



**NITRATS AGRÍCOLES:
ALERTA!**
**Risc de contaminació
de les aigües**

Joan Rallo Garcia

Conselleria d'Agricultura i Pesca



Govern de les Illes Balears

Conselleria d'Agricultura i Pesca

EDITA:

Conselleria d'Agricultura i Pesca

IMPRIMEIX:

Gràfiques Llopis, SA

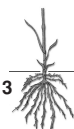
Dipòsit Legal: PM 249-2006



Imprès en paper reciclat

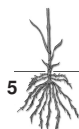
ÍNDEX

	Pàg
I. Aspectes ambientals del desenvolupament agrícola.....	5
II. La PAC i les mesures agroambientals	11
III. El nitrogen i les plantes	15
IV. Els nitrats i la salut	27
V. Zones vulnerables de contaminació per nitrats	33
VI. Les pèrdues de nitrogen per rentatge del sòl.....	39
VI. 1. Generalitats.....	39
VI. 2. El cicle del nitrogen en el sòl.....	39
VI. 3. Causes d'immobilització o pèrdua de nitrogen mineral.....	42
VI. 4. Immobilització del nitrogen del sòl en la matèria orgànica.....	45
VI. 5. Pèrdues per lixiviació o per rentatge del sòl	46
VII. El nitrogen i l'adobament nitrogenat dels cultius.....	51
VII. 1. Els principals adobs nitrogenats	55
VII. 2. Els principals adobs nítrics.....	59
VII. 3. L'adobament nitrogenat.....	62
VIII. La matèria orgànica i els nitrats	69
IX. L'activitat agrícola i el rentatge dels nitrats	85
X. Exemple recopilatori.....	93
XI. Períodes en què és recomanable l'aplicació de fertilitzants nitrogenats.....	101
XII. Bibliografia	109
XIII. Annexos.....	113





I. ASPECTES AMBIENTALS DEL DESENVOLUPAMENT RURAL





*El medi ambient és un bé comú de tota la societat,
que s'ha de conservar amb el suport de tothom*

I. ASPECTES AMBIENTALS DEL DESENVOLUPAMENT AGRÍCOLA

Des del decenni dels anys 80 del segle passat, la població mundial ha augmentat quasi un 25% i el 90% d'aquest augment es concentra en els països no desenvolupats. Assegurar les necessitats mundials de productes agropecuaris sense danyar el medi ambient actualment constitueix un important repte.

L'agricultura ha experimentat un gran progrés, però continua depenent del manteniment de la capacitat productiva del medi natural, motiu pel qual es fan necessàries polítiques orientades cap a una bona planificació de l'aprofitament de la terra i de les aigües.

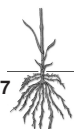
L'agricultura no és, com alguns pensen, un enemic del medi ambient. Si està ben dirigida pot millorar els recursos naturals. Pensem que gran part del paisatge rural que es considera "natural" és el resultat d'un desenvolupament agrícola ben concebut.

No obstant això, les pressions cada vegada majors que sofreix el medi ambient són causa d'una preocupació creixent, que ha donat lloc a l'adopció de mesures legislatives més o menys estrictes, com les que a continuació veurem, referents a la contaminació de les aigües per nitrats d'origen agrícola.

Al món, malgrat ser la terra un element indispensable per a la producció agrícola, en quasi 900 milions de quarterades de terres cultivables potencialment idònies, l'aigua constitueix l'obstacle essencial. Fins que no desapareix aquest obstacle de la manca d'aigua, no revesteixen importància altres obstacles tècnics, com els nutrients i les plagues.

En l'agricultura de regadiu predominen uns criteris més alts de fertilització que, si bé permeten obtenir uns rendiments molt més elevats, indirectament també poden ser els culpables de la contaminació de les aigües.

S'entén aquí per contaminació de les aigües la introducció de compostos nitrogenats d'origen agrari en el medi aquàtic que, directament o indirecta, tingui conseqüències que poden posar en perill la salut humana, perjudicar els recursos vius i l'ecosistema aquàtic o ocasionar molèsties per a altres utilitzacions legítimes de les aigües.



La contaminació de les aigües subterrànies és un problema de cada vegada més preocupant a Europa, on en els darrers anys se n'ha notat un deteriorament de la qualitat, que comprèn també les Illes Balears.

Aquesta contaminació sol ser més important a zones de regadiu en què es practica una agricultura intensiva que normalment aplica altes dosis de fertilitzants nitrogenats, la qual cosa és una bona excusa per culpar l'agricultura de la contaminació de les aigües per nitrats.



Gran part del paisatge rural que es considera “natural” és el resultat d'un desenvolupament agrícola ben concebut.

L'aigua és un bé comú. És tan necessària per a la vida, que qualsevol organisme vegetal o animal mor quan el contingut hídric dels seus teixits davalla del 20%. Però, a més de la importància com a constituent fisiològic de tots els organismes vius, ofereix nombroses possibilitats en altres aspectes de tipus econòmic i industrial que aquí ara no fan al cas.

No basta que tinguem ben present que en l'agricultura l'aigua és el factor de major incidència en la producció dels cultius. Hem de ser també ben conscients que és un dels nostres patrimonis naturals més vulnerables.

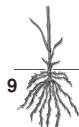
La contaminació de les aigües pels nitrats és un problema de conscienciació. És necessari, doncs, que d'una manera individual tots, però especialment els pagesos i ramaders, prenguem consciència clara de la importància social que té preservar la qualitat de les aigües i que col·laborem en l'aplicació de la normativa que, sobre la base dels coneixements actuals sobre aquest tema, ha promulgat el Govern de les Illes Balears i que és la següent:



– Ordre de la consellera de Medi Ambient de 24 de febrer de 2000 (BOIB num. 31), en què es designa com a zona vulnerable, Mallorca, la submeitat nord (subcubeta de sa Pobla) i aprova el Programa d'actuació en matèria de seguiment i control del domini públic hidràulic, a fi de reduir la contaminació de les aigües per nitrats procedents de fonts agràries.

– Ordre del conseller d'Agricultura i Pesca de 21 de setembre de 2001, amb la finalitat d'assegurar una adequada protecció de les aigües, en què s'aprova el Programa d'actuació aplicable a la zona declarada vulnerable en relació amb la contaminació per nitrats d'origen agrari.

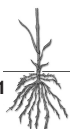
NOTA: Estant en impremta aquesta publicació ha aparegut la següent Ordre de la consellera d'Agricultura i Pesca de 22 de novembre de 2005, per la qual s'estableix en els requisits legals de gestió i les bones condicions agràries mediambientals que han de complir els agricultors que rebin pagaments directes de la política agrària comuna a la comunitat autònoma de les Illes Balears.





II. LA PAC

I LES MESURES AGROAMBIENTALS





II. LA PAC I LES MESURES AGROAMBIENTALS

Per què actualment hi ha tant d'interès de l'agricultura pel medi ambient?

- Hi ha una explicació. A banda d'una major conscienciació sobre el tema, hem de tenir en compte que en els darrers anys la funció merament productiva de l'agricultura s'ha anat obrint a altres horitzons, entre els quals es destaquen la conservació de la biodiversitat, la remodelació del paisatge...

Sí... l'agricultura, com ara és moda dir, ha esdevingut multifuncional.

- Efectivament. Com bé saps, l'activitat agrària de la Unió Europea està regulada pels principis de la política agrària comuna, la coneguda PAC, que en principi va centrar-se fonamentalment a assegurar la disponibilitat d'aliments (als països membres) a un preu raonable, l'estabilitat dels mercats i el manteniment d'un nivell de vida més just per als seus pagesos.

Perfecte, i també l'augment incontrolat d'excedents, la intensificació de l'agricultura i un "gastòrum" pressupostari de vertigen.

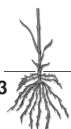
- Tens raó, però es compliren els objectius que s'havien marcat, encara que generant els problemes que apuntes i que ara volen intentar corregir.

Sí, reduint les subvencions que rebem.

- Bé, la Reforma de la PAC de l'any 1992 va suposar la supressió dels preus d'intervenció, la concessió de pagaments compensatoris i l'aparició de mesures d'acompanyament entre les quals es trobaven les mediambientals. Posteriorment, la Reforma de la PAC de l'Agenda 2000 posa esment en la mateixa línia i aprofundeix en la substitució de les mesures de suport als preus per ajudes directes...

Veus?: reduir les subvencions.

- Segons diuen, els seus objectius són uns altres: millorar la competitivitat, la seguretat i la qualitat dels aliments, l'estabilitat de les rendes agràries, l'ocupació en el medi rural i la integració d'objectius mediambientals, entre altres. També s'estableix un criteri d'ecocondicionalitat necessari per rebre el pagament íntegre de les ajudes directes.



I això darrer, què vol dir?

- Doncs, que com que un dels objectius de la PAC és garantir la integració del medi ambient en l'activitat agrària, per aconseguir-ho t'exigeixen que per accedir a qualsevol línia d'ajuda et comprometis a complir una determinada normativa mediambiental.



La cremada de rostolls és una pràctica que s'ha de desterrar.

Però he sentit a dir que el Codi de bones pràctiques agràries de les Illes Balears no diu que les mesures siguin d'obligatori compliment.

- Exacte, sempre que no demanis una subvenció.

Faci'm un extracte del Codi.

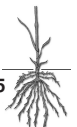
- El **Codi**, com a marc de referència per al desenvolupament d'una agricultura compatible amb el medi ambient, posa tot l'esment a protegir les aigües contra la contaminació produïda pels nitrats procedents de la seva utilització en agricultura. Però no preveu altres mesures de protecció mediambiental que també s'exigeixen. Ho veurem amb profunditat.

I quines altres mesures són?

- Són tot un ventall de mesures orientades a alleugerar la pressió que suporta el sòl, com evitar la cremada de rostolls, cultivar seguint les corbes de nivell, aplicar tècniques de conreu de conservació, practicar la rotació de cultius, respectar i mantenir els tancaments tant de pedra com de reixeta, ajustar les càrregues ramaderes, evitar la salinitat, etc. Però tot el que ara ens interessa aquí és el referent al tema de la contaminació de les aigües per nitrats.



III. EL NITROGEN I LES PLANTES





III. EL NITROGEN I LES PLANTES

D'on ve la importància del nitrogen?

- Com tothom sap, el nitrogen té per símbol N i és un dels elements químics fonamentals en la vida del nostre planeta perquè els seus compostos minerals poden ser transformats per les plantes, a través de la fotosíntesi, en proteïnes vegetals que són la base de l'alimentació de les persones, dels animals i dels fongs.

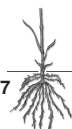
On es troba el nitrogen?

- Pràcticament tot el nitrogen que existeix en la superfície de la Terra es troba localitzat a l'atmosfera en forma gasosa, en la proporció d'un 78%, i també, en molt dèbil proporció, a tots els sòls sota forma orgànica, en l'humus, i sota forma mineral en l'estat d'**ions nitrat i amoni**. Al llarg de la xerrada procurarem anar aclarint aquests conceptes.

Bé, però què és això dels ions?

- Les sals i altres compostos químics tenen propietats elèctriques i estan formades per dues parts diferents. Una part positiva i una altra de negativa, que s'atreuen entre si i es mantenen unides. Quan un compost d'aquests tipus es dissol en aigua es produeix una certa separació entre ambdues. Alguns elements minerals que serveixen per a la nutrició de les plantes es troben dissolts d'aquesta manera en l'aigua del sòl, és a dir, dissociats en forma d'**ions positius (+)** i **negatius (-)**. Aquesta disgregació dels minerals en l'aigua del sòl es coneix com a solució del sòl.

PRINCIPALS IONS CONTINGUTS EN LA SOLUCIÓ DEL SÒL			
Cations (+)			
AMONI	(NH ₄ ⁺)	Hidrogen	(H ⁺)
Potassi	(K ⁺)	Sodi	(Na ⁺)
Calci	(Ca ⁺⁺)	Ferro	(Fe ⁺⁺)
Magnesi	(Mg ⁺⁺)	Manganès	(Mn ⁺⁺)
Anions (-)			
NITRAT		(NO ₃ ⁻)	
Fosfat		(PO ₄ ⁻³), (PO ₄ H ⁻²), (PO ₄ H ₂)	
Sulfat		(SO ₄ ⁻²)	
Carbonat		(CO ₃ ⁻²)	
Clorur		(Cl ⁻)	



Posi'n un exemple.

- Quan dissolem en aigua **sulfat amònic**, conegut popularment com a **amoniac**, tenim **sulfat** (SO_4)⁻², per un costat, com a part negativa, i, per l'altre, com a part positiva, **amoni** (NH_4)⁺. Aquestes partícules que porten càrrega elèctrica són els **ions**. Quan els ions són positius, reben el nom de cations i, quan són negatius, el d'anions. Convé recordar, ja que ens serà d'interès al llarg de la xerrada, que els principals ions negatius que veurem són els **nitrats** (NO_3)⁻ i, de la part dels positius, l'**amoni** (NH_4)⁺.

Vol dir que les plantes absorbeixen els aliments en forma mineral?

- Efectivament. I els **ions** més importants aportats pels adobs són: els cations **amoni** i **potassi** i els anions **nitrat** i **fosfat**. (Vegeu taula anterior.)

Com actuen els ions en el sòl?

- Les partícules més petites del sòl, és a dir, l'argila i l'humus, es troben unides formant un conjunt en estat de dissolució col·loidal que es coneix com a complex argil-lohúmic. Aquest complex, com veurem, determina en gran manera la fertilitat del sòl.

Per quin motiu es dona tanta importància al complex argil-lohúmic?

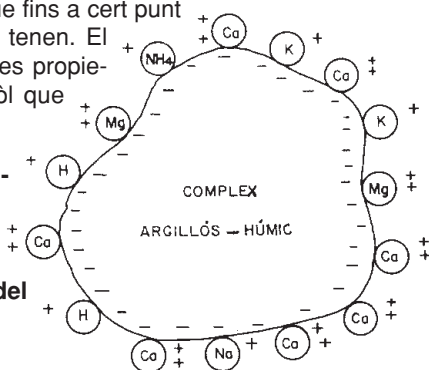
- Tant l'argila com l'humus tenen una gran activitat en la superfície. Aquesta activitat és deguda que les seves partícules estan carregades negativament i per aquest motiu tenen la propietat d'atreure i retenir els ions de càrrega positiva. D'acord? Per tant, atreuran i retindran **amoni** (NH_4)⁺ i repel·liran els **nitrats** (NO_3)⁻, entre altres. Aquesta característica és la que permet que els **nitrats del sòl** en no ser retinguts per aquest puguin perdre's per lixiviació.

Com són aquestes partícules d'humus i argila?

- Són d'una mida molt superior als ions i posseeixen nombroses càrregues negatives per tota la superfície, la qual cosa vol dir que poden retenir al seu voltant nombrosos ions positius, de forma que fins a cert punt s'equilibren les càrregues negatives que tenen. El conjunt de partícules del sòl amb aquestes propietats formen el complex absorbent del sòl que hem definit com a complex argil-lohúmic

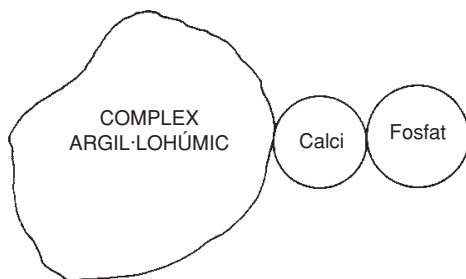
Veiam si ho entès bé: les partícules del complex argil-lohúmic en tenir càrrega negativa atreuen i retenen en la superfície els ions de càrrega elèctrica positiva continguts en la solució del sòl.

- Molt bé, endavant.



I els ions de càrrega negativa no poden quedar retinguts pel complex argil·lohúmic perquè tenen càrrega elèctrica del mateix signe.

- És correcte, però hi ha una excepció: la que fa referència a l'**anió fosfat**, que malgrat ser negatiu pot quedar retingut a causa a que pot unir-se a **cations calci**, ja que aquests, com que són positius, sí que són retinguts pel complex.



I què passa després?

- Entre el complex argil·lohúmic i la solució de sòl s'estableix un intercanvi d'ions, de tal manera que la concentració en cada lloc es manté en equilibri i tots els ions negatius de la solució del sòl, en no ser retinguts pel complex, queden a disposició de la planta. Però si aquesta no els aprofita poden ser arrossegats per l'aigua fins a la zona freàtica i començar així el procés de contaminació de les aigües subterrànies.

Expliqui's.

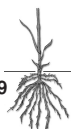
- Suposem, per exemple, que hem adobat amb **nitrat potàssic ($\text{NO}_3^- + \text{K}^+$)**. En dissoldre's en l'aigua que hi ha al sòl o en l'aportada pel reg hi augmenta el nombre d'anions **nitrat (NO_3^-)** i de cations **potassi (K^+)**. Per mantenir l'equilibri de potassi entre la solució del sòl i el complex argil·lohúmic, molts cations de potassi passen de la solució al complex perquè són positius. Quan la planta absorbeix cations potassi de la solució, hi disminueix la concentració d'aquests i, per aconseguir de bell nou l'equilibri perdut, alguns cations de potassi passen del complex a la solució.

És a dir que el complex argil·lohúmic és com una mena de rebost.

- Sí, una mena de rebost on s'emmagatzemen alguns elements nutritius de les plantes que, en certa manera, queden a la seva disposició a mesura que els necessiten.

I què passa amb l'ió nitrat?

- Passa el mateix que amb la resta d'ions negatius: que, en no ser atret pel complex, queda a la solució del sòl a disposició de les arrels de les plantes i,



si aquestes no l'aprofiten, corre el risc de ser arrossegat per l'aigua fins a les capes freàtiques.

Abans ha dit que les plantes absorbeixen els elements nutritius en forma mineral. El nitrogen també?

- Sí, de les tres formes en què el trobem a la naturalesa (gasosa, orgànica i mineral) la planta a través de les seves arrels no pot assimilar el nitrogen orgànic insoluble dels sòls, ni tampoc absorbir per les fulles i les tiges el nitrogen de l'aire. Per això, la necessitat de poder disposar de l'aprofitament del nitrogen atmosfèric per posar-lo a disposició de les plantes en les quantitats i en els moments més aconsellables va suposar un important repte per a l'agricultura.

Així que la planta només pot absorbir el nitrogen en forma mineral.

- Efectivament. Mitjançant aquesta absorció, els **ions nitrat** transportats per la saba pugen cap a les fulles on es realitza la fotosíntesi, transformant-se el nitrogen mineral en nitrogen orgànic. Així, d'aquesta manera, és com arriba a formar part de la matèria viva. Per a fer-nos una idea més gràfica d'aquest important procés recordarem que es calcula que cada any en una quarterada de bosc, 150 quilograms de nitrogen mineral del sòl són transformats en massa vegetal orgànica.



En una vegetació natural no intervinguda per l'home, les pèrdues de nitrogen són compensades per les seves pròpies aportacions i es pot parlar d'un "equilibri natural".



I el sòl, no queda empobrit en nitrogen?

- Certament. Però aquestes importants extraccions de nitrogen mineral no es perden en la totalitat, perquè el sòl n'obté una restitució a través de la matèria orgànica fresca procedent de residus vegetals com fulles i restes de vegetació. Igualment, d'excrements i deixalles d'animals, que contínuament li arriben, així com dels de la seva pròpia flora i fauna microbiana, que com veurem és important.

Què passa amb aquesta matèria orgànica fresca que li arriba?

- Ho veurem més àmpliament. Ara, avançarem que sota l'acció dels micro-organismes del sòl es va descomponent i evoluciona cap a una forma orgànica més complexa denominada **humus** que, per la mateixa activitat microbiana, de forma lenta es va degradant, fet que té com a conseqüència una transformació del nitrogen orgànic en nitrogen mineral.

Com és el nitrogen mineral que es forma?

- En aquesta transformació es forma primerament nitrogen amoniacal, $(\text{NH}_4)^+$ en llenguatge químic, que posteriorment evoluciona a nitrogen nítric $(\text{NO}_3)^-$. Tot aquest procés de transformació de nitrogen orgànic a mineral rep el nom de *mineralització*. Així, doncs, el nitrogen alliberat al final del procés renova en la solució del sòl el nitrogen mineral que havien absorbit per les plantes.

Així, la quantitat de nitrogen mineral procedent de la transformació de la matèria orgànica és igual a la quantitat de nitrogen mineral absorbit per la planta?

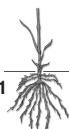
- No sempre, ja que depèn fonamentalment de l'activitat biològica de cada sòl, que pot variar molt segon les condicions del medi.

En concret a quines condicions es refereix?

- A les referents a la naturalesa del sòl, que ens n'indica el caràcter arenós, llimós o argilós. Al seu pH, que determinarà la disponibilitat d'un subministrament adequat dels elements que requereixen els bacteris nitrificants per funcionar. A la seva riquesa en humus, perquè és la base de la transformació. A la seva temperatura, que és en funció de l'activitat dels ferments nitrificants i, finalment a la seva humitat, ja que si és massa alta produeix una deficient aireació i, per tant, condiciona desfavorablement l'activitat dels microbis nitrificants.

És a dir, que davant de tantes variables deu resultar molt difícil preveure la quantitat de nitrogen que pot ser mineralitzat al llarg de l'any en un cultiu.

- Efectivament. Abans hem posat l'exemple d'un bosc on, en les condicions naturals d'una vegetació no manipulada per l'home, el cicle del nitrogen quedava tancat. Però malgrat que teòricament no hi hauria d'haver pèrdues, pràcticament no és així.

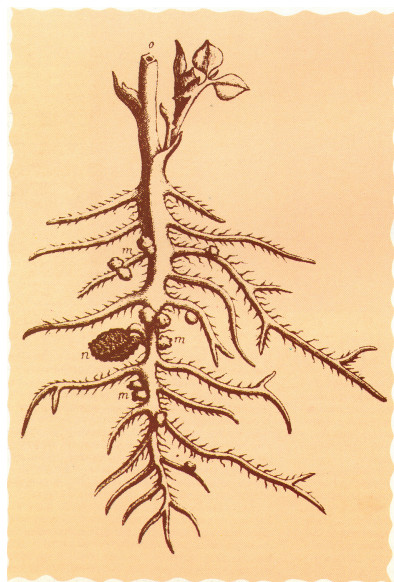


Com és, doncs?

- D'una banda, el nitrogen mineral, concretament en forma d'ions nitrat (NO_3^-); com ja sabem, pot ser arrossegat en profunditat per les aigües de filtració i arribar a les aigües subterrànies i enriquir-les en nitrats. De l'altra, en sòls mal airejats i molt humits pot haver-hi una reducció del nitrogen nítric, que dona com a resultat l'alliberament a l'atmosfera de nitrogen en forma de gas, fenomen que es denomina **desnitrificació**.

Queda clar que hi ha pèrdues.

- Sí, però en general dèbils, de manera que són compensades en la naturalesa per diversos mecanismes de fixació del nitrogen atmosfèric. Tothom sap que determinats bacteris, com els *rizobis*, formen nòduls a les arrels de les lleguminoses, on viuen en simbiosi i, utilitzant els hidrats de carboni elaborats per la planta, fixen nitrogen atmosfèric.



Les plantes lleguminoses, com les faveres, presenten a les arrels els denominats nòduls radiculars, que són el resultat d'associar-se amb bacteris del gènere dels rizobis. Els bacteris hi realitzen un procés de fixació del nitrogen que fa a aquest tipus de plantes independents de la quantitat de nitrogen combinat que hi ha en el sòl. (Dibuix de Malpighi, s. XVII.)

Són els únics microorganismes que poden fixar nitrogen atmosfèric?

- No. Hi ha altres bacteris com els *clostridium* i els *azotobacter* que poden fixar directament el nitrogen atmosfèric i contribueixen també, encara que modestament, a enriquir el sòl en nitrogen.



Hi ha més maneres?

- Sí. Quan hi ha tronades, les descàrregues elèctriques provoquen l'oxidació del nitrogen atmosfèric a nítric que la pluja aporta al sòl. És per aquest motiu que les plantes creixen més després d'una pluja que d'un reg

I la pluja aporta gaire quantitat de nitrogen?

- Ho veurem més endavant. De totes maneres l'aportació de la pluja és molt variable depenent de les condicions meteorològiques. Es calcula que la nostra aigua de pluja té una riquesa mitjana d'uns 2,81 mil·ligrams de nitrogen per litre, la qual cosa per a una precipitació anual com la nostra, d'uns 400 litres per metre quadrat, ens suposaria de 7 a 10 kg de nitrogen per quarterada i any, xifra que equival a l'aportació d'uns 35 a 40 kg d'amoníac (sulfat amònic).

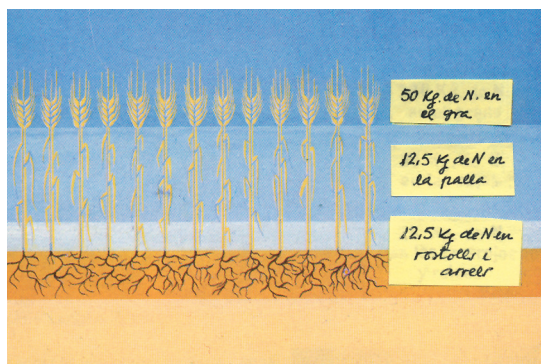
És a dir, que les possibles pèrdues es compensarien amb les aportacions de la pluja i dels bacteris?

- Efectivament, ho has entès bé. Però això només passa així en una vegetació natural no intervinguda per l'home, com hem vist en el cas del bosc. Però l'home des de fa molt de temps ha hagut d'actuar sobre la naturalesa per obtenir aliments. Ha manejat contínuament la terra per obtenir queviures. Cultius rere cultius i així, tira-tira, el panorama s'ha tornat diferent. De la mateixa manera que passa amb la massa forestal, la producció de qualsevol collita suposa una considerable extracció de nitrogen del sòl, però en un cultiu no tenim restitució natural.

Podria posar-ne un exemple?

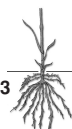
- Es calcula que, per produir 100 kg de gra, el blat extreu al voltant de 3 kg de nitrogen del sòl.

Suposant que una quarterada pugui produir 2.500 kg, l'extracció de nitrogen hauria estat de 75 kg que al final de la vegetació estarien repartits aproximadament de la manera següent: 50 kg en el gra, 12,5 kg en la palla i 12,5 kg en les arrels i el rostoll. Així, doncs, al sòl només queden les arrels i el rostoll (si no es crema).



A partir del balanç veiem que la diferència entre allò extret pel cultiu i allò aportat pels residus és 62,5 kg de nitrogen. Ens trobem, doncs, davant d'una clara ruptura del cicle natural, que ocasiona una progressiva disminució de les reserves de nitrogen al sòl.

Extracció de nitrogen (N) per una collita de 2.500 kg de blat (Enfersa).



Aquest dèficit podria cobrir-se amb fems.

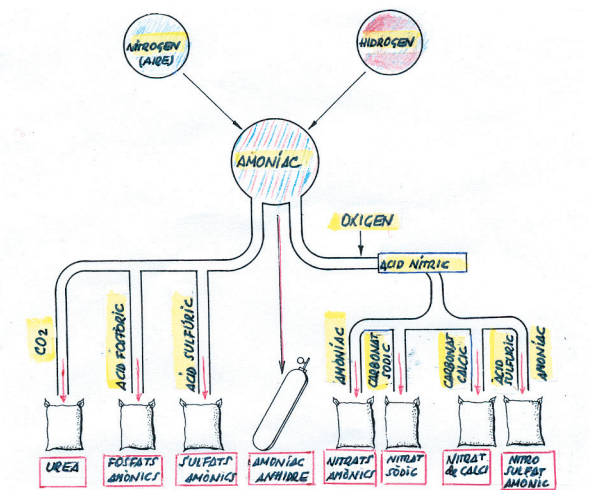
- Sí, i els primers pagesos no degueren tardar a demanar-se com podrien intervenir per compensar aquest dèficit. I van trobar diferents formes d'intervenció. Segurament degueren començar incorporant-hi les dejeccions dels animals i així enriqueixen el sòl en nitrogen orgànic. La següent l'enterrament dels residus de les collites i posteriorment la constatació de la bondat de l'enterrament de les lleguminoses. De totes maneres, en l'actualitat la quantitat de nitrogen incorporada al sòl d'una forma natural, la majoria de vegades ja no és suficient per obtenir una collita abundant.

I s'ha hagut de recórrer a altres fonts.

- Exacte. Amb la intensificació de l'agricultura, l'augment de les terres de cultiu i la manca de fems, aquestes intervencions ja no arribaven a compensar suficientment les extraccions de nitrogen per les collites. Actualment la demanda de nitrogen per part dels cultius és tan elevada que no queda altra alternativa que treure'l, mitjançant algun procés industrial, de l'única font existent: l'atmosfera.

Com es fa?

- En la majoria dels casos el procés de fabricació d'adobs nitrogenats es basa en l'obtenció d'amoníac (NH_3) com a producte intermediari bàsic. El nitrogen s'obté evaporant l'aire prèviament líquid. Les fonts d'hidrogen (H) són els hidrocarburs procedents del carbó, del gas natural i del petroli. Actualment es calcula que el 40% del nitrogen utilitzat en els cultius procedeix de fertilitzants sintètics i pràcticament la tercera part de les proteïnes que consumim en depenen.



Obtenció dels principals adobs nitrogenats (A. Domínguez).



El procés deu requerir molta energia, no?

- Sí, el procés requereix una despesa de gran d'energia, ja que s'ha d'operar a 500°C i a una pressió de 200 atmosferes. Posteriorment es fa reaccionar l'amoníac amb diverses substàncies per a obtenir els diferents tipus d'adobs nitrogenats.

Podria il·lustrar un poc més el cas?

- Suposem que un adob nitrogenat més o menys intens per a una quarterada de patata és de 750 kg de sulfat amònic. L'energia gastada en la fabricació d'aquest adob seria aproximadament de 2.252.463 kilocalories per quarterada. I encara hauríem d'afegir-hi les de l'adobament fosfòric i potàssic, les del transport i les de l'aplicació.

No me'n faig una idea, d'això de les kilocalories.

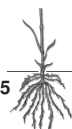
- Vegem si amb un exemple queda més clar. Aquest consum d'energia utilitzat en la fabricació de l'adob seria equivalent al que necessitaria el cotxe del conrador d'aquesta quarterada per recórrer 3.000 km amb un consum mitjà de 9 litres per 100 km de benzina súper. És a dir, podria anar i tornar de sa Pobla a Palma més de trenta vegades.

Quina barbaritat! Mai no ho hauria pensat.

- Doncs aquí tens un motiu més de la necessitat de fer un bon ús dels adobs en benefici tant del medi ambient com de la teva economia.



Planta d'obtenció d'adob químic nitrogenat (foto d'ENFERSA)





IV. ELS NITRATS I LA SALUT





IV. ELS NITRATS I LA SALUT

Quins problemes de salut poden causar-nos els nitrats?

- La ingestió de nitrats en quantitats excessives per a les persones pot causar la malaltia coneguda com a metahemoglobinèmia.

En què consisteix?

- Consisteix que, per causa de la malaltia, l'hemoglobina de la sang s'altera i esdevé incapaç de transportar oxigen als teixits de les diferent parts de l'organisme. Els més sensibles a aquesta malaltia són els infants menors de sis mesos.

Per quina raó?

- Perquè entre altres coses l'acidesa del seu estómac és inferior a la dels adults i això facilita la conversió dels nitrats ingerits a nitrits i aquests són els que afecten l'hemoglobina de la sang. De totes maneres en els últims deu anys no se n'ha produït cap cas a l'Europa occidental. Estudis clínics moderns han posat de manifest que la causa principal de la metahemoglobinèmia era, en la majoria dels casos, la higiene deficient dels biberons, que permet als bacteris generar nivells perillosos de nitrits abans que l'infant els xucli.

Què passa amb els adults?

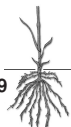
- Com hem dit, el motiu principal pel que els nitrats poden ser perillosos és que les bacteries poden convertir-los en **nitrits** que oxiden la hemoglobina de la sang, però en els adults solen ser inofensius degut a que els bacteris que els ataquen moren quan entren en contacte amb l'àcid de l'estómac.

Hi ha altres problemes imputables als nitrats?

- S'ha suggerit que els nitrats donen lloc a la formació en l'organisme d'àcid nitrós i aquest pot afavorir l'aparició de càncer gàstric a causa de la possibilitat de formació de nitrosamides si reacciona amb les amines secundàries que poden provenir dels aliments (embotits) o dels medicaments. Però encara no existeix un acord general dels experts sobre el tema.

Les autoritats sanitàries han establert alguna mesura de prevenció en contra dels nitrats?

- Sí, i la previsió no és d'ara. En el número 226 del *Butlletí Oficial de l'Estat* (BOE) de l'any 1990 (pàg. 27488-27497) s'estableix que el contingut màxim



de nitrats en l'aigua potable, d'acord amb el que preveu també la Comunitat Europea, és de 50 mil·ligrams per litre.

I l'Organització Mundial de la Salut (OMS) coincideix també amb aquesta xifra?

- L'OMS és més estricta i estableix el límit màxim de 45 mil·ligrams per litre en l'aigua potable. Als estats Units d'Amèrica encara són més estrictes: només de 44 mil·ligrams per litre.

És que l'aigua és l'única font de nitrats de la nostra dieta?

- No, l'aigua no és l'única font de nitrats en la dieta humana. N'hi ha altres com algunes hortalisses, embotits, etc. Però l'OMS considera que l'aigua potable sol ser la principal font de nitrats en la dieta dels lactants i, per tant, la causa indirecta més important de la malaltia blava d'aquests.

Quins productes vegetals són més rics en nitrats?

- Normalment aquells que més nitrogen poden fixar, que solen ser també els que més en necessiten i, dintre aquests, els que aprofiten les arrels. En un nombre prou limitat de casos la quantitat màxima de nitrats en el producte comestible ve fixada per la legislació comunitària (Reglament CE 149/97, de 31 de gener de 1997). Una raó més per controlar al màxim l'adob nitrogenat, i evitar-ne una "sobrealimentació".

Podria esmentar algun exemple de contingut de nitrats en hortalisses?

- Al nostre país és difícil trobar estudis a l'efecte, però ens il·lustrarà un estudi francès de 1992. L'*Inventaire National de la Qualité Alimentaire* encara que les nostres condicions no hi són extrapolables, sí ens permet endevinar per on van els trets. De l'esmentat estudi hem copiat els dos quadres següents:

CONTINGUT EN NITRATS I NITRITS DE DISTINTES HORTALISSES			
Hortalissa	Nre. de mostres	Continguts de NITRATS (en mil·ligrams per kg)	Continguts de NITRITS (en mil·ligrams per kg)
Remolatxa roja	85	2.134	3,3
Remolatxa	20	2.028	1,7
Pastanaga	80	183	1,5
Col llombarda	30	330	2,3
Cogombre	63	158	8
Api	10	1.321	0,7
Espinacs	41	442	3,2
Mongetes verdes	66	153	5,3
Raves	139	2.600	7,3
Lletuga Batàvia	53	1.453	5,3
Endívia	48	795	8,8
Lletuga	173	1.361	8,7



PÈRDUES DE NITRATS DURANT LA COCCIÓ		
AIGUA	% DE PÈRDUES	
	NITRATS	MAGNESI
Poca	40	22
Molta	71	38

Quina ingesta diària de nitrats seria admissible?

- La ingesta diària admissible (IDA) es calcula en uns 3,6 mil·ligrams de nitrats per kg de pes corporal. Per exemple, per a una persona de 60 kg seria de 0,219 grams de nitrats diaris. Amb 1 gram diari hi ha intoxicació i amb 8 grams es produeix la mort.

Alguna cosa més sobre els problemes que poden causar els nitrats?

- Encara que per a nosaltres no sigui gaire problema, cal recordar que el principal problema de la contaminació per nitrats és l'eutrofització que, com bé saps és l'enriquiment en nutrients (especialment nitrogen i fòsfor) de les aigües superficials (rius, llacs, embassaments i mars). Aquesta acumulació de nutrients comporta un fort creixement de les plantes aquàtiques que, quan moren i es descomponen consumeixen l'oxigen de l'aigua. Com a conseqüència, la manca d'oxigen provoca la mort dels peixos i de la resta de la fauna aquícola.

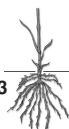


El contingut de nitrats en algunes hortalisses pot ser important si no es fa un adobament nitrogenat acurat a les necessitats reals de cada cultiu.





V. ZONES VULNERABLES DE CONTAMINACIÓ PER NITRATS





V.-ZONES VULNERABLES DE CONTAMINACIÓ PER NITRATS

Què són les zones vulnerables?

- A efectes del *Codi de bones pràctiques agràries de les Illes Balears* i seguint la terminologia emprada en la Directiva 91/676/CEE, es defineixen com a zones vulnerables aquelles superfícies conegudes del territori en les quals l'escorrentia flueix cap a les àrees afectades per la contaminació, així com les que se'n podrien veure afectades si no es prenen les mesures oportunes.

A les Illes Balears, quines són les zones vulnerables?

- Com acabem de veure en l'Ordre de la consellera de Medi Ambient de 24 de febrer de 2000, només es declara una zona vulnerable, que és la corresponent a l'aquífer Inca-sa Pobra.

Què es pretén amb aqueixa declaració?

- Doncs, és clar: preservar els éssers vius, i l'home n'és un, de possibles afeccions, vertaderament greus, per causa de la contaminació de les aigües subterrànies.

Què diu el Programa d'actuació d'agricultura?

- El Programa d'actuació estableix unes restriccions pel que fa a les quantitats de nitrogen que s'han d'aplicar, una previsió de la distribució al llarg de l'any, la prohibició d'aplicar-lo en determinats moments i unes determinades accions obligatòries en uns casos i aconsellables en altres.

Quines obligacions?

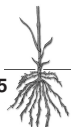
- Ho anirem veient a mesura que repassem els principal cultius de la zona vulnerable, però cal destacar que són precisions o ampliacions de la norma de caràcter general continguda en el **Codi de bones pràctiques agràries** que és d'obligat compliment per aquesta zona.

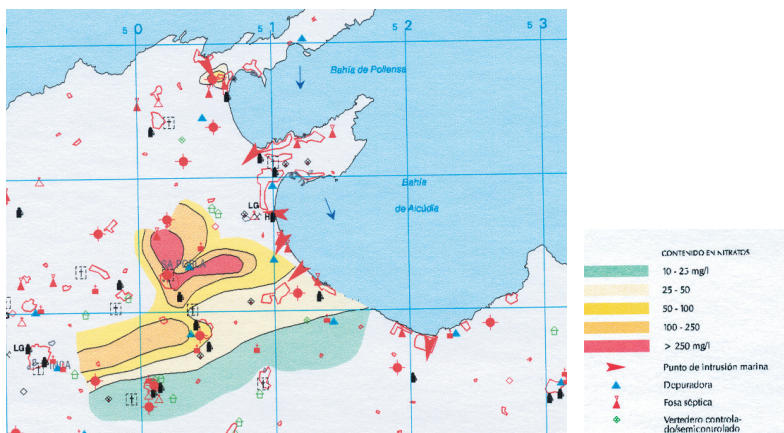
On pot aconseguir-se el *Codi*?

- A la Conselleria d'Agricultura o a les seves delegacions comarcals.

Com s'ha arribat a aquesta situació?

- Pràcticament és una situació que s'ha creat d'una forma involuntària. Segurament, d'una manera general, les causes obeeixen al desconeixement pràctic dels requeriments dels cultius, a la ignorància del comportament dels adobs nitrogenats en el sòl, a una possible incorrecta utilització de l'aigua de reg i a la necessitat d'anar augmentant les produccions per fer rendibles els cultius.





“Es designa com a zona vulnerable, d’acord amb l’establert en el Reial decret 261/1996, de 16 de febrer, de transposició de la Directiva 91/676 CEE, de 12 de desembre, la submeitat nord (subcubeta de sa Pobla) de la unitat hidrogeològica Pla d’Inca-sa Pobla”. Ordre de la consellera de Medi Ambient, de 24 de febrer de 2000. (Article 1.)

I ara, què?

- Ara hem de posar tot el nostre esment a intentar arreglar la desfeta, no únicament per imperatiu social, sinó també perquè hi estem obligats, des del punt de vista legal, per les directrius pròpies i de la Unió Europea.

Com hem de posar fil a l’agulla?

- En primer lloc, si realment hem creat un excés de nitrats hem de reajustar les dosis a les necessitats reals de cada cultiu i intentar reduir-les, per així disminuir també les pèrdues cap a les aigües subterrànies que pugui haver-hi.

És factible això?

- Sí, amb els coneixements actuals i l’experimentació disponible és possible calcular les necessitats per a una expectativa de producció que ha de ser el més realista possible, així com conèixer totes les fonts de nitrogen que intervenen en la gènesi del cultiu.

I en segon lloc?

- En segon lloc, si la contaminació s’ha produït per un excés d’aigua que ha provocat l’arrossegament dels nitrats fins a les capes freàtiques, hem d’estudiar seriosament tot el referent a la dotació de reg que reben els cultius, així com les relacions sòl-nitrogen-aigua. En l’actualitat es coneixen bé les necessitats d’aigua dels cultius i les tècniques de reg, per la qual cosa és possible millorar-ne el maneig reduint les pèrdues innecessàries.



Sembla que per al pagès queda clar: reajustar les aportacions nitrogenades i afinar en les tècniques de reg. Però, i el ramader?

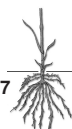
- El ramader pot tenir-ho un poc més complicat, especialment si no disposa de terra suficient per donar sortida als seus fems. Els titulars de les explotacions ramaderes situades dins la zona vulnerable han de disposar d'instal·lacions d'emmagatzematge per als fems i altres materials orgànics produïts en l'explotació, amb capacitat suficient per guardar-los fins a la seva correcta aplicació. Més endavant ho veurem amb detall.



Les instal·lacions ramaderes han de complir el Codi de bones pràctiques.

És a dir, que adequar les instal·lacions a la normativa comportarà un cost?

- Efectivament. El tractament i la protecció del medi no són barats. Els beneficis que s'obtenen només es veuen a llarg termini però són compartits per tots els membres de la societat i no únicament per aquells que utilitzen directament els recursos naturals per a finalitats productives.





VI. LES PÈRDUES DE NITROGEN PER RENTATGE DEL SÒL





VI. LES PÈRDUES DE NITROGEN PER RENTATGE DEL SÒL

VI.1. GENERALITATS

Fem un petit recordatori del que hem vist fins ara?

- D'acord, recordem doncs que el nitrogen és de gran importància per a la vida, ja que, a més de suposar el 16% de les proteïnes, és un component vital de l'ADN, dels enzims i de la clorofil·la de les plantes.

. Es troba en quantitats il·limitades a l'atmosfera, però només una petita fracció és aprofitada per les plantes.

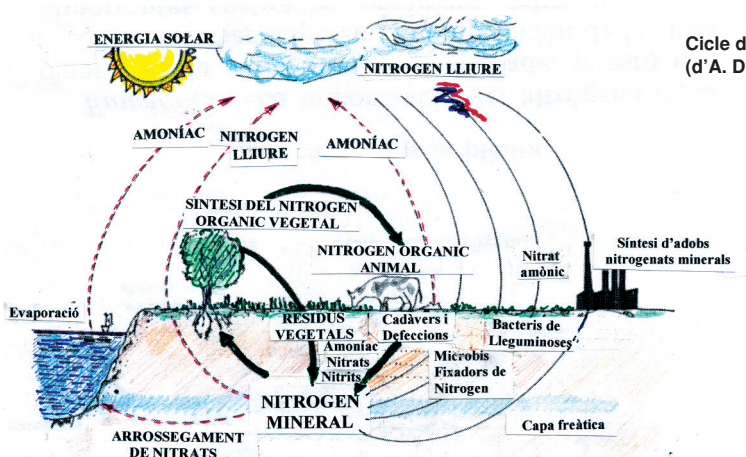
. És l'únic nutrient que no es troba combinat formant part dels minerals del sòl i, per tant, no pot alliberar-se en els processos de meteorització de la matèria mineral que conté.

. És present en els sòls en petites quantitats i on les plantes el prenen per atendre les seves necessitats.

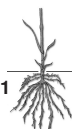
. De tots els fertilitzants emprats és el que té un millor aprofitament per part dels cultius.

. En forma nítrica (NO_3^-), pot ser un risc potencial de contaminació dels aqüífers.

VI.2. EL CICLE DEL NITROGEN EN EL SÒL



Cicle del nitrogen (N)
(d'A. Domínguez).



Com es troba el nitrogen al sòl?

- Com ja hem avançat, la major part del nitrogen que hi ha al sòl es troba formant part de la matèria orgànica que conté. Una petita quantitat, comparativament amb l'anterior, es localitza en forma mineral assimilable per les plantes.

Quines són les formes del nitrogen mineral que podem trobar al sòl?

- Com ja hem dit, preferentment hem de destacar els ions nitrat (NO_3^-) i amoni (NH_4^+). També unes altres formes molt menys abundants com els nitrats, els òxids nítrics i nítrics i lleus quantitats no dissociades d'amoniac. De totes aquestes formes, l'única que és retinuda en el sòl de forma apreciable és l'ió amoni (NH_4^+).

Pot quantificar-se el nitrogen mineral del sòl?

- El nitrogen que conté el sòl és molt variable i depèn del contingut en matèria orgànica. Tant el nitrogen mineral com l'orgànic sofreixen grans variacions en el temps i el lloc. En general els sòls poden contenir-ne entre el 0,02% i el 0,4%, més del 98% del qual és en forma orgànica.

Aqueixes xifres, com poden traduir-se en nitrogen assimilable?

- És molt difícil. Però d'una manera general es calcula que el nitrogen mineral assimilable pot arribar, en determinades circumstàncies, fins a quasi un centenar de kg per quarterada i ser quasi nul en altres.

Les disponibilitats naturals de nitrogen d'un sòl són suficients per atendre les necessitats dels cultius?

- Com hem vist fins ara, normalment no. Hem de recórrer a les aportacions externes d'aquest element en forma d'adobs minerals nitrogenats o de matèria orgànica (fems) per proporcionar als cultius el nitrogen que els pugui faltar.

Aqueixes aportacions al sòl són estables?

- No, no ho són gens. Tant el nitrogen aportat al sòl en forma d'adobs minerals com el proporcionat per la mineralització de la matèria orgànica, són summament inestables i estan sotmeses a profunds canvis per processos físics, químics i biològics que poden immobilitzar-lo temporalment o permanent o provocar-ne la pèrdua irrecuperable per als cultius.

VI.3. CAUSES D'IMMOBILITZACIÓ O PÈRDUA DE NITROGEN MINERAL

Quines són les possibles causes d'immobilització o pèrdua del nitrogen mineral?

- El nitrogen mineral present en un sòl en un moment donat pot passar a no ser assimilable per als cultius per diverses causes que a continuació comentem.



Començarem per la deguda a la incorporació a l'humus en el procés d'humificació d'un residu orgànic.

Pot posar algun exemple?

- Sí. Suposem que s'han enterrat palles. Perquè entrin en fermentació (degradació) es necessita disposar d'humitat i d'una determinada quantitat de nitrogen (almenys un 2% sobre la matèria seca). I com la palla no en té, de nitrogen, el "roba" del sòl de l'entorn.

Per això quan s'enterra palla l'any següent la sembradura és tan magra?

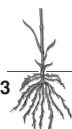
- Exacte. Però l'altre any part de la palla, transformada ja en humus, restituirà amb escreix bona part del nitrogen emprat.



Si s'enterra la palla, per forçar-ne la ràpida descomposició, hem d'aportar nitrogen si volem evitar el fenomen depressiu en el següent cultiu.

Per això s'aconsella aportar nitrogen quan s'enterren matèries orgàniques crues?

- Sí, per tal d'evitar l'efecte depressiu originat per la captació de nitrogen mineral del sòl sobre el cultiu següent.



Tornem a les causes de pèrdua o d'immobilització.

- Una altra podria ser deguda a l'assimilació de nitrogen per la microfauna del sòl. És el cas del gènere *nitrosomones*. Aquesta quantitat és tan petita que no incideix en el balanç global de l'aprofitament dels adobs nitrogenats i per tant, no la tindrem en compte.

Una altra possible causa...

- La imputable a les pèrdues en superfície degudes a l'erosió del sòl per l'arrossegament de l'aigua que no s'infiltra. Malgrat ser els adobs nitrogenats minerals molt solubles en l'aigua i estar molt concentrats en les capes superficials del sòls, les pèrdues en condicions normals dels cultius de regadiu tenen tan poca importància que tampoc no es consideren.

Hi ha més causes?

- Sí, les produïdes per pèrdues en forma gasosa a causa de processos químics i biològics. Una proporció important del nitrogen aportat està sotmès a processos de "desnitrificació" que redueixen els composts nitrogenats, primer a òxid nitrós i posteriorment a nitrogen molecular que es perd a l'atmosfera en forma gasosa.

Principals factors que influeixen més sobre les pèrdues?

- L'ús del N-15 (un isòtop radiactiu del nitrogen) com a traçador ha permès determinar que les pèrdues augmenten amb l'acumulació d'amoníac a les capes superficials del sòl. Igualment amb un major contingut de matèria orgànica al sòl. També s'incrementen amb pH compresos entre 7 i 8, com és el nostre cas. Creixen també amb la pèrdua ràpida d'aigua per evaporació i finalment augmenten en els terrenys poc airejats, favorables al desenvolupament de bacteris anaerobis.

Són importants aquestes pèrdues?

- Sí, poden ser considerables. En condicions de màxima intensitat poden arribar al 80%, especialment en zones pantanoses de climes càlids. Als nostres

indrets es calcula que aquestes pèrdues poden estar compreses entre un 10 i un 20% del nitrogen aplicat, depenent molt especialment de la temperatura i de la quantitat de matèria orgànica present.



Les pèrdues del nitrogen aplicat poden arribar al 20%.



Queden altres causes, d'això?

- Sí, dues més. Una, que a efectes pràctics no té importància significativa, és la possible fixació d'ions amoni (recordeu: la part amoniacal positiva del sulfat amònic) en determinades argiles. L'altra, pel motiu que aquí ens interessa: per pèrdues en profunditat degudes a la lixiviació o al rentatge del sòl.

És fàcil el control de tantes pèrdues?

- En absolut. Atesa la superposició de processos en un sentit o un altre, el control d'aquestes pèrdues és extremadament complicat. La tècnica que actualment s'empra està basada en la utilització del ja mencionat N-15, que permet seguir amb certa exactitud tots els canvis que experimenta en el sòl el nitrogen aportat.

Pot concretar-ho un poc més?

- El procés a seguir consisteix a "marcar" el nitrogen aportat amb el "traçador", que, com acabem de dir, serà el N-15, i seguir-ne la marxa i evolució a través dels diferents processos físics, químics i biològics.

VI.4. IMMOBILITZACIÓ DE NITROGEN DEL SÒL EN LA MATÈRIA ORGÀNICA

Com s'immobilitza el nitrogen per la matèria orgànica?

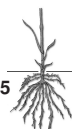
- Una part important del nitrogen aportat en forma d'adob mineral és immobilitzat per la matèria orgànica del sòl. De totes maneres, la quantitat immobilitzada no és fixa i al llarg del cicle vegetatiu del cultiu sofreix contínues oscil·lacions per moviments d'un estat a un altre i d'un compartiment a un altre a causa dels processos de mineralització i de reorganització als quals està sotmesa.



El nitrogen immobilitzat per la matèria orgànica, en remineralitzar-se, es posa novament a disposició dels cultius.

Podria ser més clar?

- Bé, anem a casos concrets. La immobilització és més forta per al **sulfat amònic** (el popular amoníac) que per a la **urea** i els **nitrats** i augmenta en els sòls rics en calcària, com els nostres. Per una altra banda, com més matèria orgànica té el sòl major és la immobilització.



Les dosis de nitrogen aportat incideixen en la fixació?

- Sí, i són majors com menors són les dosis d'adob nitrogenat aportades. Amb dosis dèbils la fixació pot arribar a ser de quasi la meitat del nitrogen aportat, mentre que en dosis fortes es redueix a un 20-30%.

La presència del cultiu té incidència en la immobilització?

- La presència del cultiu incideix fortament tant en la fixació com en la immobilització subsegüent, de manera que es contraresta en períodes de fortes pluges el possible arrossegament per remineralització del nitrogen fixat.

Igualment, en períodes de creixement actiu de la planta la proporció fixada disminueix notablement i queda entre un 7 i un 10% quan s'utilitzen dosis altes de nitrogen i entre un 30 i un 40 % quan se n'usen dosis baixes. Després, en la fase de maduració, torna a augmentar la quantitat fixada, en retornar al sòl a través de les arrels d'un 25 a un 30% de nitrogen des de la part aèria.

El nitrogen immobilitzat en la matèria orgànica se perd?

- No, no es perd perquè en anys successius, en remineralitzar-se, es posa novament a disposició del cultiu. S'ha comprovat que aquesta remineralització és cinc o sis vegades més ràpida que la de la matèria orgànica del sòl.

Podria quantificar-se?

- Podríem dir que les taxes normals per a les condicions de les nostres terres vénen a ser del 20 al 30%.

VI.5. PÈRDUES PER LIXIVIACIÓ O RENTATGE DEL SÒL

Com les definim?

- Com ja hem avançat al llarg d'aquesta xerrada, es consideren pèrdues per lixiviació o rentatge aquelles que es produeixen a conseqüència d'arribar les aigües de percolació, que porten nitrogen en dissolució, a una profunditat tal que no poden ser aprofitades per les arrels dels cultius.

De què depenen aquestes pèrdues?

- Depenen en gran part del nivell d'infiltració de l'aigua en el perfil del sòl bé sigui per pluja o per reg, i també lògicament, de l'estructura i de la textura de la terra.

Quina és la quantitat d'aigua que una terra pot retenir?

- La quantitat d'aigua que una terra pot retenir fins a arribar al punt de saturació es coneix per capacitat útil. Aquesta capacitat s'expressa en percentatge del volum total de sòl mullat. La variació d'aquest percentatge segons el tipus de terreny és la següent:



Terrenys arenosos	Terrenys francs	Terrenys argilosos
4-6 %	8-12 %	16-18 %

La facilitat de penetració de l'aigua en el sòl és inversament proporcional a la seva capacitat útil de retenció.

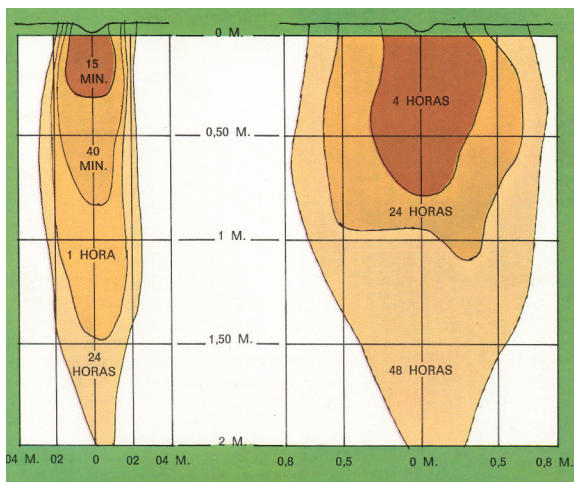
És a dir, que com més solt és el terreny, menys retenció.

Efectivament. Per exemple, un reg de 5 cm d'espessor (500 metres cúbics per hectàrea) aconseguiria arribar a les profunditats següents:

Tipus de terreny	ARENÓS	FRANC	ARGILÓS
Capacitat útil	4-6%	8-12%	16-18%
Profunditat	Més de 75 cm	60 cm	40 cm

Suposant que aquests tres tipus de terra s'hagueren de regar fins a aconseguir la mateixa profunditat, per exemple 60 cm., els cabals d'aigua serien de 350 m³ per a l'arenós, 500 m³ per al franc i 750 m³ per a l'argilós.

S'ha calculat també que un excés de 100 m³ per ha, en el cas que l'aigua de reg tingués 50 mil·ligrams de nitrats, produiria unes pèrdues avaluades en 5 kg de nitrogen.



Sòl llimós o arenós
Capacitat útil 5%
Cabal 500 m³/ha

Sòl llimós o argilós
Capacitat útil 18%
Cabal 500 m³/ ha



Com es mouen els nitrats en aqueixa infiltració?

- A causa de la solubilitat, els nitrats, que, recordem, es representen químicament com a $(\text{NO}_3)^-$, es mouen amb la solució del sòl, seguint els fronts d'aigua. Per aquest motiu quan l'infiltració és intensa i arriba a la capa freàtica, en produir-se una pèrdua neta d'aigua per drenatge es perd també el nitrat dissolt.

És a dir, que la velocitat d'emigració dels nitrats en profunditat és en funció de la quantitat d'aigua de reg o de pluja que s'infiltra a través del sòl?

- Sí, com hem anat dient, ja saps que els nitrats són la forma de nitrogen més mòbil del sòl i, en conseqüència, també la més susceptible de ser rentada. De fet, el 99% del nitrogen lixiviat és nitrogen nítric. Ja veurem més endavant com es comporten en el sòl els principals adobs nitrogenats.

Hi ha establert algun ordre de magnitud d'infiltració dels nitrats?

- Pot establir-se que amb una pluja de 100 litres per metre quadrat els nitrats davallen uns 60 cm en els sòls arenosos, uns 30 en els mitjans i només uns 20 en els argilosos. Contràriament, en els sòls ben constituïts aquestes pèrdues, depenent de la intensitat del rentat, són inferiors en general als 50 kg de nitrogen per ha.

Com s'estudia el problema del rentatge?

- Des de fa temps s'ha estudiat per mètodes lisimètrics, que es basen en l'ús d'aparells que mesuren la quantitat d'aigua de pluja o de reg que s'infiltra a través del sòl. Però no sempre és fàcil determinar a quina profunditat s'haurien d'instal·lar els lisímetres, que és aquella en què les arrels del cultiu poden recuperar nitrats.

És a dir, que no és del tot fiable.

- No del tot, ja que, a banda del que acabem de dir, les mesures, a més d'admetre una quota uniforme de percolació, es realitzen segons el contingut de nitrats de l'aigua de rentatge, sense considerar el total de nitrats del sòl, ni diferenciar-ne la seva procedència, sigui dels adobs aportats o de l'alliberat per la matèria orgànica del terreny.

Pot fer-se d'una de manera més fiable?

- Sí, com ja hem vist, utilitzant l'isòtop radiactiu N-15 podem fer un control més exacte d'aquestes pèrdues, com de la seva procedència i de les interaccions a què estan sotmeses.

Després dels estudis, a quines conclusions s'ha arribat?

- Els resultats varien segons si la parcel·la està cultivada o no, i la intensitat de les pèrdues ve condicionada per distintes causes, com la pluviometria o el reg excessiu, que poden provocar pèrdues apreciables del nitrogen del sòl. Així mateix, en igualtat de condicions el rentatge nítric és major en els sòls lleugers que en els pesants.



Bé, per arribar a aquestes conclusions no feia falta recórrer al N-15.

- Si ho dius perquè la pèrdua en els sòls lleugers és més ràpida, i per tant sembla lògic que el rentatge sigui major bé, però també ho és perquè en els sòls pesants les pèrdues per desnitrificació són més fortes que en els lleugers, i això sí que ho indica el N-15.

Altres conclusions?

- El rentatge nitrogenat del sòl augmenta en els terrenys sense cultiu establert. És important també la quantitat de matèria orgànica. Com més quantitat, en augmentar el contingut de nitrogen reorganitzat i el retingut temporalment, disminueixen les pèrdues per rentatge del nitrogen aportat. I finalment incideix en les possibles pèrdues la velocitat amb què el nitrogen és absorbit pel cultiu.

Conclusió final?

- És lògic pensar que les combinacions possibles de tots aquests factors que acabem de descriure poden donar lloc a multitud de resultats, segons la intensitat amb què actua cada factor.

S'han fet estudis en el secà?

- Considerant el cas de la majoria dels nostres secans, amb una pluviometria escassa i amb aportacions d'adobs nitrogenats de mínimes a baixes, és fàcil treure una conclusió sobre la importància de com seran les possibles pèrdues: del tot mínimes.

És a dir, que a Mallorca aquest problema dels nitrats es redueix als regadius?

- Lògicament en regadiu la quantitat de pèrdues de nitrats per arrossegament de les aigües és major a causa per una banda de les majors dosis d'adob nitrogenat utilitzades i, per l'altra, del major volum de l'aigua de percolació com a conseqüència del reg. En el cas de la patata, també per la lluita contra les gelades. Però això no és determinant.

Per què?

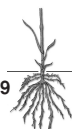
- Perquè si es fa un maneig adequat de l'aigua, les pèrdues poden ser de molt poca importància.

I com ho hem de fer?

- Doncs utilitzant dotacions de reg calculades en funció de l'evapotranspiració, i de la velocitat d'infiltració pròpia de cada terreny.

En conjunt podríem fer el balanç d'un adobament nitrogenat?

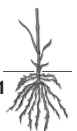
- Podríem resumir-lo amb el quadre següent:



BALANÇ D'UN ADOB NITROGENAT	
Immobilitzat per la matèria orgànica	20-30%
Assimilat per la microfauna autòtrofa	0,1–0,2%
Pèrdues per erosió	Traces
Pèrdues en forma gasosa	10–20%
Pèrdues per rentat (lixiviació)	2–8%
Extraccions del cultiu	40–60%



VII. EL NITROGEN I L'ADOBAMENT NITROGENAT





VII. EL NITROGEN I L'ADOBAMENT NITROGENAT DELS CULTIUS

Quina importància té el nitrogen en la planta?

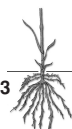
- D'ençà que hem començat la xerrada ja t'hauràs adonat de la seva gran importància en la producció vegetal. Com deus recordar, el nitrogen és un dels constituents bàsics dels compostos orgànics de les plantes, com per exemple dels aminoàcids, de les proteïnes, de la clorofil·la, de l'ADN. etc. És l'element nutrent del sòl que les plantes requereixen en major quantitat. El contingut de nitrogen en la planta varia entre el 2 i el 4% de la matèria seca.



La influència del nitrogen en la vida de les plantes es caracteritza perquè intervé en el creixement i el desenvolupament complet, en la formació de clorofil·la (color verd), en la formació de proteïnes, en la producció de fulles, fruits i llavors i en la qualitat de la collita, entre altres.

La seva importància es nota físicament?

- Amb una correcta aplicació d'aigua i una adequada disponibilitat d'elements essencials, el creixement de les plantes ve regulat per la quantitat de nitrogen a la seva disposició. Per assegurar la iniciació del creixement és necessària l'existència d'un contingut mínim de nitrogen. Augmentant-ne la dosi, també el creixement va augmentant fins a un màxim. Contràriament, dosis creixents de nitrogen actuen de manera diversa en la formació de flors...

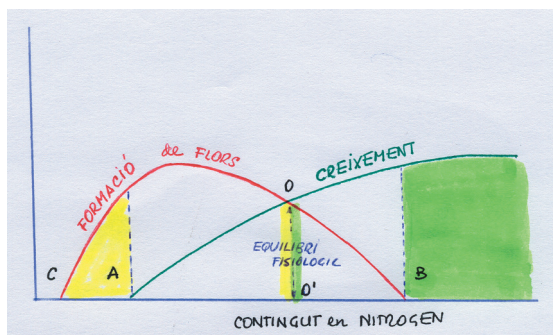


I si no hi ha flors, no hi haurà fruits.

- Doncs bé, l'aportació de dosis mínimes de nitrogen impossibilita la formació de flors. L'augment de les dosis no en determina un augment proporcional, sinó que permet arribar a un màxim. Posteriors aplicacions determinen la reducció de la formació de flors, fins a arribar pràcticament a desaparèixer.

Podria aclarir-ho un poc?

- Ho intentaré a través de la representació esquemàtica denominada diagrama de Kobel. Mantenint constants les disponibilitats d'hidrats de carboni, a la zona A es troben únicament flors i manca de creixement vegetatiu. A la zona B es troba únicament creixement vegetatiu, sense formació de flors, i a la zona OO', denominada d'equilibri fisiològic, s'observa tant creixement vegetatiu com formació de flors.



Les plantes l'absorbeixen només en forma de nitrat?

- El poden absorbir tant en forma nítrica (ió nitrat NO_3^-) com en forma amoniacal (ió amoni NH_4^+). Però preferentment l'absorció es realitza de la primera forma, que requereix consum d'energia.

Quin seria el procés?

- La primera reacció que sofreix en la planta és la reducció a forma amoniacal i actua com a catalitzador el molibdè. Després, en un procés complicat en què no entrarem, es formen aminoàcids i posteriorment, proteïnes.

On té lloc aquesta reducció?

- Pot tenir lloc tant a les arrels com a la part aèria.

La planta redueix tot el nitrogen que absorbeix?

- No sempre. Per un excés d'absorció pot haver-hi acumulació de nitrats en la planta, que potencialment, com ja hem tingut ocasió d'explicar, poden tenir efectes tòxics en les persones i els animals per enverinament de la sang.



El mateix que pot passar amb les aigües contaminades per nitrats?

- Efectivament. És el mateix cas.

Acabem de veure què pot passar quan hi ha un excés de nitrats, però què passa quan n'hi ha deficiència?

- Hi ha una notable incidència en el desenvolupament de la planta. La planta creix raquítica, amb grogor generalitzada, que comença sempre per les puntes de les fulles velles, hi ha una maduració accelerada i una forta disminució dels rendiments.

Alguna cosa més sobre l'adobament nitrogenat?

- No hem d'oblidar que el nitrogen és l'element nitrogenat que dona una resposta més clara i espectacular a la seva aplicació als cultius i consegüentment sobre la producció. Després de l'aigua és el factor limitant de major transcendència en el creixement vegetal i també en la producció.



Carència de nitrogen en cítrics.

VII.1. ELS PRINCIPALS ADOBS NITROGENATS

Hi ha gaires classes d'adobs nitrogenats?

- Segons la forma en què presenten el nitrogen podem classificar-los en cinc grans grups: orgànics, amoniacals, nítrics, nítrics amoniacals i d'alliberament lent o progressiu.

Comencem pels orgànics.

- En realitat són distints als fems, ja que no deixen humus en el sòl. A Mallorca no tenen tradició. Solen provenir de residus industrials com turtós, sang dessecada, residus de peix, etc.



Quines característiques tenen els amoniacals?

- Els amoniacals es caracteritzen per ser solubles a l'aigua, ser acidificants, característica molt adequada per als nostres sòls calcaris, i ser productors d'ions NH_4^+ , que, com sabem, són retinguts pel complex argil·lohúmic del sòl i per tant, d'entrada, no ofereixen risc de rentatge.

Dura gaire temps la retenció?

- Si les condicions de temperatura i humitat del sòl són favorables a l'activitat microbiana, el nitrogen amoniacal es nitrifica ràpidament. Tenen per tant una acció més lenta que els nitrats. De totes maneres, quan la temperatura del sòl és elevada i la saó bona el pas de nitrat a amoníac és molt ràpid. Pot tardar més d'un mes a l'hivern i pocs dies a l'estiu.

Com convé utilitzar-los?

- Els adobs amoniacals són adobs tant de fons com de superfície però en aquest darrer cas convé tenir la precaució d'enterrar-los per evitar pèrdues de nitrogen per volatilització, especialment en terrenys com els nostres, rics en calcària, càlids i secs.



Els adobs amoniacals aplicats en superfície és convenient enterrar-los per evitar pèrdues per volatilització.

Quins són els més utilitzats?

- A Mallorca els més utilitzats són: la urea, el sulfat amònic (més conegut per amoníac) i les solucions nitrogenades.

Què hem de saber de la urea?

- El nitrogen ureic, una vegada incorporat, passa molt ràpidament a la forma amoniacal. Però mentre s'inicia el procés descendeix a través del perfil del sòl com un nitrat, i es distribueix de forma regular per tot el terreny.

Per quin motiu?

- Perquè en condicions d'humitat, per l'acció d'un enzim que segreguen determinats bacteris i fongs del sòl, el seu nitrogen passa a la forma amònica



que, com que és positiva, és retinguda pel complex argil-lohúmic. Segons les condicions de temperatura, pH i humitat del sòl el procés dura entre 3 i 10 dies.

Podria posar-ne un exemple ?

- Amb un reg de 50 litres per metre quadrat (350 m³ per quarterada), en la gran majoria dels sòls, la urea no descendeix més de 20 cm. En aquesta zona, és a dir, entre els 0 i els 20 cm, abans de descompondre's per l'acció de l'aigua, és on es conserva pràcticament tota la que hem aportada.

És important això?

- Molt, ja que segons el que acabo de dir, mitjançant un reg regulat adequadament podem fer que la urea penetri a la profunditat que desitgem segons la zona de màxima absorció radicular del cultiu.

Quina riquesa en nitrogen té la urea?

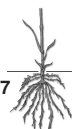
- Té una riquesa en nitrogen del 46%, és a dir, que per cada kg d'urea aportem 460 grams de nitrogen. S'ha tenir la precaució d'enterrar-la lleugerament o amb un petit reg.

Hi ha fertilitzants nitrogenats sòlids de més alta concentració?

- No, i cal tenir molt present que, com ja hem dit, és un producte d'alta solubilitat, que pot ser fàcilment rentat abans de passar a amoníac. A les zones amb risc de contaminació s'ha d'aplicar amb molta cura, especialment quan més fred fa.



Urea.



Quines són les èpoques i les formes d'aplicació?

- Pot utilitzar-se de les maneres següents:

Adobament de fons en tardor-hivern o bé en primavera en substitució del sulfat amònic.

En superfície a finals d'hivern o inicis de primavera en substitució dels nitrats amònics uns quinze dies abans que aquests.

En plena vegetació si hi ha humitat al sòl.

Després de la recol·lecció dels cereals, per afavorir la descomposició dels rostolls.

En aplicació foliar (en forma cristal·lina amb menys del 0,3%).

Dissolta en l'aigua de reg per aspersió o degoteig.

Aplicada directament al sòl enterrant-la lleugerament o donant un reg posterior.

COMPARACIÓ DE LA UREA AMB ALTRES ADOBS NITROGENATS		
<i>100 kg d'urea equivalen a</i>		
296,7 kg de	NITRAT DE XILE	15,5% N
219,0 kg de	SULFAT AMÒNIC (amoníac)	20,5% N
137,3 kg de	NITRAT AMÒNIC	33,5% N
176,9 kg de	NITROSULFAT AMONIC	26.0% N

L'amoníac o sulfat amònic.

- Com venim dient, l'*amoníac* és el *sulfat amònic* i és l'adob nitrogenat més conegut. És una sal molt soluble en l'aigua. Té una riquesa del 20,5% encara que a efectes pràctics es considera del 20%. És el clàssic adob nitrogenat de tardor-hivern gràcies a la seva retenció pel complex argil·lohúmic del sòl.

En quins cultius s'utilitza més?

- S'utilitza molt en patata, fruiters i hortícoles en general. Cal recordar que el sulfat amònic aporta també a les terres un 24% de sofre i que el sofre, a més d'acidificar el terreny, és també un dels elements principals en la nutrició de les plantes.

Parlem de les solucions nitrogenades?

- Són solucions de *nitrat amònic* i *urea*. La més coneguda és la N-32, composta per un 8% de nitrogen en forma nítrica, un 8% en forma amoniacal, i un 16% en forma urèica. S'usa fonamentalment en reg localitzat.





Aplicació de N-32 en cereals.

VII.2. ELS PRINCIPALS ADOBS NÍTRICS

Quines característiques tenen el adobs nitrogenats nítrics?

- Fonamentalment tenen tres característiques: són solubles en aigua, produeixen ions (NO_3^-) que en no ser retenguts pel sòl poden ser rentats i poden ser assimilats directament per les plantes. Amb presència d'un mínim d'humitat la seva acció és gairebé immediata.

Quines serien les millors èpoques per aplicar-los?

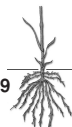
- Són els més indicats per a intervencions ràpides, per distribuir-los al llarg de la vegetació, per a zones seques i per a períodes de sequera.

Quins són els adobs nítrics més utilitzats?

- Actualment, a Mallorca, és el *nitrat potàssic*. Presenta una riquesa en nitrogen en forma nítrica del 13% i del 46% en potassa. És totalment soluble en l'aigua. És un fertilitzant d'excel·lent qualitat que pot aplicar-se a tots els cultius. Pot emprar-se també com a adob foliar.

Què ens diu dels nítricoamoniacals?

- Doncs que combinen en un únic producte les propietats dels adobs nítrics i dels amoniacals. Així actuen ràpidament per la seva part nítrica i més len-



tament per la part amoniacal. Són molt apreciats pels pagesos perquè sempre s'hi s'obtenen bons resultats.

Alguna indicació per emprar-los?

- En superfície poden emprar-se en tots els cultius. Les èpoques millors són al final de l'hivern i principis de primavera, sempre que hi hagi humitat suficient. No són aconsellables en climes secs quan la vegetació està molt avançada, ni tampoc a la tardor en terrenys permeables, poc profunds i amb hiverns plujosos.

Quins són els més utilitzats?

- Són el *nitrat amònic*, amb una riquesa en nitrogen del 33,5%, a parts iguals entre les formes nítrica i amoniacal i acció acidificant sobre el sòl, i el *nitro-sulfat amònic*, amb una riquesa del 26% en nitrogen (25% nítric i 75% amoniacal) i també amb acció acidificant.



Nitrat amònic.

Quina acció tenen els diferents adobs nitrogenats sobre la reacció del sòl?

- Poden tenir una acció acidificant o alcalinitzant. A la nostra terra en tenir els sòls pH superiors a 7, convindrà sempre optar per aquells que acidifiquen.



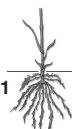
FERTILITZANT	FORMA DEL NITROGEN	RIQUESA EN %
Amoníac anhidre	Amoniacal (NH₄)⁺	82
Urea	Ureica	44
Nitrat amònic	Nítrica (NO₃)⁻ i Amoniacal (NH₄)⁺	33,5 a 34,9
Solució nitrogenada	Amoniacal (NH₄)⁺, ureica i nítrica (NO₃)⁻	32
Sulfonitrat amònic	Nítrica (NO₃)⁻ i Amoniacal (NH₄)⁺	25
Nitrat amònic calci	Nítrica (NO₃)⁻ i Amoniacal (NH₄)⁺	20
Solució nitrogenada	Nítrica (NO₃)⁻	20
Sulfat amònic	Amoniacal (NH₄)⁺	20
Fosfat biamònic	Amoniacal (NH₄)⁺	18
Fosfat-urea	Ureica	17
Nitrat calcic	Nítrica (NO₃)⁻	15
Nitrat sòdic	Nítrica (NO₃)⁻	15
Nitrat potàssic	Nítrica (NO₃)⁻	13
Nitrat de calci i magnesi	Nítrica (NO₃)⁻	13
Àcid nítric 56%	Nítrica (NO₃)⁻	12,6
Fosfat monoamònic	Amoniacal (NH₄)⁺	12
Nitrat de magnesi	Nítrica (NO₃)⁻	10
Solució nitrat de calci	Nítrica (NO₃)⁻	7
Solució nitrat de magnesi	Nítrica (NO₃)⁻	7

I quins són aquests?

- Són diversos però els més indicats per a les nostres terres són el sulfat amònic (amoníac), el nitrosulfat amònic, la urea i el nitrat amònic.

Els d'alliberament lent tenen importància?

- De moment comença a parlar-se'n i se'n parlarà més en un futur pròxim. El seu objectiu és reduir pèrdues sense necessitat de recórrer a aplicacions freqüents. Però és necessari conèixer molt bé per què, com i quan es produirà l'alliberament per decidir el moment i dosi a aplicar.



ADOBS D'ALLIBERAMENT LENT		
	FERTILITZANTS	RIQUESA EN N%
Productes de baixa solubilitat	Crotonilidendiurea	28
	Isobutildendiurea	28
	Urea formaldehid	36
	Adob nitrogenat + crotonilidendiurea	18
	Adob nitrogenat + isobutildendiurea	18
	Adob nitrogenat + urea formaldehid	18
Inhibidors de la nitrificació	Sulfat amònic + diciandiamida	20
	Sulfonitratamònic + diciandiamida	24

VII.3. L'ADOBAMENT NITROGENAT

Presenta dificultats l'adobament nitrogenat?

- Encara que se'l considera com l'element base de l'adobament, la seva correcta aplicació presenta algunes dificultats. Per exemple, en ser tant mòbil en el sòl no podem emmagatzemar-l'hi durant un període llarg, ja que ens arrisquem a veure'l desaparèixer en profunditat amb el consegüent risc de contaminació. Només pot emmagatzemar-se en la forma orgànica.

Alguna altra dificultat?

- Com que té una forta acció de xoc sobre la vegetació, no se'n pot donar a la planta per sobre de les seves necessitats sense risc de deshidratar-la o de cremar-la, com col·loquialment diu el pagès.

Més dificultats?

- Com deim el seu subministrament a la planta pel sòl està vinculat al contingut en matèria orgànica d'aquest i a la seva activitat microbiana, que depèn de les condicions climàtiques. A més, aquesta activitat no sempre coincideix amb les necessitats de les plantes.

És a dir, que el seu alliberament al sòl és imprevisible.

- Sí, i per tant és molt difícil d'analitzar. És el resultat de diversos fenòmens simultanis, difícils de separar i a vegades oposats.



Quant del nitrogen alliberat pel sòl es calcula que procedeix de la mineralització de l'humus?

- Es calcula que un sòl amb un 2% en matèria orgànica pot alliberar en un any entre 60 i 80 kg de nitrogen nítric procedent de l'humus estable. Però, en quin moment? I per una altra banda, es troba la planta en aquest moment en condicions d'aprofitar-lo?

Quant n'és alliberat per la humificació de la matèria orgànica fresca?

- Aquí sí que és difícil ja que en molts de casos, com palles, residus, fems, adobs verds, etc. com ja vam dir, la seva evolució normalment es fa bloquejant una part del nitrogen nítric del sòl per poder iniciar-ne la fermentació. Es produeix, per tant, una doble evolució en sentit contrari: mineralització del nitrogen orgànic i reorganització del nitrogen nítric.

És possible actuar sobre la mineralització de l'humus?

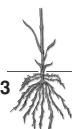
- No, ni se sap quant de nitrogen serà alliberat, ni quan estarà a disposició de la planta. De totes maneres allò més corrent, en les nostres condicions, és que el sòl posi a disposició de les plantes menys nitrogen del que necessiten en cada moment. És per aquest motiu que s'ha de recórrer a l'aportació de l'adobament químic.



Com que el sòl no posa a disposició dels cultius tot el nitrogen que en cada moment necessiten, s'ha de recórrer a l'aportació de l'adobament químic.

Quines pautes que s'han de seguir aconsellaria per practicar l'adobament nitrogenat?

- Quan, normalment a la sortida de l'hivern, ens plantegem la necessitat de planificar l'adobament nitrogenat, no podem saber com hauran evolucionat a la primavera les reserves orgàniques del sòl. Però sí que podem estimar el saldo de nitrogen en el sòl, tenint en compte les quantitats mineralitzades durant l'estiu i la tardor precedents.



Podria aclarir-ho un poc, això?

- Bé, en posarem un exemple. Si a una tardor suau, la segueix un hivern plujós, pot aventurar-se que les terres necessitaran més nitrogen en primavera. Contràriament, un estiu, una tardor i un hivern secs deixaran apreciables quantitats de nitrogen mineral per a la primavera, amb la qual cosa podrem reduir l'adobament en aquest element.

Ho comprenc per a terres bones ben proveïdes de matèria orgànica, però en les pobres passa el mateix?

- No, en les pobres les quantitats de nitrogen alliberat seran molt magres i pràcticament no les tindrem en compte en el moment de planificar l'adobament nitrogenat.

No és fàcil la cosa.

- No, però hem de ser pràctics i pensar que, en certa manera, les dificultats derivades de dominar el problema de l'evolució del nitrogen en el sòl, es veuen compensades per les seves característiques de rapidesa d'acció i mobilitat, que ens permeten recórrer a intervencions tardanes o al fraccionament, segons observem l'evolució de la vegetació.

És a dir que en l'adobament mineral nitrogenat convé filar prim.

- Efectivament. Hem d'intentat afinar el màxim possible en la previsió real de les necessitats, sense excessos, però també sense escatimar-lo, i tenir sempre ben present que l'època d'aplicació té una decisiva importància.

Podríem fer un balanç de l'adobament nitrogenat?

- Anem als aspectes pràctics. Primerament hem de veure quines són les possibles entrades i les sortides. Com recordaràs les entrades tenien principalment dos orígens.

Sí, les procedents de l'atmosfera i les aportacions pròpies del pagès.

- Recordeu que les entrades procedents de l'atmosfera eren les del nitrogen de les pluges, que a Mallorca avaluarem com ja hem dit entre 7 i 10 kg per quarterada i any. Les procedents de la fixació pels azotobacter, que aquí consideràvem no significatives, i si prèviament s'han cultivat lleguminoses, cosa per desgràcia cada vegada més remota, les fixades pels rizobis que, segons l'espècie de lleguminosa emprada, poden arribar als 50-150 kg.

Queden les aportacions realitzades pel pagès.

- Es redueixen a l'adobament nitrogenat mineral i a les aportacions de matèria orgànica.

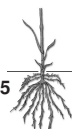


Quines són les sortides?

- Principalment les extraccions de la collita, que són molt variables segons el tipus de cultiu (vegeu el quadre), les pèrdues definitives per rentatge que, en dependre de factors tant diversos com el reg, la pluja, la textura i l'estructura del terreny són també molt variables. Els valors extrems poden calcular-se entre 7 i 80 kg per quarterada. Finalment, les pèrdues per desnitrificació que, com que són molt reduïdes, no les comptarem.



El nitrogen fixat pels rizobis de les lleguminoses pot arribar als 35-55 kg per hectàrea i any, segons l'espècie emprada.



EXTRACCIÓ DE kg DE NITROGEN PER t DE COLLITA		
Cultiu	Autor	Extracció
BLAT	Niccoli i Fanti	30
	Soltner	24
	A. Domínguez	30
BLAT DE LES ÍNDIES	Niccoli i Fanti	26,6
	Soltner	26,2
	A. Domínguez	28
PATATA	Niccoli i Fanti	8.3
	Altres	4.5
	Comercial de potasas	5
	Soltner	6,2
	A. Dominguez	5.5
CÍTRICS	A. Domínguez	3.5
	Legaz-Primo	6,0
ALBERCOQUER	A. Domínguez	9,6
AMETLER	A. Domínguez-UCA	20
OLIVERA	A. Domínguez	15
VINYA	A. Domínguez	7,0
MELICOTONER	A. Domínguez	9,6
POMERA	A. Domínguez	2,5
PERERA	A. Domínguez	2,4

Alguna conclusió sobre el balanç de nitrogen als nostres sòls?

- A Mallorca, les terres del secà són pobres en matèria orgànica i, per tant, la quantitat de nitrogen que alliberen és tan escassa que a l'hora de calcular l'adobament nitrogenat en la majoria dels casos no es té en compte. No és així al regadiu, on es calcula que les reserves del sòl aporten quasi el 50% de les necessitats del cultiu.

Quin adobat nitrogenat elegim?

- Com ja hem avançat el nitrogen ureic passa en molt poc temps a l'estat amoniacal i l'amoniacal en primavera es nitrifica també ràpidament. D'una manera general pot afirmar-se que els anys secs resulten més favorables a la forma



nítrica i els humits a l'amoniacal. I recordar que els nítricoamònics reuneixen els avantatges d'ambós.

Podria donar algunes orientacions pràctiques sobre l'adobament nitrogenat?

Quan s'empra fem, el seu efecte sol durar uns tres anys i es calcula que es mineralitza de la forma següent: 50% el primer any, 35% el segon i 15% el tercer.

Si s'han de cultivar lleguminoses com a millorants, malgrat que siguin fixadores de nitrogen, abans de la sembra convé adobar amb 10-15 kg de nitrogen per quarterada.

La quantitat de nitrogen a aportar ha de fraccionar-se de manera que el cultiu al llarg del seu cicle tingui sempre a la seva disposició el nitrogen que necessita.

S'ha de tenir present al calcular l'adobament la quantitat de nitrogen que aportarà la matèria orgànica.

Cal recordar que els amoniacals convé enterrar-los lleugerament per evitar pèrdues per volatilització.

En el secà s'han d'enterrar també els ureics. En regadiu, després de l'aplicació s'ha de fer un lleuger reg que serà més o manco intens segon la profunditat a la qual ens interessa localitzar la urea.

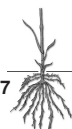
No s'ha d'abonar mai si no hi ha saó suficient.

Cal donar preferència a aquells adobs nitrogenats que siguin més barats per unitat fertilitzant.

Podria posar un exemple de preus per unitat fertilitzant?

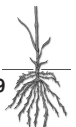
Suposant que en aquests moments els preus per kg dels adobs nitrogenats són els que figuren al quadre següent, la unitat fertilitzant més barata és la procedent de la urea. Quasi un 27% més barata que la procedent del sulfat amònic.

<i>Preu de la unitat fertilitzant de nitrogen (1 kg de nitrogen)</i>			
Procedència	Riquesa en nitrogen	Preu /kg en (1 d'agost de 2005)	Preu de la unitat fertilitzant en
SULFAT AMÒNIC	20,5 %	0,1473	0,7185
UREA	46 %	0,2432	0,5286
NITRAT AMÒNIC	33,5%	0,2563	0,7650





VIII. LA MATÈRIA ORGÀNICA I ELS NITRATS





VIII.- LA MATÈRIA ORGÀNICA I ELS NITRATS

Què ens pot dir sobre la matèria orgànica?

- Diuen els entesos que un sòl neix quan s'instal·la vida vegetal i animal sobre les restes de descomposició d'una roca mare. Quan aqueixos ésser vius moren, la seva matèria orgànica s'incorpora al sòl s'hi mescla amb les substàncies minerals. Aquesta matèria orgànica, malgrat la seva minoria, exerceix un paper determinant en la fertilitat del sòl.

Quina quantitat de matèria orgànica hi ha normalment als sòls?

- El contingut de matèria orgànica dels sòls que és resultat del clima i dels sistemes de cultiu en general és molt baixa a les nostres terres. Al secà pot considerar-se l'1,5% com l'òptim mínim i al regadiu s'estima que el 2% és el mínim òptim, variable en funció de la textura del sòl, mentre que és del 2,2% en sòls arenosos i de l'1,85% en els argilosos.

La classificació segons els nivells seria la següent:

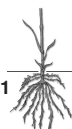
CONTINGUTS DE MATÈRIA ORGÀNICA	NIVELLS
Inferiors al 0,5%	Extremadament pobres
De 0,5 a 1%	Molt pobres
D'1 a 1,5%	Pobres
De 2 a 3,5%	Normals
De 3,5 a 5%	Elevats
Superiors a 5%	Molt elevats

La matèria orgànica del sòl és estable?

- No, com ja sabem, contínuament està en evolució i transformació. Es transforma en mineral, és absorbit per les plantes, es forma matèria orgànica, es reincorpora al sòl i així continua el cicle.

Quin és l'origen de la matèria orgànica del sòl?

- Per una banda una sèrie d'animals i vegetals vius que representen diverses tones per quarterada.



Diverses tones?. No ho sembla.

- Doncs, sí: com pot observar-se al quadre següent, el sòl és molt ric en vida.

Classificació i importància en pes de la fauna i de la flora microbiana del sòl en una quarterada		
		PES EN kg
MACROFAUNA Més de 2 mm	Petits mamífers Llombrius Insectes Miriàpods Àcars	400-4.000
MICROFAUNA Menys de 2 mm	Nematodes Tardígrads Rotífers Colèmbols Protozous	150-300
VEGETALS	Algues Fongs, llevats, floridures Actinomicets Bacteris	25-150 750 50-550 20-1.500

Es calcula que en un gram de terra poden viure més de 50 milions de microorganismes, amb un pes que pot estimar-se en uns 400 a 700 kg per quarterada, depenent de la quantitat de matèria orgànica fresca en descomposició. Si el 6,5% d'aquests microorganismes és nitrogen, podem afirmar que constitueixen una reserva de 26 a 45 kg per quarterada i any de nitrogen ràpidament disponible.

Quins altres orígens té?

- A més dels que acabem de veure, els residus vegetals procedents tant dels cultius com de les plantes cultivades i les aportacions de matèries orgàniques (fems, adobs en verd, etc.) que realitza el pagès.



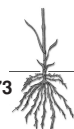
XIFRES MITJANES DE DEJECCIONS PRODUÏDES PEL BESTIAR			
TIPUS D'ANIMAL	Dejeccions eliminades per dia		
	Sòlides en kg	Líquides en kg	Volum total en litres
BOVÍ: Animals joves de 200 kg	10-12	5	14
Animals de 500 kg en desenvolupament	15-17	7	30
Vaques lleteres	20-30*	12-20**	40-60
EQUÍ Cavalls de 500 kg	14-20	3,5-5	-
Cavalls de 700 kg	25	5-10	-
PORCÍ Porcs de 40 kg	1	0,7	3
Porcs de 80-90 kg	2,5	1,8	4,8***
OVÍ Xots de 25-30 kg	0,5-0,7	0,6	-
Ovelles de 40 kg	0,9-1,1	0,9	-
Ovelles de 60 kg	1,4-1,6	1,2	-
AVIRAM Gallines	0,160	-	-
Ànecs	0,230	-	-

* Els aliments rics en cel·lulosa augmenten la quantitat d'excrements sòlids produïts, mentre que les arrels i els aliments concentrats la redueixen.

** La quantitat d'orina pot ser encara superior si la ració que reben els animals està formada principalment per farratges o arrels.

*** Els porcs d'engreix alimentats amb subproductes de lleteries poden arribar fins als 16 litres per dia.

(Font: SERVICIO DE EXTENSIÓN AGRARIA. *Ficha técnica de ganadería* núm. 259.)



XIFRES MITJANES RELATIVES A LA COMPOSICIÓ DE LES DEJECCIONS					
Espècie i tipus de dejecció	Aigua	Matèria seca %	Nitrogen N%	Fòsfor P ₂ O ₅ %	Potassa K ₂ O%
BOVÍ					
Excrements sòlids	84	16	0,35	0,28	0,22
Orina	93	7	0,7	0,01	1,5-2
Fem fluid (fresc i sense aigua addicional)*	86,3	1,7	0,39	0,17	-
EQUÍ					
Excrements sòlids	76	24	0,5	0,35	0,30
Orina	89	11	1,2	-	1,5
PORQUÍ					
Excrements sòlids	80	20	0,6	0,45	0,5
Orina	97,5	2,5	0,3	0,12	0,2
Dejeccions sòlides i líquides mesclades	-	-	0,53	0,5	0,46
OVÍ					
Excrements sòlids	59	41	0,75	0,6	-
Orina	86,5	13,5	1,4	0,7	-
AVIRAM					
Dejeccions de gallines	62	38	1,4	1	0,6
Dejeccions d'ànecs	73	27	0,8	0,5	0,7

* La composició del fem fluid és molt variable. Hi influeixen la dilució per l'aportació d'aigua que és difícil de conèixer; L'homogeneització del contingut de la fosa; el temps que fa que està emmagatzemat, i l'alimentació dels animals. Per aquest motiu les xifres són les mitjanes de moltes anàlisis.

(Font: SERVICIO DE EXTENSIÓN AGRARIA. *Ficha técnica de ganadería* núm. 259)

Per a no tenir que recórrer a taules com aquestes o similars, a efectes que ens sigui més fàcil determinar el nitrogen que aportem quan adobem amb fems, la Comunitat Europea proposa transformar el contingut de nutrients aportats a unitats estàndard de ramat.

Què són les unitats estàndard de bestiar?

- Al codi de bones pràctiques agràries es parla de Unitats de bestiar gros o **UBG**. Una **UBG** correspon a una vaca adulta de 500 kg de pes viu, que produeix 4.000 litres de llet, amb un 4% de greix.

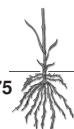




La pràctica d'afegir als cultius determinades substàncies orgàniques és antiga. La més comuna era incorporar-hi els fems del bestiar.



Una UBG correspon a una vaca adulta de 500 kg de pes viu, que produeix 4.000 litres de llet, amb un 4% de greix.



I quan de fem produeix una vaca d'aqueix tipus?

- Una UGB produeix una quantitat de fem a l'any que teòricament conté: **90 kg de nitrogen, 18 kg de fòsfor i 83 kg de potassi**, amb una eficiència d'utilització del 60% per al nitrogen i del 100% per al fòsfor i potassi. Si agafem aquests valors com a estàndards podem determinar les produccions dels distints nutrients per als fems de les distintes espècies, expressant-les en equivalents a Unitats de Ramat Major

UNITATS EQUIVALENTS A UBG DE DIFERENTS ESPÈCIES ANIMALS*			
GRUP D'ANIMALS	Equivalents a UBG		
	Nitrogen	Fòsfor	Potassi
Cavalls	0,9173	0,7000	0,8850
Vaques de llet	1,0000	1,0000	1,0000
Vedells de mig any o menys de 200Kg	0,3000	0,3000	0,3000
Altres bestiaris bovins	0,6000	0,6000	0,6000
Truges de cria de més de 50 kg	0,2447	0,3349	0,0920
Porcs de més de 20 kg	0,1330	0,1820	0,0500
Altres porcs	0,0532	0,0728	0,0200
Ovelles	0,1500	0,1300	0,1300
Cabres	0,1500	0,1300	0,1300
Gallines ponedores (100)	0,9090	1,8363	0,4000
Pollastres per a carn (100)	0,4546	0,9183	0,2000
Altres pollastres (100)	0,1667	0,4000	0,1000
Oques (100)	0,7778	1,250	0,4800
Ànecs (100)	0,7788	1,2500	0,4800
Indiots (100)	0,2000	0,4500	0,1600

*Font CE

Pot posar-ne un exemple?

- Suposem que volem calcular la quantitat de nitrogen aportat pel fem de 100 ovelles. Multiplicant el nombre d'ovelles (100) pels equivalents en nitrogen



per ovella i per 90 kg de nitrogen per UBG, tindrem: $100 \times 0,1500 \times 90 = 1.350$ kg de nitrogen.

Bé, ja hem aportat el fem. Què passa amb aquest fem?

- Tan prompte com el fem entra en contacte amb el sòl comença a ser atacat tant per la seva flora (fongs, bacteris, actinomices, etc.) com per la seva fauna (cucs, insectes, protozous etc.). Sota l'acció d'aquests microorganismes els residus es van descomponent i transformant en compostos minerals o en altres compostos orgànics variats.

És a dir, que microorganismes i matèria orgànica són molt dependents.

- Efectivament, la matèria orgànica és la base de la vida microbiana, en ser el suport i l'aliment de la gran majoria de microorganismes del sòl.

Vol dir que sense matèria orgànica no hi ha vida microbiana?

- Sí, sense matèria orgànica jove no hi ha vida microbiana intensa. Sense vida microbiana el sòl perd fertilitat i sense fertilitat no podem obtenir bons rendiments.

Com és aquesta transformació?

- Segons siguin les seves característiques la matèria orgànica pot seguir dos processos distints. La mineralització o la humificació. En el primer procés els residus orgànics es descomponen per complet ràpidament en compostos minerals com aigua, gas carbònic, amoníac, sulfats, fosfats, etc.

En què consisteix la humificació?

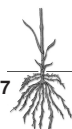
- En transformar els residus orgànics en nous complexos orgànics més estables que tenen una mineralització més lenta. És a dir, es transformen en la substància bruna, fina i pastosa que denominem humus, que queda sòlidament fixada al sòl formant el ja familiar complex argil-lohúmic.

En quines proporcions es troben la part mineralitzada i la humificada?

- Depèn de la temperatura i la humitat del sòl, de la seva textura i estructura, de la classe de residus i fins i tot del tipus de microorganismes. Així doncs, per a cada sòl i per a cada clima en particular s'arriba a un nivell determinat de matèria orgànica estable o humus. Aquest nivell s'aconsegueix quan la quantitat d'humus que es forma és igual a la quantitat que es mineralitza.

Així, matèria orgànica i humus no són el mateix?

- La matèria orgànica del sòl és el conjunt de substàncies procedents dels residus de les collites, de les dejeccions i dels cadàvers dels animals, mentre que l'humus és només una part d'aquesta mateixa matèria orgànica, que s'obté per un procés de síntesi microbiana i química.



Com el definiríem, l'humus?

- Com la matèria orgànica més o menys estable que queda després de l'etapa de descomposició ràpida. Està format per complexos orgànics molt variats que tenen les propietats comunes de: formar complexos amb les argiles denominats, com ja hem dit, argil·lohúmics, tenir caràcter col·loïdal; mineralitzar-se lentament; ser de color bru fosc o negre, i tenir una relació carboni/nitrogen de 10.

Què és això de la relació carboni/nitrogen?

- El carboni (C) és l'element que defineix la matèria orgànica ja que és el seu principal component. El nitrogen (N) també en forma part, però en menor proporció, i ja hem parlat de la importància que té en la seva evolució. D'aquí ve l'interès de la relació que existeix entre el carboni i el nitrogen que conté, i que es coneix per C/N.

RELACIÓ C/N DE DISTINTS MATERIALS (Urbano, 1987)	
<i>Material</i>	<i>Relació C/N</i>
Palla d'arròs	100
Palla de blat	70
Farratge verd de lleguminoses	20-30
Farratge verd de gramínies	30-40
Fem poc fet	25-30
Fem trit	15-25
Acids húmics	10-12

Podria il·lustrar-ho un poc?

- Les palles dels cereals i altres matèries pobres en nitrogen tenen una relació C/N molt alta, generalment superior a 50. En canvi en les lleguminoses oscil·la entre el 16 i el 20. Quan la relació C/N no arriba a 30 els microorganismes no tenen suficient nitrogen i utilitzen per al seu desenvolupament el que es produeix en el sòl.



Quan la relació està compresa entre 15 i 30, tenen la quantitat que necessiten, però no hi ha alliberament. Només quan la relació C/N és inferior a 15 es produeix alliberament de nitrogen.

A les nostres terres de secà el nivell de matèria orgànica és molt baix.



Quines són les millors condicions per a la descomposició completa de la matèria orgànica?

- Les principals condicions, com ja hem avançat són una humitat suficient, una temperatura elevada, una bona aireació i residus vegetals joves i rics en nitrogen. Al contrari, les temperatures baixes, l'excés d'humitat, l'aireació deficient i residus pobres en nitrogen dificulten d'atacar pels microorganismes són, entre altres, causes que retarden la descomposició.

Per què les nostres terres són tan pobres en matèria orgànica?

- És pel motiu que acabem d'explicar. A les zones àrides com la nostra, amb temperatures elevades, certa humitat i bona aireació, el nivell de matèria orgànica dels sòls és baix, de l'orde de l'1 al 2%. Contràriament a les regions fredes i humides hi ha acumulació de matèria orgànica i es troben nivells de més del 5%.

L'aportació d'algues és interessant?

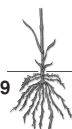
- L'aportació d'algues és tradicional a les Balears. S'han d'aportar després d'haver estat rentades per les pluges. La seva riquesa mitjana en nitrogen està al voltant del 0,5% i de poc més de 2% en potassi.

Cada quan és convenient fer les aportacions de matèria orgànica?

- La quantitat i la freqüència de les aportacions depèn de molts factors com la disponibilitat de l'agricultor, la rotació dels cultius, les característiques del sòl, la climatologia, etc. Encara que per norma general és més interessant fer aportacions freqüents en dosis limitades que aportacions fortes més distanciades i no oblidar que l'aportació de matèria orgànica millora l'estat físic, el químic i el biològic del sòl.



El fem, és preferible aportar-lo freqüentment en dosis limitades que fer-ne aportacions fortes més distanciades.



QUANTITATS DE FEM I FREQUÈNCIA DE LES APORTACIONS EN CONDICIONS MITJANES (Urbano Terrón, 1988)		
<i>Classes de sòls</i>	<i>Dosi de conservació*</i>	<i>Dosi de conservació + dosis de correcció**</i>
Arenosos i calcaris	15-20 tm/ha (cada 2 anys)	20-25 tm/ha (cada 2 anys)
Francs	25-30 tm/ha (cada 3 anys)	30-35 tm/ha (cada 3 anys)
Argilosos	30-40 tm/ha (cada 3 anys)	40-50 tm/ha (cada 3 anys)

* Si el nivell de matèria orgànica és adequat

** Si el nivell de matèria orgànica és baix

Com podríem resumir el vist sobre la matèria orgànica?

- Als nostres sòls, la matèria orgànica procedeix pràcticament dels residus de les collites i ocasionalment d'aportació de fems o d'altres adobs orgànics. La gran part d'aquestes aportacions, entre un 60 i un 70%, desapareix en una fase de mineralització activa que pot durar uns tres anys. La resta queda com a humus, el qual es mineralitza molt lentament segons les condicions de clima i sòl.

<i>Quantitats aproximades de matèria orgànica que aporten al sòl els residus de diferents cultius</i>		
<i>CULTIUS</i>	<i>Matèria orgànica seca en tm per quarterada</i>	<i>Humus estable en kg per quarterada</i>
BLAT: rostoll	1	350
BLAT: enterrant la palla	2,5	1.000
ORDI: rostoll	1,4	200
ORDI: enterrant palla	2,5	400
VESSA	3,5	420
FAVES	4,2	700
MESCLA DE LLEGUMINOSES	5	850



Quina pràctica podria derivar-se del que hem dit fins ara sobre la matèria orgànica dels sòls?

- El balanç d'humus.

Què és el balanç d'humus?

- Recordem que la matèria orgànica del sòl està sempre en evolució. Cada any se'n forma una quantitat i se'n destrueix una altra. D'una manera simultània hi ha un guany i una pèrdua d'humus. El balanç húmic ens permet calcular quina quantitat de matèria orgànica hauríem d'aportar cada any perquè, substituint la que es perd, es mantingui en un nivell constant i suficient.

Què determina aquest balanç?

- Fonamentalment els següents factors: la quantitat d'humus existent al sòl, la quantitat d'humus que es destrueix i la quantitat d'humus que es forma a partir de la matèria vegetal.

Com podem saber la quantitat d'humus que hi ha al sòl?

- Aquesta xifra, la podem obtenir de l'anàlisi del sòl. La quantitat sol oscil·lar entre l'1,5 i el 2,5 % del pes del sòl i hem de recordar que els terrenys arenosos tenen menys capacitat de retenció que els argilosos.

I la quantitat d'humus que es destrueix anualment?

- Aquesta xifra ve a ser de l'1 al 2% de l'humus total existent al sòl, tenint present que els terrenys arenosos tenen més capacitat de transformació que els argilosos.

Ens manca ara saber la quantitat d'humus que es forma a partir de la matèria vegetal.

- Bé, per fer aquest càlcul, cal que tinguem present que la matèria seca és el que queda d'una cosa després de llevar-li l'aigua, i conèixer el coeficient isohúmic, que és el rendiment de la matèria seca en convertir-se en humus.

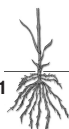
No resulta un tant complicat tot això?

- Intentaré aclarir-ho amb un exemple.

Exposi-ho

- Ho farem amb un problema. Quina quantitat de fems de vaca seria necessari aportar anualment per quarterada a un sòl per mantenir un equilibri húmic de l'1,5% en la capa llaurada de 15 cm de profunditat, si la mineralització de l'humus és del 1%?

El primer que hem de calcular és la quantitat d'humus que hi ha en una capa llaurada de 15 cm de profunditat.



Això és fàcil: com que una quarterada té 7.103 metres quadrats, multiplicant per la profunditat, és a dir, per 0,15 m, tindrà el volum de la terra llaurada, però per saber el pes em farà falta la seva densitat.

- Suposa que el metre cúbic de terra pesa 1.500 kg.

Llavors multiplicant el volum per aquest pes tindrà el pes de la terra i, arrodonint, surten unes 160 tones.

- Exacte, i com que l'equilibri húmic que volem és de l'1,5%, calculant aquest percentatge tindrà la quantitat humus; és a dir, uns 2.400 kg.

I com que la mineralització és de l'1%, l'1 % de 2.400 són...

- 240 kg d'humus que hem de restituir a partir de fems de vaca.

Però no sabem quina és la riquesa en humus dels fems de vaca.

- La podem trobar al quadre següent:

TIPUS DE FEM 100 kg de:	kg d'aigua	kg de matèria seca	Riquesa de la matèria seca en humus
<i>Fem de vaca</i>	80	20	1 kg de matèria seca n 0,45 kg d'humus
<i>Fem d'ovella</i>	72	28	1 kg de matèria seca n 0,45 kg d'humus
<i>Palla</i>	11	89	1 kg de matèria seca: n 0,15 kg d'humus
<i>Lleguminoses en verd</i>	79	21	1 kg de matèria seca n 0,25 kg d'humus

Si un kg de matèria seca de fem de vaca dona 0,45 kg d'humus, per restituir-ne 240 necessitem 533 kg de matèria seca. I si 100 kg de fem de vaca en donen 20 de matèria seca necessitem $533 \times 100 / 20 = 2.665$ kg de fems de vaca.

És a dir, que anualment faria falta una aportació d'uns 2.665 kg de fem de vaca per quarterada per mantenir un equilibri húmic de l'1,5%.

Hi ha alguna restricció en l'aportació de fems com a fertilitzants?

- Sí. Tal com recull el Codi de bones pràctiques agrícoles la quantitat de fems que es podrà aportar al sòl, incloent-hi l'aportació dels mateixos animals si pasturen, no ha de passar de 170 kg de nitrogen per hectàrea i any (uns 125 kg per quarterada). A continuació donem alguns exemples de càrrega màxima de bestiar per a les explotacions.



ESPÈCIE	CÀRREGA MÀXIMA per hectàrea i any
<i>Vaca lletera</i>	3 caps
<i>Porcs d'engreix</i>	22 caps
<i>Ovelles</i>	21 caps
<i>Cabres</i>	21 caps
<i>Gallines ponedores</i>	300 caps

Això vol dir que les explotacions que produeixen més fems han de reduir el nombre d'animals?

- No, però han de dur una gestió dels fems produïts a l'explotació.

Expliqui's.

- Hauran de tenir un pla de gestió de residus en què es preveguin totes les aportacions existents procedents dels animals, la lleteria, la sala de munyir i les zones brutes no cobertes que van a parar a les fosses i s'acrediti una superfície agrària suficient per poder dur-lo a la pràctica.

I això per a totes les instal·lacions tant grans com petites?

- No, les instal·lacions inferiors a 20 UBG no necessitaran fer el pla de gestió de fems, però han de justificar la disponibilitat d'almanco 1 hectàrea per a: 3 vaques adultes, 10 vedells d'engreix, 5 equins, 23,5 oví-caprí, 17,5 truges o 22 porcs d'engreix.

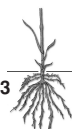
ALTRES OBLIGATORIETATS

- A més de les que acabem d'exposar, i com a conseqüència seva, els titulars de les explotacions ramaderes situades dins la zona vulnerable han de disposar dels elements següents:

D'instal·lacions d'emmagatzematge per als fems i altres materials orgànics amb valor fertilitzant produïts en l'explotació, amb capacitat suficient per emmagatzemar-los fins a la seva correcta aplicació.

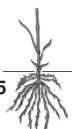
Totes les instal·lacions tant de recollida com d'emmagatzematge dels fems han de ser estanques de forma que evitin els abocaments directes al medi.

Totes les instal·lacions han de dimensionar-se per poder emmagatzemar els fems produïts durant un període mínim de tres mesos.





IX. L'ACTIVITAT AGRÍCOLA I EL RENTATGE DELS NITRATS





IX. L'ACTIVITAT AGRÍCOLA I EL RENTATGE DELS NITRATS

Quines són les pràctiques agrícoles que més afecten la lixiviació dels nitrats?

- Evidentment per tot el que hem anant veient, l'adobat nitrogenat, el reg i la pluja, el tipus de cultiu i el tipus de sòl. Vegem-les una per una.

Comencem per l'adobat nitrogenat.

- Com ja sabem, l'adobat nitrogenat pot ser químic o bé procedir d'altres fonts.

Comencem pel químic.

- Quan la quantitat de nitrogen aplicat com a fertilitzant és superior a la que pot absorbir el cultiu, no ens cansarem de repetir que estem exposant el nitrogen sobrant a un més que possible rentatge. La dosi correcta, com ja hem vist, depèn del cultiu, del nitrogen mineral present en el sòl, del contingut de matèria orgànica, etc. Però això ho ha solucionat l'actual normativa europea imposant un màxim d'UF de N per quarterada per a qualsevol cultiu.

Ja no record què és una UF?

- UF vol dir unitat fertilitzant i 1 UF és l'equivalent a 1 kg de nitrogen, no a 1 kg de l'adob nitrogenat emprat. Per exemple, si el cultiu necessita 170 UF de N i hem d'aportar-les en forma de sulfat amònic, com que té un 20,5% de riquesa en nitrogen, serien equivalents a uns 850 kg de sulfat amònic (amoníac).

Influència de la forma química.

- Encara que ja ho hem anant explicant al llarg de la xerrada repetirem que els nitrats (NO_3^-) en tenir càrrega elèctrica negativa no s'adsorbeixen pel sòl i per tant poden ser fàcilment lixiviat per les aigües. En canvi l'amoni (NH_4^+) s'adsorbeix (alerta! amb d) molt a causa de la seva càrrega elèctrica positiva i sol quedar retintut prou superficialment. La urea, com que no té càrrega elèctrica, mentre no passi a amoni és transportada per l'aigua amb risc de pèrdua.

Influència de l'època d'aplicació.

- A zones on a l'hivern hi ha una regular pluviometria les aplicacions de tardor i d'hivern estaran exposades al risc de lixiviació. Aquests tipus d'aplicacions són pròpies de cultius com cereals, patata extraprimera, horticòles d'hivern, etc. De totes maneres una bona part de l'abobament nitrogenat es realitza amb vista a la primavera, quan el risc de rentatge és menor.



Podria donar una norma general?

- En general podem considerar que la demanda dels cultius és baixa en la primera fase de creixement, s'incrementa molt en la fase de desenvolupament ràpid i disminueix quan arriba a la maduració.

Podria posar-ne algun exemple?

- Malgrat que a l'Ordre de la Conselleria i Pesca es donen unes directrius d'adobament nitrogenat per als cultius més característics de la zona vulnerable, que més endavant veurem, posarem per exemple el cas de l'adobament del blat. Antigament es feia una aportació a la sembra però actualment s'ha comprovat que en la majoria dels sòls les reserves que tenen són suficients per cobrir les necessitats dels primers estadis de desenvolupament.



Quan més nitrogen necessita el blat és en la formació de les espigues.

Quan és que necessita més nitrogen el blat?

- Durant la guaixada, a partir de l'encanyat i en la formació de les espigues. Als llocs fèrtils sol haver-hi nitrogen suficient per a la fase de guaixat, i llavors, només amb una aportació al moment de desenvolupament de la tija podria ser suficient. En terrenys menys fèrtils, fer dues aplicacions o fins i tot tres però s'incrementarien massa els costos del cultiu i no sempre és possible per la manca d'humitat.



Com podríem resumir l'adobament del blat?

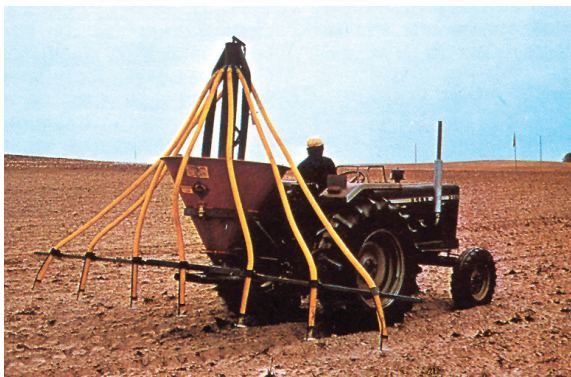
- Si hem de realitzar les aportacions nitrogenades en un moment en què la planta no té requeriments ràpids de nitrogen, convé fer-ho en forma de fems, d'urea o d'amoni. Si al contrari el blat presenta aquella tènue grogor típica coneguda per *fam de nitrogen* l'aportació més adequada serà la de nitrat, sempre que hi hagi humitat.

Alguna indicació respecte a la incorporació dels adobs nitrogenats?

- Ja ho hem anat avançant. La incorporació redueix en gran manera les pèrdues per volatilització, especialment quan fems adobs amoniacals o ureics. Recordarem que especialment en sòls com els nostres, on domina la calcària, si no s'enterren aquests tipus d'adobs, les pèrdues de nitrogen que passen a l'atmosfera per volatilització poden ser del 20 al 30% del total aportat.

En cultius hortícoles és convenient localitzar-lo prop de les plantes?

- Sí, ja que l'eficiència de la seva utilització augmenta de manera especial quan les plantes són petites. Igualment es recomana per als fruiters joves.



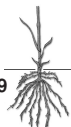
Localitzadora d'adobs.

Tots els cultius utilitzen el nitrogen de la mateixa forma?

- L'eficiència d'utilització del nitrogen per les plantes ve determinada per la profunditat del seu sistema radicular i quan la concentració en el sòl és baixa, per la seva capacitat per absorbir-lo. Per exemple, els cereals tenen una alta eficiència, mentre que en la patata és baixa.

Què passa amb l'adob orgànic?

- Com saps, el fem és la base de la fertilitat de la terra. Aporta nutrients, augmenta el contingut de matèria orgànica i millora algunes de les seves propietats físiques, com la seva capacitat de retenció d'aigua, la porositat i l'estructura, fonamentalment.



Quin és el contingut en nitrogen dels adobs orgànics?

- Com ja hem avançat, és molt variable i depèn tant del tipus de fem com de la humitat. Ja hem vist el contingut mitjà de nitrogen i altres elements com fòsfor i potassa en fem de distints orígens. Ara veurem també el contingut mitjà en fems frescos tal com els que sol utilitzar el pagès i en pes del fem totalment sec.

PES DEL FEM	% D'HUMITAT	% de contingut en nitrogen	
		Sobre pes fresc	Sobre pes sec
Boví	60-80	0,4-1,0	2-4
Porcí	70-90	0,2-1,0	2-4
Cavalls	60-80	0,5-1,0	2-3
Oví	60-70	1-2	3-5
Gallinassa	20-40	2-4	3-5

Per què dóna el contingut en nitrogen de fem sec?

- Per poder calcular la riquesa aproximada en nitrogen d'un fem que tingui qualsevol humitat.

Com per exemple?

- Suposem que tenim un fem de vaca amb una humitat del 50%. Llavors en 100 kg de fem hi haurà 50 kg de fem sec i, com segons la taula té un contingut mitjà en nitrogen del 3%, equivaldria al resultat de multiplicar 50 per 3 i dividir-ho per 100, la qual cosa ens dóna una riquesa en nitrogen del fem de l'1,5%.

El fem s'ha d'enterrar?

- Sí, després d'aportar-lo l'hem d'enterrar, perquè si no ho fem les pèrdues de nitrogen per volatilització poden arribar a ser del 20 al 50%. Amb la incorporació es redueixen a menys del 10%.

Tarda molt a mineralitzar-se, el fem?

- S'ha demostrat que el temps de mineralització del fem està relacionat amb la seva riquesa en nitrogen. Així, d'una manera general, el primer any en la gallinassa pot arribar a mineralitzar-se el 90% del seu nitrogen. En el cas de fem de boví, fins a un 70% el primer any, un 5% per al segon i un 3% per al tercer.

Què passa a les terres de secà?

- Repetirem que les nostres terres de secà són molt pobres en matèria orgànica, ja que el seu contingut està per davall de l'1%. En aquests casos es



considera que el nitrogen alliberat no és significatiu. Per tant només el tindrem en compte en sòls de regadiu.

Quines altres fonts de nitrogen s'utilitzen en la producció agrícola?

- Ja hem anat parlant al llarg de la xerrada que els residus dels cultius precedents també poden arribar a ser una font relativament important d'aportació de nitrats. Cal recordar, però, que quan aquests residus tenen poc nitrogen amb relació al carboni que contenen, com és el cas de les palles, la seva incorporació al sòl pot immobilitzar, com ja vam veure, part del nitrogen d'aquest.

Segons això l'enterrament de palla podria ser un bon sistema per reduir la lixiviació?

- Sí. Experimentalment s'ha demostrat que aquesta reducció pot arribar a ser d'un 30 a un 40%. Però hem de tenir molt present el problema que pot crear *a posteriori* l'alliberament de més nitrogen per la descomposició de la palla.

Hi ha altres fonts de nitrogen?

-Sí. La fixació del nitrogen per les lleguminoses i l'aportada per l'aigua de reg.

Pot esperar-se gaire aportació de nitrogen per part de les lleguminoses?

- L'aportació per les lleguminoses, encara que molt variable, és important ja que es calcula que és de l'ordre dels 75 als 150 kg per quarterada. Pels seus beneficis, la pràctica d'enterrar lleguminoses com a adob verd s'hauria de recuperar perquè ha anat desapareixent amb l'ús cada vegada més intensiu dels adobs minerals nitrogenats i l'encariment de les llavors. Del clàssic cultiu de civa-da-veesa, ja ni se'n parla.

Anem a l'aportació de nitrogen per l'aigua de reg.

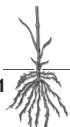
- Com hauràs deduït de tot el que venim dient, l'aportació de nitrats per part de l'aigua de reg pot arribar a tenir una gran importància. Vegem-ne un exemple. Suposem un cultiu de cítrics que reguem amb un cabal de 5.000 metres cúbics d'aigua per quarterada i any i que s'ha d'adobar amb 150 kg de nitrogen per quarterada. Sabent per l'anàlisi que l'aigua té una concentració en nitrats de 40 mil·ligrams per litre, la quantitat de nitrats aportats serà de 160 kg per quarterada i any, que haurem de restar a la dosi prevista d'adobat nitrogenat.

En aquest cas no faria falta adobar amb nitrogen, ja que amb l'aigua de reg n'aportem més del que ens fa falta.

- No és correcta la teva resposta. Fixa-t'hi bé. Sabem que l'aigua de reg ens aporta 160 kg de nitrats per quarterada, no? I com que 1 kg de nitrogen equival a 4,4 kg de nitrats, el nitrogen aportat amb l'aigua de reg serà: $160/4,4 = 36,36$ kg per la qual cosa la quantitat de nitrogen a aportar serà: $150-36,6 = 113,4$ kg.

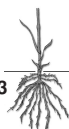
D'on surt aqueix 4,4?

- Surt del percentatge de riquesa en nitrogen dels nitrats, que és del 22,6%.





X. EXEMPLE RECOPILATORI





X. EXEMPLE RECOPIULATORI

Podria reduir-se l'adobament si tinguéssim en compte totes les possibles aportacions reals de nitrogen?

- Aqueix és l'objectiu de la xerrada. Al llarg d'aquesta, hem vist totes les maneres possibles d'aportar nitrogen al sòl, moltes de les quals les tenim totalment oblidades. Si les tinguéssim en compte podríem reduir les aportacions reals que ara fem i seria una contribució important en la reducció de la possible contaminació per nitrats de les aigües.

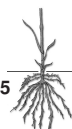
Podríem d'una manera pràctica avaluar el possible aqueixes aportacions?

- Intentem-ho. Estudiarem amb detall totes les possibles fonts de nitrogen per a un determinat cultiu que en el cas nostre, per ser el més representatiu del regadiu de la zona vulnerable, serà el de la patata a la comarca de sa Pobla.

Comencem per estudiar el nitrogen que ens aporta el terreny.

- El primer que hem de fer és realitzar el pertinent anàlisi de terra previ a la plantació. Suposarem el cas real d'una determinada parcel·la de sa Pobla. (Vegeu anàlisi a l'annex 1). Segons l'anàlisi veiem que es tracta d'una terra franca amb un contingut de matèria orgànica del 2,92%. Per determinar la quantitat de nitrogen que podrà mineralitzar-se, anem al quadre següent.

<i>Nitrogen procedent de la nitrificació de la matèria orgànica del sòl</i>			
Matèria orgànica del sòl (%)	Nitrogen anual disponible en kg/hectàrea		
	<i>Arenós</i>	<i>Franc</i>	<i>Argilós</i>
0,5	10-15	7-12	5-10
1,0	20-30	15-25	10-20
1,5	30-45	22-37	15-30
2,0	40-60	30-50	20-40
2,5	-	37-62	25-50
3,0	-	45-75	30-60



Segon la taula veiem que el nitrogen anual disponible per al nostre terreny de textura franca i un contingut de matèria orgànica del 2,92% correspondrien uns 58,4 kg de nitrogen per hectàrea

No veig clar d'on surt aqueixa xifra.

- Doncs de fer les operacions aritmètiques pertinents. Segons el quadre, si per a un contingut de matèria orgànica del 2,5% la mitjana anual de nitrogen en kg per hectàrea són 49,5 kg ($37 + 62$ dividit per 2), per saber quant de nitrogen correspon al 2,8% és fer una senzilla regla de tres: $49,5 \times 2,8/2,5 = 55,4$ kg.

D'acord. Anem ara a l'aportació de nitrats per l'aigua de reg.

- Suposem que la quantitat d'aigua gastada en el cultiu sigui de 4.000 metres cúbics per hectàrea. Veiem en l'anàlisi que l'aigua té 87 mil·ligrams per litre de nitrats. L'aportació de nitrogen per l'aigua de reg podem calcular-la de la següent manera:

Concentració de nitrats en l'aigua: 87 mil·ligrams per litre, que equivalen a 87 grams per metre cúbic.

Quantitat de nitrats en el reg: $87 \text{ g/m}^3 \times 4.000 \text{ m}^3/\text{ha} = 348.000 \text{ g/ha} = 348 \text{ kg}$ i, com que cada 4,4 Kg de nitrats equivalen a 1 kg de nitrogen, $348/4,4 = 80$ kg de nitrogen que aproximadament aporta l'aigua de reg.

APORTACIONS DE NITROGEN AMB L'AIGUA DE REG				
<i>Volum de reg (m³/ha)</i>	<i>Quantitat de nitrogen aportat kg/ha</i>			
	<i>Segons concentracions de nitrats (NO₃) de l'aigua de reg (mil·ligrams per litre)</i>			
	20 mil·ligrams/litre	30 mil·ligrams/litre	50 mil·ligrams/litre	100 mil·ligrams/litre
3.000	13	20	34	68
4.000	18	27	45	91
5.000	22	34	57	114
6.000	27	41	75	136

Molt bé, ja tenim per una part, els 55,4 kg/ha de nitrats que aporta la matèria orgànica del sòl i per l'altra, els 80 kg/ha aportats per l'aigua de reg. En total, 134,5 kg. Hi ha més possibles fonts de nitrogen a considerar?

- Teòricament sí, les procedents d'aportacions per l'aigua de pluja i dels bacteris nitrificants, però ja vam dir que, en certa manera, quedaven compensades pels fenòmens de desnitrificació i per les pèrdues per volatilització.



Vist l'anterior, intentem ajustar una fórmula de l'adobament nitrogenat al cultiu de patata que s'ha de realitzar.

- Per observar estrictament el codi de BPA fixarem un adobament nitrogenat de 200 kg de nitrogen per hectàrea. Per una banda, haurem de restar-li els 55,4 kg aportats per la matèria orgànica del sòl i per l'altra, els 80 kg/ha aportats per l'aigua de reg, amb la qual cosa les necessitats estrictes d'aportació de nitrogen queden reduïdes a 64,6 kg de nitrogen (uns 323 kg de sulfat amònic), molt lluny de les grans quantitats usades en l'actualitat.

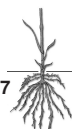
No és molt poc això?

- Ni poc ni molt, és el que surt en aquest exemple concret. I el que surt són les necessitats estrictes. Però en la pràctica s'apliquen les necessitats raonables que es calculen incrementant les anteriors en un 20%. És a dir 77,5 kg de nitrogen.

DEMANDA DE NITROGEN DE DIFERENTS CULTIUS				
	Kg de nitrogen per 1.000 kg produïts	Producció mitjana/ha	Demanda estimada	Aportació raonable +20%
PATATA	5	30.000 kg	150 kg	180 kg
CÍTRICS	5,3	30.000 kg	160 kg	192 kg
CEREAL DE SECÀ	28	1.500 kg	42 kg	50 kg
CEREAL DE REG	28	4.000 kg	112 kg	134 kg

Amb les dades que hem anat aportant i les anàlisis de les seves terres, calculi en el quadre següent el nitrogen a aportar als seus cultius.

NECESSITATS I APORTACIONS DE NITROGEN EN CULTIU DE PATATA SEGONS L'APORTACIÓ MÀXIMA DE NITROGEN PERMESA							
CULTIU	Producció mitjana esperada en kg/ha	Aportació màxima permesa (kg/ha)	Pèrdues 20%	Aportacions per la mineralització de la matèria orgànica	Aportacions de l'aigua de reg	Necessitats reals de fertilització kg/ha de nitrogen	Necessitats raonables (20% més de les necessitats reals)
PATATA							
CÍTRICS							
CEREALS							
ALTRES							



Com a resum, quines recomanacions donaria per disminuir la contaminació per nitrats?

- Tal com hem vist existeixen múltiples factors que afecten la pèrdua de nitrogen per nitrats. Els principals, com recordaràs, eren l'adobament nitrogenat i l'aigua de reg i secundàriament alguna bona pràctica agrària.

Comencem amb les recomanacions amb relació a l'adobament nitrogenat.

a) Tal com obliga el Codi de bones pràctiques agrícoles, no emprar més de 250 kg de nitrogen per hectàrea i any, sigui quin sigui el cultiu.

b) Conèixer les necessitats en nitrogen dels cultius.

c) Estimar les aportacions de nitrogen per la mineralització de la matèria orgànica i dels residus de la collita anterior.

b) Aplicar l'adobament nitrogenat únicament en aquells moments que més el necessita la planta.

c) Si no es localitza en profunditat, aportar-lo de la manera el més uniforme possible.

d) Tenir sempre present les aportacions per la mineralització dels residus de la collita anterior i de la matèria orgànica del sòl.

e) No fer aportacions de fèms que suposin dosis de nitrogen superiors a 170 kg per hectàrea i any .

Recomanacions respecte al reg.

a) Aconseguir altes eficiències de reg.

b) Arribar a una alta uniformitat de reg.

c) Tenir present la quantitat de nitrats que aporta l'aigua de reg.

Altres recomanacions.

- Són de tipus cultural, com avançar la sembra dels cultius, evitar tenir el sòl nu de vegetació durant l'hivern i realitzar un maneig adequat dels residus ramaders.

Alguna cosa més?

- Sí, dues coses. En primer lloc, cal recordar una altra vegada que la quantitat màxima d'aportació de nitrogen als cultius de la zona vulnerable és de 250 kg per hectàrea i que la quantitat màxima és la suma de tot el nitrogen que pot aportar-se. És a dir, el de procedència mineral, el de procedència orgànica i el de l'aigua de reg.

I en segon lloc?

- Tenir ben present que l'adob mineral que s'ha d'aportar a cada cultiu es



calcularà per la diferència entre la dosi màxima permesa menys la suma del nitrogen disponible i l'aportat per a l'abonament de la planta

El nitrogen disponible és l'inorgànic del sòl a l'inici del cultiu més el procedent de la mineralització de la matèria orgànica.

- Exacte. I el nitrogen aportat és el procedent de la matèria orgànica més el proporcionat per l'aigua de reg. La fórmula seria la següent:

$$N = C - (S + M + F + A)$$

N = DOSI D'ADOB MINERAL A APORTAR

C = DOSI MÀXIMA PERMESA DEL CULTIU

S = NITROGEN ORGÀNIC DEL SÒL

M = NITROGEN PROCEDENT DE LA MINERALITZACIÓ

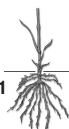
F = NITROGEN DE LA MATÈRIA ORGÀNICA

A = NITROGEN APORTAT PER L'AIGUA DE REG





XI. PERÍODES EN QUÈ ÉS RECOMANABLE L'APLICACIÓ DE FERTILITZANTS NITROGENATS





XI. PERÍODES EN QUÈ ÉS RECOMANABLE L'APLICACIÓ DE FERTILITZANTS NITROGENATS

Pel que fa als períodes en què és recomanable l'aplicació de fertilitzants nitrogenats seguirem les instruccions que es recomanen en l'Ordre del conseller d'Agricultura i Pesca de 21 de setembre de 2001, per la qual s'aprova el Programa d'actuació aplicable a la zona declarada vulnerable, i que són les següents:

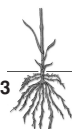
CEREALS DE TARDOR-HIVERN

- S'ha d'evitar l'adobament nitrogenat de fons que es fa en superfície, en el moment de la màxima necessitat de la planta, principalment durant la guaixada i fins a la diferenciació de les primeres inflorescències.

Les formes nitrogenades recomanables són: nitrat amònic i urea si no hi ha possibilitat de ser rentada.



Antigament en l'adobament nitrogenat del cereal es feia una aportació a la sembra, però actualment s'ha comprovat que en la majoria dels sòls les reserves que tenen són suficients per cobrir les necessitats dels primers estadis de desenvolupament.



CEREALS DE PRIMAVERA

- L'adobament nitrogenat de fons s'ha de fer amb forma amoniacal, i el de superfície ha de fraccionar-se dues vegades, una part durant la guaixada i l'altra a la diferenciació de les primeres inflorescències.

Les formes nitrogenades recomanades són nitrat o nitrat amònic durant la guaixada i nitrat a la floració. Tant l'adobament de fons com de superfície durant la guaixada pot realitzar-se amb urea; però, en aquest cas, s'ha de vigilar l'època de pluges i sobretot el reg per evitar el rentatge de l'adob.

PATATERA

- La matèria orgànica s'ha de procurar que sigui de qualitat, i que sigui madura. S'ha d'aportar amb antelació suficient per poder preparar el terreny, però no de forma que es perdin nutrients. Per evitar pèrdues per volatilització i molèsties s'ha d'enterrar immediatament després de l'aplicació.

L'adobament nitrogenat es fraccionarà de la següent manera:

1/4 de fons, una setmana abans de la sembra, amb forma amoniacal.

1/2 de superfície, quan es fa la bina, abans de començar la tuberització.

1/4 de superfície a la maduració, amb forma de nitrat amònic.

Atès que a la zona vulnerable dedicada al cultiu de la patata, es practica el reg contra gelades i que aquest, si no s'utilitza adequadament, a més de suposar una pèrdua molt elevada d'aigua i energia pot provocar el rentatge dels fertilitzants nitrogenats del sòl. A la zona d'actuació és obligatori canviar els broquets dels aspersors per poder utilitzar aquest mitjà en la lluita contra les gelades.

De forma OBLIGATÒRIA després del cultiu el sòl no pot quedar descobert durant els mesos de màxim risc de contaminació per nitrats que són de setembre a maig. Per tant, si no està previst que quedi cobert per un altre cultiu, haurà de sembrar-se un adob verd durant aquests mesos.

BLAT DE LES ÍNDIES I SORGO

1/3 de fons amb forma amoniacal o ureica.

2/3 en superfície amb forma nítrica o amoniacal. S'ha de fraccionar en dues vegades: quan la planta té 5-6 fulles i quan té 50-60 cm d'alçada.

ARRÒS

- S'ha d'utilitzar nitrogen amoniacal de fons i nítric o nítricamoniacal en superfície quan comença la guaixada.

HORTÍCOLES

- En general s'ha d'aplicar:

1/3 de fons amb forma amoniacal o ureica.

2/3 en superfície amb forma nítrica o nítricoamoniacal. S'ha de fraccionar en diverses aplicacions per tal de cobrir les necessitats reals de les plantes en els moments en què es produeixen.





A les hortícoles de cicle curt, i depenent del cultiu precedent pot no ser necessari realitzar l'adobament de fons.

FRUITERS

Es prohibeixen les aplicacions de nitrogen (N) mineral des de la maduració de la fruita fins a l'inici de l'activitat vegetativa (tardor-hivern)

Les aplicacions de nitrogen s'han de fer:

1/3 abans de l'inici de l'activitat vegetativa i fins a la floració, amb forma amoniacal

2/3 s'ajustarà a les necessitats nutritives de l'estat vegetatiu. Les majors necessitats es donen durant la formació del fruit i el seu posterior desenvolupament. Les formes haurien de ser nitrícomoniacals.

En els moments en què no hi ha fruita, i sobretot a l'inici de la tardor, pot aplicar-se matèria orgànica entre fileres, sempre que el sòl estigui cobert de vegetació. És **OBLIGATORI** a les plantacions de fruiters de regadiu mantenir aquesta coberta vegetal durant els mesos de tardor i hivern.

CÍTRICS

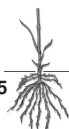
- S'ha de fraccionar l'aplicació.

1/5 d'aportació prèvia a l'inici de l'activitat de l'activitat (febrer i març).

4/5 s'ha de fraccionar en 4 aportacions iguals des d'abril fins a l'agost.

La forma nitrogenada es recomana que sigui amoniacal a l'inici de l'activitat i amoniacal o nitrícoamoniacal en les altres aplicacions.

En els moments que no hi ha fruita pot aplicar-se matèria orgànica entre fileres sempre que el sòl estigui cobert de vegetació.





A les plantacions de cítrics de la zona vulnerable és OBLIGATORI mantenir amb coberta vegetal els carrers durant els mesos de tardor i hivern.

A les plantacions de cítrics és OBLIGATORI mantenir amb coberta vegetal els carrers durant els mesos de tardor i hivern.

COBERTA VEGETAL

Tot sistema de cultiu que deixi els mesos d'hivern sense coberta és un factor de risc que pot provocar la contaminació per nitrats. Sobretot en el cultiu de la patatera, que per estar fortament adobada no es pot permetre perdre els nutrients que queden al sòl, tant per la pèrdua econòmica que suposa com també per la contaminació que pot provocar.

En el cultiu de la maduixa, l'any de descans és obligatori mantenir una coberta vegetal (adob verd) durant els mesos de setembre a maig, quan no hi hagi cultiu.



DOSIS MÀXIMES DE NITROGEN PER APLICACIÓ

- A la zona vulnerable, per evitar les pèrdues que poden produir-se per lixiviacions durant el període màxim de risc, del 15 d'octubre al 28 de febrer, les aplicacions màximes setmanals seran de 25 kg de nitrogen (N) per hectàrea i any i per a tots els cultius.

Durant el període crític s'han de fraccionar els adobaments de manera que es compleixi aquest punt. Es recomana realitzar els adobaments de superfície amb fertirrigació, ja que així es facilita la tasca del fraccionament.

CONTROL DE LES GELADES

Atès que a la zona d'actuació es practica el reg contra les gelades i que aquest si no s'utilitza adequadament a més de suposar una pèrdua molt elevada d'aigua i energia pot provocar rentat dels fertilitzants nitrogenats del sòl. A la zona d'actuació és OBLIGATORI canviar els broquets dels aspensors per poder utilitzar aquest mitjà de lluita contra les gelades.

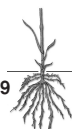
NOTA FINAL

- La Conselleria d'Agricultura i Pesca facilita suport tècnic per fer els càlculs d'adobament i de capacitat d'emmagatzematge dels dipòsits de fems, així com facilitats per realitzar anàlisis de sòls i d'aigua de reg.





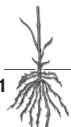
XII. BIBLIOGRAFIA





XII. BIBLIOGRAFIA

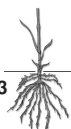
- BELTRAN, J. i ORÚS, F. (2004) "**Zonas vulnerables**". Rev. *Surcos de Aragón*, núm. 89.
- BRATOS, J. (1979) "**Pérdidas de nitrógeno por lavado del suelo**". Rev. *Fertilización*. Invierno 79-80/núm. 85.
- CANOVAS CUENCA, J. (1983) **Coste energético de los abonos y ahorro de enegía en la fertilización. Diez temas sobre ahorro de energía en agricultura**. Publicaciones de Extensión Agraria . MAPA.
- DAVILA ZURITA, M. M. (1990) **Las prácticas agrícolas y el medio ambiente**. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. MAPA. Hoja Divulgadora núm. 9/90.
- DOMINGUEZ VIVANCOS, A. (1978) **Abonos minerales**. 5ª edició. Publicaciones de Extensión Agraria. MAPA
- FAO. (1970) **Los fertilizantes y su empleo. Guía de bolsillo para los extensionistas**. 2ª edició.
- FUENTES YAGÜE, J. L. (1986) **La química en l'agricultura. Libro de capacitación agraria**. MAPA. Servicio de Extensión Agraria.
- FUENTES YAGÜE, J. L. (1993) **La fertilización en una agricultura alternativa**. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. MAPA. Hoja Divulgadora núm. 10/93.
- GAMBOA GONZALEZ, A. (1981) **Monografías agrícolas**. COMERCIAL DE POTASAS, SA.
- GROS, A. (1981) **Abonos. Guía práctica de la fertilización**. 7ª edició. Ediciones Mundi-Prensa
- HALLIDAY, D. J. i TRENKEL, M. E. (1992) **World Fertilizer Use Manual**. IFA International Fertilizer Association.
- IGLESIAS MARTÍNEZ, L. (1994) **El estiércol y las practicas agrarias respetuosas con el medio ambiente**. Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. MAPA. Hoja Divulgadora núm. 1/94.



- LABRADOR, J. i altres (1993) ***La materia orgánica en los sistemas agrícolas. Manejo y utilización.*** Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. MAPA. Hoja Divulgadora núm. 3/93.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE i MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2003) ***Módulo de sensibilización ambiental para el sector agrario.*** Centro de Publicaciones.
- RAMOS, C. i OCIO, J. A. (1992) ***La agricultura y la contaminación de las aguas por nitrato.*** Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. MAPA. Hoja Divulgadora núm. 7/92.
- SUMMERS, P. i RIECHMANN, J.L. (1980) ***El nitrógeno y las plantas.*** Rev. Fertilización. Primavera 80/núm. 86.
- VOZMEDIANO, J. (1982) ***Fruticultura. Fisiología, ecología del árbol frutal y tecnología aplicada.*** Serie Técnica. MAPA núm. 86.



XIII. ANNEXOS





XIII. ANNEXOS



GOVERN DE LES ILLES BALEARS

Conselleria d'Agricultura i Pesca

ANÀLISI DE SÒL DE CULTIU EN REGADIU INTENSIU

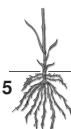
Núm. anàlisi : 2004558

Sol·licitant : [REDACTED]

Observacions: Pol. [REDACTED] parc: [REDACTED] Sa Pobla.

Paràmetre analitzat	Resultat	Optim	Interpretació del valor
Arenes (%)	42,00%		
Llims (%)	42,00%		
Argiles (%)	16,00%		
Textura			Franca
Matèria orgànica (%)	2,92%	1,31%	SATISFACTORI
CIC (meq/100 g)	25,57		ELEVADA
Carbonats (%)	23,38%		SÒL CALCARI
Calcària activa (%)	7,75%		MITJA
pH (en pasta saturada)	7,66		BÀSIC
Conductivitat (dS/m, 25°C)	1,53		SÒL NO SALÍ
Nitrogen total (%)	0,21%		ALT
Relació C/N	8,07		ALLIBERACIÓ DE N ELEVADA
Fòsfor assimilable (P) (ppm)	185,00	18,40	EXCESSIU
Potassi intercanviable (K) (ppm)	206,00	148,53	CORRECTE
Mg intercanviable (meq/100 g)		0,50	VALOR NO INTERPRETAT
Ca intercanviable (meq/100 g)			VALOR NO INTERPRETAT
Sodi intercanviable (Na) (ppm)			VALOR NO INTERPRETAT
H intercanviable (meq/100 g)	0,00		
% de Na intercanviable (PSI)			VALOR NO CALCULABLE
Relació Ca/Mg			VALOR NO CALCULABLE
Relació K/Mg			VALOR NO CALCULABLE
Saturació (%)	0,00%		
Capacitat de camp (%)	0,00%		
Punt de marçiment (%)	0,00%		

C/ Foners, 10. 07006 Palma. Mallorca





GOVERN DE LES ILLES BALEARS

Conselleria d'Agricultura i Pesca

ANÀLISI D'AIGUA DE REG

Núm. anàlisi : 2004528

Sol·licitant : 

Observacions: Pol. , parc.  Sa Pobla.

Paràmetre analitzat	Resultat	Interpretació del valor
pH	7,96	NORMAL
Conductivitat elèctrica (MS/cm, 25oC)	1.214	
Salinitat (segons Normes Riverside)		SALINITAT ALTA
Salinitat (segons la FAO)		SALINITAT LLEUGERA
Contingut total de sals	0,78	NORMAL
Bicarbonats (mg/l)	244,00	NORMAL
Sulfats (mg/l)	76,00	NORMAL
Nitrats (mg/l)	87,00	ALT
Clorurs (mg/l)	178,00	POT PRODUIR DANYS LLEUGERS
Fòsfor (P) (mg/l)	0,04	
Calci (Ca) (mg/l)	106,00	NORMAL
Magnesi (Mg) (mg/l)	38,00	NORMAL
Sodi (Na) (mg/l)	86,00	NORMAL
Potassi (K) (mg/l)	2,00	NORMAL
Bor (B) (mg/l)		VALOR NO INTERPRETAT
Ferro (Fe) (mg/l)		VALOR NO INTERPRETAT
Càlcul del RAS	1,82	NORMAL
RAS ajustat	8,45	
Índex de Scott	11,49	
Total anions (meq/l)		
Total cations (meq/l)		
Risc d'alcalinització del sòl (Normes Riverside)		BAIX
Duresa (graus hidrotimètrics francesos)	42,16	DURA

C/ Foners, 10. 07006 Palma. Mallorca

