

DOSSIERTÈCNIC

FORMACIÓ I ASSESSORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

N06 | BONES PRÀCTIQUES AGRÀRIES (I)

Octubre 2005

P02 Presentació **P03** Bones pràctiques agràries **P04** Bones pràctiques agràries d'aplicació dels fertilitzants **P11** La fertilització dels cultius en sòls calcaris **P17** Els cultius captadors de nitrogen **P24** Entrevista



ruralCat

La comunitat virtual agroalimentària
i del món rural

www.ruralcat.net



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Agricultura,
Ramaderia i Pesca**
www.gencat.net/darp





PRESENTACIÓ



Jordi William Carnes i Ayats
Director General de Desenvolupament Rural

Fruit de la sensibilització creixent pel medi ambient, la societat tendeix a prioritzar les necessitats de caràcter ambiental en l'assignació de recursos escassos. Aquesta situació l'hem viscuda durant la sequera del 2005 que ha comportat l'establiment de mesures totalment excepcionals com la limitació parcial o total del reg agrícola en favor de cabals mínims ecològics.

També palpem la mateixa problemàtica amb altres recursos limitats, utilitzats a l'agricultura, com el sòl i l'energia d'origen no renovable. Ens trobem doncs en una situació realment complexa a la que el conjunt de la societat ha de proporcionar les respostes adequades.

En el marc general de l'actual política agrícola comuna (PAC), dues polítiques complementàries, la de suport als mercats i a les rendes (1r pilar), i la de desenvolupament rural (2n pilar), han de contribuir a l'assoliment dels objectius generals de cohesió econòmica i social, a les prioritats comunitàries de competitivitat i al desenvolupament sostenible. I és en aquest marc general en el que, els sistemes d'ajut als

agricultors per tal d'adaptar-se a les exigències d'una agricultura moderna i d'elevada qualitat, han d'integrar els requisits en matèries com la protecció del medi ambient, la seguretat alimentària, la salut i benestar dels animals, de manera que, els pagaments dels ajuts resten supeditats al compliment d'aquests requisits, altrament anomenats i coneguts com a condicionalitat.

Així, aquest nou marc general, ha determinat la conveniència d'establir un nou sistema de relació i gestió consistent en un sistema contractual entre l'administració i les explotacions agràries, amb la finalitat d'aconseguir una agricultura sostenible des del punt de vista econòmic, ambiental i social. Aquest nou sistema proposat pel Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca, amb el nom de Contracte Global d'Explotació (CGE), pretén optimitzar l'aplicació i gestió de la despesa pública, tant pel que fa a la justificació que es fa davant del conjunt de la societat, de l'ús més eficient del recursos que aporta, com de la millor adaptació a les necessitats de les explotacions agràries, tal i com s'ha dit, en una agricultura europea competitiva i de qualitat.

Les BONES PRÀCTIQUES AGRÀRIES i els avenços tecnològics constitueixen la base per tal que l'agricultura catalana assolixi aquests objectius. Es tracta de proveir aliments de qualitat, fent rendible l'activitat de les empreses agràries, disposant de l'acceptació del conjunt de la societat de les pràctiques aplicades i respectant el medi ambient.

Ens trobem, doncs, en un moment apassionant en que el coneixement tecnològic, degudament

incorporat a la pràctica diària, es converteix en una de les claus de l'èxit. Però per què les empreses puguin adaptar-se a la nova realitat cal realitzar simultàniament un important esforç en formació de tècnics, dels empresaris i dels actius del sector i alhora disposar d'un sistema de gestió i d'assessorament que identifiqui necessitats i solucions a nivell d'explotació.

Amb aquest número del DOSSIER TÈCNIC, el primer d'una sèrie de quatre dedicada a les Bones Pràctiques Agràries (fertilització, sòl, aigües i productes fitosanitaris, es vol contribuir a aquest procés imprescindible de divulgació del coneixement. Agraïm l'esforç dels autors que han participat i de les institucions a les que pertanyen per la seva contribució al que poc a poc va constituint el nou manual de base de l'agronomia de Catalunya.

Edita: Direcció General de Producció, Innovació i Indústries Agroalimentàries del Departament Agricultura Ramaderia i Pesca.

dossier@ruralcat.net
www.ruralcat.net
www.gencat.net/darp

Foto portada: Camp de Fajol. Cal Pauet. L'Espunyola. (Berguedà) J. Tuson.

BONES PRÀCTIQUES AGRÀRIES



Vista d'una maquinària aplicadora al sòl de dejeccions ramaderes.

El sector agrari, per la naturalesa de la seva activitat, ha volgut mantenir des de sempre la qualitat dels recursos naturals que utilitza. A mitjans dels anys trenta del segle passat, i a partir d'un corrent que venia dels Estats Units, la preocupació es va centrar en la conservació dels sòls enfront de l'erosió; van néixer així tot un seguit de pràctiques que, amb el pas del temps, s'anomenaren millors pràctiques de maneig, o BMP (Best Management Practices).

El desenvolupament econòmic accelerat de la segona part del segle passat es va donar també a l'agricultura i va conduir a disposar d'una quantitat i varietat d'aliments com mai s'havia conegut. Aquesta situació de seguretat i qualitat alimentària es va produir paral·lela a una intensificació i especialització de les explotacions agràries, que substituïren de manera massiva la mà d'obra per inputs i tecnologia. Amb aquest desenvolupament econòmic s'ha arribat en alguns casos a una degradació en molts indrets del medi ambient, que no assoleix els nivells de qualitat desitjats per la societat actual: techno-

lògica, urbana i desproveïda de lligams amb el sector productiu agrari.

Actualment es parla de bones pràctiques agràries com d'aquell conjunt de tècniques de maneig orientades a mantenir una bona qualitat ambiental, tot i obtenint unes produccions satisfactòries. Acostumen a posar l'accent en l'ús de la tecnologia i la informació, amb una extensificació de l'activitat.

Sovint agafen la forma de **CODI**, és a dir, un conjunt de normes que estableixen un compromís per conservar i millorar el medi.

Les bones pràctiques agràries poden tenir diferents finalitats i es poden adreçar a:

- Conservar el sòl
- Conservar l'aigua
- Conservar la biodiversitat
- Preservar el paisatge
- Lluitar contra la contaminació per nitrats
- Conservar la fauna autòctona
- Evitar la dispersió de productes fitosanitaris

L'adopció d'un determinat codi de bones pràctiques agràries en una determinada àrea o regió és un procés llarg i complex.

Exigeix, en primer lloc, definir i desenvolupar les bones pràctiques agràries a aplicar; això s'ha de fer tenint en compte les condicions locals i la tecnologia disponible, existent o a transferir.

A continuació, cal un seguit d'accions que podem resumir en:

- Informació als tècnics i agricultors sobre la problemàtica a abordar i sobre les eines disponibles
- Formació sobre les pràctiques a adoptar
- Incentivació per al desenvolupament i adopció de les pràctiques

Aquest esquema, força formal d' R+D+T, agafa a la pràctica variants més informals.

Normalment, les bones pràctiques agràries acostumen a tenir un caràcter voluntari, si bé en alguns casos poden adquirir un caràcter obligatori. Sovint també es requereixen accions, en molts casos de l'Administració, que tendeixen a eliminar els obstacles de caràcter estructural que limiten l'adopció de les mateixes.



Jaume Boixadera Llobet.

Secció d'Avaluació de Recursos Agraris. DARP.
jaume.boixadera@gencat.net

BONES PRÀCTIQUES AGRÀRIES D'APLICACIÓ DELS FERTILITZANTS



Banda enherbada. Foto: UdL.



Maquinària per a la injecció de purins. Foto: Centre de Mecanització Agrària, DARP.

01 Aplicació sostenible de fertilitzants

El context actual d'excedents de producció agrícola a Europa i els problemes mediambientals que una cinquantena d'anys de producció agrícola i ramadera, cada cop més intensives, han acabat provocant, així com la creixent sensibilitat mediambiental de la població, fan que des de molts sectors de la societat es dibuixi una agricultura de caràcter multifuncional. És a

dir, una agricultura que produeixi qualitat, que garanteixi la viabilitat econòmica de l'explotació i que, alhora, conservi el medi ambient. Aquesta nova forma sostenible de produir està esdevenint l'única possible per imperatiu de la societat i els mercats europeus.

La sostenibilitat mediambiental i econòmica de la producció agrícola s'aconsegueix essent més eficient en utilitzar els recursos (sòl, aigua, material vegetal, fertilitzants, herbicides, plaguicides, etc.).

Planificar la gestió de qualsevol recurs productiu és imprescindible per al seu ús eficient. Gestionar eficientment la fertilització vol dir fertilitzar per produir conservant el medi en condicions òptimes. Aquest "saber fer" està recollit en el Manual del Codi de Bones Pràctiques Agràries en relació amb el nitrogen (<http://www.gencat.net/darp/c/camp/nitrogen/doc/cnitro01.pdf>), que són les següents:

01.01 Bones pràctiques per conservar el sòl

La protecció del sòl i de l'aigua és necessària per mantenir una producció sostenible en el temps. Algunes mesures de conservació de sòls són: treballar el sòl perpendicularment a la direcció del màxim pendent, l'abancament, el conreu mínim, la sembra directa, incorporar les restes de collita al sòl, no cremar els rostolls, etc.

A més, l'establiment de bandes enherbades (Figura 1) o arbrades al llarg de cursos d'aigua és un bon sistema de conservació de sòls i de protecció dels rius enfront l'entrada de partícules de sòl erosionades i de contaminants arrossegats per l'aigua d'escolament. Les bandes enherbades actuen en diversos sentits:

- filtren l'aigua de reg o de la pluja impedit que la càrrega argil·luminosa que arrosseguen i altres substàncies arribin al curs d'aigua: la rugositat de l'herba frena l'aigua d'escolament i propicia la sedimentació. Mentre les partícules

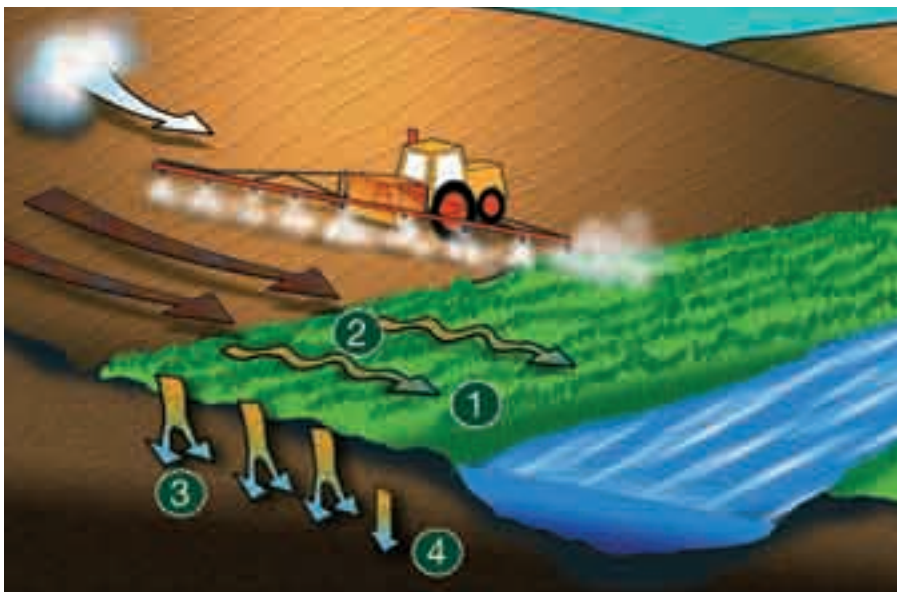


Figura 1. Mode de funcionament de les bandes enherbades (Adaptat de: Soltner, 2001)

- 1 Sedimentació i filtració.
- 2 Retenció en superfície.
- 3 Infiltració.
- 4 Degradació dels residus orgànics per l'acció de plantes i microorganismes.



Figura 2. Bona pràctica de fertilització per conservar la qualitat de l'aigua.

- 1 Evitar aplicacions d'adobs orgànics en parcel·les properes a nuclis habitats per problemes de males olors.
- 2 Evitar aplicacions de fertilitzants orgànics a menys de 500 m de viviers de moluscs.
- 3 Evitar aplicacions de fertilitzants orgànics a menys de 200 m de zones de bany.
- 4 Les bandes no cultivades (tant arbrades com enherbades) protegeixen la qualitat de l'aigua i conserven el sòl.
- 5 En aplicar fertilitzants orgànics líquids deixar una banda mínima de 10 m a cursos d'aigua sense aplicació.
- 6 En aplicar fertilitzants orgànics sòlids deixar una banda mínima de 5 m a cursos d'aigua sense aplicació.
- 7 Evitar aplicacions de fertilitzants orgànics a menys de 50 m a pous o punts d'abastament d'aigua.
- 8 En regs per gravetat evitar que el fertilitzant surti de la parcel·la.
- 9 Tenir cura en les aplicacions de fertilitzants que es fan en conreus inundats.
- 10 Extremar les precaucions en l'aplicació dels fertilitzants en sistemes de reg.

es dipositen damunt l'herba, l'aigua s'infiltra en el sòl i així la càrrega argil·limosa queda retinguda en el sòl,

- fixen les substàncies orgàniques i minerals en superfície,
- l'activitat de les plantes i microorganismes degrada residus orgànics i fitosanitaris.

Les bandes enherbades també són útils en altres emplaçaments. Per exemple, entre parcel·les en paisatges amb fort pendent (o dins d'una mateixa parcel·la si és molt gran) eviten que augmenti el volum i la velocitat de l'aigua d'escolament i es produeixi una erosió important en les parts més baixes. També, en puntes o racons de parcel·les a què és difícil

accedir i en què es concentra l'aigua a causa de la inclinació de la parcel·la.

L'absència d'aquestes mesures pot provocar la colmatació amb sediments, fins i tot d'embossaments, amb la pèrdua de fertilitat dels sòls aigües amunt que això comporta, entre d'altres efectes negatius (invalidació de les infraestructures).

01.02 Bona pràctica per conservar l'estructura del sòl

Un sòl ben estructurat permet l'emmagatzematge, la circulació i l'intercanvi d'aire i aigua amb l'atmosfera i el subsòl i això possibilita la vida

de les plantes, els meso i els microorganismes. Un sòl ben estructurat es llaura fàcilment quan està relativament sec i no s'enganxa als arresus quan està humit.

Els sòls massa humits són sensibles a la deformació i poden ser comprimits si es sotmeten a qualsevol acció que impliqui una força de compressió (pas de maquinària).

Per tant, fertilitzar sòls excessivament humits, gelats (durant tot el dia) o coberts de neu, en malmet l'estructura: augmenta la proporció d'agregats grans i la seva densitat, i disminueix la proporció de porus de diàmetre gran; és a dir, augmenta el risc d'erosió, disminueix la ca-



Maquinària per a l'aplicació de purins arran de terra.
Foto: www.regione.piemonte.it.



Maquinària per a la injecció de purins(dalt). Foto: Centre de Mecanització Agrària, DARP.



GESTIONAR EFICIENTMENT LA FERTILITZACIÓ VOL DIR FERTILITZAR PER PRODUIR CONSERVANT EL MEDI EN CONDICIONS ÒPTIMES. AQUEST "SABER FER" ESTÀ RECOLLIT EN EL MANUAL DEL CODI DE BONES PRÀCTIQUES AGRÀRIES EN RELACIÓ AMB EL NITROGEN.

capacitat de retenció d'aigua disponible del sòl, es dificulta la infiltració de l'aigua, la nascència de les llavors i el creixement de les arrels (Porta et al., 1994).

D'altra banda, la fertilització en sòls excessivament humits és poc eficient: bona part del fertilitzant nitrogenat aplicat s'escola en contacte amb l'aigua.

01.03 Bones pràctiques per conservar la qualitat de l'aigua

El consumidor és molt sensible a la qualitat de l'aigua, així com a la de tot allò que ingereix (aliments i medicaments). Com que, a Catalunya, l'agricultura és la principal usuària de l'aigua disponible (n'usa un 71% aprox.) i, en conjunt, l'aigua és un bé escàs, cal preservar-la i preservar-ne la qualitat.

La fertilització prop de cursos d'aigua (pous, rius, fonts) i de zones on es desenvolupen altres activitats (vivers de mol·luscs, activitats de lleure, etc.) requereix unes mesures de precaució específiques, ja que l'entrada de fertilitzants orgànics a l'aigua pot contaminar-la per aportació de patògens i nutrients.

Bàsicament, aquestes mesures de precaució consisteixen a respectar un perímetre de seguretat al voltant dels cursos d'aigua i tenir cura quan es rega. La distància a respectar és més gran com major és el risc sanitari i mediambiental que implica una aplicació de fertilitzants orgànics massa propera a aquests cursos d'aigua (vegeu Figura 2).

Per exemple, per tal d'evitar vessaments directes a cursos d'aigua permanents s'ha de respectar un perímetre mínim de:

- 5 m sense aplicació de fems sòlids i,

- 10 m sense aplicació de fertilitzants líquids; ja que el risc d'escolament d'aquests és major.

S'ha d'evitar l'aplicació de fertilitzants orgànics a menys de 50 m de distància de fonts, pous, etc. d'abastament a persones i animals.

Les distàncies que s'han de respectar a llocs de bany i activitats de lleure són superiors perquè el risc d'intoxicació de persones és molt major: de l'ordre de 200 m. En aplicacions properes a vivers de mol·luscs (cloïsses, navalles, etc.), aquesta distància augmenta fins a 500 m.

El maneig del reg és decisiu per fertilitzar de manera eficient. Si es rega per gravetat, s'ha d'evitar que el fertilitzant surti de la parcel·la o que passi al sistema de desguassos. En reg per aspersió, quan s'aplica el fertilitzant amb l'aigua, s'ha de garantir que l'aplicació i la deriva de les gotes d'aigua respectin 10 m de distància a qualsevol curs d'aigua proper a la parcel·la.

Tard o d'hora, qualsevol pèrdua incontrolada de fertilitzant nitrogenat farà cap a les aigües (superficials o subterrànies). Per tant, s'han d'evitar les aplicacions en condicions favorables a aquestes pèrdues. I cal tenir present que tota pèrdua incontrolada de fertilitzant és una pèrdua econòmica.

Com que els sòls poc profunds tenen poca capacitat de retenció d'aigua i de nutrients, s'ha d'evitar aplicar fertilitzants en situacions en què es poden perdre en profunditat: per exemple en sòls clivellats i amb poca profunditat arrelable (menys de 30 cm), sobre roca, o en camps on recentment (menys de 12 mesos) s'hi ha instal·lat un sistema de drenatge.

En zones en què el sòl està compactat, o bé presenta un subsòl impermeable i està a capa-

citat de camp, els fertilitzants líquids (minerals o purins) s'escolaran superficialment. Cal evitar, doncs, aplicar-hi fertilitzants sobretot si es tracta de zones properes a cursos d'aigua, pous, fonts, etc.

Tampoc no s'han d'aplicar fertilitzants en sòls que s'inunden regularment, des d'un mes abans que s'inundin. Aquesta mesura evita que l'aigua d'inundació pugui arrossegar el fertilitzant aplicat (tant superficialment com profunda). Un mes és el marge de temps mínim a partir del qual es considera que ja no hi quedaran quantitats significatives dels fertilitzants aportats (sempre que la quantitat aplicada sigui raonable) que es puguin perdre amb l'aigua d'inundació.

Els cultius captadors de nitrogen són també una bona pràctica agrícola per minimitzar el rentatge de nitrats del sòl en cultius extensius (veure més endavant en aquest dossier). Aquests cultius són interessants en períodes en què el sòl està nu, la quantitat de nitrats acumulats al sòl és notable, es donen pluges importants, els sòls tenen poca capacitat de retenir l'aigua o són poc profunds. Aquests cultius però, poden competir amb la disponibilitat d'aigua amb el cultiu principal en zones amb disponibilitat d'aigua limitada.

01.04 Bones pràctiques per conservar la qualitat de l'aire

Aproximadament el 50% de les emissions globals d'amoníac (NH_3) s'atribueixen a la ramaderia i a la utilització d'adobs minerals (Bouwman i Van Der Hoek, 1997). El 80,6% de les emissions d'origen agrari provenen de les dejeccions ramaderes i el 19,4% restant dels fertilitzants químics. L'estimació de l'emissió d'amoníac de la FAO and IFA (2001) és del 14% del nitrogen mineral usat com a adob i del 22% del nitrogen amoniacal present en les dejeccions ramaderes.

La pèrdua d'amoniac pel sistema sòl-planta és una de les causes de la baixa eficiència fertilitzant del nitrogen (Moal, 1994). Una gran part de l'amoni volatilitzat es rediposita de seguida en forma seca i humida i ocasiona l'eutrofització de les aigües. La resta pot transformar-se a l'atmosfera i contribuir a pluja àcida i a l'escalfament global.

La Directiva 2001/81/CE, del 23 d'octubre de 2001 limita les emissions anuals de determinats contaminants atmosfèrics a partir de l'any 2010 per a cada estat (per a Espanya l'emissió màxima permesa serà de $353 \cdot 10^3$ t d' NH_3 any⁻¹). Segons les estimacions disponibles, el 1994 la majoria dels països europeus superaven els límits d'emissió fixats en aquesta Directiva.

L'aplicació localitzada i la incorporació de fertilitzants orgànics (el mateix dia de l'aplicació) milloren significativament l'eficiència en l'ús del nitrogen aplicat, i redueixen les pèrdues per volatilització d'amoniac o per escolament superficial.

Quan el sòl està molt sec, cal evitar aplicacions de fertilitzants orgànics, ja que no es poden enterrar. Deixar el fertilitzant orgànic en superfície pot comportar la volatilització del 20% del nitrogen amoniacal present en el fertilitzant (volatilització que pot arribar fins a un 70% si les temperatures són altes i fa vent).

A més, les males olors són causa de malestar entre veïns. L'aplicació localitzada i/o l'enterratge el mateix dia de l'aplicació dels fertilitzants líquids evita les males olors associades a aquesta aplicació. La desodorització dels fertilitzants orgànics sòlids es pot aconseguir si es composten adequadament.

01.05 Bones pràctiques per minimitzar el risc epidemiològic de la fertilització orgànica

Una bona gestió dels fertilitzants orgànics pot minimitzar el risc epidemiològic de transmissió de malalties (Aujeszky, febre aftosa del boví, etc.) que es pot arribar a produir en aplicar dejeccions ramaderes, fangs de depuradora, compost, etc., al sòl.

En primer lloc, cal remarcar la importància de l'emmagatzematge de les dejeccions ramaderes, ja que, si és prou llarg (uns 4 mesos o més), redueix la càrrega inicial de microorganismes patògens de manera significativa. Alhora, una capacitat d'emmagatzematge prou gran permet aplicar les dejeccions al sòl en el moment en què els cultius les necessiten, minimitzant així les pèrdues de nutrients per rentatge en profunditat (lixiviació). Evitar l'aplicació de fertilitzants orgànics en dies de vent i incorporar-los al sòl també disminueix el risc de transmissió de malalties.

També cal destacar la capacitat d'higienització del sòl, que actua com a filtre depurador sempre que les dosis aplicades no siguin excessives i les condicions del sòl siguin les adequades per aplicar fertilitzants orgànics (Daudén, 2001).

Les garanties sanitàries que s'exigeixen a l'aplicació de productes orgànics al sòl van en augment (vegeu el Reial Decret 824/2005 de l'Estat espanyol, i el Decret núm. 97-1133 de França).

Els tractaments que permeten garantir una higienització dels productes orgànics són: el compostatge, la digestió aeròbia i l'anaeròbia termòfila, l'assecatge tèrmic i la pasteurització.

Ara bé, aquests tractaments només són efectius a partir d'una determinada temperatura i temps de retenció a què s'ha de sotmetre el producte (Ubach i Teira, 2005).

02 Planificació de la fertilització

La gestió correcta de la fertilització només és possible si es planifica amb la finalitat d'ajustar la dosi de fertilitzants a les necessitats i el moment d'aplicació.

Planificar vol dir escollir l'estratègia d'adobatge en funció del cultiu, de la collita que es pretén obtenir, i dels fertilitzants de què es disposa (realitzar un balanç de nutrients de l'explotació). Cal avaluar:

- la disponibilitat de nutrients procedents de fonts pròpies de l'explotació i
- la demanda de nutrients (segons la superfície dels cultius de l'explotació potencialment receptors de cada tipus de fertilitzants i les seves necessitats).

A més, la planificació de la fertilització de la parcel·la o de l'explotació ha de tenir en compte:

- la forma en què s'aplicarà l'adob (orgànica o mineral, líquida o sòlida, amb l'aigua de reg, en superfície o enterrada, etc.),
- les característiques dels sòls,
- els cultius i la fertilització de les campanyes anteriors i
- el cost dels fertilitzants.

Fertilitzar bé vol dir aportar només els nutrients que necessita el cultiu en el moment òptim per al màxim aprofitament per part de la planta i minimitzar les pèrdues incontrolades (ús eficient). L'ideal és que la planta disposi dels nutrients



FERTILITZAR BÉ VOL DIR APORTAR NOMÉS ELS NUTRIENTS QUE NECESSITA EL CULTIU EN EL MOMENT ÒPTIM PER AL MÀXIM APROFITAMENT PER PART DE LA PLANTA I MINIMITZAR LES PÈRDUES INCONTROLADES (ÚS EFICIENT).

Mesura de l'estat nutricional del panís mitjançant la mesura òptica del contingut de clorofil·la de les fulles (SPAD).
Foto: J. Lloveras, UdL.

quan les extraccions del cultiu són màximes i pugui utilitzar-los immediatament.

02.01 Disponibilitat de nutrients de l'explotació

Si l'explotació és estrictament agrícola, pot utilitzar els fems o purins d'una explotació ramadera propera o bé adquirir fertilitzants minerals per fertilitzar.

En una explotació ramadera es prioritza l'ús de fems i purins per fertilitzar. L'explotació disposa d'una quantitat de nutrients que es considera fixa (depèn del nombre d'animals), independentment del volum de dejeccions generat.

Si la disponibilitat de nutrients és alta, és aconsellable implantar, tant com sigui possible, cultius amb una alta demanda de nutrients per tal de gestionar millor el subproducte orgànic de l'explotació.

El balanç de nutrients de l'explotació ramadera (necessitats de nutrients-disponibilitat de nutrients) pot conduir a una o més d'aquestes situacions:

- adquirir nutrients d'altres fonts per poder cobrir les necessitats dels cultius,
- avaluar la capacitat d'emmagatzematge necessària per a una correcta gestió de les dejeccions i,
- en cas de necessitat, preveure altres formes de gestió d'aquests subproductes orgànics (minimitzar-los en origen, portar-los a una planta de tractament, etc.).

L'ús de les dejeccions com a adob implica disposar d'una capacitat d'emmagatzematge suficient d'acord amb el pla d'adobatge. En definitiva, s'han de poder aplicar els fertilitzants orgànics en el moment que els cultius els necessiten i amb la dosi adequada.

02.02 Demanda de nutrients (o necessitats) de cada parcel·la

Les necessitats de nutrients són funció del cultiu i de la seva eficiència d'absorció de nutrients, que no és mai del 100% (una gestió òptima en condicions òptimes pot arribar a assolir una eficiència -expressada com a índex de collita de nitrogen- propera al 60%).

Necessitats de nitrogen

Les necessitats de nitrogen de l'explotació corresponen a les necessitats del conjunt de parcel·les de l'explotació. Parcel·la a parcel·la, les necessitats de nitrogen es poden avaluar per diferents mètodes:

- el mètode del balanç de nitrogen (vegeu l'apartat següent)
- l'anàlisi de nitrats del sòl (mètode Nmin)
- la mesura òptica del contingut de clorofil·la de les fulles (Soil Plant Analysis Development, SPAD), entre d'altres.

El nitrogen és un element molt mòbil (l'ió nitrat es troba a la solució del sòl) i per tant la interpretació de l'anàlisi va lligada al moment en què s'ha realitzat. Per exemple: l'anàlisi de nitrats al sòl abans de sembrar permet establir un programa d'adobatge del cultiu i determinar la fracció de nitrogen que s'ha d'aplicar en fons (presembra).

Una anàlisi quan s'inicia el període de majors extraccions del cultiu permet afinar més la recomanació d'adobatge en cobertura. Aquests són els dos moments de l'any en què interessa fer l'anàlisi dels nitrats del sòl.

Les necessitats d'adobatge nitrogenat de la parcel·la corresponen a la diferència entre les extraccions del cultiu i el nitrogen disponible al sòl. És erroni pensar que cal aportar totes les extraccions de nitrogen del cultiu. Sovint, considerar el nitrogen disponible al sòl implica una reducció en el cost de fertilització del 50%.

Alguns mètodes complementaris per ajustar millor l'adobatge nitrogenat en cobertura són: l'anàlisi del contingut de nitrats a la base de la tija (és un bon indicador de la nutrició nitrogenada del cereal) i la mesura òptica del contingut de clorofil·la de les fulles (SPAD).

Necessitats de fòsfor i potassi

Tenint en compte el comportament del fòsfor i del potassi al sòl, l'única manera de conèixer les necessitats d'adobatge amb aquests nutrients és l'anàlisi de sòl. Els continguts d'aquests nutrients determinaran l'estratègia de fertilització fosfòrica i potàssica a seguir durant 3 a 4 anys, moment en què caldrà fer una nova anàlisi per continuar amb la mateixa estratègia de fertilització fosfòrica i potàssica es basa en la resposta dels cultius a l'adobatge i en corregir aquesta fertilitat del sòl.

Les taules d'interpretació dels continguts de fòsfor i potassi al sòl s'elaboren en base a la



Les lleguminoses com l'alfals no necessiten fertilització nitrogenada de manteniment. L'aportació de nitrogen l'any d'implantació del cultiu és necessària només si el contingut de nitrats del sòl és baix.
Foto: J.Lloveras, UdL-IRTA.



SOVINT, CONSIDERAR EL NITROGEN DISPONIBLE AL SÒL IMPLICA UNA REDUCCIÓ EN EL COST DE FERTILITZACIÓ DEL 50%.



Mostreig del sòl per a la determinació del contingut de nitrogen mineral. Foto: Secció d'Avaluació de Recursos Agraris, DARP

resposta dels cultius (Taula 1 i 2). És a dir, en sòls amb un contingut molt baix o baix de fòsfor o potassi l'estratègia de fertilització que cal adoptar va encaminada a cobrir les necessitats dels cultius i a restituir la fertilitat del sòl. En canvi, si el contingut és alt o molt alt, no hi ha resposta a la fertilització per part dels cultius i, per tant, es pot suspendre la fertilització temporalment.

02.03 Moment d'aplicació

L'estratègia de fertilització nitrogenada és diferent a la dels altres nutrients (perquè és molt més soluble). Es recomana aportar nitrogen just abans del moment en què el cultiu té una gran demanda d'aquest nutrient. El fraccionament de

l'adobat nitrogenat, doncs, és una bona pràctica per tal d'ajustar al màxim les aportacions a la demanda de nitrogen per part del cultiu.

Per al fòsfor i el potassi, es recomana fer una única aplicació (habitualment en fons). Si s'utilitzen productes orgànics, les aplicacions s'han de realitzar principalment en fons, tot i que alguns productes amb baix contingut en matèria orgànica (relació Carboni/Nitrogen-C/N-baixa; fertilitzants tipus 2 segons la normativa catalana) també es poden aplicar en cobertura. El nitrogen orgànic que contenen els productes orgànics necessita mineralitzar abans d'esdevenir disponible per al cultiu. Els productes amb una relació C/N alta mineralitzen més lentament que els altres.

En cereal d'hivern, per exemple, les aplicacions de fertilitzants orgànics es realitzaran com a màxim un mes abans de la sembra del cereal (entre els mesos de setembre i octubre).

Aplicacions anteriors a aquesta data no són recomanables, ja que el nitrogen que mineralitza pot ser rentat per les pluges de la tardor, sobretot si la relació C/N del producte és baixa. Aplicacions molt tardanes de productes amb una relació C/N alta tampoc no són eficients, ja que quan el cultiu necessita el nitrogen aquest encara no està disponible (encara no s'ha mineralitzat) (Figura 3).

S'ha de tenir en compte que l'aportació cal fer-la amb suficient antelació (el moment d'aplicació dels fertilitzants orgànics és anterior al dels minerals) i incorporar el producte al sòl el més aviat possible per tal d'augmentar l'eficiència del nitrogen.

Independentment del fertilitzant que s'utilitzi, l'aplicació d'adobs nitrogenats en cobertura es realitza més aviat a les zones amb poca disponibilitat d'aigua (secans àrids i semiàrids). En zones més frescals o de regadiu, on l'aigua és menys limitant, el moment d'aportació del nitrogen pot apropar-se més al moment de màxima demanda de nitrogen del cultiu i és recomanable fraccionar-ne més l'aplicació (2 cobertores) tot verificant que sigui necessària.

03 Balanç de nitrogen

El mètode del balanç de nitrogen consisteix a estimar les necessitats d'adobatge d'una parcel·la per satisfer les necessitats del cultiu, tenint en compte les aportacions de nitrogen per part del sòl (cal portar una comptabilitat del nitrogen del sòl).

Taula 1. Interpretació dels nivells de fòsfor assimilable del sòl (LAF, 1999. quadern de divulgació 12)

Contingut de P Olsen al sòl (ppm)	Interpretació del contingut de P del sòl
< 12	Baix
12 - 25	Normal
25 - 40	Alt
> 40	Molt Alt

Taula 2. Interpretació dels nivells de potassi del sòl (LAF, 1999. quadern de divulgació 12)

Contingut de K (1M AcONH ₄ , pH 7,0) al sòl (ppm)	Interpretació del contingut de K del sòl
< 125	Baix
125 - 250	Normal
250 - 375	Alt
> 375	Molt Alt

El mètode del balanç es basa en tres punts clau (Sió et al., sense data):

1. les necessitats de nitrogen de la parcel·la,
2. les aportacions de nitrogen per part del sòl,
3. l'eficiència en l'ús del nitrogen (percentatge del nitrogen disponible que el cultiu utilitza).

Les **necessitats de nitrogen de la parcel·la** es calculen en base a un rendiment objectiu realista (el rendiment mitjà de les cinc darreres campanyes). El rendiment es multiplica per les necessitats de nitrogen del cultiu (aquestes necessitats varien per a cada espècie vegetal).

El principi del mètode del balanç és aprofitar tot el nitrogen que aporta el sòl i realitzar aportacions de nitrogen només fins a cobrir les necessitats del cultiu (igualar el balanç a 0, eficiència màxima).

Les **aportacions de nitrogen per part del sòl** són: el nitrogen mineralitzat (N orgànic del sòl que passa a formes assimilables) durant la campanya anterior o bé durant la campanya actual (mineralització de l'humus), el nitrogen procedent d'adobats orgànics i minerals, el nitrogen degut a l'efecte de prats i lleguminoses anteriors i el nitrogen aportat mitjançant l'aigua de reg.

El nitrogen aportat pel propi sòl és important. Per exemple, el nitrogen que esdevé disponible per mineralització de la matèria orgànica del sòl està entre 50 kg N/ha i any en zones àrides de secà i 80 kg N/ha i any en secans frescals. En

les zones de regadiu aquesta xifra pot superar els 100 kg de N/ha i any.

La resta d'aportacions depenen de l'historial de maneig de la parcel·la. Només una part del nitrogen orgànic aportat amb fertilitzants orgànics s'aprofita el mateix any de l'aplicació, la resta s'aprofita els anys següents; per tant, cal considerar l'efecte residual d'aquestes aplicacions durant uns quants anys. Per exemple, una aplicació de 40 tones de fem de boví aporta aproximadament:

- 80 kg de N assimilable durant l'any de l'aplicació
- 27 kg de N l'any després al de l'aplicació
- 6 kg de N dos anys després del de l'aplicació i
- uns 3 kg de N/ha durant el tercer, quart i anys següents.

S'ha de considerar també que les lleguminoses alliberen nitrogen un cop s'ha aixecat el cultiu. Per exemple, un alfals establert durant més de 3 anys aporta les següents quantitats de nitrogen:

- 100 kg N/ha quan ha transcorregut menys d'un any des que es va aixecar l'alfals
- 120 kg N/ha quan ha transcorregut més d'un any, i
- 80 kg N/ha quan ja han transcorregut 2 anys.

El balanç també té en compte **l'eficiència d'utilització del nitrogen**. S'estimen les pèrdues

de nitrogen per rentatge segons la textura i la fondària del sòl i la pluviometria en els períodes en què el sòl està pràcticament nu o el cultiu no realitza extraccions. Els sòls més profunds i argilosos són els que presenten menys rentat.

És a dir, les aportacions de nitrogen per part del sòl són importants. Tenir-les en compte i adobar en el moment i la forma adequats permet estalviar adob, produir l'òptim i minimitzar les pèrdues incontrolades de nitrogen (màxima eficiència en l'ús dels adobs).

El mètode del balanç del nitrogen utilitza les millors estimacions possibles de les quantitats considerades, però no deixa de ser una estimació. Si es gestionen grans superfícies de cultiu (grans quantitats d'adob), és recomanable ajustar l'estimació del balanç amb l'anàlisi del nitrogen disponible al sòl en els moments d'adobatge.

03.01 Càlcul d'un pla d'adobatge a RuralCat

La web de RuralCat ofereix des de fa poc temps una eina que permet realitzar el càlcul d'un pla d'adobatge. L'eina proporciona a l'usuari la quantitat de fertilitzant que cal aportar en fons i en cobertura a cada parcel·la per als cultius: blat, ordi i panís (en aquesta primera versió de l'eina).

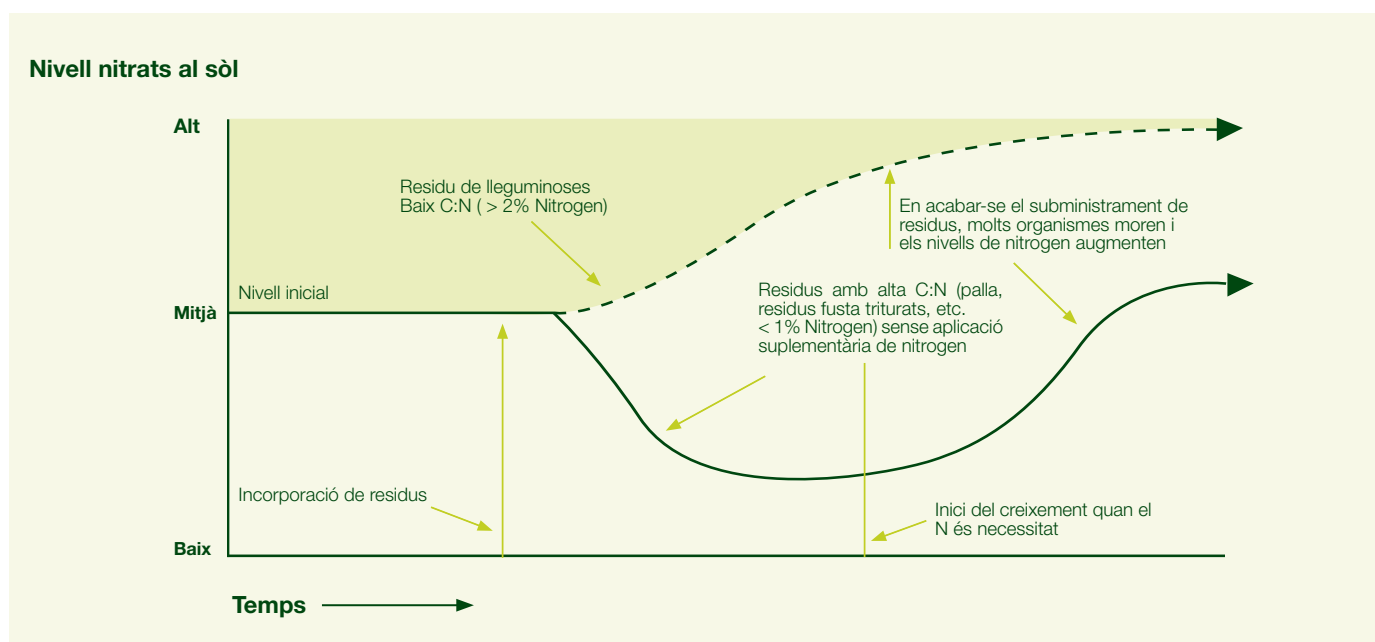


Figura 3. Efecte de la relació C/N dels residus sobre la disponibilitat de nitrats per al creixement de la planta (Manual del codi de bones pràctiques agràries: nitrogen, 2000. (Adaptat de Mafra, Ontario, 1994).

El càlcul d'aquest pla d'adobatge es basa en el mètode del balanç de nitrogen i també inclou la possibilitat de calcular les necessitats d'adobatge nitrogenat en base a l'anàlisi dels nitrats del sòl.

La utilització d'aquesta eina des del portal de RuralCat ofereix molts avantatges per a l'usuari. El més important és que l'usuari pot guardar l'historial de maneig de cada parcel·la per a posteriors consultes, modificar les dades i tornar a calcular les necessitats d'adobatge.

A més, si l'usuari accedeix al programa abans d'efectuar la cobertura, l'eina utilitza les dades meteorològiques de la xarxa agroclimàtica de Catalunya per calcular, amb dades reals, els nitrats rentats i ajustar les necessitats de cobertura si cal.

Bibliografia

- Bouwman, A. i Van Der Hoek, K., 1997. "Scenarios of animal waste production and fertilizer use and associated ammonia emission for the developing countries". *Atmospheric Environment*, 31: 4095-4102.
- Daudén Ibáñez, A., 2001. "Riesgos sanitarios asociados a la aplicación agrícola de residuos orgánicos". p. 213-228. En: J. Boixadera y M.R. Teira (eds.). *Aplicación agrícola de residuos orgánicos*. Edicions de la Universitat de Lleida, Lleida. 356 pp. ISBN: 84-8409-093-0.
- Directiva 2001/81/CE del Parlament europeu i del Consell, de 23 d'octubre de 2001, sobre "techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos". 27/11/2001 DOCE L 309/22.
- FAO (Food and Agriculture Organisation) and IFA (International Fertiliser Association). 2001. "Global estimates of gaseous emissions of NH₃, NO and N₂O from agricultural land". Roma, Itàlia. 106 pp.
- LAF (Laboratori d'anàlisi i fertilitat de sòls). 1999. "Notes sobre la utilització de purins d'origen porcí en sòls agrícoles". Quaderns de divulgació núm. 12. 26 pp.
- Moal, J.F., 1994. "Volatilisation de l'azote ammoniacal des

- lisiers après épandage. Quantification et étude des facteurs d'influence". Tesi doctoral, Universitat de Perpinyà, 230 pp.
- Porta, J., López-Acevedo, M. y Roquero, C., 1994. "Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 807 pp. ISBN: 84-7114-468-9.
- Sió, J., Serra, J., López, A., Boixadera, J. i Teixidor, N. Sense data. "Gestió de l'adobatge nitrogenat en el conreu dels cereals d'hivern". DARP, IRTA i Fundació Mas Badia. 8 pp.
- Soltner, D. 2001. "Bandes enherbées et autres dispositifs bocagers". Collection sciences et techniques agricoles. 23 pp. ISBN: 2-907710-21-4.
- Ubach N. i Teira M.R., 2005. "Requisitos para la higienización de productos orgánicos. Revisión bibliográfica". *Residuos*. 85: 78-89.

M. Rosa Teira Esmatges

Departament de Medi Ambient i Ciències del sòl. Universitat de Lleida.
rosa.teira@macs.udl.es

Núria Ubach Miró

Departament de Medi Ambient i Ciències del sòl. Universitat de Lleida.
nubach@macs.udl.es

LA FERTILITZACIÓ DELS CULTIUS EN SÒLS CALCARIS



Canal de desguàs amb característiques d'eutrofització per la presència excessiva de nutrients com el N i el P, el que provoca falta d'oxigen a les aigües, en una zona regada de la Vall de l'Ebre. Foto: JM. Villar.



Instal·lació de lisímetre de capil·laritat passiva a la zona regable del Canal d'Urgell per estudiar el rentat de nitrats. Foto: JM. Villar.

01 Introducció

És difícil quantificar els resultats de l'aportació de nutrients en la producció final agrícola. En països com els EUA i la Gran Bretanya, el percentatge mitjà de rendiment que s'atribueix als fertilitzants comercials es troba entre un 40 i un 60% (Stewart et al., 2005), percentatge també aplicable a les condicions de l'agricultura catalana.

A Europa, la seu experimental d'ús de fertilitzants més antiga és l'estació de Rothamsted

(Anglaterra). Des de l'any 1843, s'hi fan experiments continuats en blat, que permeten conèixer la contribució potencial de la fertilitat natural dels sòls, l'efecte de la fertilització continuada, la resposta dels cultius als fertilitzants comercials i l'evolució de la demanda de nutrients de les noves varietats obtingudes en processos de millora.

La millora de plantes al llarg del temps ha comportat que la resposta productiva dels cultius sigui superior i, en conseqüència, ha fet augmentar la demanda de nutrients.

Els fertilitzants comercials, els orgànics (fems, purins; composts...), la fertilitat natural del sòl (matèria orgànica, argiles) i la fixació biològica de N de l'atmosfera subministren els nutrients que necessiten les plantes. Gestionar la nutrició de les plantes implica optimitzar el retorn econòmic dels nutrients aplicats i minimitzar l'efecte contaminant, principalment sobre les aigües.

En aquest article es comenten alguns aspectes referents a l'ús de fertilitzants minerals per optimitzar la producció en sòls calcaris.

La fertilitat natural dels sòls, en la majoria dels casos, no és suficient. Les necessitats de nutrients varien molt segons el cultiu, els objectius productius, el sistema de producció i l'història de l'explotació. La utilització creixent de fertilitzants orgànics de diferents orígens i l'ús de fertilitzants minerals obliga els empresaris agraris a realitzar anàlisis de sòls i de planta per fer un seguiment acurat del seu pla de fertilització. El repte de futur és desenvolupar i implementar tecnologies que afavoreixin la productivitat dels cultius mantinguin la qualitat del sòl, de l'aigua i de l'aire. Aquest és un factor clau de sostenibilitat. En aquest sentit, és fonamental seguir les directrius que proposen els codis de bones pràctiques agràries.

Els elements essencials per al desenvolupament dels cultius són 17, dels quals 9 es classifiquen com a macronutrients i 8 com a micronutrients, segons si la seva concentració a la planta supera els 500 ppm o bé és inferior als 100 ppm. El nutrient més important, al qual els cultius responen amb més claredat, és el nitrogen.

Des d'un punt de vista de sostenibilitat, cal mantenir un equilibri entre les necessitats nutritives de les plantes i l'aplicació de fertilitzants. Quan les aplicacions de fertilitzants minerals o de tipus orgànic són superiors a les extraccions per part del cultiu es produeix, al cap del temps, una acumulació de nutrients en el sòl. Això implica augmentar el risc potencial de pèrdues de nutrients cap a les aigües, per drenatge o per erosió.

En els darrers anys, però, potser per la major sensibilització ambiental o per l'increment del preu dels fertilitzants, hi ha una tendència a reduir les dosis de fertilitzants. Una gestió adequada dels residus de la collita de panís permet gestionar produccions de l'ordre de 13-15 t/ha amb aplicacions com a màxim de 200-250 kg N/ha (vegeu Dossier Tècnic núm. 1). A principis dels anys 90 encara eren habituals aplicacions anuals de 350-400 kg N/ha en el cultiu de panís. En algunes zones de la vall de l'Ebre encara són habituals aquestes dosis, que no estan gens justificades. Treballs de modelització a llarg termini també ho corroboren (Villar et al., 1996). La primera conseqüència, a part del benefici econòmic, serà una disminució de la contaminació per N i P a les aigües. El paper de l'administració (DARP) mitjançant el codi de bones pràctiques agràries, la recerca experimental en l'ús de fertilitzants de centres com la UdL i l'IRTA i la gran quantitat d'informació generada pel LAF



LES ANÀLISIS DE SÒLS SÓN LA BASE PER FER UN CORRECTE ÚS DELS FERTILITZANTS, TANT MINERALS COM ORGÀNICS.

(vegeu Quaderns de divulgació) contribueixen en aquest procés. Les exportacions de nutrients per part dels diferents cultius s'han ajustat a la realitat i les recomanacions de fertilització dels cultius són més acurades.

Tanmateix, encara cal augmentar la sensibilització per aquest tema i millorar la informació i la formació dels productors. En aquest sentit, hi ha dues propostes que poden ser interessants. La primera és la formació d'agricultors, mitjançant cursos d'extensió universitària, que aporten una formació bàsica sobre els principis de la nutrició, els efectes sobre els cultius i el medi ambient i aspectes pràctics de la gestió de fertilitzants minerals i orgànics, especialment pel que fa a dosis d'aplicació, moment i tipus de fertilitzant. La segona, és formar tècnics especialitzats en fertilitat de sòls i nutrició de plantes, capaços de resoldre els problemes del sector.

02 Els sòls calcaris

Els sòls calcaris ocupen una superfície molt important de Catalunya. Es caracteritzen per la presència de carbonat càlcic (CaCO_3) en el seu perfil. Els cations predominants en el sòl són el Ca^{2+} i el Mg^{2+} . El pH dels sòls calcaris és bàsic. La reacció d'hidròlisi del CaCO_3 en el sòl dona un pH entre 7,2 i 8,5:



Quan la presència de carbonats de calci i de magnesi en el sòl és elevada, el pH predominant es troba entre 7,9 i 8,4. Aquest valor depèn de l'equilibri entre el CO_2 dissolt a la solució del sòl i la solubilitat del carbonat càlcic. La solució del sòl actua com una solució amortidora als canvis de pH. La capacitat neutralitzadora de l'acidesa ve donada per l'equació següent:



Primer reactor utilitzat per l'enginyer i químic Carl Bosch per fabricar amoníac (NH_3) l'any 1913. Necessari per fabricar tots els fertilitzants nitrogenats de síntesi. (BASF Limburgerhof, Alemanya). Foto: JM. Villar.

Per aquest motiu, es redueix molt l'efecte acidificant dels fertilitzants. La major part dels adobs nitrogenats que contenen amoni, com el sulfat amònic i el nitrat amònic, o adobs com la urea i el fosfat diamònic tenen una reacció de nitrificació àcida en el sòl. L'acidificació de la rizosfera per l'exsudació de protons (H^+) permet una certa solubilitat dels nutrients en contacte amb les arrels i n'afavoreix l'absorció.

El percentatge de saturació de bases d'un sòl calcari és del 100% i el catió predominant és el calci (Ca^{2+}). Valors d'alt pH superiors a 8,5 indiquen la presència de sodi (Na).

La productivitat dels sòls calcaris pot ser molt elevada en condicions de regadiu. En els sòls calcaris la disponibilitat d'alguns nutrients pot estar temporalment afectada, especialment alguns micronutrients i molt especialment el ferro (Fe), que es manifesta en símptomes de

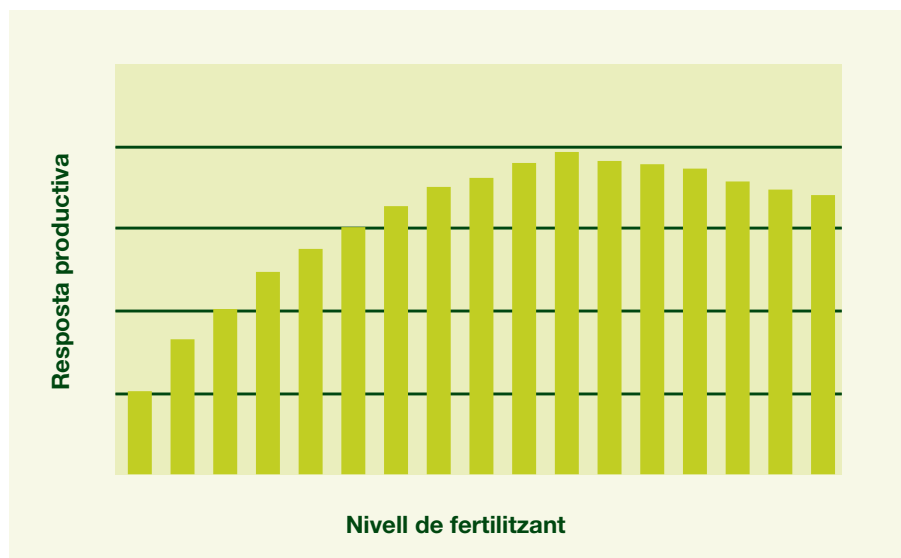


Figura 1. Resposta teòrica dels cultius a l'aplicació de fertilitzants.

clorosi a les fulles. La gestió dels fertilitzants requereix algunes mesures que es descriuen més endavant.

03 Les anàlisis de sòls

Les anàlisis de sòls són la base per fer un correcte ús dels fertilitzants, tant minerals com orgànics. S'utilitzen a tot el món, però cal tenir en compte alguns aspectes bàsics perquè siguin útils. Cal agafar les mostres de sòls de forma precisa, perquè siguin representatives, i un nombre de submostres que depèn de la grandària de la parcel·la. Els laboratoris d'anàlisis, o els consultors experts en fertilitat de sòls, assessoren en aquest sentit. Les anàlisis han de fer-se en un laboratori de qualitat contrastada, és a dir, que garanteixi els resultats analítics. La interpretació i les recomanacions sobre l'ús de fertilitzants que fan els laboratoris són més precises com més experiència tinguin a la zona d'actuació.

04 Fertilitzants

Els cultius necessiten minerals per a la seva nutrició i per aquest motiu s'utilitzen fertilitzants. Els fertilitzants són principalment productes naturals (com el clorur potàssic i el nitrat sòdic) o productes sintetitzats mitjançant algun procés industrial com per exemple el nitrat amònic o el fosfat diamònic, que contenen un o més dels nutrients establerts com a essencials. Els fertilitzants es poden presentar en forma sòlida (cristal·lina, en pols, granulada), líquida (solucions i suspensions) i gasosa. L'amoníac anhidre és un gas que es manté en forma líquida sota pressió.

Els criteris per escollir els fertilitzants més adequats són: les diferents propietats físiques i químiques d'aquests, el seu cost, la facilitat de la manipulació (com els granulats), o la facilitat de la barreja (urea amb clorur potàssic). Cal tenir en compte que el fosfat diamònic (DAP) i la urea no es poden barrejar, per la facilitat

en què es desprèn l'amoníac. Les propietats físiques d'algunes barreges, com el canvi en la humitat relativa crítica (humitat atmosfèrica per damunt de la qual una sal absorbeix aigua de l'atmosfera) del producte barrejat respecte a la dels material no barrejats, limiten aquesta pràctica.

La pràctica, cada cop més important, de la fertirrigació, sobretot en els nous regadius amb sistemes de reg a pressió, permet aplicar fertilitzants líquids com l'àcid fosfòric, dissolucions simples de N, de P o de K, dissolucions binàries de NP, NK o de PK i dissolucions triples de NPK amb riquesa variable. També s'utilitzen fertilitzants líquids amb micronutrients.

Les aplicacions foliar només estan justificades en casos greus de deficiència (K, Mg, B, Fe), ja que si són excessives poden esdevenir tòxiques.

En sòls calcaris cal tenir en compte algunes precaucions com són:

- Incorporació dintre del sòl dels fertilitzants nitrogenats per evitar pèrdues per volatilització d'amoníac. Per exemple, la reacció del sulfat amònic (21%N) aplicat en un sòl

Taula 1. Tipus de fertilitzants segons el Reglament (CE) 2003/2003. De la Unió Europea, de 13 d'octubre de 2003.

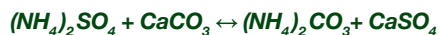
Tipus de fertilitzant	Característiques
Simple	Fertilitzant amb un contingut declarable d'un únic macro-nutrient principal. Tipus: Nitrogenat, Fosfatat, Potàssic
Compost	Fertilitzant obtingut químicament o per barreja o per una combinació d'ambdós, amb un contingut declarable d'almenys dos nutrients principals. NPK, NP, NK, PK
Complex	Adob compost obtingut mitjançant reacció química. En el seu estat sòlid cada granulat conté tots els nutrients en la seva composició declarada. NPK, NP, NK, PK
De barreja	Fertilitzant obtingut mitjançant la barreja en sec de diferents fertilitzants sense reacció química.
Foliar	Fertilitzant indicat per aplicar a les fulles d'un cultiu i absorció del nutrient a través de les fulles.
Líquid	Fertilitzant en suspensió o en solució. Solució (Fertilitzant líquid sense partícules sòlides) Suspensió (Fertilitzant en dues fases. Les partícules sòlides són mantingudes en suspensió en la fase líquida)
A l'engròs	Fertilitzant no envasat
Adobs inorgànics amb elements nutrients secundaris, Adobs inorgànics que contenen micronutrients, i que únicament contenen un micronutrient (B, Co, Cu, Fe, Ni, Mn, Mo, Zn)	

Taula 2. Aportació mitjana aproximada de diferents compostos en un m³ de purí, si considerem una densitat de 1.000 kg/ m³

Compost	1m ³	
	E	M
Mat. orgànica (kg)	46,1	28,9
N total (kg)	6,2	3,3
N orgànic (kg)	1,3	0,7
N amoniacal (kg)	4,8	2,6
Fòsfor (kg)	1,5	1,4
Potassi (kg)	4,4	1,9
Ferro (kg)	0,19	0,1
Coure (g)	40,2	19,2
Zinc (g)	85,2	73,5

E: purí d'engreix, amb una matèria seca del 7,1% M: purí de marese, amb una matèria seca del 4,9%

calcarí produeix carbonat amònic, molt ines-
table, que per hidròlisi proporciona amoníac
(gas que es perd a l'atmosfera):



- En el cas dels fòsfor, es recomana fertilitzants granulats enlloc dels que tenen una presentació en pols. Si el sòl té un contingut molt baix de P són recomanables les aplicacions al sòl en bandes. Cal recordar que la capacitat de precipitació dels fosfats en

sòls calcaris no és infinita i quan s'aplica fòsfor en excés fins i tot hi ha un moviment dintre del sòl.

- L'anió bicarbonat (HCO_3^-) redueix l'absorció del ferro per part de les arrels i impedeix la translocació des les arrels a les fulles. La paradoxa de la clorosi fèrrica es refereix a la presència de continguts alts de Fe en fulla i manifestació de clorosis. Per això, se suposa que el Fe està inactiu, encara que els mecanismes d'actuació avui en dia no estan clars. L'aplicació de quelats de ferro (principalment del tipus Fe-EDDHA) és molt efectiva. Hi ha condicions ambientals

(pluja) i de gestió (reg i aplicació de residus orgànics) que accentuen el problema. En el cas de la vinya i altres espècies arbòries, el portaempelt té un paper molt important davant els problemes de clorosi fèrrica. En el cas d'altres plantes cultivades, també hi ha diferències entre varietats quant a l'aparició de clorosi fèrrica.

- Les carències d'alguns nutrients com el Zn i el Mn no sempre són fàcils de diagnosticar. No és recomanable fer tractaments si no ni ha una justificació clara. A més, tal com s'ha indicat, els petits canvis en el pH a la rizosfera, és a dir, al voltant de les arrels, permet augmentar la mobilització d'aquests elements.
- Els fertilitzants de reacció àcida en el sòl són preferibles a l'hora d'escollir un fertilitzant en sòls calcaris.

Si el sòl no té capacitat de subministrar els nutrients que el cultiu necessita, aquest respon ràpidament a l'aplicació de fertilitzants tal com mostra la figura núm 1. L'increment de resposta disminueix quan la quantitat de fertilitzant augmenta (*principi de la llei dels rendiments decreixents*) fins que s'obté la màxima producció. A partir d'aquest punt els increments de fertilitzants poden fer disminuir el rendiment del cultiu, segons l'espècie.

A la Unió Europea, els fertilitzants han de reunir determinades característiques tècniques. Els fertilitzants, anomenats adobs CE, estan legislats pel Reglament 2003/2003. Els adobs que no es consideren adobs CE es regulen des de cada estat membre. A l'Estat espanyol, el Reial decret



EL BALANÇ DE NUTRIENTS
ÉS EXCESSIU QUAN LES
EXTRACCIONS DE LA PARCEL·LA
SÓN INFERIORS A LES
APORTACIONS I, A L'INREVÉS,
EL BALANÇ ÉS NEGATIU QUAN
LES EXTRACCIONS SÓN
SUPERIORS A LA QUANTITAT DE
NUTRIENTS SUBMINISTRADA.



Formes comercials del nitrosulfat amònic (26% N) amb (esquerra) i sense (dreta) inhibidor de la nitrificació. Foto: JM. Villar.

Taula 3. Alguns efectes d'un excès de nutrients, en el sòl o en els teixits de les plantes.

Cultiu	Efectes sobre la producció i la qualitat
Olivera	Una fertilització excessiva de nitrogen produeix una disminució de la qualitat sensorial de l'oli
Vinya (segons varietats)	Un excés de N tendeix a produir un elevat creixement vegetatiu que afecta el rendiment de raïm i sobretot la qualitat del vi (composts fenòlics, color, compostos nitrogenats, qualitat organolèptica). Un excés de K provoca la disminució de l'acidesa del most. Un excés de K afecta l'absorció de Mg. Un excés de B produeix necrosi.
Pomera	Un excés de N produeix un creixement de brots excessiu, baixa qualitat del fruit per ser emmagatzemat i major susceptibilitat a algunes malalties (com el foc bacterià). També s'ha relacionat amb l'aparició de "russeting" en algunes varietats. Un excés de N, K i Mg afavoreixen la depressió amarga o bitter pit. L'excés de P afavoreix deficiències de Zn i de Cu. L'excés de K afavoreix en alguns casos deficiències de Mg i de Ca. L'excés de Mg també afavoreix la deficiència de Ca. L'excés de B provoca defoliacions i caiguda de fruits.
Espinacs, enciams, bledes i endívies	Tendència a acumular un excés de nitrats a les fulles quan la disponibilitat de N és molt alta.
Patata	Un excés de disponibilitat de nitrogen afavoreix el desenvolupament vegetatiu i perjudica el creixement i desenvolupament del tubercle.
Cereals d'hivern	En condicions de secà, un excés de N pot agreujar els efectes d'una sequera. Un excés de N pot provocar ajaçament ("encamado"). Un excés de B en l'aigua de reg provoca disminucions en el rendiment de blat.
Panís	Un excés de P pot induir deficiències de Zn en planta.

824/2005, de 8 de juliol, sobre productes fertilitzants, defineix i tipifica els productes fertilitzants diferents dels adobs CE.

Entre ells, hi ha un annex dedicat als adobs orgànics. La taula núm. 1 indica els diferents tipus de fertilitzants d'acord amb la recent reglamentació de la Unió Europea.

Entre el avenços en el camp dels fertilitzants destaca la nova generació de productes anomenats ecofertilitzants pels avantatges davant el medi ambient. Entre aquests, cal remarcar l'inhibidor de la nitrificació 3,4 dimetilpirazol fosfat (conegut amb les sigles DMPP) que es comercialitza com a fertilitzant ENTEC des de l'any 1999. El DMPP ha estat patentat per l'empresa alemanya BASF (Conrad, 2000). Els avantatges sobre l'eficiència en l'ús del nitrogen (Guillaumes i Villar, 2004) poden justificar la seva utilització en determinades ocasions, si bé el preu final de mercat és el que en condicionarà la generalització en la pràctica agrícola.

05 Fertilitzants i productes orgànics

Els adobs orgànics són subproductes obtinguts en el processament de substàncies animals o vegetals que contenen una quantitat suficient de nutrients per tenir un valor fertilitzant (SSSA, 2001). Si s'utilitzen de manera adequada, a part de subministrar nutrients, presenten alts beneficis en els sòls. Però aquests efectes són molt variables segons el material orgànic, la dosi, el moment d'aplicació i sobre tot el sòl que els rep.

Cal tenir en compte els aspectes següents, entre altres:

- El N orgànic ha de "mineralitzar-se" a nitrat i amoni. Per això, cal tenir molt present l'efecte residual, superior a l'any.
- Per caracteritzar un fertilitzant orgànic convé utilitzar la relació carboni-nitrogen (C/N). Els purins, per exemple, tenen valor com a fertilitzants, ja que contenen nutrients, però no poden considerar-se esmena orgànica per la baixa relació C/N.

- La relació crítica que separa els materials rics en N dels materials pobres en N és una C/N = 25. (Es correspon amb una concentració de l'1,6% de N en la matèria seca del fertilitzant).
- El procés que afecta els materials rics en carboni és la immobilització. Alguns productes orgànics es poden enriquir amb minerals, afegint-hi roca fosfatada, per exemple.

A part dels adobs orgànics regulats al Reial decret 824/2005, s'utilitzen altres materials orgànics com a residus ramaders (purins de porc, fems), residus de la indústria de la pesca, de la càrnia, de les plantes de tractament d'aigües residuals (llocs o fangs d'estacions de depuració (EDAR)), residus sòlids urbans (RSU) i residus de les indústries de transformació de productes agraris.

Principals criteris de selecció de fertilitzants orgànics:

- Concentració de nutrients (macronutrients i micronutrients)
- Preu



Cultiu de tomàquet sense sòl, on tots els nutrients són subministrats a través d'una solució nutritiva. Foto: JM. Villar.

- Rapidesa en el subministrament de nutrients
- Contingut en sals
- Reacció àcida o alcalina
- Olor del material
- Contingut de metalls

La taula 2, a tall d'exemple, mostra l'aportació mitjana de nutrients dels purins de porc, molt utilitzats a Catalunya. La riquesa en nutrients dels purins, encara que molt variable en funció del contingut d'aigua, contribueix de forma ràpida en la nutrició dels cultius. Tanmateix, cal tenir en compte els aspectes negatius que comporta un ús abusiu d'aquests (desequilibri de nutrients, acumulació en el sòl d'alguns nutrients, salinització...) i una mala gestió, per exemple si no s'enterren (olors, contaminació de l'ambient...).

06 Efectes negatius d'una fertilització excessiva

La resposta dels cultius, moltes vegades espectacular, a la fertilització fa que aquesta es consideri com una pràctica generalitzada, però no sempre és recomanable. Fertilitzar és un recurs efectiu per solucionar deficiències dels cultius, quan hi ha necessitats reals de nutrients. Però moltes vegades es prova de solucionar, erròniament, amb l'aplicació de fertilitzants, altres tipus de problemes, com els derivats de la falta o de l'excés d'aigua. Se'n troba molts exemples en explotacions de secà o de regadiu, i en diferents tipus de cultius, tant herbacis com arboris; això

s'explica per un deficient coneixement agronòmic. Els efectes d'una aplicació innecessària de fertilitzants sovint empitjoren la situació i sempre incrementen el cost de producció.

El problema és especialment greu en fructicultura, amb extraccions nutritives més baixes, on l'efecte dels desequilibris entre nutrients es manifesta més clarament, afecta la producció i sobretot la qualitat del producte. Alguns exemples sobre l'efecte d'una fertilització excessiva es mostren a la taula núm. 3.

El balanç de nutrients és excessiu quan les extraccions de la parcel·la són inferiors a les aportacions i, a l'inrevés, el balanç és negatiu quan les extraccions són superiors a la quantitat de nutrients subministrada. Per fer un seguiment exhaustiu, precís i econòmic del balanç de nutrients cal analitzar els sòls, almenys cada tres anys.

Bibliografia

- Conrad, J., 2000: "Eco-efficient Fertilizers: an environmental innovation organised by a corporation and promoted by technology policy". *Forschungsstell für Umweltpolitik-report 00-03*. Frei Universität Berlin, Germany.
- Guillaumes E.; Villar J.M. 2004: "Effects of DMPP on growth and chemical composition of Ryegrass (*lolium perenne* L.) raised on calcareous soil". *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2 (4), 588-596.
- Real Decreto 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes. BOE núm. 171. De 19 de julio de 2005.
- Reglamento (CE) nº 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, relativo a los abonos.



A LA UNIÓ EUROPEA, ELS FERTILITZANTS HAN DE REUNIR DETERMINADES CARACTERÍSTIQUES TÈCNiques. ELS FERTILITZANTS, ANOMENATS ADOBS CE, ESTAN LEGISLATS PEL REGLAMENT 2003/2003. ELS ADOBS QUE NO ES CONSIDEREN ADOBS CE, ES REGULEN DES DE CADA ESTAT MEMBRE.

Diario Oficial de la Unión europea. (21.11.2003)

Soil Science Society of America. 2001: *Glossary of Soil Science Terms*. Madison, WI USA.

- Stewart, W.M., Dobb D.W., Johnston, A.E., Dmyth, T.J. 2005: "The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production".

Agron. J. 97: 1-6.

- Villar, P., Stockle, C., Villar, J.M., Pérez, P., Rosell, J.I. and Castellví. 1996: "Long-term evaluation of corn yield and nitrogen leaching in the irrigated area of the Urgell's Channel, Spain".

European Society of Agronomy. 4th Congress. Wageningen. The Netherlands. 7-11 July. Book of Abstracts. 388-389.

Josep M. Villar Mir

Catedràtic d'Universitat. Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl. Universitat de Lleida.

jmvillar@macs.udl.es

ELS CULTIUS CAPTADORS DE NITROGEN: UNA BONA PRÀCTICA AGRÍCOLA PER MINIMITZAR EL RENTATGE DE NITRAT DEL SÒL EN CULTIUS EXTENSIUS



Espècies usades com cultiu captador de N d'hivern: pèsol (esquerra), mostassa blanca (mig) i senigrecs (dreta). Fotos: A. Roselló i F. Domingo.

01 Introducció

El nitrogen (N) es troba en el sòl com a N orgànic, que forma part de la matèria orgànica del sòl, i com a N mineral. El N mineral és majoritàriament N nítric (nitrat), però també es poden trobar altres formes, p.ex., N amoniacal (amoni). El N de la matèria orgànica del sòl, o dels materials orgànics (fems, purins, fangs...) que s'hi aporten, es transforma lentament en N nítric (procés de mineralització). En canvi, el N que s'aporta amb els adobs minerals, o bé ja és N nítric (nitrat) o s'hi transforma ràpidament.

El nitrat és la forma de N que més absorbeixen les plantes, tot i que també poden absorbir amoni. Encara que s'absorbeixi com a nitrat, el N que usen els cultius prové sobretot de la matèria orgànica del sòl, dels materials orgànics d'origen ramader (fems, purins...) que s'apliquen o s'han aplicat en anys anteriors, dels residus orgànics de certes activitats industrials i d'origen urbà (fangs de depuradora, aigües residuals regenerades...), de l'aigua de reg amb una concentració important de N nítric i, finalment, del

que s'aporta o s'ha aplicat en forma d'adobs minerals.

Per tal que la nutrició dels cultius i l'absorció de N per la planta siguin adequades, cal que el sòl contingui nitrat i que la planta tingui N disponible. Al final del seu cicle, els cultius, en general, deixen d'absorbir N i el N nítric que no han utilitzat queda al sòl (N romanent en el sòl). La quantitat de N nítric romanent en el sòl pot ser molt alta, especialment quan la gestió de l'adobat dels cultius no és acurada, quan s'apliquen quantitats excessives de dejeccions ramaderes, etc. A més, el procés natural de mineralització de la matèria orgànica del sòl i dels adobs orgànics que s'apliquen no s'atura i continua produint-se nitrat. Per tant, en els períodes que no hi ha cultiu que absorbeixi el nitrat, aquest es pot acumular en el sòl.

El nitrat, però, és també la forma de N que es pot rentar fora de la zona que poden explorar les arrels dels cultius i que contribueix a la contaminació de l'aigua subterrània (el N que es troba com N orgànic o N amoniacal no es pot rentar,

en general). Mentre el nitrat es troba dins la fondària explorable per les arrels dels cultius, no es considera que s'hagi rentat. Com més profund es trobi dins aquesta zona arrelable, major serà el risc que es renti. El risc de rentat de nitrat fora de la zona on poden arribar les arrels dels cultius és més alt quan major és la quantitat de nitrat acumulat al sòl, quan es produeixen pluges (o regs) importants o quan els sòls tenen poca capacitat de retenir l'aigua (p.ex., sòls arenosos) o són poc profunds.

Els cultius captadors de N (CCN) són, en aquest context, una eina més que es pot usar per millorar la gestió del N a l'agricultura. En cap cas no poden substituir, però sí complementar, altres eines com l'aplicació raonada d'adobs orgànics i minerals, un adequat plantejament de la rotació de cultius, etc.

02 Què és un cultiu captador de nitrogen?

És un cultiu de creixement ràpid que s'intercala entre els cultius principals de la rotació (habi-



PER TAL QUE LA NUTRICIÓ DELS CULTIUS I L'ABSORCIÓ DE N PER LA PLANTA SIGUIN ADEQUADES, CAL QUE EL SÒL CONTINGUI NITRAT I QUE LA PLANTA TINGUI NITROGEN DISPONIBLE.



Implantació inicial d'un cultiu captador de N de civada (dalt esquerra) i colza farratgera (dreta) sembrat a dojo sobre rostoll de blat de moro sense treball del sòl al Baix Empordà. Fotos: A. Roselló.

tualment extensius). S'utilitza per absorbir el nitrat que hi ha al sòl disminuint-ne el rentatge, i s'enterra abans d'arribar a l'estadi de floració o just iniciada aquesta, abans de començar a preparar el terreny per al cultiu següent.

Entenem, per tant, per cultiu captador de N el que:

- Es fa créixer en les èpoques en què no hi ha cultiu principal instal·lat en la parcel·la,
- té com objectiu extreure el N nítric del sòl i evitar-ne el rentatge en el cas de pluges i
- un cop complert aquest objectiu, s'enterra perquè en descompondre's posi a disposició del següent cultiu el N que ha absorbit.

Així, doncs, aquest cultiu:

- **No es fertilitza** (no s'adoba). Els nutrients que absorbeix són els que conté el sòl (romanent al final del cultiu anterior o mineralitzat posteriorment).
- **El N que extreu no desapareix**. Se n'evita la pèrdua i estarà disponible més endavant, per al cultiu posterior. Per tant, en planificar l'adobat del següent cultiu cal tenir-ho en compte.
- **No se'n treu profit econòmic directe**. Encara que, de forma indirecta, permet estalviar en la fertilització del cultiu següent. En alguns casos, en condicions d'un excés de nutrients en la parcel·la, se'n pot fer un aprofitament farratger per tal d'extreure el N excedentari del sistema, si el cultiu ho permet.

El cultiu captador contribueix, doncs, a millorar la gestió del N en la parcel·la. Capta les formes de N disponibles al sòl (principalment N nítric) i les incorpora als seus teixits quan hi ha més risc de ser rentades, és a dir, quan no hi ha cultiu en la parcel·la i es pot produir drenatge d'aigua per sota de la zona radicular a causa

de pluges abundants. Després, en enterrar el cultiu, que es descompon, les molècules orgàniques es mineralitzen i el N captat queda a disposició del següent cultiu en un moment en què aquest el necessita i, en la major part dels casos, en un període en què el risc de rentatge de nitrat és baix.

Exemples

- **És un cultiu captador de N:** una gramínia (blat, ordi, civada, raigràs...) sembrada després d'un cultiu de pèsol, a la qual no s'aplica cap tipus d'adob (dejeccions ramaderes, fangs de depuradora, adob mineral...) i que es destrueix abans de sembrar el cultiu de blat de moro següent.
- **No és un cultiu captador de N:** un cultiu de raigràs que creix entre dos cultius de blat de moro, al qual s'ha aplicat adob (p.ex., fems o purins) i que s'aprofita per a farratge.

El fet d'establir cobertes vegetals en els períodes sense cultiu no és exclusiu dels cultius captadors de N. Tradicionalment s'han sembrat lleguminoses (veces, senigrecs...) per enterrar-les quan arriben a l'estadi de floració i realitzar el que s'anomena adobat en verd. Aquests cultius, però, no tenen com a objectiu extreure el nitrat del sòl i evitar-ne el rentatge, sinó captar el N atmosfèric i així enriquir el sòl en N. És una tècnica que se sol utilitzar en situacions de poca disponibilitat de N en el sistema. D'altra banda, es poden establir cobertes vegetals (cultius intermediaris, intercalars, etc.) en els períodes en què no hi ha cultiu principal instal·lat, amb

objectius diferents al de capturar N, p.ex.: evitar l'erosió del sòl.

Un cultiu captador de N pot tenir altres finalitats a part d'evitar el rentatge de nitrat del sòl. En tot cas, però, se n'ha de compatibilitzar l'ús, els objectius i el maneig de forma adequada. A llarg termini, establir una coberta vegetal i enterrar-la després pot aportar altres beneficis, p.ex: increment del contingut de matèria orgànica del sòl, millora de l'estructura del sòl, increment de la capacitat de retenció d'humitat, millora del drenatge en sòls compactats, allotjament per a insectes i fauna útil, etc.

03 Quan cal implantar un cultiu captador de nitrogen?

Els cultius captadors de N, doncs, s'utilitzen per millorar la gestió del N, sobretot en cultius extensius, i estan molt indicats quan el risc de rentatge de nitrat és elevat. Malgrat tot, hi pot haver limitacions que condicionin el seu ús en àmplies zones del territori. El factor més limitant és la sequera o manca d'humitat al sòl, que impedeix una correcta naixença i un creixement adequat dels cultius captadors, especialment a l'estiu. De tota manera, aquests cultius poden tenir sentit en moltes situacions.

Taula 1. Exemples de seqüències de cultius en una rotació de cultius extensius anuals i durada del període sense cultiu, en condicions mediterrànies.

Seqüència de cultius		Període sense cultiu	
Cultiu anterior	Cultiu posterior	Mesos	Nre. de mesos
Cereal d'hivern	Cereal d'hivern o altres cultius d'hivern	juliol a octubre-novembre	4-5
	Blat de moro	juliol a febrer-març	8-9
	Gira-sol o altres cultius de sembra similar	juliol a gener	7
Blat de moro	Cereal d'hivern o altres cultius d'hivern	octubre a novembre	1-2
	Blat de moro	octubre a febrer-març	5-6
	Gira-sol o altres cultius de sembra similar	octubre a gener	4
Pèsol - Favó	Cereal d'hivern o altres cultius d'hivern	juliol a octubre-novembre	4-5
	Blat de moro	juliol a febrer-març	8-9
	Gira-sol o altres cultius de sembra similar	juliol a gener	7

Els cultius captadors de N han de créixer i extreure N del sòl quan no hi ha cap cultiu principal de la rotació en la parcel·la. I a més han de fer-ho abans que ocorrin pluges capaces de provocar rentatges, per tal d'evitar-los. Té sentit, per tant, implantar-los **en períodes sense cultius principals i amb risc que es produeixin rentatges** de N nítric del sòl. Preferentment, aquests cultius han de créixer i extreure el nitrat del sòl abans que es produeixin les pluges que puguin rentar-lo.

La Taula 1 mostra els **períodes en què**, en general, **el sòl no disposa d'una coberta** en creixement, per diverses seqüències de cultius en una rotació de conreus extensius anuals. En mostra alguns exemples tot i que, a la pràctica, caldria definir-los de forma més precisa per diferents zones o tipus de maneig.

Els períodes sense cultiu tenen una durada entre 1-2 mesos i 8-9 mesos. El període entre la collita d'un cultiu de blat de moro per a gra i la sembra d'un cereal o un altre cultiu d'hivern depèn del moment de collita i de sembra, però se situa, en general, entre 1 i 2 mesos entre octubre i novembre. En aquest període resulta poc adient establir un cultiu captador de N, ja que, malgrat l'elevat risc de pluges abundants, el cultiu captador de N no pot créixer prou per capturar una quantitat suficient de N del sòl. La resta de períodes que figuren a la taula, però, tenen una durada de més de **quatre mesos i són suficientment llargs per plantejar l'establiment d'un d'aquests cultius**, malgrat que, en certes zones especialment àrides, la manca d'humitat al sòl a l'estiu pot limitar-ne el creixement i, per tant, en aquests llocs la durada efectiva del període de creixement d'un cultiu

captador de N pot ser menor. En tot cas, a la pràctica s'han de definir aquests períodes de forma més precisa en cada situació.

El **risc de produir-se rentatge de nitrats** fora de la zona radicular depèn de diversos factors, relatius a condicions molt locals, entre els quals destaquen la probabilitat **d'episodis de pluges abundants**, la **capacitat del sòl per retenir aigua** i el **contingut de N mineral** del sòl. El primer depèn de les característiques climàtiques de cada zona i període. El segon està relacionat amb la fondària arrelable, textura i pedregositat del sòl i pot variar molt entre parcel·les i dins la mateixa parcel·la. Aquesta informació, però, està disponible en el Mapa de Sòls de Catalunya (1:25000) en bona part de les zones agrícoles de Catalunya (DARP, 2004). Finalment, el contingut de N mineral del sòl depèn del maneig de la fertilització orgànica i mineral que es dugui a terme i del moment de l'any.

Exemples

- En una seqüència de cultius de cereal d'hivern (p.ex.: blat-ordi), serà més interessant implantar un cultiu captador de N en l'intercultiu (juliol-octubre) en una zona amb elevada probabilitat de pluja durant l'estiu-inici de tardor (p.ex.: Garrotxa, Solsonès) que en una zona on la probabilitat de pluja en aquest període sigui molt baixa (p.ex.: Garrigues, Segrià). En aquest últim cas, la baixa precipitació estival condiciona molt la implantació de qualsevol cultiu.
- En llocs on s'espera poca pluja en l'intercultiu té sentit implantar un cultiu captador de N quan el sòl és de menys de 50 cm i no en té tant quan és molt profund (p.ex.: més de 100 cm), ja que el risc de rentatge de nitrats és més alt en el sòl poc profund.
- En rotacions de cultius on s'apliquen quantitats elevades de N (adob mineral, dejeccions ramaderes, fangs de depuradora), p.ex.: sistemes de regadiu, pot ser més necessari implantar cultius captadors de N que en sistemes on les entrades de N són menors, p.ex.: sistemes de secà sense ramaderia; en els primers el risc de rentatge de nitrats és més elevat, ja que hi ha una major quantitat de nitrogen en circulació.

04 Quines característiques ha de tenir un cultiu captador de nitrogen?

Totes les plantes, en créixer, agafen N del sòl i, en incorporar-lo al seu organisme, eviten que es pugui perdre per rentatge en cas de pluges importants o regs que provoquin drenatge. Però, un cultiu que s'implanta amb l'objectiu específic de captar N i evitar rentatge de nitrat del sòl, cal que tingui una sèrie de característiques que el facin el més eficaç possible:

- **Capacitat de creixement ràpid.** En un període relativament curt ha de ser capaç de produir una quantitat de biomassa elevada, per tal de captar la major quantitat de N possible.
- **Sistema radicular dens i profund.** Una elevada densitat de longitud radicular permet explorar el sòl de forma més homogènia i eficaç. En explorar horitzons de sòl més profunds es pot evitar el rentatge de N de les parts del sòl amb més risc de perdre N nítric fora de la zona d'exploració dels cultius principals.
- **Contingut elevat de N** en els teixits. Les espècies que de forma natural tenen un contingut de N més elevat en els seus teixits són capaces de captar més N per una mateixa producció de biomassa. Tenen, per tant, una major capacitat d'extracció de N.
- **Adaptació per al creixement durant el període entre cultius principals.** El cicle de desenvolupament del cultiu s'ha d'adaptar al període en què ha de créixer la biomassa i extraure N. Es pot parlar de cultius captadors de N d'hivern i cultius captadors de N d'estiu. En general, a l'estiu es requeriran cultius adaptats a condicions de sequera i temperatures elevades, i a l'hivern espècies resistents i adaptades a temperatures baixes i gelades.

En definitiva, les espècies o varietats més idònies per ser utilitzades com a cultius captadors de N són aquelles que, en l'època en què han de créixer, són capaces d'extreure la major quantitat possible de N del sòl. En general, tot i que no sempre, s'adapten millor a aquestes característiques els cultius que habitualment s'aprofiten per a farratge.

L'existència d'una coberta immediatament abans de sembrar un cultiu principal de la rotació pot influir, també, en el desenvolupament d'aquest últim. El consum d'aigua per part de la coberta vegetal pot assecar el sòl i condicionar la sembra del cultiu següent si no es disposa d'un subministrament segur d'aigua. La influència d'una determinada espècie en el desenvolupament d'adventícies, plagues o malalties en el cultiu principal s'ha de tenir en compte en el moment d'escollir l'espècie de cultiu captador de N a implantar i en decidir el maneig del cultiu que es realitzi.

Però on l'existència d'un cultiu captador de N incideix de forma més clara és en la dinàmica del N que es produeix un cop enterratge i durant el desenvolupament del cultiu comercial següent. Aquesta dinàmica dependrà, per determinades condicions del medi, de la facilitat de descomposició del residu que s'enterrí (relacionat amb la relació C/N del cultiu), del moment d'enterratge del cultiu i de la biomassa produïda pel cultiu captador de N.



Espècie usada com cultiu captador de N d'hivern: facèlia. Foto: A. Roselló i F. Domingo.

Exemple

- La probabilitat de pluges primaverals suficients és molt alta a la Garrotxa i pot permetre una sembra adequada del blat de moro, fins i tot després d'un cultiu captador de N que assequi el sòl, malgrat la irregularitat interanual de les pluges existent.

- Similarment, als regadius de Lleida, el dessecament del sòl provocat per un cultiu captador de N que s'hagi desenvolupat durant la tardor i l'hivern, no condicionarà el cultiu de panís següent, ja que normalment es rega abans de preparar el terreny per a la sembra.

En assaigs realitzats al Baix Empordà es constata que el creixement del blat de moro en els estadis inicials (fins a 8 fulles desenvolupades) és major i l'estat nutricional del cultiu (Figura 1) és millor després d'un cultiu de colza farratgera que després d'un cultiu de civada, utilitzats com a cultius captadors de N, fet que s'explica per una major velocitat de descomposició de la planta de colza enterrada que de la civada i que comporta una major disponibilitat de N durant els primers estadis de desenvolupament del blat de moro.

Per contra, en el mateix assaig, la producció final del blat de moro (Figura 1) ha estat superior després del cultiu de civada que del de colza farratgera. Això indica, en aquest cas, que el N absorbit pel cultiu de civada s'ha alliberat en el sòl més tard, quan les necessitats en N del blat de moro eren superiors, del que ho ha fet el captat per la colza farratgera. Per al cas de la civada, el cultiu es troba en unes condicions menys limitants.



TOTES LES PLANTES, EN CRÉIXER, AGAFEN N DEL SÒL I, EN INCORPORAR-LO AL SEU ORGANISME, EVITEN QUE ES PUGUI PERDRE PER RENTATGE EN CAS DE PLUGES IMPORTANTS O REGS QUE PROVOQUIN DRENATGE.

Resposta del blat de moro a diferents cultius captadors de N

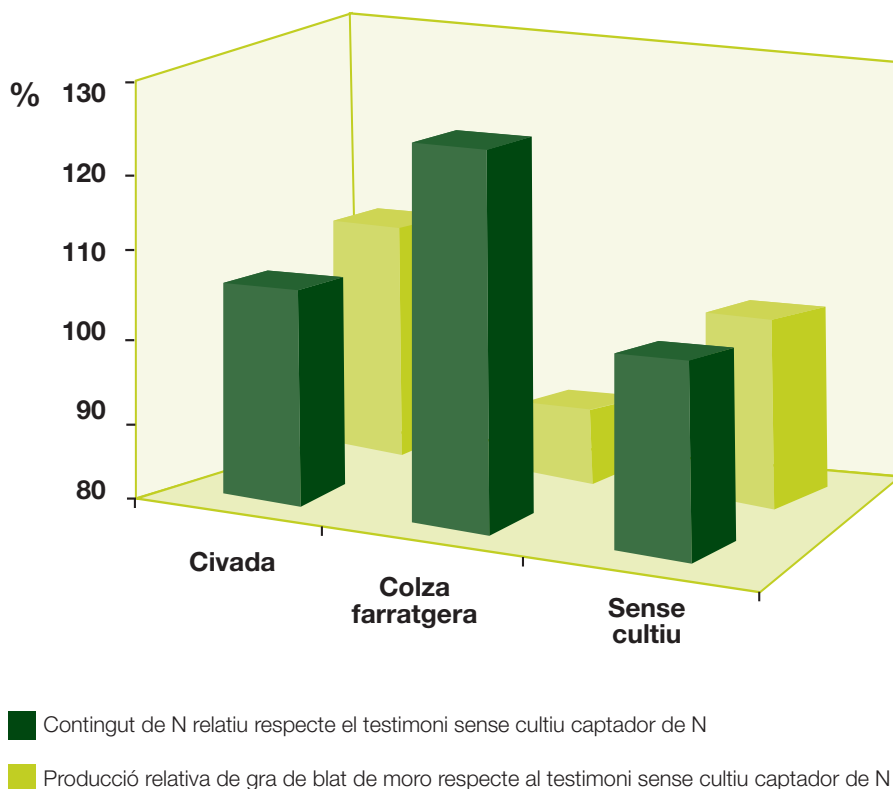


Figura 1. Contingut de N relatiu en l'estadi de 8 fulles desenvolupades i producció relativa de gra de blat de moro, respecte el maneig sense cultiu captador de N, per dos cultius captadors de N (civada i colza farratgera) al Baix Empordà.

05 Principals decisions a prendre

Un cop presa la decisió d'implantar un cultiu captador, i conegut el període i la seqüència de cultius en què aquest ha de créixer, hi ha diversos aspectes del maneig d'aquest cultiu que cal decidir. Són principalment tres: l'espècie a utilitzar, la sembra i la finalització del cultiu. Les decisions s'han de prendre considerant-los conjuntament i no de forma aïllada, ja que estan relacionats entre ells. A més, en no ser un cultiu del que es tregui rendiment econòmic directe, interessa disminuir el cost del cultiu en la mesura que sigui possible, i els tres aspectes esmentats hi poden incidir.

05.01 Quina espècie?

En primer lloc ha de ser **una espècie adaptada a la zona i al període** en què creixerà. Les famílies d'espècies més usades són les gramínies i les crucíferes, però no són les úniques. En períodes de tardor-hivern, a la majoria de zones de Catalunya, s'hi poden adaptar diferents crucíferes (colza, colza farratgera, mostassa...) i gramínies (blat, ordi, triticale, civada, raigràs,

sègol...). Per la primavera-estiu, normalment les espècies que es poden usar són gramínies (sorgo farratger, blat de moro...), però també se'n poden usar d'altres (fajol, gira-sol...).

En segon lloc, es pretén que les **extraccions en el període de creixement siguin com més elevades possible**. En general, les crucíferes (colza i similars) tenen un contingut de N més elevat que les gramínies i extreuen una major quantitat de N.

En la taula 2 es presenten el contingut de N i les quantitats de N extretes per diverses espècies usades com a cultiu captador de N en diferents assaigs realitzats al Baix Empordà. Les majors extraccions de N s'obtenen en el cas de les crucíferes, però l'elecció d'una o altra espècie ha de considerar molts altres factors.

Com ja hem dit, cal tenir en compte, també, els efectes que puguin ocasionar els cultius captadors de N en el maneig de la resta de cultius de la rotació. Cal evitar espècies que, per als cultius següents, puguin representar problemes en el

control de les adventícies, puguin incrementar el risc de malalties o plagues, etc. Així mateix, la utilització d'espècies que tinguin una implantació ràpida evitarà el creixement i desenvolupament de flora adventícia (males herbes) i reduirà problemes en cultius posteriors.

05.02 Quan i com sembrar?

La sembra del cultiu captador s'ha de fer **al més aviat possible per tal d'aconseguir que en créixer capti la màxima quantitat de N, abans d'iniciar-se les pluges** que poden provocar rentatge de nitràt.

Per a la sembra d'un d'aquests cultius es poden seguir els mateixos criteris tècnics que en el cas d'un cultiu comercial (preparació del terreny, humitat adequada...). Però, com que no se'n treu un profit econòmic directe, cal disminuir tant com es pugui el cost de sembra, que és el principal en aquests cultius. Es pot disminuir costos si es redueixen els treballs de preparació del terreny. Al mateix temps, també es pot avançar el moment de la sembra que, com s'ha dit, interessa per tal de reduir el risc de rentatge de nitràt, especialment en els períodes de tardor-hivern.

És difícil fer recomanacions més concretes sobre aquest aspecte. En cada cas cal veure la disponibilitat de maquinària per sembrar sobre sòl amb residus de cultiu, el maneig que permet cada tipus de sòl, etc.

Hi ha experiències en altres indrets, amb diferents graus d'èxit, de sistemes alternatius de sembra: a dojo al mateix temps que es recol·lecta el cultiu anterior, amb petites modificacions de la maquinària de recol·lecció convencional; a través de sistemes de reg per aspersió; sembra en el moment de l'adobat de cobertura del cultiu anterior i, per tant, abans de la recol·lecció del cultiu principal, etc. Normalment, en aquests casos, la densitat de sembra que s'ha d'utilitzar és superior a l'habitual de l'espècie, per compensar la menor taxa de naixença que es produeix, ja que es sembra en condicions no òptimes.

En ocasions, la possibilitat de sembra pot estar limitada per aspectes climàtics, p.ex.: sembra després de cereal d'hivern en secà, i caldrà decidir, en aquells llocs on no plou a l'estiu, i l'estat d'humitat del sòl en el moment de la sembra sigui de sequera, si és viable i eficaç un cultiu captador de N en una rotació de cereals d'hivern malgrat que el període teòric de creixement sigui

Taula 2. Contingut en planta i extraccions de N de diferents espècies usades com a cultius captadors de N entre dos cultius de blat de moro per a gra al Baix Empordà (període de creixement: octubre-març).

Cultiu captador de N		Contingut en N (%)	Extraccions de N (kg N/ha)
Crucíferes	Mostassa	2.5 - 3	100 - 150
	Colza farratgera	2- 3 (en algún cas fins a 4,3)	100 - 250
	Rave	2.5 - 3	100 - 150
Gramínies	Civada	1.5 - 2	50 - 100
	Raigràs	1.3 - 1.8 (en algun cas fins a 2,5)	100 - 200

de 3-4 mesos i que, efectivament, es puguin produir rentatges per pluges abundants durant els mesos de setembre i octubre.

05.03 Quan i com finalitzar i enterrar el cultiu?

El cultiu es pot finalitzar (aturar el seu desenvolupament) per mitjans mecànics (picar, triturar...) o químics (herbicides totals). En molts llocs on hi ha regulació sobre l'ús d'aquests cultius es tendeix a afavorir l'ús de mitjans mecànics. En el cas d'utilitzar herbicides, cal vigilar que aquests no puguin crear problemes al desenvolupament del cultiu següent.

El cultiu captador de N s'ha de enterrar i incorporar al sòl, on en descomposar-se alliberarà el N que ha captat i el podrà utilitzar el cultiu següent. És recomanable que s'incorpori immediatament després de la finalització del cultiu, per evitar pèrdues de N a l'atmosfera. Quan s'utilitzen mitjans mecànics la finalització i la incorporació al sòl del cultiu poden ser simultànies.



Cultius captadors de N - raigràs (esquerra) i colza farratgera (dreta) - al Baix Empordà, abans de la seva finalització. Foto: M. Duran.

El moment de finalització i/o enterratge del cultiu es pot decidir en base a diferents factors:

a. Moment de la sembra del cultiu següent.

El cultiu s'haurà d'enterrar amb l'antelació suficient per poder preparar bé el terreny per a la sembra del cultiu principal. El temps entre enterrar i sembrar dependrà, doncs, de cada cultiu, del tipus de sòl, de la maquinària i d'altres condicionants locals.

Hi poden haver altres aspectes relacionats amb la sembra del cultiu següent que poden condicionar la finalització del cultiu captador de N. És el cas, per exemple, de la humitat del sòl necessària per a la sembra. Si aquesta no està garantida (pluja o reg) **pot ser necessari finalitzar el cultiu abans que provoqui un dessecament excessiu del sòl que pugui comprometre la sembra del cultiu següent.**

b. Producció de biomassa i estadi de desenvolupament.

El cultiu es finalitzarà, en general, en iniciar la floració o abans, ja que els cultius extreuen la major part del N abans de floració. A més, no interessa que es produeixin llavors per evitar problemes d'adventícies en els cultius comercials següents.

Les extraccions de N per part del cultiu augmenten, en general, quan s'incrementa la biomassa produïda; per tant, convé que aquesta sigui alta. Una producció de 2.000 kg/ha de matèria seca se sol considerar suficient, però. Produccions excessivament elevades poden dificultar les tasques d'incorporació del cultiu al sòl.

05.04 Altres aspectes del maneig

El maneig d'aquests cultius es limita, en general, a la sembra i la incorporació al sòl, ja que la finalitat és extreure N i cal minimitzar el cost del conreu. No es fertilitza, no es fa control d'adventícies, no es protegeix contra plagues i malalties, etc. Cal recordar que en l'elecció de l'espècie ja s'ha d'haver intentat evitar que aquests cultius puguin ser font de malalties o plagues per als cultius següents de la rotació. En general, tampoc no es rega i, com hem dit, cal escollir espècies adaptades a condicions de manca d'aigua durant l'estiu. Però, pot haver-hi circumstàncies que justifiquin la realització de regs de suport (p.ex.: permetre el creixement del cultiu en període sec per tal que extregui N i evitar pèrdues en períodes de pluges importants immediatament posteriors als períodes secs). Caldrà vigilar que no siguin regs excessius que puguin provocar rentatge de nitrats i no s'ha d'usar aigua que contingui quantitats elevades



Espècie usada com cultiu captador de N d'hivern: rave farratger (esquerra) i espècie usada com captador de N d'estiu: sorgo farratger (dreta). Fotos: A. Roselló i F. Domingo.

de nitrat (s'estaria enriquint el sòl en N nítric, que és el que es pretén evitar). En tot cas cal valorar, també, el cost d'aquests regs a l'hora de decidir-ne la idoneïtat.

06 Resum i consideracions finals

Els cultius captadors de N són una eina per millorar la gestió del N a l'agricultura, que complementa, i en cap cas no ha de substituir, altres eines que s'utilitzen en aquesta gestió del N (aplicació raonada d'adobs orgànics i minerals, adequat plantejament de la rotació de cultius, etc.). Cal saber que, en introduir aquests cultius, es canvia la dinàmica de disponibilitat del N en la rotació de cultius i, per tant, cal adaptar la gestió del N a aquest nou element.

En el moment de decidir implantar un cultiu captador de N, cal tenir en compte les possibilitats d'èxit en assolir l'objectiu plantejat i considerar

les diferents opcions de maneig que s'han comentat. És molt útil, en aquest sentit, disposar d'informació sobre experimentació realitzada a nivell local, que pot ajudar a seleccionar l'espècie més indicada en cada cas, el maneig del cultiu captador de N i la gestió del N en els cultius principals de la rotació.

A més dels aspectes tècnics, en plantejar la inclusió d'un cultiu captador de N en una rotació de cultius extensius cal valorar, d'una banda, el cost que pot suposar aquest cultiu i, de l'altra, els beneficis que pot aportar als altres cultius de la rotació i els efectes positius sobre el medi.

En diferents regions europees, la implantació de cultius captadors de N es promou mitjançant mesures diverses. En alguns llocs, és obligatòria en zones designades vulnerables a la contaminació per nitrat, sobretot en regions més humides on la disponibilitat d'aigua per als



EN PLANTEJAR LA INCLUSIÓ D'UN CULTIU CAPTADOR DE NITROGEN EN UNA ROTACIÓ DE CULTIUS EXTENSIVS CAL VALORAR, EL COST QUE POT SUPOSAR AQUEST CULTIU I, ELS BENEFICIS QUE POT APORTAR ALS ALTRES CULTIUS DE LA ROTACIÓ I ELS EFECTES POSITIVS SOBRE EL MEDI.

cultius no és un factor tan condicionant com ho és a casa nostra. En d'altres, aquesta implantació forma part de mesures agroambientals que es recolzen des de diferents administracions en el marc general de la política agrària de la Unió Europea.

Francesc Domingo Olivé.

Pia per la millora de la fertilització nitrogenada al Baix Empordà.
IRTA-Estació Experimental Agrícola Mas Badia.
francesc.domingo@irta.es

Albert Roselló Martínez.

IRTA-Estació Experimental Agrícola Mas Badia.
albert.rossello@irta.es

Joan Serra Gironella.

IRTA-Estació Experimental Agrícola Mas Badia.
joan.serra@irta.es

Narcís Teixidor Albert.

Secció d'Avaluació de Recursos Agraris. DARP.
narcis.teixidor@irta.es



Assaig d'espècies usades a l'hivern com cultiu captador de N al Baix Empordà. Foto: F. Domingo.



EN MARTÍ COSTAL ÉS CONSCIENT DE LA NECESSITAT D'APLICAR LES BONES PRÀCTIQUES AGRÀRIES. LA SEVA EXPLOTACIÓ DEL BAIX EMPORDÀ TÉ UNES 60 HECTÀREES DE CULTIU DESTINADES AL CEREAL D'HIVERN EN SECÀ, A BLAT DE MORO, A PRESSEGUERS I A POMERES. A MÉS, COMPLEMENTA AQUESTA ACTIVITAT AMB L'EXPLOTACIÓ DE PORCÍ DE 100 MARES EN CICLE TANCAT. PRESIDEIX L'ASSOCIACIÓ DE PRODUCTORS DE CONREUS EXTENSIVS DEL BAIX EMPORDÀ.

Per què existeix l'Associació de Productors del Baix Empordà?

L'Associació va néixer del "Pla Pilot per a la millora de la fertilització nitrogenada a l'agricultura del Baix Empordà". Estem en una zona vulnerable i els nivells de nitrats dels nostres aqüífers fan que, en alguns casos, l'aigua presenti algun problema. Des del principi, s'ha culpabilitzat els pagesos del problema. Per això, quan se'ns va proposar la iniciativa de treballar amb les administracions per cercar solucions, no vam dubtar ni un moment.

"El codi de Bones Pràctiques Agrícoles és una bona guia per poder gaudir de la feina ben feta"

Quins objectius té?

L'objectiu de l'Associació és millorar els sistemes de producció dels conreus extensius de manera que es mantingui la productivitat alta i es minimitzin els efectes desfavorables per al medi ambient.

Què és el Pla Pilot del Baix Empordà?

És un Pla que posa a l'abast dels agricultors eines i coneixements per a una millor gestió del nitrogen, que afecti menys el medi ambient. Aquest Pla es va iniciar el 2001 arran de la posada en comú d'esforços i amb la signatura

L'ENTREVISTA

Martí Costal

Pagès i ramader de Jafre (Baix Empordà)

"CAL DESTERRAR LA INÈRCIA DE FER LES COSES PER RUTINA"

d'un conveni per part del DARP, la Diputació de Girona, el Consell Comarcal del Baix Empordà, la Fundació Mas Badia i, més endavant, l'Associació de Productors de Conreus Extensius del Baix Empordà. Les recomanacions actuals afecten 1.500 hectàrees dedicades al cereal d'hivern i 300 de blat de moro.

Quin tipus d'activitats desenvolupa el Pla?

Podem parlar de tres tipus d'activitats. En primer lloc, l'assessorament a l'agricultor en la fertilització de cereal d'hivern i blat de moro i en l'ús adequat dels materials orgànics d'origen ramader. En segon lloc, la recerca en aspectes relacionats amb la gestió del nitrogen. I, finalment, la transferència de tecnologia i coneixements al sector productor.

Quins objectius s'han aconseguit amb l'ús del Pla?

Cal destacar que, en ocasions, s'ha estalviat fins un 65% de nitrogen mineral aportat als cereals d'hivern, reduint costos i evitant rentat de nitrats.

Què en pensa de les Bones Pràctiques Agrícoles?

El codi de Bones Pràctiques Agrícoles és una bona guia per poder gaudir de la feina ben feta. Per a la generació del meu pare el millor productor era el que obtenia més quantitat de collita. Ara, cada dia tenen més importància els mitjans per obtenir aquesta collita i, a més, s'han de portar els registres necessaris per demostrar-ho.

En relació a les bones pràctiques agrícoles, què suposa el fet de viure en una "zona vulnerable"?

És un motiu més per actuar amb responsabilitat i fer les coses el millor possible. És decebedor veure com la majoria de pobles de la comarca aboquen les seves aigües residuals, sense depurar, a les rieres. Per això crec que cal

un esforç de tota la societat per solucionar el problema dels nitrats; cadascú ha d'assumir les responsabilitats que li pertocuen. Amb això vull dir que els pagesos estem fent els deures i els tenim al dia, i seguim treballant-hi. No tothom pot dir el mateix.

"Cal un esforç de tota la societat per solucionar el problema dels nitrats"

El "purí" és un residu, o és un adob?

El purí és un subproducte de les explotacions ramaderes que, utilitzat d'una manera raonada, és un excel·lent adob que permet substituir una bona part de l'adob químic.

Quines qüestions cal tenir en compte per a l'adobatge dels conreus, i en altres temes com el reg, o els tractaments fitosanitaris, respecte a les bones pràctiques?

El més important és desterrar la inèrcia de fer les coses per rutina i plantejar-se si realment cal fer l'aplicació, saber quin és el moment més adequat per dur-la a terme, quin és el producte autoritzat adequat menys agressiu per a l'entorn i, finalment, si el cost d'aquest tractament tindrà compensació en una millora rendible de la collita.

Creu que és correcta la imatge de sostenibilitat que cal donar des de la societat rural, pel que fa al camp?

Creo que la societat, en general, no premia prou els esforços de l'agricultor; només cal veure la bona acollida, per part del consumidor, de les Marques Blanques i els "Discounts", on els productes no tenen cap referència ni del productor ni del sistema de producció. Crec que qui hauria de premiar l'esforç dels productors haurien de ser les administracions i els consumidors al fer la seva compra.

Ruralcat.
redacció@ruralcat.net