectes sobre la vegetació i/o contaminació atmosfèrica.

2.1. Contaminació química

Normalment es distingeix (Cardús, 1983) entre *contaminació endògena* (contaminació natural on trobem concentracions anormalment elevades o presències no justificades edàficament dels constituents habituals del sòl, relacionada amb formacions geològiques

específiques o amb materials transportats) i *contaminació exògena*. Aquest últim terme fa referència a les aportacions externes de contaminants que rep el sòl per part de l'espècie humana, i que poden tenir caràcter puntual o difós.

Les principals fonts de contaminació exògena, per volum de contaminants són: 1) la producció energètica; 2) les activitats industrials; 3) les activitats agrícoles i 4) la gestió inadequada de residus.

Els orígens més comuns de la contaminació química dels sòls són: la deposició controlada o incontrolada de residus, els abocaments accidentals, les pèrdues i fuites durant els processos de producció, l'emmagatzematge de matèries primeres, productes o residus sobre el sòl o en tancs subterranis, l'emmagatzematge o transport de matèries primeres, productes acabats o residus, els accidents i abocaments de productes durant les operacions d'ompliment de tancs i/o transvasaments, les operacions de càrrega, descàrrega i degoteig en unions entre mànegues, l'aplicació indiscriminada de llots de depuradora als sòls agrícoles, les deposicions des de l'atmosfera, la migració de contaminants des d'altres emplaçaments, l'ús de fertilitzants i productes fitosanitaris, les fuites de les xarxes de clavegueram i l'abandonament d'indústries obsoletes d'entre les catalogades de risc.

L'existència de risc per a les persones com a conseqüència de la contaminació química dels sòls és un fet que es constata a finals dels setanta, a partir d'incidents produïts en àrees urbanes

de països molt industrialitzats com als EUA, al Love Canal de Nova York, l'any 1978 per causa de derivats clorats com l'hexaclorociclohexà i els clorobenzens, a Holanda (Lekkerker i Geul) o a Itàlia, a Seveso, l'any 1976, motivat per les dioxines. Més recentment l'impacte sobre àrees agrícoles i mineres, com a Aznalcóllar, l'abril de 1998, ha revifat el debat del problema.

La contaminació química dels sòls té unes característiques generals comunes: 1) rarament és uniforme en tota l'extensió del terreny afectat; 2) es presenta molt habitualment en forma de contaminació múltiple; 3) en el darrer cas poden coexistir diversos models de comportament dels contaminants, i 4) els nivells de contaminació varien amb la profunditat. Pocs contaminants romanen sense transformar-se o eliminar-se, al menys parcialment, del medi a què originàriament arriben. Alguns poden patir reaccions que els transformen en d'altres amb propietats i efectes molt diferents.

2.2. Qualitat dels sòls

Tot i que la pèrdua de qualitat del sòl podria ser definida com 'el resultat de la degradació del sòl, fet que en provoca un mal funcionament', aquesta definició presenta molts problemes a l'hora d'aplicar-la en termes pràctics i de manera generalitzada. Alguns autors (Porta *et al.*, 1998) han fet observar determinats aspectes contradictoris del concepte segons la situació on s'apliqui, si bé hi ha un consens generalitzat en l'interès de l'ús del terme com a eina de comunicació amb ambientalistes,

polítics i administradors. Johnson *et al.* (1997) proposen la definició de qualitat del sòl com 'una mesura de la condició del sòl en relació als requeriments d'una o més espècies i/o de qualsevol necessitat o propòsit humà'. Aquesta o una altra definició similar, caldrà veure com s'aplica a la pràctica.

Actualment tots els experts estan d'acord a afirmar que la qualitat dels sòls ha de ser establerta partint de tres criteris: els efectes sobre la salut humana derivats de la degradació, els efectes sobre el funcionament dels ecosistemes i sobre el propi sòl i la dinàmica dels contaminants en els sòls.

Els estàndards de qualitat dels sòls aplicats habitualment a llocs contaminats industrialment són la traducció en l'àmbit normatiu dels criteris indicats, i estan basats en el coneixement científic. La designació d'un sòl o lloc com a contaminat comporta inicialment la comparació amb uns estàndards de qualitat de sòls que s'han definit prèviament, en l'àmbit regional preferentment. Ara com ara a causa de les implicacions socials, legals i econòmiques que comporta la declaració d'un lloc com a contaminat, l'ús d'aquests estàndards es complementa amb l'anàlisi de risc per a la salut o el medi ambient. Aquesta declaració es fa sobre la base d'una normativa específica (Llei de sòls contaminats a Dinamarca; Llei de protecció dels sòls a Alemanya, 1999; Pla Director per a la protecció del sòl al País Basc, 1995). A Catalunya s'està utilitzant la *Guia d'avaluació de la qualitat del sòl* com a pas previ a la implantació de la normativa (Junta de Residus, 1997).

Nogensmenys l'ús d'indicadors de qualitat del sòl com a indicadors generals de la seva salut dins dels ecosistemes i l'ús reiterat del terme *sòls contaminats* en la literatura no especialitzada i tècnica no específica, acabaran donant significacions diferents de les que tenen actualment els termes *qualitat dels sòls* i *sòls contaminats*; i es preveu una extensió generalitzada de l'ús del concepte *qualitat del sòl* i la seva aplicació a situacions —per exemple, lligades a activitats agràries— que res tenen a veure amb el que avui entenem per *sòls contaminats*.

La proposta actual d'indicadors ambientals de sòls del Centre Nacional de Referència de Sòls del Ministerio de Medio Ambiente representa, però, una simplificació molt gran respecte a la feta l'any 1998, i contempla només, en l'àmbit dels sòls contaminats, el nombre d'emplaçaments contaminats.

2.3. Situació a Espanya

A Espanya, amb ocasió de l'elaboració el 1989 del primer Pla Nacional de Residus Industrials, es posà de manifest la gran acumulació de residus perillosos sobre o en els sòls. En 1991 el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (MOPTMA) inicià l'Inventari de sòls contaminats, que abastava tot el país i va servir com a aproximació inicial al problema.

L'inventari recollia en 1995 un total de 4.532 emplaçaments identificats com a potencialment contaminats, ja fos pel tipus, concentració de contaminants i potencial de dispersió d'aquells, que

arribaven a 4.902 el 1997. De tots els «punts negres», 611 eren a Catalunya, que juntament amb Andalusia i el País Basc són les comunitats més afectades. D'aquell estudi es podia concloure que: a) la majoria dels emplaçaments es localitzaven a zones urbanes o molt properes; b) el risc de contaminació de les aigües subterrànies era alt en més de la meitat dels casos; c) el risc de contaminació de les aigües superficials era també alt en la meitat dels enclavaments. Pel que fa als contaminants analitzats, es tractava majoritàriament de metalls pesants, olis minerals, hidrocarburs aromàtics: BTEX (benzè, toluè, etilbenzè i xilè) i fenols. Alguns resultaven molt tòxics com HCH, DDT, PCBs, arsènic i mercuri.

El febrer de 1995, es publicà en el BOE el Pla Nacional de Recuperació de Sòls Contaminats (1995-2005). Aquest pla preveia actuacions de recuperació de sòls en tres-cents noranta punts negres de la geografia espanyola, cinquanta-nou dels quals estaven localitzats a Catalunya.

Per al període 1995-1996 s'establí una dotació pressupostària de 360.000.000 de pessetes per a la neteja d'un total de sis solars a Catalunya situats a: 1) el Prat de Llobregat; 2) la Granyanella; 3) Sant Fost de Campsentelles; 4) Lliçà de Vall; 5) Balaguer, i 6) Lliçà de Vall.

La nova Llei de residus (BOE de 21 d'abril de 1998) obrí una nova etapa en la política de recuperació de sòls contaminats, en contemplar, per primera vegada en l'ordenament jurídic estatal, els sòls contaminats, tot dictant normes so-

bre la seva declaració i regulant la responsabilitat administrativa derivada de l'incompliment del que la llei ha establert, tipificant tant les conductes que constituïen infracció com les sancions que convé imposar com a conseqüència d'aquelles, que poden arribar a ser de fins a un màxim de 200.000.000 de pessetes, en el supòsit d'infraccions molt greus, entre les quals figuren «l'abandonament, abocament o eliminació incontrolada de qualsevol tipus de residus». La Llei considera també com a infracció greu la manca de realització de les tasques de neteja quan un sòl és declarat contaminat.

Actualment, les comunitats autònomes tenen pràcticament finalitzats els seus inventaris i el MOPTMA ha anomenat els comitès d'experts encarregats de redactar els informes tècnics.

No s'han establert a hores d'ara els estàndards de qualitat de sòls que assenyalava la Llei de residus, però hom espera que aquests no difereixin gaire dels estàndards en ús al País Basc i a Catalunya.

2.4. Situació a Catalunya

Amb la finalitat de donar una orientació pràctica a l'hora de valorar si un sòl està contaminat o no i si és necessari actuar i amb quina urgència, la Junta de Residus del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya (1997) va elaborar uns criteris provisionals de qualitat de sòls que cal aplicar als sòls no agrícoles de Catalunya per evitar la contaminació de caràcter exclusivament exogen.

Els esmentats criteris inclouen *valors guia* i *valors genèrics*, establerts en el segon cas a partir d'una avaluació toxicològica de risc en condicions estàndard. La filosofia amb què es van establir és que, un cop estudiada i caracteritzada l'àrea potencialment contaminada, cal valorar la gravetat de la situació per tal de determinar la necessitat d'aplicar mesures correctores i determinar-ne la urgència.

Una primera avaluació consisteix en la comparació dels paràmetres analítics dels sòls amb els valors que apareixen en el llistat de criteris de qualitat de sòls (CQS), on es va optar per diferenciar en dos tipus els usos dels sòls: el no industrial —agrícola, residencial i d'oci— i l'industrial (Junta de Residus, 1997).

Els CQS inclouen els valors de referència dels paràmetres que corresponen a substàncies que poden ser components naturals i contaminants dels sòls (Cortés, 1995) i els anomenats valors límits acceptables per a ús no industrial (Busquet, 1997) i ús industrial.

En cas de superar-se un dels valors límits establerts, cal procedir a la realització d'una anàlisi de risc detallada. Realitzada l'anàlisi de risc, i si el resultat és el de risc inacceptable, tot el dossier passarà a formar part de la llista de casos per resoldre, tot aplicant uns criteris de prioritats.

En la pràctica, doncs, la contaminació química dels sòls només es pot certificar quan en un lloc geogràficament delimitat es troben presents substàncies perilloses, a unes concentracions superiors a les dels nivells de referència lo-

cals, i quan l'anàlisi de risc indica que les condicions del sòl suposen o poden suposar un perill immediat o a llarg termini per a la salut humana, el medi ambient o l'explotació del propi sòl.

3. RESTAURACIÓ DE SÒLS

Els sòls contaminats poden ser restaurats voluntàriament o obligatòriament. Com ja s'ha assenyalat, els sòls contaminats que s'han de restaurar obligatòriament són els que han estat declarats contaminats per les administracions competents. Hi ha dues possibles opcions de plantejament: la que persegueix la restauració total, amb destrucció o eliminació de la totalitat dels contaminants presents en el sòl degradat, i la que només persegueix la disminució o atenuació del risc fins a uns nivells acceptables, per modificació de la forma química del contaminant, per exemple.

Una qüestió fonamental en els processos de restauració a través d'operacions de recuperació/sanejament i posterior revegetació és la determinació dels seus objectius. Una aplicació estricta del principi de la multifuncionalitat conduiria a una neteja per sota del nivell de referència, que en la majoria dels casos no és viable ni tècnicament ni econòmicament. Una aproximació més realista és ajustar els objectius de la recuperació als usos de l'emplaçament.

La recuperació d'un sòl no pot considerar-se acabada fins que el terreny no disposa d'una coberta vegetal que el protegeixi de l'erosió. Per altra banda, la coberta es converteix en un test per a

valorar l'eficàcia de la recuperació; així, aquesta inclou, doncs, el sanejament i la revegetació.

Pot parlar-se de dos tipus d'aproximacions a la problemàtica de la recuperació de sòls contaminats. Una de tècnica, via utilitzada en casos de degradació extrema i quan altres possibilitats són inviables o extremadament lentes, o bé quan es disposa d'elevats recursos per a la recuperació. Provoca grans interferències amb el sistema edàfic i, en general, implica l'excavació, la immobilització a través de processos com l'adsorció, la precipitació o la complexació, el tractament o la deposició controlada dels contaminants. Una altra d'ecològica, via que té en compte els processos que es desenvolupen de forma natural en el sòl per aconseguir a través d'aquests, la immobilització, mobilització, transformació o degradació dels contaminants. Implica, com a pas previ, una o algunes de les següents accions: estabilització del terreny, calcinació de sòls àcids, neutralització de sòls alcalins, addició de matèria orgànica, fertilització i establiment d'una coberta vegetal.

La segona aproximació permet una col·laboració més intensa dels especialistes en ciències del sòl en l'àmbit de la restauració, ja que els seus coneixements tenen una aplicació pràctica en tècniques com la bioremediació i la fitorestauració, que dia a dia guanyen terreny.

4. CONTAMINACIÓ I CIÈNCIES DEL SÒL

La demanda creixent de protecció de la qualitat ambiental per part d'un

sector majoritari de la societat s'ha convertit en necessitat de dades sobre la qualitat dels sòls. Cada cop més, diferents sectors necessiten i han d'utilitzar dades dels sòls. Hi ha molts tipus d'usuaris: pagesos, ramaders, industrials, ecologistes, gestors ambientals, responsables de l'Administració, científics, experts i ciutadans del carrer. La valoració que fa cada un d'ells de les dades edàfiques és, com és lògic, molt diferent i d'això cal que en siguin ben conscients els productors de dades; i si no es vol que el resultat final sigui decebedor, cal augmentar-ne la quantitat, la qualitat i l'accessibilitat.

En aquest sentit s'ha de destacar que en molts llocs del món i en el millor dels casos, el control de la qualitat dels sòls a través d'un monitoreig està encara a les beceroles i es limita a la determinació d'unes poques propietats i característiques.

És sabut que la vulnerabilitat dels sòls i de les aigües subterrànies a la contaminació depèn de les característiques i de l'ús del sòl, les propietats hidrogeològiques, el tipus de contaminants i la càrrega contaminant. Són nombroses les dades sobre interaccions entre sòls i contaminants, obtingudes al laboratori, però aquestes són difícilment extrapolables a la situació real sobre el terreny. La modelització de la contaminació dels sòls està relativament avançada a escala puntual, però resta encara poder fer l'extrapolació a nivells més grans d'agregació. La dificultat de fer prediccions rau en la variabilitat i naturalesa dinàmica inherents als sòls i en les deficiències en els coneixements sobre les interaccions quí-

miques reals dels contaminants en els sòls.

Les ciències del sòl —com qualsevulla altra— han de seguir, per avançar, un dels dos models existents: el primer promou estudis cada cop més detallats de successos o processos, seguits d'una interpretació que pot anar endavant pel desenvolupament d'una tecnologia nova o una de millorada. L'altre desenvolupa i enuncia un punt de vista unificat, integrador. Les dues aproximacions són igualment importants i complementàries.

Si volem aplicar el concepte de desenvolupament sostenible, hauríem de tenir en primer lloc un coneixement precís de com han de ser usats els sòls per a la generació actual sense restringir o dificultar seriosament qualsevulla de les necessitats de les generacions futures. Com no sabem quines seran aquestes necessitats (no sabem el que no sabem) s'ha de prendre la situació actual com a punt de partida, cosa que significa que cal preservar les funcions que actualment adjudiquem als sòls, evitant qualsevol activitat que pugui comprometre irreversiblement alguna d'aquelles funcions.

Són moltes les tècniques a l'abast per descontaminar els sòls, però el manteniment de la qualitat dels sòls ha de passar més per adaptar els seus usos a les seves capacitats i per conèixer millor els seus comportaments. La selecció d'una estratègia de gestió de sòls contaminats socialment acceptable i assumible des del punt de vista dels costos, que redueixi les amenaces i ofereixi garanties suficients per a la protecció de

la salut pública i el medi ambient, tot assegurant una mínima flexibilitat en l'ús futur del sòl, és la màxima que hauria de guiar totes les actuacions en aquesta matèria.

Una avaluació de la qualitat dels sòls necessita de dades sobre tipus de sòls existents, principals propietats i característiques, presència i distribució de les substàncies i/o compostos que poden causar un mal «funcionament» del sòl així com de les variables que controlen el comportament d'aquests compostos en el sòl. Els factors que regulen els processos de descontaminació, adsorció, desorció, volatilització i transformació dels contaminants varien d'un sòl a un altre, i han de ser avaluats en cada cas amb cura. Els possibles efectes del canvi d'ús dels sòls sobre la dinàmica dels contaminants han de ser caracteritzats a través del coneixement precís de les condicions actuals.

Una gestió reduccionista on, per exemple, només es considerin aspectes químics de la contaminació dels sòls, serà globalment poc eficaç des del punt de vista econòmic i de gestió dels recursos; cal un enfocament holístic en mans d'equips multidisciplinaris per fer front al greu problema de la degradació de sòls, als quals cada cop els demanem més, i si bé sembla que per una banda estem disposats a disminuir les nostres exigències productives, per una altra volem gestionar a través dels sòls la majoria dels nostres residus orgànics.

Per tot això la gestió dels sòls s'ha de fer sobre un coneixement sòlid d'aquests. Els especialistes en les diferents

branques de les ciències del sòl han de participar en aquesta gestió en primer lloc aportant els coneixements de base i en segon lloc integrant-se dins d'equips multidisciplinaris que han de planificar i gestionar els sòls. Ben segur que és hora també de desenvolupar eines de valoració econòmica que possibilitin que un dels grans actius de les ciències del sòl, com és la seva capacitat de predicció, permeti donar-li una dimensió major a la seva aplicació.

5. AQUEST DOSSIER

La identificació dels problemes i la recopilació del màxim nombre de dades són sens dubte les claus per a resoldre els problemes que planteja la degradació dels sòls.

En aquests *Dossiers Agraris* es recullen una varietat d'enfocaments sobre els sòls contaminats que va més enllà dels aspectes merament legals, i s'intenta oferir una panoràmica del que s'està fent a casa nostra en l'àmbit de la recerca institucional. Ara com ara encara té un pes molt gran la diagnòsi de la contaminació i això es reflecteix en el *Dossier*, mentre que altres aspectes tenen un conreu més limitat, que s'ha d'incrementar en un futur.

Cada vegada són més les consultories i les empreses que s'estan iniciant en el camp dels sòls contaminats. Des de aquí els volem convidar a unir-se a nosaltres en l'afany de contribuir a augmentar i millorar la informació sobre sòls.

6. AGRAÏMENTS

A Mireia Paniello per l'esgotadora tasca d'edició feta amb tanta cura.

BIBLIOGRAFIA

- BENNETT, H. H. (1939). *Soil Conservation*. Nova York: Mc Graw Hill Book Co.
- BLUM, W. (1997). «Basic concepts: Degradation, Resilience and Rehabilitation». A: LAL, R.; BLUM, W. E. H.; VALENTIN, C.; STEWART, B. A. [ed.]. *Methods for Assessment of Soil Degradation*, 1-16, CRC Press. Boca Raton.
- BROWN, L. R. [et al.]. (1994). *State of the world. A Worldwatch Institute Report on Progress Towards a Sustainable Society*. Nova York: WW. Norton and Company. 265 p.
- BROWN, L. R.; RENNER, M.; HALWELL, B. (2000). *Signes vitals 2000. Les tendències ambientals que configuren el nostre futur*. Barcelona: Worldwatch Institute. Centre UNESCO de Catalunya. 195 p.
- BURINGH, P. (1960). *Soils and soil conditions in Iraq*. Bagdad: Ministeri d'Agricultura. 322 p.
- BUSQUET, E. (1997). *Elaboració dels Criteris de Qualitat del Sòl a Catalunya*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Junta de Residus. 37 p. [Difusió limitada]
- CARDÚS, J. (1983). «El suelo en la biosfera». *Iberia Actualidad Científica*, 243, p. 125-130 i 244, p. 164-169.
- CARTER, V. G.; DALE, T. (1974). 3a ed. *Topsoil and civilization*. University of Oklahoma. Press. Norman. 292 p.
- CORTÉS, A. (1995). *Estudi sobre els valors*

- de fons dels sòls situats en l'àmbit industrial de Catalunya*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Junta de Residus. 120 p. [Difusió limitada]
- DE HAAN, F. A. M. (1992). «Introduction to the problem of soil quality assessment». International Postgraduate Course Soil Pollution and Soil Protection. Ghent.
- DE HAAN, F. A. M.; ZWERMAN, P. J. (1978). «Pollution of Soil, 192-271» A: BOLT, G. H.; BRUGGENWERT, M. G. M. [ed.]. *Soil Chemistry A. Basic Elements. Developments in Soil Science 5A*. Amsterdam: Elsevier.
- FAO/UNEP. (1983). *Guidelines for the control of soil degradation*. Roma: FAO.
- HILLEL, D. (1991). *Out of the Earth. Civilization and the life of the soil*. Nova York: The Free Press. 321 p.
- ISRIC/UNEP. (1990). *World map of the status of human-induced soil degradation. An explanatory note*.
- JENNY, H. (1941). *Factors of soil formation*. Nova York: Mc Graw Hill.
- JOHNSON, D. L. [et al.]. (1997). «Meanings of Environmental terms». *J. Environ. Qual.*, 26, p. 581-589.
- JUNTA DE RESIDUS. (1997) *Guia d'avaluació de la qualitat del sòl: Avaluació simplificada del risc*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. 64 p.
- LAL, R.; STEWART, B. A. (1990). «Soil Degradation: A Global Threat xiii-xvii». A: LAL, B.; STEWART, B. A. [ed.]. *Soil Degradation. Advances in Soil Science*, vol. 11. Nova York: Springer-Verlag.
- OLSON, G. W. (1981). «Archaeology: lessons on future soil use». *J. Soil Water Conserv.*, 36, p. 261-264.
- PORTA, J.; LÓPEZ-ACEVEDO, M.; ROQUERO, C. (1998). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. 2a ed. revisada. Madrid: Mundi-Prensa.
- ROQUERO, C. (1964). «Estudio sobre la conservación y mejora del suelo en España». *Anales INIA.*, vol XIII.
- SIMON, J. L. (1996). *The ultimate resource*. 2a ed. Princeton: Princeton University Press. 734 p.
- SINGER, M. J.; MUNNS, D. N. (1999). 4a ed. *Soils*. Nova York: Prentice Hall. 515 p.
- TELLER, A. (1995). «Soil p146-171». A: STANNERS, D.; BOURDEAU, P. *Europe's environment*. EEA Copenhagen: The Dobnís Assessment.