

A MANERA D'INTRODUCCIÓ: NITRATS, AIGUA I AGRICULTURA, UN PROBLEMA MODERN D'ÚS DEL SÒL

J. Boixadera* i A. Cortés**

Adiscott i els seus col·laboradors van escriure el 1991 el famós assaig *Farming, fertilizers and the nitrate problem*. Què havia succeït perquè fos necessària aquesta reflexió quan fou a mitjans del segle XIX que s'havien introduït els fertilitzants orgànics, com el guano, als quals seguirien després els minerals?

Si hom mira enrere veu com les comunitats agràries tradicionals han recorregut a diferents sistemes que tendeixen a concentrar els nutrients en determinades àrees del territori (Loomis i Connor, 1992) a través fonamentalment del maneig de les dejeccions i de tot tipus de residus. La reposició dels nutrients exportats pels cultius o els animals ha estat tradicionalment un greu problema pel sosteniment dels sistemes agraris (Saguer i Garrabou, 1996). De fet, a hores d'ara hi ha una part significativa de les terres cultivades al món que està patint una forta depleció de

nutrients (Sánchez *et al.*, 1997) que posa en perill tot el sistema productiu; és una més de les múltiples paradoxes de caire global.

Val la pena recordar que no va ser fins al segle XIX, amb els treballs de Liebig que demostrava l'essencialitat del nitrogen i amb els de molts altres, com poden ser de Boussingault, en què es va comprovar la necessitat d'aportar al sòl, de forma assimilable, els nutrients extrets per les plantes. Malgrat que l'anomenada *rotació de Norfolk* amb l'ús de lleguminoses va permetre un increment de la producció molt important, no és fins a la introducció dels fertilitzants minerals (primer naturals i després de síntesi) que es produeixen forts i continuats increments de producció associats amb noves tecnologies, reg, millora del material vegetal i control de plagues i malalties.

A Espanya el guano es va introduir primer a València i després a Catalunya. A partir de 1863 començà a desenvolupar-se a Catalunya la indústria de fertilitzants (Sunyer, 1996) que permeteren l'increment de la fertilitat química dels nostres sòls. A partir d'aquell moment, l'increment en l'ús dels adobs minerals

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

** Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl. Universitat de Lleida. Rovira Roure, 177. 25006 Lleida.

*** Laboratori d'Edafologia. Facultat de Farmàcia. Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 643. 08028 Barcelona.

TAULA I. *Evolució dels rendiments de blat en agricultura de secà (kg/ha)*

Període	Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona
1890	1.509	996	658	819
1926-35	1.472	1.129	1.141	1.137
1984-89	4.102	3.907	3.795	3.470
1992-96	3.901	3.865	3.253	3.375

o químics anà augmentant sotmès als vaivens sociopolítics, però la seva expansió generalitzada va costar que fos significativa en termes de quantitat. És realment a partir de 1950 quan s'incrementa a Catalunya, i a nivell mundial també, el consum d'adobs nitrogenats que s'estabilitza cap a 1980. És a dir, l'ús d'adobs químics és una cosa relativament recent a l'escala temporal de l'agricultura. L'impacte en la productivitat dels cultius és prou clar, tot i que només n'és una de les causes, però del tot imprescindible. La taula 1 (Garrabou *et al.*, 1998) fa palès aquest impacte pel cas dels cereals i evidencia fins a quin punt, entre altres coses, la reposició de nutrients és important, sense oblidar però que al nostre país l'aigua és un factor clau.

El nitrogen és, després de la temperatura i de l'aigua, el segon factor limitant a la producció agrícola. És doncs fàcil d'entendre que hi hagi una amplíssima literatura sobre l'experimentació en aquest element. Al llarg de molts anys aquesta recerca i experimentació, i les recomanacions emanades d'aquesta, han anat adreçades a optimitzar la producció amb un enfocament a nivell de parcel·la. S'han treballat i desenvolupat estratègies per determinar les quantitats, moment i forma en què cal aplicar els adobs nitrogenats en base a unes

dosis òptimes tècnica i econòmicament. També la indústria ha contribuït de forma significativa a aquest desenvolupament en produir nous fertilitzants que han permès el desenvolupament de tecnologies d'alta producció: adobs de gran puresa i solubilitat per fertirrigació, adobs d'alliberació lenta, etc.

Però tot aquest sistema descansa sobre dos supòsits: es tracta d'optimitzar la producció (tècnica i econòmicament), sense considerar les sortides de nutrients al sistema, màxim com a una simple pèrdua econòmica que, considerant els preus actuals dels diferents *inputs* i *outputs*, no és gaire important, especialment en els casos dels cultius més intensius (p. e., hortícoles) que són, casualment, també els menys eficients en l'ús del nitrogen.

L'important, fins fa poc, era maximitzar el benefici per pesseta d'adob utilitzada. Això des d'un punt de vista tècnic s'assolia coneixent les corbes de resposta al nitrogen per a un determinat cultiu i localitat, la qual cosa permetia determinar l'òptim tècnic i l'econòmic. Malauradament, en la pràctica això és força més complicat perquè per a aplicar-ho es necessita saber el nitrogen disponible per la planta present al sòl i la producció que s'obindrà, dades que no es coneixen i que al nostre país, tan

dependent de l'aigua, la seva predicció està envoltada d'una considerable incertesa. En aquest darrer cas i fins a cert límit, l'ús de la fertilització nitrogenada podria jugar un paper d'assegurança.

Un altre fet notable és que quan hom se situa a la part de la corba nitrogen-rendiment on els increments de rendiment per unitat de nitrogen aplicat són més baixos, és a dir, prop del màxim, el pendent disminueix considerablement i pel cas de les horticoles aquesta part de la corba és molt gran. En el cas dels cereals s'ha vist que, treballant per sota de l'òptim tècnic (que moltes vegades és l'econòmic), la quantitat de nitrats que queden al sòl, que per tant es poden rentar, és mínima i que aquesta no s'incrementa sensiblement fins que s'està per damunt.

A la pràctica, i podem tornar a utilitzar l'exemple dels cereals, un dels principals cultius a nivell català i mundial, l'eficiència que s'obté del N aplicat és del 60-70 % per climes temperats, i del 30-50 % als mediterranis; aquestes eficiències tan baixes s'han d'interpretar amb molta cura ja que no vol dir pas que es perdi o surti del sòl, però sí que ens il·lustren sobre un altre concepte a tenir en compte, que és que mai no hi pot haver una eficiència del 100 % en l'ús del nitrogen en agricultura.

Els patrons alimentaris actuals amb un important creixement del consum de proteïnes animals han afavorit el desenvolupament de la ramaderia industrial, amb el consegüent transport d'aliments per al bestiar (i per tant nitrogen) a escala intercontinental, afegint una peça més al trencaclosques, en concentrar en

determinades àrees geogràfiques una gran quantitat de fems, rics en nutrients, que cal reciclar a través del sòl.

El cicle del nitrogen al sòl va molt lligat al de la matèria orgànica (Steven-son, 1986); de fet la part més substancial del N al sòl està en forma orgànica i només una petita part està en forma de nitrats, és a dir, disponible per ser absorbit per les plantes o lixiviat. El maneig de la matèria orgànica, el treball del sòl i el maneig del reg són aspectes clau de maneig per minimitzar les sortides de nitrats del sistema.

El descobriment que en molts indrets hi havia elevats continguts de nitrats a les aigües (MOPTMA, 1984; Follet, 1989), cosa que representa un risc sanitari elevat alhora que limita les possibilitats d'usar-les (especialment a les subterrànies), ha fet, com en tantes altres coses de l'acció de l'home, repensar tot el tema. A hores d'ara, sembla clar que cal contemplar el cicle del N a una escala més àmplia que la de la parcel·la —de fet alguns autors (Lanyon, 1995) han suggerit d'una manera més metafòrica que només el cicle del N canvia amb la seva fixació industrial, fet a què no s'ha donat la importància que mereix— i que cal plantejar-se l'efecte de les sortides del N dels sistemes agraris en els diferents ecosistemes adjacents i fins i tot a un nivell més global, com és el cas dels balanços de nutrients a escala regional. Si hom estudia el balanç de nutrients en un estat com per exemple Dinamarca (taula II) es pot veure fins a quin punt està desequilibrat el balanç de nitrogen i quin pes tenen els diferents components del balanç. Similar exercici és possible per a altres països

TAULA II. *Balanç de nitrogen en termes de massa en l'agricultura danesa prop de 1950 i de 1980.*

	1980		1950	
	10 ³ t N	kg N ha ⁻¹	10 ³ t N	kg N ha ⁻¹
Entrades				
Fertilitzants	375	130	63	20
Aliments animals importats	180	62	54	17
Fixació biològica	29	10	189	60
Precipitació	44	15	16	5
Total	628	217	322	102
Sortides (productes)				
Productes vegetals	29	10	38	12
Productes animals	58	20	22	7
Total	87	30	60	19
Nitrogen perdut cap al medi ambient	541	187	262	83

del nostre entorn com per exemple Gran Bretanya o Holanda, amb resultats similars (Böckman *et al.*, 1991; Diederik *et al.*, 1998).

Malgrat els avenços aconseguits en alimentació animal, el N recuperat pels animals es manté en uns valors reduïts tot i que hi ha grans diferències entre espècies. Això, de retruc, ha fet disminuir en gran manera l'eficiència global del N als sistemes agraris, com han demostrat van der Ploeg *et al.*, (1997) recentment a Alemanya.

Aquests fets han obligat a un canvi d'enfocament, ja que s'ha fet palès que potser no se'n sabia tant com es pensava, d'aquest tema, i ha endegat una nova etapa de recerca, en què emprant totes les tecnologies a l'abast s'intenta

dissenyar nous sistemes d'ús del nitrogen que minimitzin les sortides del sistema perquè eliminar-les totalment no és possible.

El problema dels nitrats té doncs una multiplicitat d'aspectes en la dimensió espacial i temporal i és evident que cal un enfocament on es considerin tots aquests aspectes. És el que hom anomena *enfocament holístic*. Però on resulta més complex és dins dels sistemes agraris, per la seva interrelació amb els altres factors no només naturals o ecològics sinó també socials i econòmics, i és en aquest punt on és més difícil de resoldre.

Cal doncs, per afrontar aquest problema que ben bé podem veure com un problema modern d'ús del sòl, de-

sevolupar i emprar totes les eines adients. Al costat de nous enfocaments en la recerca cal aprofundir en aspectes clàssics com la quantificació del cicle del nitrogen, però també adoptar instruments de gestió adients, cosa que exigeix un adequat marc socioeconòmic, legal i administratiu.

Plantejat el problema, els treballs recollits en aquest número de DOSSIERS AGRARIS volen ser una petita i parcial contribució a la revisió de l'estat de l'art a casa nostra i un primer pas cap a la recerca de noves vies de solució.

BIBLIOGRAFIA

- ADDISCOFF, T. M.; WHITMORE, A. P.; POWLSON, D. S. (1991). *Farming, fertilizers and the nitrate problem*. CAB International, Wallingford.
- BÖCKMAN, O. C.; KAARSTAD, O.; LIE, O. H.; RICHARDS, I. (1991). *Agricultura y fertilizantes*. Hydro Agri. Oslo, p. 265.
- DIEDERIK, T.; MOLEN VAN DER, A.; PAUL, C.; BOERS, M. (1998). *Agricultural nutrient losses to surface water in the Netherlands: impact, strategies, and perspectives*.
- FOLLET, R. (ed). (1989). *Nitrogen management and ground water protection*. Elsevier, Amsterdam, p. 395.
- GARRABOU, R.; TELLO, E.; SAGUER, E.; BOIXADERA, J. (1998). «El agua como recurso limitante en los sistemas agrarios de Cataluña (s. XIX y XX)». A GARRABOU I NAVEDO. *El agua en los sistemas agrarios*. Fund. Argentaria. Madrid (en premsa).
- LANYON, L. E. (1995). *Does nitrogen cycle?: Changes in the spatial dynamics of nitrogen with industrial nitrogen fixation*. *J. Prod. Agric*, núm. 8, p. 70-78.
- LOOMIS, R. S.; CONNOR, D. J. (1992). *Crop ecology. Productivity and management in agricultural systems*. Cambridge University Press. Cambridge, p. 538.
- SAGUER, E.; GARRABOU, R.; (1996). «Métodos de fertilización en la agricultura catalana durante la segunda mitad del siglo XIX. Una aproximación a los procesos físicos de reposición de la fertilidad agrícola». A. GARRABOU I NAVEDO (ed). *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*. Economía y Naturaleza. Argentaria. Madrid, p. 89-126.
- SÁNCHEZ, P. A. *et al.*, (1997). «Soil fertility replenishment in Africa: an investment in natural resource capital», p. 1-46 A: BURESH R. J.; SÁNCHEZ, P. A.; CALHOUN, F.; (ed.). *Replenishing soil fertility in Africa*. SSSA Sp. Madison Pub, núm. 51, p. 251.
- SCHRØDER, H. (1985). *Nitrogen losses from Danish Agriculture – Trends and consequences*. Agriculture, Ecosystems and Environment, núm. 14, p. 279-289.
- STEVENSON, F. J. (1986). *Cycles of soil. Carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur micronutrients*. John Wiley Sons, Nova York, p. 380.
- SUNYER MARTIN, P. (1996). *La configuración de la Ciencia del Suelo en España* Mapa. Ed. Dou Calles S.L. Madrid, p. 612.
- PLOEG VAN DER, R. R.; RINGE, H.; GALINA MACHULLA I HERMSMEYER. (1997). «Post-war nitrogen use efficiency in West German agriculture and groundwater quality». *J. Env. Quality*, núm. 26(5), p. 1203-1210.