



Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura,
Ramaderia i Pesca
**Direcció General de Producció Agrària
I Innovació Rural**

MANUAL DEL CODI DE BONES PRÀCTIQUES AGRÀRIES: NITROGEN

Lleida - Barcelona
Novembre 2000

Versió preparada per : J. Boixadera
J. Sió
M. Àlamos
E. Torres

Índex

1. Introducció	2
2. El nitrogen en el sòl: implicacions per a la fertilització de les plantes i el medi ambient ..	2
3. La fertilització nitrogenada en la pràctica	5
3.1. Plans de fertilització	5
3.1.1. El balanç de nitrogen	6
3.1.2. Nutrients disponibles.....	8
3.1.3. Necessitats de nutrients dels cultius i resposta al nitrogen	8
3.1.4. Anàlisis de sòls, plantes i fertilitzants	13
3.1.5. Fertilitzants nitrogenats	17
3.1.6. Tipus de fertilitzants a aplicar	23
3.1.7. Quantitat de fertilitzants a aplicar	25
3.1.8. Moment d'aplicació dels fertilitzants.....	29
3.2. Tècniques d'aplicació	30
3.3. Fertilització dels principals cultius	32
3.4. Altres tècniques culturals relacionades amb un ús més eficient del nitrogen	38
3.5. Àrees excloses o amb limitacions per a l'aplicació de fertilitzants nitrogenats	43
4. Maneig de les dejeccions ramaderes en l'explotació, instal·lacions per emmagatzemament de fems i purins. Capacitat i disseny dels sistemes d'emmagatzematge	44
4.1. Introducció	44
4.2. Principals aspectes de emmagatzemament dels fems i purins	44
4.3. Característiques generals de les instal·lacions d'emmagatzematge	45
4.4. Actuacions per evitar l'emmagatzematge de volums elevats de purins	46
4.5. Característiques del sistema d'emmagatzematge dels productes sòlids.....	46
4.6. Característiques del sistema d'emmagatzematge dels productes semisòlids o líquids	47
4.6.1. Dipòsits per a emmagatzematge de productes semisòlids i líquids (fosses i basses).....	47
4.6.2. Buidatge de la fossa	49
4.6.3. Capacitat d'emmagatzemament	49
4.6.4. Precaucions de maneig	50
5. A manera de conclusió	51
Annex	54

1. Introducció

En el present Codi de Bones Pràctiques s'empren les definicions del R.D. 261/1996 i així s'entén per:

- a. **Compost nitrogenat**: qualsevol substància que contingui nitrogen, excepte el nitrogen molecular gasós.
- b. **Bestiar**: tots els animals criats amb finalitat d'aprofitament o lucratiu.
- c. **Fem**: els excrements i residus excretats pel bestiar, sols o barrejats, encara que s'haguessin transformats.
- d. **Fertilitzant**: qualsevol substància que contingui un o varis compostos nitrogenats i s'apliqui sobre el terreny per augmentar el creixement de la vegetació, inclosos el fem, el compost, els residus de les piscifactories i els fangs de depuradora.
- e. **Fertilitzant químic**: qualsevol fertilitzant fabricat mitjançant un procés industrial.
- f. **Aplicació sobre el terreny**: la incorporació de substàncies al sòl, estenent-les sobre la superfície, injectant-les, introduint-les sota la superfície o barrejant-les amb les capes superficials del sòl.
- g. **Eutrofització**: l'augment de la concentració de compostos de nitrogen que provoca un creixement accelerat de les algues o de les plantes aquàtiques superiors, causant trastorns negatius en l'equilibri de les poblacions biològiques presents en el medi aquàtic i en la pròpia qualitat de l'aigua.

2. El nitrogen en el sòl: implicacions per a la fertilització de les plantes i el medi ambient

El nitrogen és un nutrient fonamental per a plantes i animals. Aquestes l'absorbeixen en grans quantitats, per la qual cosa juntament amb el fòsfor i el potassi se l'anomena macronutrient. És amb gran freqüència un factor limitant de la producció de les plantes; de fet després de les disponibilitats d'aigua, la de nitrogen per part dels cultius és, a nivell mundial, el segon factor limitant de la producció. És per tant evident que **un subministrament adequat de nitrogen als cultius és bàsic per a la sostenibilitat dels sistemes agrícoles.**

Les plantes absorbeixen el nitrogen del sòl principalment en forma de nitrats i, en menor mesura, d'amoni. En un sòl cultivat pot haver-hi fins a 5.000 kg (2% de matèria orgànica) de nitrogen/ha, la majoria del qual es troba en forma orgànica, que s'anirà transformant en formes amoniacals i nítriques. **La comprensió de la complexa dinàmica del nitrogen en el sòl és el pas previ per al desenvolupament d'unes bones pràctiques agràries en relació amb aquest nutrient.** Per això es recorre a la figura 1, on s'esquemmatitza el cicle del nitrogen.

Les formes orgàniques del nitrogen del sòl provenen de la descomposició de les restes i residus de plantes i animals incorporats al sòl. En descompondre's formen nous compostos orgànics i també amoni i nitrats. Aquestes transformacions biològiques estan controlades en la seva velocitat –és a dir en la quantitat de nitrats formada– per les condicions d'humitat i temperatura del sòl, essent més grans en sòls amb continguts adequats d'humitat i temperatura per al creixement de les plantes, i mínims en sòls gelats o molt freds, secs o entollats. **Apareix aquí un problema bàsic en la gestió de la fertilitat nitrogenada: el nitrogen disponible per a les plantes (nitrat i amoni) està**

l·ligat al cicle de la matèria orgànica, en bona mesura controlat per les condicions meteorològiques, tamponades pel sòl.

Els continguts de matèria orgànica dels sòls són reflex de l'equilibri dinàmic dels sistemes agrícoles, sota unes condicions climàtiques específiques; el seu canvi respon al del sistema agrícola.

Una correcta gestió dels nutrients exigeix conèixer les entrades i sortides del sistema, sigui aquest una gran àrea o una explotació. En el cas d'una determinada parcel·la agrícola aquestes quantitats han de tendir a equilibrar-se, a excepció de quan es desitgi, a curt o llarg termini, enriquir en un determinat nutrient. Per al nitrogen la situació no és diferent, amb l'excepció de que els nitrats al ser molt solubles no s'acumulen en el sòl i a l'estar el seu cicle tan fortament l·ligat al de la matèria orgànica del sòl **a l'enriquir el sòl en aquesta s'afecten fortament les disponibilitats de nitrogen.**

El cicle del nitrogen al sòl considerat a nivell de parcel·la es pot dividir en (figura 1):

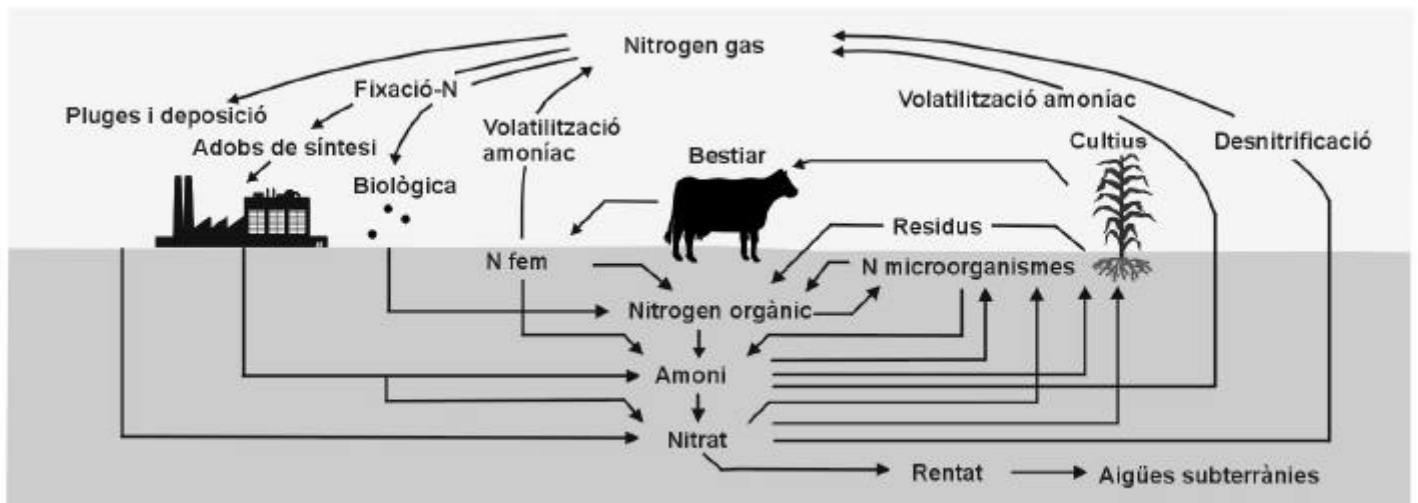
- Entrades
- Transformacions
- Sortides

Entrades (figura 1)

Un ampli grup d'entrades poden coexistir en una mateixa situació. Les restes de collita que es deixen en la parcel·la no són considerades aquí com a entrades, tot i que en sentit estricte sí podrien ser-ho (extraccions del sòl); en aquest cas es considerarà com a sortida tan sols la part corresponent de la collita que surt de la parcel·la o explotació (exportacions). Aquesta diferència pot ser particularment notable en casos com el dels arbres fruiters. Les fonts considerades són:

- Fixació biològica de nitrogen atmosfèric, especialment a través de les lleguminoses.
- Aportacions per la pluja, en particular per les tempestes, o altres formes de deposició seca. Pot ser important en àrees industrials, properes a dipòsits de fem líquid, etc. En el cas de cultius de molt baixes extraccions pot aportar una part significativa de les mateixes.
- Aigües de reg riques en nitrats o reg amb aigües residuals.
- Fertilitzants orgànics.
- Fertilitzants minerals.

Figura 1. Cicle del nitrogen



Adaptat de MAFRA, Ontario, 1994

Transformacions en el sòl (figura 1)

Les diferents aportacions de nitrogen realitzades al sòl ho són també sota formes diferents (minerals, orgàniques de distinta composició). En general les aportacions realitzades en formes amoniacals i nítriques són absorbides més ràpidament per les plantes, però en cas d'excés o en certes condicions (veure volatilització, rentat de nitrats, desnitricació) són també les primeres en sortir del sistema.

Les formes orgàniques aportades experimenten moltes vegades llargs processos de transformació abans de que quedin disponibles per a les plantes. Al final una part acaba incorporant-se a l'humus o matèria orgànica estable del sòl que es descompon molt lentament.

Les transformacions de la matèria orgànica del sòl, així com de les restes i residus incorporats estan controlats, com ja s'ha indicat abans, per les condicions d'humitat, temperatura, maneig (conreu del sòl, reg, drenatge, cultiu) i per propietats del mateix sòl (reacció, fertilitat, etc.).

A llarg termini hi ha una tendència reflectida en el contingut de matèria orgànica del sòl a l'equilibri per a cada sistema agrícola. Anualment una part del nitrogen orgànic passa a formes assimilables, que a la vegada, en part es reorganitza a formes orgàniques. Si el sistema està en equilibri ambdues quantitats són similars; si hi ha desequilibri són molt diferents. En tot cas, i malgrat la dificultat del seu càlcul, les quantitats que anualment es mineralitzen són importants a l'hora d'establir el pla de fertilització.

La transformació en el sòl dels compostos orgànics a amoni rep el nom de **mineralització**; el seu pas a nitrats s'anomena **nitrificació**. Per simplicitat aquí es parlarà de **mineralització** pel conjunt d'ambdós processos.

La transformació de les formes amoniacals i nítriques a formes orgàniques es coneix com **reorganització** o **immobilització**. Al balanç entre la mineralització i la reorganització se l'anomena **mineralització neta**.

Sortides (figura 1)

Les sortides del sistema es produeixen per:

- **Exportacions**, bé en forma de cultius o d'animals.
- **Desnitrificació**, sortida cap a l'atmosfera de nitrogen procedent de la transformació del nitrat. Afavorida per entollament total o parcial del sòl (de manera natural o pel reg) i abundant disponibilitat de matèria orgànica fàcilment descomponible en el sòl; és més actiu aquest procés a pHs neutres o àcids.
- **Volatilització de l'amoníac**. La volatilització de l'amoni implica la seva sortida a l'atmosfera. Molt important en el cas d'aplicació de fertilitzants rics en amoni, el procés és més intens en sòls calcaris de baixa capacitat d'intercanvi catiònic (l'amoni és una partícula carregada positivament i per tant retinguda pel sòl), amb baix contingut d'humitat i quan no s'incorporen al sòl els fertilitzants o s'apliquen a grans dosis per unitat de superfície.
- **Rentat de nitrats**. El nitrat al tenir càrrega negativa no és retingut pels sòls a efectes pràctics i pot ser rentat pel flux de l'aigua en el sòl més enllà de la zona d'arrels, la qual cosa en bastants casos significarà la seva incorporació a les aigües freàtiques o subterrànies i finalment als aqüífers. Aquesta és una de les afeccions més greus sobre el medi ambient del rentat de nitrat, ja que l'aigua pot deixar de ser potable.
- **Erosió**. L'arrossegament per l'aigua d'escolament de les partícules de la part superior del sòl pot representar la pèrdua de substàncies riques en nitrogen que s'incorporen a les aigües; aquest fet és més greu quan dit procés es produeix després d'una aplicació de fertilitzants que no s'han incorporat al sòl.

3. La fertilització nitrogenada en la pràctica

3.1. Plans de fertilització

Una correcta fertilització nitrogenada és fonamental per obtenir unes bones produccions dels cultius, tant en qualitat com en quantitat i és també la millor solució medi ambiental per maximitzar l'eficiència en l'ús de recursos com són els nutrients i l'aigua. **És per tant necessari ajustar dites aplicacions de fertilitzants en el temps, en la quantitat i en l'espai.**

Per això es requereix elaborar **plans de fertilització** que seran més necessaris en aquelles explotacions on es manegin elevades quantitats de fertilitzants nitrogenats o, essent menors, en les que existeixin elevades quantitats de nitrogen per unitat de superfície. Dits plans tindran en compte els nutrients disponibles, la seva forma i cost, les necessitats de nutrients dels cultius, les característiques dels sòls i les especificitats del maneig (treball del sòl, reg, etc.). En aquest sentit un **balanç del nitrogen a nivell d'explotació i de parcel·la és un primer pas i resulta fonamental.**

El primer pas en realitzar el balanç de nitrogen en l'explotació és buscar maximitzar l'ús dels fertilitzants produïts en ella, és a dir els fems i purins; així els passos a seguir seran:

- 1º **Calcular les disponibilitats de N en l'explotació.**
- 2º **Delimitar i descomptar** de la superfície base a fertilitzar aquelles **àrees on no es pot aplicar algun tipus de fertilitzants** en cap època de l'any (àrees pròximes a cursos d'aigua, entollades, etc.) per alguna regulació.
- 3º **Calcular la superfície necessària per aplicar tot el nitrogen dels fertilitzants orgànics.** Per això es poden aplicar els conceptes recollits en aquest Manual. Si no hi ha suficient superfície s'ha de buscar altres àrees on aplicar-lo.
- 4º **Delimitar les àrees** on els fertilitzants orgànics han de ser aplicats **amb restriccions:** temps, o quantitat.
- 5º **Calcular la màxima quantitat de fertilitzants orgànics que s'han d'emmagatzemar** en el període en què no és possible aplicar-los al sòl. Les instal·lacions d'emmagatzematge disponibles han de tenir una capacitat igual o superior; en cas contrari serà necessària la seva ampliació o preveure el seu transport.
En el cas que l'explotació sigui deficitària en N procedent de la mateixa s'ha de considerar que els fertilitzants orgànics poden ser en molts casos una molt bona opció tant des del punt de vista econòmic com medi ambiental.

3.1.1. El balanç de nitrogen

Un balanç del nitrogen pot realitzar-se atenent a diferents conceptes; dos són d'interès pels objectius d'aquest Manual:

A. Nitrogen total o contingut de nitrogen total (Nt) en el sòl

El balanç del N total té en compte totes les entrades i sortides del sistema. A llarg termini la quantitat de nitrogen total present en el sòl ha de ser més o menys constant; una excepció és quan es desitja incrementar el contingut de matèria orgànica del sòl, però aquesta és una fase que ha de considerar-se transitòria.

Aquest balanç és aplicable a diferents entitats territorials i permet avaluar l'eficiència general i maneig del N dintre de l'àrea de treball i fixar les grans estratègies de fertilització en l'ús del nitrogen.

B. Nitrogen disponible en el sòl

El balanç pel N disponible es realitza per un espai curt de temps -un cicle o part del cicle d'un cultiu- i pretén avaluar el N mineral (níttric i amoniacal) o disponible per al cultiu durant dit espai de temps.

El nitrogen disponible (Nd) es pot calcular mitjançant la següent expressió:

$$Nd = Nr + Ns + Nf$$

Seguidament es discuteixen breument cadascun d'aquests conceptes. En últim terme s'hauria de considerar l'eficiència d'ús del mateix. És a dir, caldria parlar del Nitrogen realment disponible (Nrd) que vindria donat per: $Nrd = e \times Nd$ (e= coef. d'eficiència < 1). Aquest aspecte aquí no es contempla per simplicitat.

1. Nitrogen residual del cultiu anterior (Nr) (figura 2)

En aquest concepte s'engloba el nitrogen que està a disposició del nou cultiu en el moment de la sembra o brotació.

La quantitat de nitrogen mineral en el sòl en el moment de la sembra o brotació es pot determinar mitjançant anàlisis, però es pot també estimar en funció dels diferents paràmetres que la determinen.

Figura 2. Nitrogen residual del cultiu anterior (Nr)

Entrades de nitrogen del cultiu anterior		Sortides de nitrogen del cultiu anterior	
Nr =	* N procedent de la mineralització neta de la matèria orgànica ("humus") i dels residus de collita durant el cicle del cultiu precedent i el període de temps comprès entre la collita del cultiu anterior i la sembra del nou cultiu.	-	* Consum N pel cultiu precedent. Aquest consum estarà determinat pels nivells de producció i l'ús que es faci dels residus de collita, així com de la naturalesa dels mateixos.
	* Nitrogen aportat al cultiu precedent en forma de fertilitzants minerals o orgànics. En aquest últim cas, en funció de la freqüència d'aplicació i el tipus de material, s'hauran de considerar les aportacions tant de les aplicacions durant el cultiu anterior, com l'efecte residual d'aportacions en els últims anys. En tots els casos, si la pràctica agronòmica en la incorporació dels fertilitzants no ha estat la més adequada (és a dir, s'ha aportat molt per damunt de les necessitats), hauria de considerar-se un coeficient d'eficiència, que minoraria les aportacions reals degut a pèrdues diverses.		* Nitrat del sòl rentat durant el cicle del cultiu (des de la sembra del cultiu anterior fins a la sembra del nou cultiu) degut a balanços hídrics positius, conseqüència de pluges i/o de regs. Aquest rentat estarà determinat pel volum de l'aigua de drenatge i el tipus de sòl (profunditat arrelable, textura, estructura, etc.).

2. Aportacions de N del sòl durant el cultiu (Ns)

Les aportacions de N procedents del N del sòl durant el cultiu dependran dels residus de collita, de la mineralització de la matèria orgànica durant el cicle del cultiu, de l'efecte d'aportacions en anys anteriors d'adobs orgànics, i de l'efecte de la roturació de prats, plantacions de fruiters, camps d'alfals o altres lleguminoses que alliberen nitrogen durant més d'un any, etc. En aquest últim cas les quantitats disponibles dependran de la naturalesa del prat, lleguminoses, etc., dels anys que ha quedat establert i dels anys transcorreguts des de la seva roturació.

3. Aportacions de fertilitzants minerals o orgànics durant el cultiu (Nf)

S'haurà de considerar en tots els casos l'eficiència de la seva incorporació, les fraccions que quedaran disponibles per al cultiu durant el seu cicle en el cas de fertilitzants orgànics i en el cas de cultius en regadiu les possibles aportacions de N amb l'aigua de reg.

Altres aportacions com la fixació atmosfèrica (biològica, pluges o deposicions), poden aportar quantitats importants en certes circumstàncies però són més difícils d'estimar. Durant tot el cultiu s'ha de considerar que pot produir-se rentat de nitrats.

3.1.2. Nutrients disponibles

L'ús eficient de tots els nutrients disponibles, és a dir, els fertilitzants orgànics, en l'explotació constitueix per sí sol una garantia de reducció del risc de danys al medi ambient i a la qualitat de l'aigua en particular. Un pas important per saber el nitrogen disponible és **la quantitat de nitrogen produït per les diferents espècies ramaderes.** Dites quantitats de nitrogen són **les recollides en la normativa específica.**

Per tal que l'ús dels fertilitzants sigui eficient és precís conèixer una sèrie de característiques dels fertilitzants tals com:

- **Composició:** continguts totals i forma dels diferents nutrients o components. La composició dels fertilitzants minerals, així com la seva forma resulta fàcil de conèixer ja que la facilita el venedor. La composició dels fertilitzants orgànics resulta molt més difícil de conèixer per la seva falta d'homogeneïtat i la seva variació en el temps, però això no ha de ser obstacle per al seu ús. Han de realitzar-se anàlisis per conèixer la seva composició, però mai serà factible realitzar-les amb la freqüència ideal i els seus resultats hauran de servir d'orientació per a les partides no analitzades. En cas de no disposar d'anàlisis de laboratori es pot recórrer a dades indirectes o a anàlisis ràpides.
- **Homogeneïtat/heterogeneïtat.** Els fertilitzants minerals presenten una composició constant, mentre que els orgànics poden presentar una variabilitat important; l'homogeneïtat dels productes, així com una constància en el temps en la seva composició són passos previs per a una fàcil i eficient aplicació dels mateixos i la seva consecució és bàsica per augmentar el seu consum.
- **Concentració** (p.ex. kg N/t producte).
- **Disponibilitat en el temps.**
- **Eficiència.** Interessa conèixer l'eficiència amb què pot aplicar-se un fertilitzant dintre d'un determinat sistema agrícola. Per això s'ha de considerar tant la seva composició, com les possibilitats d'aplicació dintre del sistema agrícola: època, incorporació, dosis, etc.
- **Altres propietats.** Interessa a més considerar el seu efecte sobre la reacció del sòl o el seu efecte sobre la salinitat.

3.1.3. Necessitats de nutrients dels cultius i resposta al nitrogen

Determinar les necessitats de nutrients dels cultius exigeix per una banda conèixer la producció a obtenir (producció objectiu) **i la composició en N per unitat de la mateixa** que a falta de dades més precises pot agafar-se la del quadre núm. 1. En el cas dels cultius arboris quan aquests ja porten varis anys en el terreny en lloc de les extraccions pot ser necessari emprar les exportacions, ja que la diferència entre ambdues quantitats és molt significativa (quadres núm. 4, 5 i 6). Els valors d'extraccions i exportacions (quadres 1, 4, 5 i 6) han de prendre's de forma orientativa ja que les pràctiques culturals i el material vegetal emprat poden generar diferències notables.

La resposta del cultiu al N, l'efecte d'un excés o falta del mateix i el destí final de la producció acabaran de perfilar dites necessitats i les estratègies de fertilització. En general, i en especial pels cultius amb una major capacitat de consum de N, els

cultius absorbeixen la major part del N disponible en el sòl fins el màxim de producció -i pràcticament tot fins el màxim econòmic que és generalment quelcom menor que el tècnic (figura 3)- tal i com il·lustra la figura 4. Per tant **una primera estratègia clara serà abonar per a una producció objectiu raonable, evitant la sobrefertilització que causa l'acumulació de nitrats que després presenten el risc de que puguin rentar-se.**

No tots els cultius tenen un igual comportament respecte a la presència de grans quantitats de nitrogen disponible (quadre núm. 2). Si bé les quantitats de nitrogen disponible per a les plantes (nitrats i amoni) no són tòxiques sí que poden afectar a la qualitat del producte final, a la seva aptitud per a la conservació (quadre núm. 3), o bé modificar el seu cicle afavorint, p. ex., un desenvolupament vegetatiu excessiu amb pèrdues importants de producció. En un nombre molt limitat de casos la quantitat màxima de nitrats en el producte comestible ve fixada per la legislació; és el cas dels espinacs i enciams (Reglament (CE) 194/97 de 31 de gener de 1997).

Quadre núm. 1. Extraccions dels cultius

Cultiu	Extraccions (kg/1000 kg de collita)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Blat (1)	30,0	16,0	29,0
Ordi (1)	24,0	11,0	21,0
Civada (1)	28,0	14,0	36,0
Blat de moro (gra) (1)	28,0	11,0	23,0
Sorgo (1)	35,0	14,0	33,0
Patata (1)	3,5	1,6	3,5
Gramínies (farratge) (3) *	15,0	6,0	22,0
Blat de moro (farratge) (3) *	12,5	5,5	15,0
Raigràs (1) *	22,0	9,0	27,0
Prat natural (tall) (2) *	13,5	6,0	18,0
Prat natural (pasturat) (2) *	25,0	6,0	22,0
Prats permanents (1) *	25,0	7,5	30,0
Pomera (1)	2,5	0,9	3,7
Perera (1)	2,4	0,7	3,3
Albercoquer (1)	9,6	1,5	8,7
Presseguer (1)	9,6	1,5	8,7
Cirerer (1)	5,0	1,5	5,5
Ametller (4) (1)	20,0	8,0	15,0
Cítrics (1)	3,5	0,7	4,5
Vinya (1)	7,0	2,1	9,0
Olivera (1)	15,0	4,0	20,0
Gira-sol (1)	50,0	18,0	100,0
Colza (1)	44,0	25,0	24,0

* Extraccions en kg/1000 kg de matèria seca

Fonts: (1): Domínguez Vivancos (1984); (2): Pontallier (1965); (3): Ziegler (1991); (4): Universitat Califòrnia (1980)

Quadre núm. 2. Sensibilitat relativa a l'excés de nitrogen respecte a la producció i qualitat

Cultius "sensibles"

Cultius "tolerants" (*)



(*) Els cultius estan llistats de menys "tolerants" a l'excés de N a l'inici i els més "tolerants" a grans excessos al final

Fonts: Adaptat de Krantz i Miller, 1968

Quadre núm. 3. Efecte d'un excés de nitrogen sobre l'aptitud a la conservació i qualitat de peres, pomes i préssecs.

Augmenta la incidència de fisiopaties: Bitter pit, lenticelosis, etc.
Disminueix l'aptitud al maneig i al transport al disminuir la seva duresa i augmentar la fragilitat del fruit
Augmenta la sensibilitat a malalties de conservació: marronejament intern, descomposició interna, senescència, escaldat, etc.
Augmenta la sensibilitat a malalties fúngiques.
Disminueix la qualitat gustativa del fruit, disminueix la coloració i distorsiona la maduració.

Quadre núm. 4. Balanç de les extraccions i les exportacions (kg/ha) d'elements nutritius en presseguer per a una producció de 33,6 t/ha.

Part de la planta	Nitrogen	Fòsfor	Potassi
	(kg/ha)		
Fruit	57,0	8,7	87,7
Esquelet part aèria	7,8	0,9	2,5
Arrels	11,6	2,7	6,3
Exportacions totals	76,5	12,3	96,4
Fruits caiguts, pètals, etc.	21,5	2,7	24,2
Fulles	28,9	2,7	66,2
Fusta de poda	18,1	2,1	9,6
Extraccions totals	145,0	19,8	196,5

(Rogers, 1993, citat per Scott, 1995)

Quadre núm. 5. Balanç de les extraccions i les exportacions (kg/ha) d'elements nutritius en pomera

Part de la planta	Matèria seca (t/ha)	Producció fruits (t/ha)	(N) Nitrogen	(P ₂ O ₅) Fòsfor	(K ₂ O) Potassi
Fruit	-	40	20	13	60
Esquelet: parts aèries i arrels (sense fulles i fusta de poda)	6	40	15,5	8,5	15
Fusta de poda	3	40	10	4,4	4
Fruits caiguts, pètals, etc.	-	40	10,5	3	15,5
Fulles	4,6	40	43	6,5	54,5
Extraccions totals	-	40	98	35	143
Exportacions totals (fruit + esquelet)	6	40	35,5	21,5	75

(Batjer, 1952. Citat per Trocme i Grass, 1979)

Quadre núm. 6. Balanç de les extraccions i les exportacions en un cultiu de vinya (kg/t).

Part de la planta	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	kg/t	%	kg/t	%	kg/t	%
Rai ms	3,5	50	1,1	52,4	5,0	55,6
Fulles	1,8	25,7	0,5	23,8	1,8	20,0
Sarments	1,3	18,6	0,4	19,0	1,8	20,0
Troncs i arrels	0,4	5,7	0,1	4,8	0,4	4,4
Extraccions totals	7,0		2,1		9,0	
Exportacions totals (rai ms + sarments)	4,8		1,5		6,8	

(Elaborat a partir de Domínguez, 1984)

Figura 3. Resposta dels cultius a l'aplicació de fertilitzants.

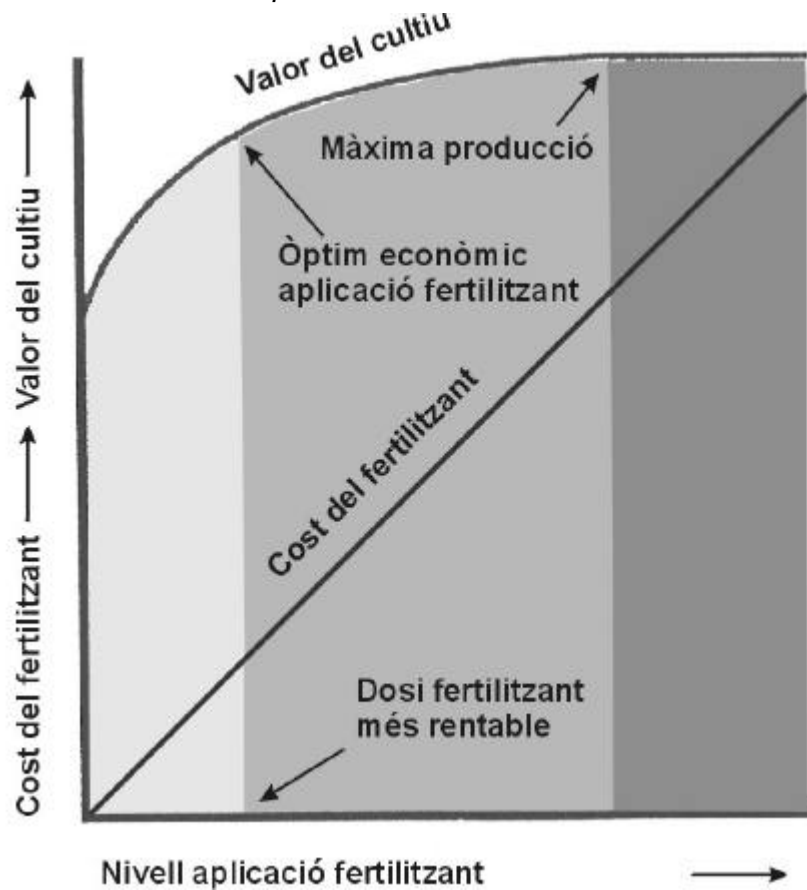
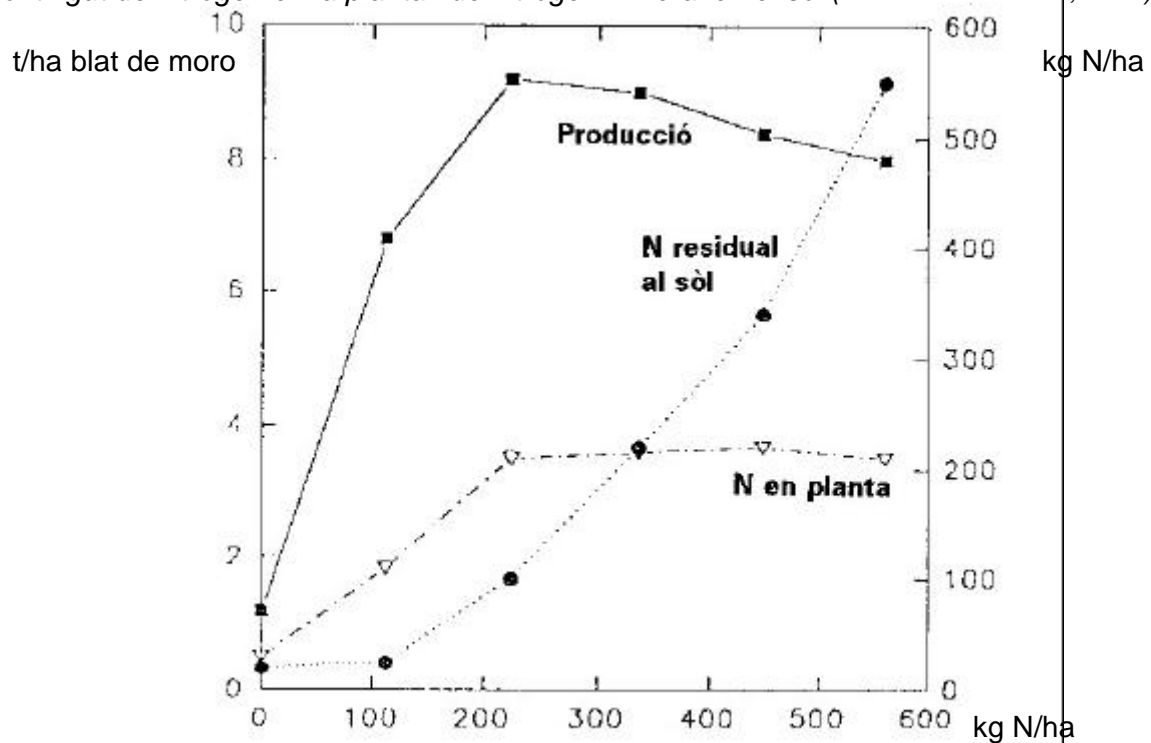


Figura 4. Efecte de la dosi de fertilitzant nitrogenat sobre la producció de blat de moro, contingut de nitrogen en la planta i de nitrogen mineral en el sòl (Broadbent i Carlton, 1978)



a. Producció objectiu

Definida com la quantitat de collita que s'espera obtenir, abans de la fertilització. La seva estimació és molt complexa, especialment en agricultura de secà la sobre o subestimació condueixen a una baixa eficiència del N aplicat i per tant a una possible pèrdua del mateix. Camins per estimar-la són:

- . En aquells cultius en què es fraccionen les aportacions de nitrogen es poden realitzar estimacions en camp del potencial de collita (núm. espigues/m², fruits/arbre, plantes/m², etc.) que es podrien obtenir. Aquest valor potencial haurà d'adaptar-se a les circumstàncies del cultiu (disponibilitat d'aigua, presència de plagues, etc.) i en base a l'experiència local.
- . Una altra possibilitat és de les produccions dels últims 5 anys, eliminar la major i la menor. Dels tres anys restants es realitza la mitjana i aquest és el valor que s'utilitza com a producció objectiu.
- . En zones on no sigui molt probable l'aparició d'estrès hídric (zones frescals i àrees de regadiu) es pot emprar la mitjana de les produccions que han assolit el 80% del màxim obtingut.

Independentment de quin sigui el mètode escollit per determinar la producció objectiu, és precís amb anterioritat a l'última aplicació de nitrogen, valorar la possibilitat real d'obtenir dita producció. La seva estimació és una de les fonts més grans d'error que es poden cometre al planificar la fertilització al prendre's per excés i condueix a sobrefertilitzar sistemàticament, raó per la qual al fixar-la s'ha d'adoptar un criteri realista.

3.1.4. Anàlisis de sòls, plantes i fertilitzants

a. Anàlisis de sòls

Les anàlisis de sòls constitueixen una eina fonamental en la gestió de qualsevol pla de fertilització. Permeten conèixer en el seu degut moment la disponibilitat de nutrients així com altres paràmetres que controlen la fertilitat del sòl. No informen sobre determinades propietats físiques del sòl (estructura, aireació, drenatge, etc.) fonamentals per al creixement de les plantes i que han de ser avaluades in situ.

Paràmetres que controlen la fertilitat i que són obtenibles per una anàlisi de sòls són:

- textura
- contingut de carbonat càlcic: total i actiu
- contingut de guix
- reacció (pH) del sòl (*)
- salinitat (*)
- capacitat d'intercanvi catiònic
- cations de canvi
- alumini de canvi

Paràmetres que avaluen directament la fertilitat són:

- contingut de matèria orgànica (*)
- contingut de nitrogen total (*)
- fòsfor assimilable (*)
- potassi assimilable (*)
- nitrogen nítric

La freqüència amb què han de fer-se les anàlisis és variable. Mentre que alguns paràmetres de control de la fertilitat són propietats permanents (p.ex. la textura), altres són modificables temporalment (p. ex. com conseqüència de les pràctiques de fertilització) i s'ha de fer un seguiment dels mateixos en el temps. Així els paràmetres senyalats (*) han de ser analitzats cada 3-4 anys en sistemes agrícoles de mitjana intensitat; en sistemes agrícoles de molt alta intensitat dita freqüència pot ser major i en el cas d'hivernacles no és vàlid el dit fins ara.

Per tal que l'anàlisi pugui ser correctament interpretada ha de procedir d'una mostra correctament presa i analitzada. Cada situació exigeix adoptar una estratègia de mostreig adequada: nombre d'unitats de mostreig, nombre de (sub) mostres per unitat de mostreig, profunditat a mostrejar, etc. En qualsevol cas al final el laboratori ha de disposar d'una mostra correctament etiquetada i identificada d'entre 0,5-1 kg de terra fina, representativa de la unitat homogènia. Per a més detall veure "Normes per a la presa de mostres de terra amb la finalitat de realitzar determinacions analítiques de fertilitat" (DARP, 1991).

L'anàlisi del nitrogen nítric del sòl -denominat també N mineral (N min)- és una anàlisi que es separa de la resta en quant a metodologia en la presa de mostra i el seu posterior tractament. Primer per la profunditat a mostrejar -normalment fins 60 cm, en bastants casos fins 120 cm. Segon perquè el moment de mostreig és molt important ja que són molt pocs els moments en què dóna una informació útil. La seva interpretació pot fer-se -en primera instància- considerant que el N min, en kg N/ha, és igualment disponible que el d'un fertilitzant enterament soluble que s'aplica, p. ex. un nitrat càlcic.

Moments adequats de mostreig per N min són:

- En cereals d'hivern: a sortida d'hivern.
- En cereals d'estiu: abans de la sembra; abans d'aplicar la cobertura.
- En hortícoles de cicle curt: a l'inici del cicle.
- En fruiters: després del primer reg o bé a l'iniciar-se la vegetació.

És una anàlisi d'especial interès per a la gestió de la fertilitat nitrogenada en:

- Situacions en què les aportacions de fertilitzants orgànics i minerals siguin molt importants. En aquests casos el balanç de N té una baixa capacitat de predicció i el N min serveix per corregir el sistema.
- Situacions on sigui precís minimitzar el rentat de nitrats.
- Cultius sensibles a l'excés de N.
- Casos en què el considerar el N min en la fertilització pugui suposar un estalvi important (cereals de zones frescals, blat de moro, etc.).

És una determinació exigent en quant al nombre de mostres a agafar per obtenir una mostra composta.

b. Anàlisis de plantes

Les anàlisis de plantes són, a priori, un molt bon estimador per conèixer l'estat real de nutrició nitrogenada d'una planta.

. Anàlisis foliars

Presenta un elevat potencial però en no pocs casos, es planteja el problema de la seva interpretació i l'aplicació dels resultats que pot veure's emmascarada per:

- Absorció per part de les plantes de quantitats de N superiors a les necessitats (consum de luxe).
- Les necessitats de N es detecten massa tard per contrarestar les deficiències.
- Algunes condicions agronòmiques o del medi que dificulten l'absorció del N disponible en el sòl (sequera, malalties, etc.) poden donar lloc a interpretacions i actuacions errònies.

A més una bona anàlisi foliar requereix una metodologia de presa i preparació de la mostra adequada (rentat, assecament, homogeneïtzat, etc.) i estudis bàsics desenvolupats en la zona per a una correcta interpretació dels resultats.

En molts cultius i zones de Catalunya no es disposa d'estudis previs per a una correcta interpretació, per la qual cosa la utilitat d'aquestes anàlisis consistirà en realitzar un seguiment de l'evolució en el temps dels continguts en fulla i la seva relació amb les pràctiques de fertilització, el que ha de permetre ajustar-la.

. Anàlisis de sucs o saba

Les anàlisis de sucs són en moltes ocasions més sensibles que les del nitrogen total en fulla. En el cas dels cereals d'hivern les anàlisis de la concentració de nitrats en el suc de la base de les tiges, és un bon indicador de la nutrició nitrogenada del cereal. L'experiència disponible indica que aquesta anàlisi és un bon estimador dels nivells de suficiència, però quan els nivells són baixos pot ser que siguin deguts o bé a falta de nitrogen disponible en el sòl o bé a situacions com l'estrès hídric o malalties que dificulten l'absorció per la planta.

. Altres anàlisis

El N influeix en la concentració de pigments com la clorofil·la. Les anàlisis espectrals poden donar informació indirecta sobre l'alimentació nitrogenada. Aquests mètodes tenen un gran potencial de futur, però han de posar-se a punt per a cada cultiu i zona geogràfica.

c. Anàlisis de fertilitzants

En el cas de fertilitzants regulats pel R.D. sobre fertilitzants (72/1988) i afins la composició del fertilitzant es garanteix, i en el cas de conflicte existeixen els mecanismes legals i administratius per exigir-los.

Quan es tracta de fertilitzants orgànics que per la seva naturalesa no es troben registrats (fems, purins, etc.) és bàsic disposar de dades sobre la seva composició per planificar la fertilització. Un dels camins és mitjançant anàlisis de laboratori. És realment complexa la presa de mostra en el cas dels fertilitzants orgànics, en part degut a la gran heterogeneïtat d'aquest tipus de productes; el quadre núm. 7 ofereix un exemple pel cas dels purins.

Quadre núm. 7. Normes a seguir per a la recollida de mostres d'un purí de porc.

Agafar la mostra directament de la fossa, després d'agitar el purí enèrgicament (amb un aparell mesclador que funcioni almenys dues hores abans de fer la presa de la mostra), en un cub. És una pràctica perillosa .
Agafar diverses mostres simples (tres o quatre), barrejar-les per fer una mostra composta d'aproximadament 1l de purí i posar-la en un recipient hermètic.
En absència d'un sistema de mescla, és preferible agafar una mostra en el moment de fer l'aplicació del purí en el camp. Pel que és necessari disposar de diferents cubs sobre el sòl i escampar el purí. Repetir l'operació diverses vegades a mesura que la fossa es vagi buidant per obtenir una mostra representativa.
Les mostres han d'arribar al laboratori dintre de les 48 hores després de fer la presa de mostres.
Si la mostra no es porta directament al laboratori, s'ha de posar al frigorífic a 4°C fins el moment en què es pugui transportar.

Font: ITP, 1991

Com a norma general s'obtindrà una mostra representativa, composta de diferents submostres. Per això:

- S'agafarà mostra de diferents punts, procurant representar totes les situacions (parts líquides, sòlides) i a diferents profunditats del munt o dipòsit.
- S'agafarà un volum gran de mostra.
- Es procedirà a la seva barreja de forma que s'obtingui una mostra d'almenys un litre.

Si el volum de material fertilitzant orgànic analitzat és molt gran, té diferents orígens o sofreix variacions temporals (diàries, estacionals, etc.) es tindrà en compte aquest fet augmentant el nombre de mostres analitzades.

En determinats casos pot ser d'interès l'ús de mètodes ràpids, de tipus semiquantitatiu que ofereixen una valuosa informació sobre la composició de certs productes com per exemple el contingut en nitrogen dels purins (quadres núm. 8 i 9). Malgrat el seu caràcter semiquantitatiu han de prendre's les mateixes precaucions a l'agafar les mostres que per a una anàlisi de laboratori (quantitatiu).

Quadre núm. 8. Normes per a la mesura de la densitat d'un purí de porc.

Utilitzar un densímetre (aeròmetre) amb una escala de 1.000 a 1.060 g/l i una proveta alta i de gran diàmetre (amb una capacitat d'1 litre com a mínim).
Omplir la proveta (fins a dalt del tot) amb el purí prèviament homogeneïtzat. Eliminar l'escuma de la part superior.
Introduir el densímetre i esperar que s'estabilitzi abans de llegir el valor de la densitat.
Si el purí és molt espès, diluir-lo amb un volum igual d'aigua per poder fer la lectura de la densitat.
Llegir en el quadre 9 els continguts estimatius d'acord amb la densitat del purí sense diluir o prèviament diluït.

Font: ITP, 1991

Quadre núm. 9. Estimació de la composició dels purins de porc a partir de la densitat del purí íntegre (elaborat a partir de mostres de purí de porc de diferents procedències agafades en granges de la comarca del Pla d'Urgell (Lleida) a principis dels anys 1990).

Densitat del purí (g/l)	Composició			
	MS (%)	N _T (kg/m ³)	P ₂ O ₅ (kg/m ³)	K ₂ O(kg/m ³)
1.004	4,50	2,88	2,47	1,80
1.008	4,50	3,29	2,65	1,98
1.012	5,54	3,71	2,83	2,18
1.016	6,15	4,12	3,03	2,40
1.020	6,82	4,53	3,25	2,64
1.024	7,57	4,94	3,48	2,90
1.028	8,40	5,35	3,72	3,20
1.032	9,32	5,77	3,98	3,52
1.036	10,34	6,18	4,26	3,87
1.040	11,47	6,59	4,56	4,26
1.044	12,73	7,00	4,88	4,69
1.048	14,12	7,41	5,23	5,16
1.052	15,67	7,83	5,60	5,68
1.056	17,39	8,24	5,99	6,26

Font: Navés, J. i Torres, C., Pla pilot de purins, 1994

3.1.5 Fertilizants nitrogenats

La varietat de fertilizants nitrogenats disponibles per a l'agricultor és realment gran. En aquest apartat es discuteixen algunes característiques dels mateixos, separant els que són fertilizants inorgànics dels orgànics i, dintre d'aquests els que són d'origen animal de la resta.

A. Fertilitzants orgànics

A1. D'origen ramader

Els fertilitzants orgànics d'origen ramader consisteixen en els excrements i residus excretats pel bestiar, sols o barrejats, encara que s'haguessin transformat. Tan sols una part d'ells queden tipificats pel R.D. sobre fertilitzants i afins (72/1988).

Aquests fertilitzants constitueixen la solució òptima per a la reposició de nutrients als camps, ja que permeten reciclar els nutrients continguts en les dejeccions del bestiar i eviten el consum d'energia i primeres matèries no renovables que requereix la fabricació d'adobs minerals.

No obstant la quantitat més important de fertilitzants orgànics no s'ajusten a la tipificació del quadre núm. 10 i es troben com fertilitzants molt diluïts en forma de fems i purins. La seva composició és -com ja s'ha dit anteriorment- molt variable i ha de ser determinada per anàlisis; les dades contingudes en els quadres núm. 10 i 11 han de considerar-se únicament com a orientatius.

Aspectes a tenir en compte en l'ús de fertilitzants orgànics d'origen ramader:

- . Contenen molts macro i micronutrients.
- . Subministren matèria orgànica al sòl en major o menor mesura, amb la consegüent millora en les propietats físiques i biològiques.
- . Subministren nutrients als cultius fins mesos després de la seva aplicació.
- . Possibiliten tancar globalment el cicle de nutrients i és una de les millors opcions per al reciclatge de materials orgànics.
- . Contingut variable de nutrients.
- . Per les seves característiques no es pot aplicar en qualsevol moment del cultiu.
- . Es produeixen males olors en bastants casos, si bé existeixen tècniques que permeten evitar-les.
- . En bastants casos l'equilibri entre nutrients és inadequat per a les necessitats del cultiu.

Quadre núm. 10. Aspectes rellevants de la composició de fertilitzants orgànics d'origen ramader.

Fertilitzants orgànics		N total kg/m ³ ,t	N orgàn. kg/m ³ ,t	N amoni kg/m ³ ,t	P ₂ O ₅ kg/m ³ ,t	K ₂ O kg/m ³ ,t
Fem boví	(A)	5,0	4,5	0,5	2,7	7,0
Fem porcí	(A)	4,7	4,2	0,5	4,5	5,5
Gallinassa	(A)	12,9	2,2	10,7	15,6	10,2
Llit aus engreix	(A)	30,7	20,8	9,9	28,6	19,8
Purí porcí engreix	(B)	5,9	2,5	3,4	5,3	3,6
Purí porcí cicle tancat	(B)	4,3	1,3	3,0	3,2	2,8
Purí porcí maternitat	(B)	3,4	0,9	2,5	1,8	2,3
Purí boví engreix	(A)	2,7	0,6	2,1	2,0	3,8

Fonts:

- (A). BERTRAND, M. (1993) "Caracterización y gestión de los estiércoles sólidos y líquidos". Residuos ganaderos. "La Caixa"
- (B). FERRER. P.J.; J.B. SANZ; J. POMAR (1981) "Utilización agrícola del estiércol líquido porcino (ELP)". Fulls d'Informació Técnica FIT núm. 14/81. Servei d'Extensió Agrària. DARP. Generalitat de Catalunya.

Quadre núm. 11. Composició química mitjana dels purins de porc en funció del tipus d'explotació (dades dels anys 90 del Pla d'Urgell, Lleida).

TIPUS D'EXPLOTACIÓ: CONCEPTE/unitats/		ENGREIX	MATERNIT.	CICLE TANCAT
Matèria seca	(MS) %	11,1	9,2	9,7
	kg/m ³	111	91,8	97,2
Matèria orgànica	% MS	66,3	66,3	65,6
	% MF	7,28	6,18	6,28
N total	kg/m ³	7,65	5,17	5,40
	% MS	7,63	6,38	5,78
N orgànic	kg/m ³	3,00	1,97	2,22
N amoniacal	kg/m ³	4,63	3,20	3,18
P ₂ O ₅	kg/m ³	6,52	5,91	6,23
	% MS	5,89	6,74	6,44
K ₂ O	kg/m ³	4,47	2,31	2,81
	% MS	4,33	2,86	2,96
Ca	% MF	0,45	0,45	0,39
	% MS	3,90	4,90	4,07
Mg	% MF	0,12	0,11	0,12
	% MS	1,06	1,28	1,34
Na	% MF	0,07	0,04	0,05
	% MS	0,68	0,55	0,59
Cu	ppm MF	67,0	19,1	36,0
	ppm MS	624	193	430
Zn	ppm MF	70,7	68,8	64,6
	ppm MS	658	759	719
Fe	ppm MF	437	345	372
	ppm MS	3.752	3.620	3.730
Mn	ppm MF	46,1	38,5	37,7
	ppm MS	407	428	405

MS: sobre matèria seca; MF: sobre matèria fresca
(Navés i Torres, 1994 Pla Pilot de Purins - Consell Comarcal del Pla d'Urgell)

A₂ Altres fertilitzants orgànics

El compost de residus sòlids urbans (RSU) i els fangs de depuradora són fertilitzants orgànics, l'aplicació dels quals al sòl requereix conèixer, a més dels continguts de nutrients, matèria orgànica, etc., els continguts en metalls pesats i en el cas del compost de RSU la presència d'objectes estranys i grau de maduració entre altres coses. Els quadres núm. 12 i 13 recullen algunes característiques.

Quadre núm. 12. Aspectes de composició d'alguns materials orgànics

Fertilitzants orgànics		N total kg/m ³ ,t	P ₂ O ₅ kg/m ³ ,t	K ₂ O kg/m ³ ,t
Fangs depuradora	(C)	4,3	4,3	2,0
Compost RSU				
- sense recollida selectiva	(D)	1,3	0,6	-
- amb recollida selectiva	(D)	15,8	21,6	11,9

(C). SAÑA, J. (1987) "Manual d'utilització dels fangs de depuradora com a adobs". Quaderns de Divulgació núm. 12. IRTA. Generalitat de Catalunya.

(D). SOLIVA, M. (1992) "Siete años de estudio de la calidad de compost en Cataluña"

Quadre núm. 13. Contingut en nitrogen en fangs de depuradora

Forma del nitrogen	Digestió	Rang	Mitjana
N Total (%)	Anaeròbica	0,5-17,6	4,2
	Aeròbica	0,5-7,6	4,8
	Altres	0,1-10	1,8
Amoni (mg/kg)	Anaeròbica	120-67600	1600
	Aeròbica	30-11300	400
	Altres	5-12500	80
Nitrat (mg/kg)	Anaeròbica	2-4900	79
	Aeròbica	7-830	180

Fonts: Smith i Peterson (1982)

B. Fertilitzants nitrogenats minerals

Els principals fertilitzants nitrogenats minerals apareixen en el quadre núm. 14. Com pot veure's la seva riquesa varia moltíssim així com també la forma: ureica, nítrica, amoniacal; aquest fet s'haurà de considerar al planificar la seva aplicació. Així mateix el seu efecte sobre el sòl en termes d'acidificació-basificació (quadre núm. 15) o salinització és també diferent per unitat fertilitzant aportada (quadre núm. 16), fets que hauran de ser també considerats a l'adobar.

Quadre núm. 14. Contingut en nitrogen d'alguns fertilitzants nitrogenats usualment utilitzats

Fertilitzant	Riquesa (%)	Forma del nitrogen en el fertilitzant
Amoníac anhidre	82	Amoniacal
Sulfat amònic	20	Amoniacal
Urea	44	Ureica
Nitrat amònic		Amoniacal + nítrica
Sulfonitrat d'amoni	25	Nítrica + amoniacal
Nitrat amònic càlcic	20	Nítrica + amoniacal
Nitrat càlcic	15	Nítrica
Nitrat sòdic	15	Nítrica
Àcid nítric 56%	12,6	Nítrica
Solució nitrogenada	32	Amoniacal, ureica, nítrica
Solució nitrogenada	20	Nítrica
Solució nitrat de calç	7	Nítrica
Soluc. nitrat de magnesi	7	Nítrica
Fosfat mono-amònic	12	Amoniacal
Fosfat-urea	17	Ureica
Fosfat diamònic	18	Amoniacal
Nitrat potàssic	13	Nítrica
Nitrat de magnesi	10	Nítrica
Nitrat de calci i magnesi	13	Nítrica

Quadre núm. 15. Acció de diferents adobs nitrogenats sobre la reacció del sòl

Adobs acidificants	Adobs sense acció sobre el pH	Adobs basificants
<p>Adobs fisiològicament àcids</p> <p>Sulfat amònic Clorur amònic Amoníac anhidre (després de la nitrificació) Nitrosulfat amònic Fosfat amònic-càlcic</p> <p>Adobs àcids</p> <p>Urea (després de la nitrificació) Nitrat amònic Nitrat amònic-càlcic (26%)</p>	<p>Adobs fisiològicament neutres</p> <p>Fosfat de calç nitrogenat Adobs complexos nitrogenats combinats amb fosfats</p> <p>Adobs indiferents</p> <p>Adobs acidificants als que s'ha afegit carbonat càlcic Nitrat amònic-càlcic (20,5%)</p>	<p>Adobs fisiològicament basificants</p> <p>Nitrat càlcic Nitrat sòdic Nitrat de Xile</p> <p>Adobs bàsics</p> <p>Cianamida càlcica</p>

Quadre núm. 16. Índex salí d'alguns fertilitzants nitrogenats

Compost	Fórmula	Riquesa	Índex salí	Índex salí per unitat fertilitzant
Nitrat amònic	NH_4NO_3	33,5 % N	105	2,99
Nitrat sòdic	NaNO_3	16,5%	100	6,06
Urea	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	46,6%	75	1,62
Nitrat potàssic	KNO_3	13,8% N, 44% K_2O	74	5,34
Sulfat amònic	$(\text{NH}_2)_2\text{SO}_4$	21,2 % N	69	3,25
Amoníac anhidre	NH_3	82,2 %	47	0,57
Fosfat diamònic	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	53,8% P_2O_5	34	0,64
Fosfat monoamònic	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	51,7% P_2O_5	30	0,48

Font: Ortiz, 1968

La composició dels fertilitzants minerals del quadre núm. 14 ve determinada per la legislació (Ordre 11 de juliol de 1994 sobre fertilitzants i afins).

Aspectes a tenir en compte en l'ús de fertilitzants minerals:

- . Els nutrients són disponibles ràpidament
- . Els nutrients estan concentrats
- . El contingut de nutrients és conegut i constant
- . Són materials fàcils de manejar, transportar i aplicar
- . Poden existir diverses formes d'aplicació
- . Es poden realitzar aplicacions de forma molt precisa
- . En el cas de barreges ("blendings") es poden ajustar els continguts de nutrients a les necessitats dels cultius segons les anàlisis de sòls
- . El moment d'aplicació pot ser flexible
- . En el cas que només es vulgui aplicar un únic nutrient, això és també factible.
- . Són productes fabricats a partir de fonts no renovables i en la seva fabricació es produeix un impacte ambiental
- . Productes que han de ser adquirits fora de l'explotació, amb el cost que això implica.
- . Alguns productes precisen de precaucions d'ús especials (amoníac anhidre).
- . No s'aplica matèria orgànica.

C. Fertilitzants especials

En el cas d'aplicar fertilitzants d'alliberació lenta es seguiran els mateixos principis generals. Es tindrà molt en compte el tipus d'alliberació per decidir moment i dosis a aplicar.

L'aplicació de fertilitzants d'alliberació lenta és una altra via per subministrar al cultiu el nitrogen en la forma i quantitat que necessitarà en cada fase del cultiu.

Existeixen en el mercat diferents fonts de nitrogen d'alliberació lenta o controlada (quadre núm. 17). Les estratègies emprades en aquest tipus de producte són utilitzar compostos de baixa solubilitat, recobrir amb substàncies poc solubles fertilitzants convencionals i l'aplicació de substàncies inhibidores de la nitrificació.

En la seva aplicació ha de tenir-se molt en compte quins factors governen la hidròlisi i alliberació dels mateixos (activitat microbiana, humitat, temperatura, etc.), el tipus de producte i el tipus d'alliberació per decidir moment i dosis a aplicar. La no coincidència de l'alliberació del N amb les necessitats del cultiu condueix a una baixa eficiència i a una possible contaminació.

Quadre núm. 17. Adobs d'alliberació lenta

Productes	Riquesa N %	Forma
Productes de baixa solubilitat		
Crotonilidendiurea	28	N total
Isobutilidendiurea	28	N total
Urea formaldehid	36	N total
Adob nitrogenat + crotonilidendiurea	18	N total
Adob nitrogenat + isobutilidendiurea	18	Nítric + amoniacal
Adob nitrogenat + urea formaldehid	18	N total
		Nítric + amoniacal
Inhibidors nitrificació		
Sulfat amònic + dicianidamida	20	N amoniacal + N dicianidamida
Sulfonitrat amònic + dicianidamida	24	N nítric + N amoniacal + N dicianidamida

3.1.6. Tipus de fertilitzant a aplicar

La selecció del tipus de fertilitzant a aplicar ha de fer-se en base no tan sols a consideracions de cost per unitat aplicada, sinó també considerant la seva absorció, l'equilibri de nutrients i altres efectes col·laterals (p. ex. aportació de matèria orgànica o micronutrients).

Un criteri bàsic de selecció ha de consistir en buscar el reciclatge màxim dels fertilitzants orgànics generats per l'agricultura i la ramaderia, però això dintre del context de l'aplicació dels principis agronòmics de fertilització més sòlids. En moltes ocasions serà necessari complementar la fertilització de base orgànica amb fertilitzants minerals i això per diverses raons: equilibri de nutrients, disponibilitats de N en el temps, tecnologia agronòmica, etc. Per optimitzar la fertilització és precís emprar les diferents opcions tecnològiques disponibles, que en la majoria dels casos són complementàries.

Els quadres núm. 16 (extraccions), 4, 5, 6 i 26 (exportacions) posen de relleu com els fertilitzants orgànics (quadre núm. 19) no sempre s'ajusten a elles.

En aquests casos serà doncs convenient aportar només una part en forma orgànica i complementar la resta amb fertilitzants minerals en base a les anàlisis de sòls.

La mineralització de la matèria orgànica produeix nitrogen disponible al mineralitzar-se segons les condicions d'humitat i temperatura. La figura 5 recull un cas hipotètic i pot veure's com certs cultius, com els cereals, són incapaços d'aprofitar una bona part del N mineralitzat. Seria una raó més per evitar forçar fins al límit les aportacions de N en

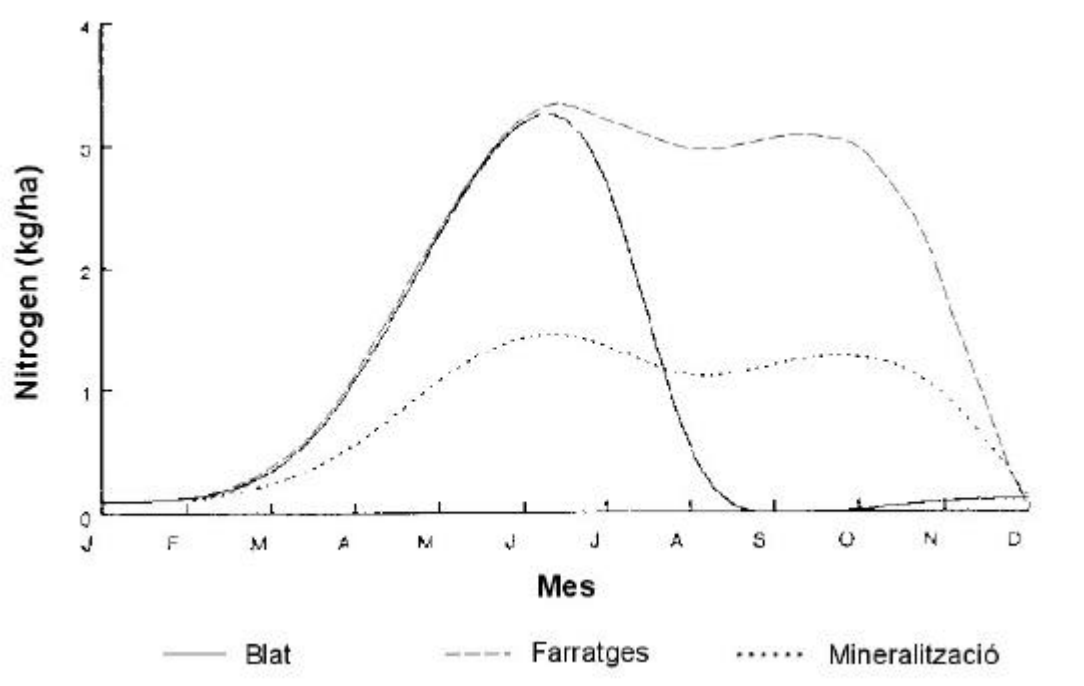
formes orgàniques ja que pot conduir a excessos d'adobat d'un nombre important d'anys; i també seria una raó per a considerar reservar una part de les necessitats a les formes minerals.

Quadre núm. 18. Relacions de macronutrients en les extraccions dels cultius

Cultiu	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Blat (1)	1	0,5	1
Ordi (1)	1	0,5	0,9
Blat de moro (gra) (1)	1	0,4	0,8
Patata (1)	1	0,5	1
Gramínies (farratge) (3)	1	0,4	1,5
Blat de moro (farratge) (2)	1	0,4	1,1
Raigràs (2)	1	0,4	1,2
Prat natural (tall) (2)	1	0,4	1,3
Prat natural (pasturat) (2)	1	0,2	0,9
Prats permanents (1)	1	0,3	1,2
Pomera (1)	1	0,4	1,5
Perera (1)	1	0,3	1,4
Albercoquer (1)	1	0,2	0,9
Presseguer (1)	1	0,2	0,9
Cirerer (1)	1	0,3	1,1
Ametller (4) (1)	1	0,4	0,8
Cítrics (1)	1	0,2	1,3
Vinya (1)	1	0,3	1,3
Olivera (1)	1	0,3	1,3
Gira-sol (1)	1	0,4	2
Colza (1)	1	0,6	0,5

Fonts: (1): Domínguez Vivancos (1984); (2): Pontallier (1965); (3): Ziegler (1991); (4): Universitat Califòrnia (1980)

Figura 5. Diagrama ideal del nitrogen extret per blat o farratges al llarg de l'any, comparat amb el nitrogen produït per la mineralització de la matèria orgànica.



Quadre núm. 19. Aspectes rellevants de la composició d'alguns fertilitzants orgànics: equilibri entre nutrients.

Residus orgànics		N total	N orgànic	N amoniacal	P ₂ O ₅	K ₂ O
Fem boví	(A)	1	0,9	0,1	0,54	1,4
Fem porcí	(A)	1	0,9	1	1	1,2
Gallinassa	(A)	1	0,2	0,8	1,2	0,8
Llit aus engreix	(A)	1	0,7	0,3	0,9	0,6
Purí porcí engreix	(B)	1	0,4	0,6	0,9	0,6
Purí porcí cycle tancat	(B)	1	0,3	0,7	0,8	0,7
Purí porcí maternitat	(B)	1	0,3	0,7	0,5	0,7
Purí boví engreix	(A)	1	0,2	0,8	0,7	1,4

Fonts:

- (A). BERTRAND, M. (1993) "Caracterización y gestión de los estiércoles sólidos y líquidos". Residuos ganaderos. "La Caixa"
- (B). FERRER, P.J.; J.B. SANZ; J. POMAR (1981) "Utilización agrícola del estiércol líquido porcino (ELP)". Fulls d'Informació Tècnica FIT núm. 14/81. Servei d'Extensió Agrària. DARP. Generalitat de Catalunya.

3.1.7. Quantitat de fertilitzants a aplicar

La quantitat de fertilitzants a aplicar es determinarà a partir del balanç del nitrogen disponible per a les plantes i considerant que no tots els fertilitzants són absorbits el primer any de la seva aplicació.

Així, per exemple, es considera que:

- **Només el 50-85 % dels fertilitzants minerals nitrogenats és absorbit l'any de la seva aplicació.** Aquesta quantitat disminueix en climes àrids i semiàrids i augmenta en climes més humits.

El seu efecte residual és no obstant al revés. En climes semiàrids i en sòls amb alta capacitat de retenció d'aigua disponible el seu efecte residual per a l'any següent és molt important; en climes humits o sòls de regadiu amb baixa CRAD l'efecte residual és mínim.

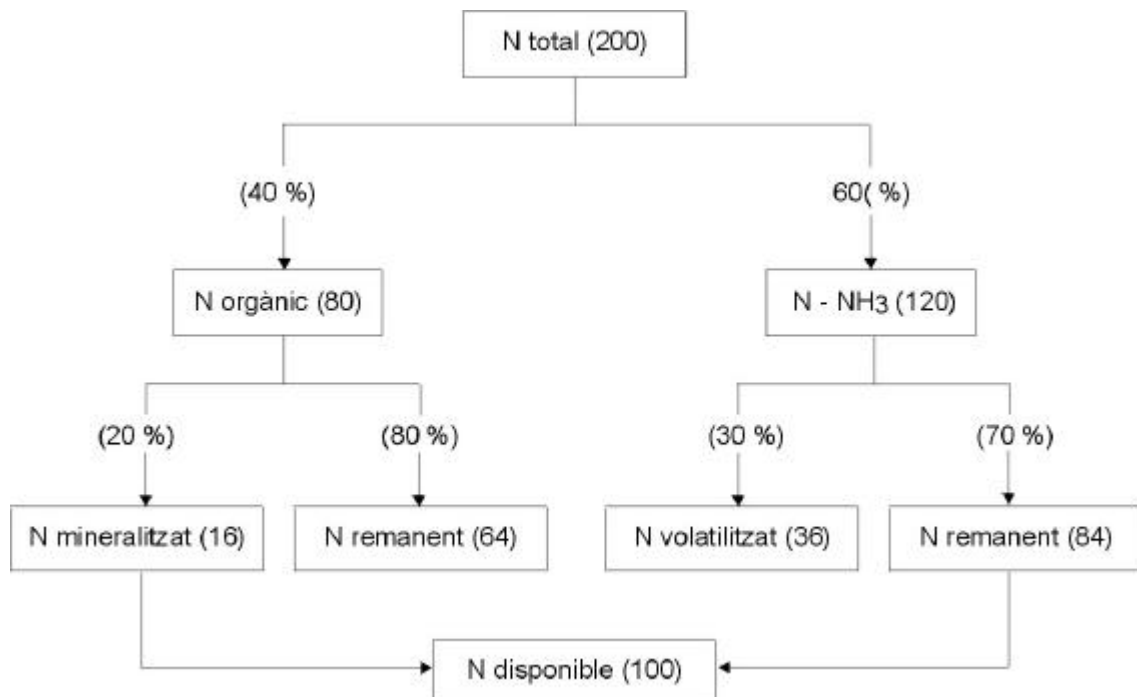
- **Segons el tipus de fertilitzant, el sistema d'aplicació i el temps en què aquest tardi en incorporar-se al sòl, les pèrdues poden ser molt variables.** El cas més important és el de la volatilització de l'amoniac en els purins en els que les pèrdues poden ser d'entre un 15 i un 100 % del N amoniacal i la seva incorporació al sòl pot duplicar la quantitat de nitrogen aprofitada pel cultiu.
- En el cas de fems, purins i altres fertilitzants orgànics tan sols una part és aprofitada el primer any, mentre que una quantitat progressivament menor és aprofitada els anys següents (quadre núm. 20); això obliga a considerar l'efecte residual d'aquestes aplicacions i quan aquestes es prolonguen durant un nombre important d'anys sobre una mateixa parcel·la (4-15 anys segons el tipus de fertilitzant orgànic, quadre núm. 20) tot el nitrogen aprofitable (és a dir, el que s'aporta menys el que es perd per volatilització, rentat o desnitrificació, etc.) ha de considerar-se com utilitzable.

Quadre núm. 20. Nitrogen total en forma de diferents fems que s'ha d'aplicar anualment per mantenir un nivell de mineralització de 100 kg N/ha durant un període de 20 anys (suposat que no es registren pèrdues per volatilització a l'aplicar-lo)

Tipus fem (sèries decreixents)	Anys aplicació							
	1	2	3	4	5	10	15	20
Gallinassa (0.9,0.10,0.05)	111	110	110	109	108	106	104	103
Purí de porc (0.75,0.15,0.10,0.05)	133	127	123	122	120	115	111	106
Fem de boví 2,5%N (0.4,0.25,0.06)	250	156	175	158	154	129	116	109
Fem de boví 1% N (0.2,0.1,0.05)	500	300	290	245	219	139	113	104

Modificat de Pratt et al. (1973)

Figura 6. Exemple del nitrogen disponible d'un hipotètic fertilitzant orgànic el primer any de la seva aplicació. Font: MAFRA, 1994.



- És precís considerar també les aportacions de les lleguminoses (quadre núm. 21), per més que aquest valor pot ser en extrem variable, descomptant-les de les necessitats.
- Finalment s'ha de tenir en compte el nitrogen aportat per l'aigua de reg. Es poden distingir dues situacions principals (quadre núm. 22):
 - . Les aigües de reg són molt riques en nitrats, essent aquests plenament disponibles i únicament s'ha de tenir en compte l'eficiència de reg. És el cas de moltes aigües subterrànies i també algunes superficials.
 - . Les aigües de reg contenen altres formes de nitrogen, diferents dels nitrats. La seva disponibilitat és molt elevada, menor que la dels nitrats i s'ha de considerar la forma en què es troba i l'eficiència del reg. Típic del cas de les aigües de depuradora.

Quadre núm. 21. Rangos citats de la quantitat de nitrogen fixat per les lleguminoses i guanys o pèrdues de nitrogen en el sòl

Lleguminosa	Rangos citats de nitrogen fixat	Guanys o pèrdues de nitrogen disponible al sòl
	kg de N/ha/cultiu *	
Alfals	50-460	50
Trèvol blanc	30-203	42
Trèvol subterrani	45-336	20
Barreja de trèvols	45-673	20-60
Veça	25-673	40
Mongetes	30-100	60
Soja	1-168	42

* Per cultius que tenen múltiples collites el total de nitrogen fixat és per al cicle de cultiu considerat

Fons: Nutman (1965); Hardy & Gibson (1977); Tisdale & Nelson (1966); Cope (1975); Broadbent (1972); i Kroontje & Kehr (1956)

Quadre núm. 22. Aportacions de nitrogen (kg N/ha) en forma de nitrats segons el contingut de nitrats de l'aigua de reg i el volum (m³/ha i any)

Contingut en aigua de reg			Volum d'aigua aportada (m ³ /ha i any)				
NO ₃ ⁻ meq/l	NO ₃ ⁻ mg/l	N mg/l	1.000	3.000	5.000	8.000	10.000
			Quantitat de nitrogen aportat (kg N/ha i any)				
0,1	6	1,35	1	4	7	11	14
0,2	12	2,70	3	8	14	22	27
0,3	19	4,29	4	13	21	34	43
0,4	25	5,64	6	17	28	45	56
0,5	31	6,99	7	21	35	56	70
0,6	37	8,35	8	25	42	67	84
0,7	43	9,70	10	29	49	78	97
0,8	49	11,06	11	33	55	89	111
0,9	55	12,41	12	37	62	99	124
1	62	13,99	14	42	70	112	140
1,5	93	20,99	21	63	105	168	210
2	124	27,99	28	84	140	224	280
2,5	155	34,99	35	105	175	280	350
3	196	44,25	44	133	221	354	443
3,5	217	48,99	49	147	245	392	490
4	248	55,99	56	168	280	448	560

3.1.8. Moment d'aplicació dels fertilitzants

a. Fraccionament de l'adobat

Interessa que el nitrogen estigui disponible el més a prop possible del moment en què les necessitats del cultiu són màximes. Per això convé ajustar el moment de la seva aplicació, pel que en molts casos (figura 7) s'haurà de recórrer a fraccionar l'adobat en vèries aplicacions, amb la qual cosa s'aconsegueix una màxima eficiència en l'ús del nitrogen i un mínim rentat de nitrats.

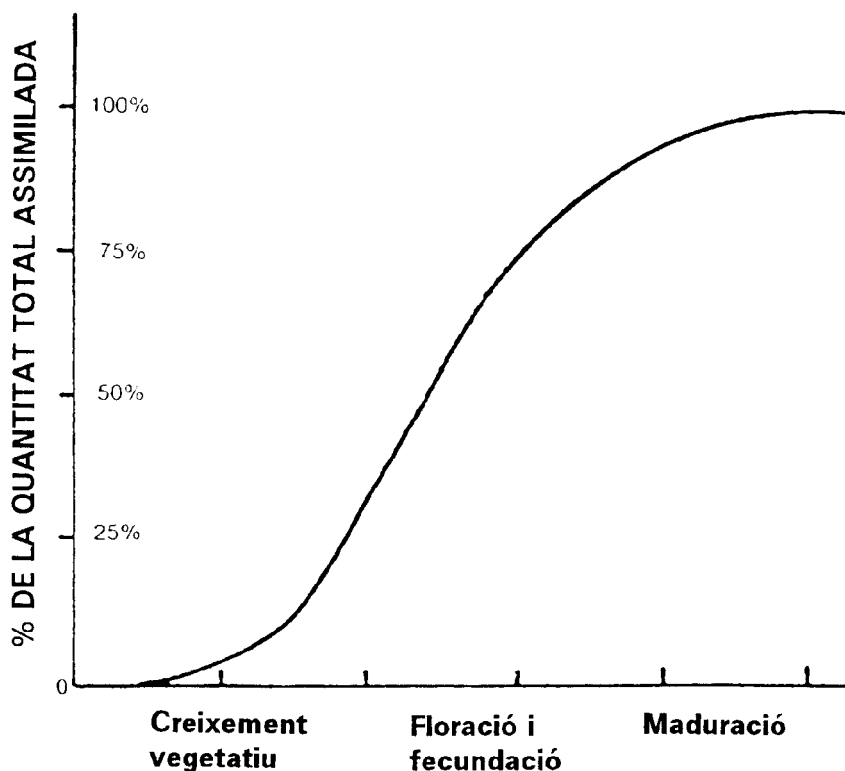
b. Limitacions en el temps

Per la variada climatologia que té Catalunya resulta impossible fixar una limitació en termes de calendari i s'ha de fer atenció a condicions meteorològiques o a l'estat del sòl. En l'apartat 3.5 es recullen algunes d'aquestes limitacions.

Els fertilitzants orgànics que alliberen una major quantitat de nitrogen disponible (purins i gallinasses) es procurarà aplicar-los quan puguin ser absorbits pel cultiu. S'evitaran, sempre que sigui possible, aplicacions tardanes de tardor o de principis d'hivern d'aquests materials.

Els fertilitzants orgànics (fem fet o madur, anomenat en certs indrets 'cuit') que no contenen molt N ràpidament disponible poden ser aplicats en períodes més amplis.

Figura 7. Ritme d'assimilació total del nitrogen en un cereal



3.2. Tècniques d'aplicació

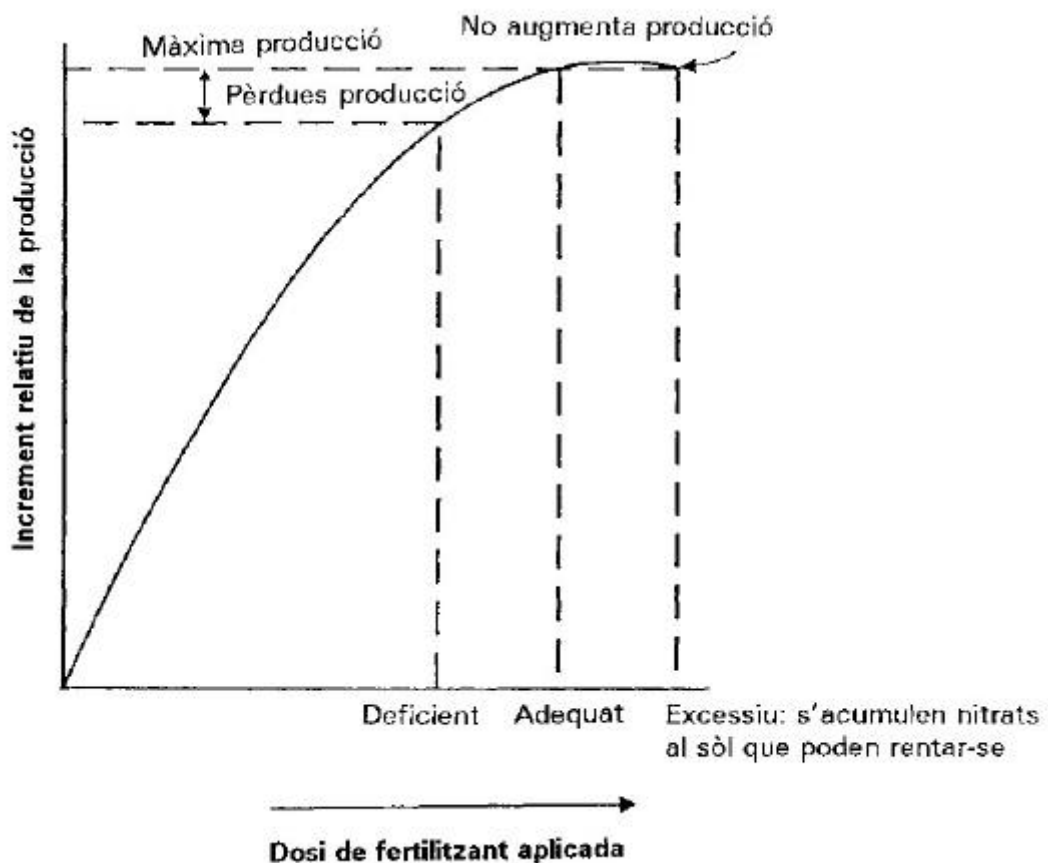
L'aplicació ha d'assegurar una correcta distribució dels fertilitzants, amb una uniformitat d'aplicació adequada: si no és així hi ha àrees de la parcel·la on hi ha excés de nitrats que es poden rentar, mentre que en altres parts hi ha falta de N i la collita és molt inferior a l'òptim (figura 8). S'han de distingir dos processos: la distribució i la incorporació al sòl. Algunes de les tècniques disponibles dona resposta a les dues necessitats alhora.

Bàsicament es poden considerar dos sistemes: fertirrigació i aplicació directa al sòl. Segons la forma d'aplicació del fertilitzant al sòl, varia la seva eficiència, fet que ha de ser tingut en compte al calcular les dosis de fertilitzants.

a. Incorporació del fertilitzant

Els fertilitzants nitrogenats rics en amoni sofreixen grans pèrdues quan es deixen sobre la superfície del sòl. Si se'ls incorpora al sòl a través del conreu, l'aigua de reg o s'injecten al sòl aquestes pèrdues disminueixen (quadre núm. 23).

Figura 8. Efecte teòric de diferents aplicacions de nitrogen sobre la producció



Quadre núm. 23. Efecte sobre l'absorció de N segons la forma d'aplicació al sòl

Fertilitzants minerals	Efecte sobre l'absorció	
Aplicat sobre tota la superfície	És la referència; hi ha pèrdues importants en l'amoni	
Localitzat (bandes)	Augmenta	
Localitzat (starters)	Augmenta; incrementa desenvolupament cultiu	
Reg: Localitzat Superfície	Augmenta Molt variable; en general augmenta	
Fertilitzants orgànics		
Fem	Enterrat Superfície	Augmenta Pèrdues
Purí	Enterrat Injectat Superfície Aigua de reg	Augmenta sobre l'aplicat en superfície Ídem Pèrdues més altes Molt variable

b. Maquinària d'aplicació

La maquinària d'aplicació serà l'adequada pel tipus de producte que es pretengui aplicar. Disposarà de mecanismes que permetin ajustar la dosi a aplicar, assegurant una distribució uniforme del fertilitzant.

Si es tracta de mecanismes injectors permetrà el control de l'aplicació en relació a la profunditat i distància a la planta. La maquinària ha de ser capaç d'aplicar de manera uniforme fins i tot a dosis menors de 25 m³/ha.

Els sistemes d'aplicació de purins capaços d'aplicar-los sense escampar-los per l'aire, o millor encara, d'aplicar-los directament sobre el sòl o injectar-los disminueixen les males olors.

Les adobadores de fertilitzants minerals seran operades de tal manera que s'eviti la contaminació directa de les aigües, bé per adobs minerals líquids o sòlids; si és precís per les limitacions de la maquinària es deixarà una banda amb dosis menors d'aplicació.

c. Fertirrigació

Els diferents sistemes bàsics de reg (gravetat, aspersió i localitzat) ofereixen distintes possibilitats d'aplicar fertilitzants nitrogenats. Les eficiències obtingudes són també molt diferents. En aquest cas la uniformitat del reg adquireix una doble importància. Les possibilitats dels diferents sistemes es recullen en el quadre núm. 24.

d. Tractaments foliars

En certes situacions en les que pot estar limitada l'absorció de les arrels o bé no pot esperar-se a què aquest procés tingui lloc, les aplicacions foliars poden ser una bona solució.

e. Aplicacions localitzades

Les aplicacions localitzades augmenten, en general, l'eficiència dels nutrients i són especialment recomanables en cultius en fileres o en medis pobres. En entorns molt rics en nutrients no sempre hi ha resposta.

f. Starters

L'aplicació localitzada molt a prop d'on s'instal·larà el futur sistema radicular permet un ràpid desenvolupament dels cultius i un ús més eficient de l'aigua i els nutrients. És per tant recomanable l'aplicació de starters en cultius hortícoles amb sistemes radiculars molt dèbils, si bé el N no és el nutrient en el que s'observen majors respostes.

3.3. Fertilització dels principals cultius

Com a indicació general i per poder ajustar millor a la realitat de cada agrosistema i no entrar en contradiccions es tractarà individualment els principals agrosistemes de Catalunya. L'enfocament que es dona a aquest apartat és sintètic i amb èmfasi en minimitzar el rentat de nitrats i maximitzar l'ús de fertilitzants orgànics.

. Cereals d'hivern

En les **zones frescals** (pluviometria > 600 mm) s'evitaran les aplicacions de fertilitzants en els períodes en què no està el cultiu implantat. Es procurarà fer la primera aplicació de nitrogen entre 3 fulles i afillament, i una segona aplicació en el moment d'inici de l'encanyat.

En el cas de l'aplicació de fems o purins s'aplicaran en els mesos posteriors a la collita i abans de la sembra. En el cas de purins de baix contingut en matèria seca o tractats serà possible realitzar aplicació durant l'afillament.

Una pràctica aconsellable és aplicar els fertilitzants a prop del moment de màximes necessitats del cultiu que en el cas del cereal es produeix durant l'encanyat. A nivell pràctic això és molt difícil amb el tipus d'equips de què disposen els agricultors i els materials orgànics que generen les explotacions ramaderes. Aplicar productes diluïts, per evitar fitotoxicitats, pot augmentar la seva eficiència, però augmenta els costos de transport.

En zones **àrides o semiàrides i inclús en la majoria de les semifrescals**, la freqüència de pluges és molt irregular i per augmentar la probabilitat de què el fertilitzant aplicat estigui a disposició de la planta en els moments de màximes necessitats es poden avançar les aportacions, aplicant-lo en sementera i afillament.

Quadre núm. 24. Possibilitats dels diferents sistemes de reg per a l'aplicació de fertilitzants nitrogenats

Sistema de reg	Tipus de fertilitzant	Possibilitats	Limitacions
Gravat Bancals Solcs	Mineral	<ul style="list-style-type: none"> . Facilitat d'aplicació . Possibilitat d'augmentar el fraccionament de les aplicacions de N, seguint la corba de necessitats del cultiu . Possibilitat d'aplicació en cultius de port alt (blat de moro, sorgo, etc.) on és difícil mecanitzar aplicacions tardanes . Possibilitat d'intervenció en moments crítics del cultiu (carències manifestes, aplicació per millorar qualitat, augment contingut proteïna) de forma ràpida . Al poder augmentar el fraccionament s'aconsegueix augmentar l'eficiència en l'ús del N i augment de la producció . Augment de l'eficiència en l'ús de l'aigua 	<ul style="list-style-type: none"> . Poca uniformitat de distribució . Dificultat en mantenir la concentració de N constant en l'aigua de reg . En el cas d'escolaments, sortida d'aigua contaminada del sistema . Pèrdues per percolació profunda amb l'aigua de drenatge

Quadre núm. 24. Possibilitats dels diferents sistemes de reg per a l'aplicació de fertilitzants nitrogenats (Continuació)

Sistema de reg	Tipus de fertilitzant	Possibilitats	Limitacions
	Orgànic (purins, formes líquides)	<ul style="list-style-type: none"> . Possibilitat d'aplicar purins en èpoques diferents a les tradicionals . Reducció de la necessitat d'emmagatzemament . Possibilitat de substituir un adob mineral, per un orgànic de menor preu . Aplicació adobs orgànics més a prop de les necessitats de la planta augmentant l'eficiència d'utilització . Estalvi màd'obra 	<ul style="list-style-type: none"> . Poca solubilitat materials sòlids del purí . Baixa uniformitat de la distribució pot causar acumulacions en zones de la parcel·la produint desequilibris (excés) en els cultius . Deficient incorporació del purí al sòl . Risc de pèrdues per escolament o rentat profund (sòls clivellats) . En cultius per consum en fresc (hortalisses, etc.) possibilitat de contaminació amb microorganismes perniciosos
Aspersió	Mineral	<ul style="list-style-type: none"> . Facilitat d'aplicació en diferents moments del cicle vegetatiu i en gran nombre de cultius . Estalvi màd'obra i energia . Màxima adaptació del subministrament de N a les necessitats del cultiu al llarg del cicle vegetatiu . Control de la penetració del nitrogen en profunditat, reduint rentat nitrats . Major eficiència en la utilització del N, i per tant estalvi en les quantitats de fertilitzants i augment de producció 	<ul style="list-style-type: none"> . Pèrdues per evaporació (volatilització) de fertilitzants amoniacals . Possibilitat de provocar fitotoxicitats segons productes utilitzats i concentracions . Major complexitat capçal de reg

Quadre núm. 24. Possibilitats dels diferents sistemes de reg per a l'aplicació de fertilitzants nitrogenats (Continuació)

Sistema de reg	Tipus de fertilitzant	Possibilitats	Limitacions
	Orgànic (purins)	<ul style="list-style-type: none"> . Similar al reg per gravetat, però a més a més: Bona uniformitat d'aplicació 	<ul style="list-style-type: none"> . Similar al reg per gravetat sense els problemes d'aplicació . Alguns problemes similars a les aplicacions de fertilitzants minerals . Males olors
Localitzat	Mineral	<ul style="list-style-type: none"> . Alta uniformitat en la distribució . Localització del fertilitzant a prop de les arrels de la planta . Alta eficiència en la utilització. Reducció de les dosis de fertilitzant per unitat de producció . Alta facilitat de fraccionament i total possibilitat d'aplicació del N a les necessitats del cultiu . Estalvi màd'obra 	<ul style="list-style-type: none"> . No tots els fertilitzants són aptes, tan sols es poden utilitzar fertilitzants totalment solubles en aigua . Capçals de reg més complexos . No aplicable a cultius extensius

En les **zones de regadiu** on el nitrogen mineral és més fàcilment fraccionable s'evitaran sempre que sigui possible aplicacions en sementera. Els adobs s'aplicaran o bé amb l'aigua de reg o bé després del reg per facilitar la seva incorporació i evitar pèrdues per escolament superficial.

En blats de qualitat, s'estan generalitzant aplicacions tardanes de nitrogen per augmentar els continguts de proteïna en gra; en moltes ocasions aquestes aplicacions no es veuen compensades per extraccions de la mateixa magnitud, el que produeix una acumulació en el sòl després de la collita.

En condicions de secà frescal, el cereal d'hivern pot alternar-se en rotacions amb colza, gira-sol, farratges i lleguminoses. En el cas que es sembri colza, les estratègies són similars a les descrites en cereal. En el cas de farratges s'haurà de tenir en compte el no aplicar purins, en zones on s'aprofita pels animals pasturant de forma continuada. S'aplicarà preferentment en el cas de farratges per tall en primavera, abans del primer tall.

En cas de fertilitzants minerals o bé purins diluïts es realitzaran aplicacions després de cada tall excepte en l'últim per evitar acumulacions en el període de tardor-hivern.

Les lleguminoses com veça, alfals, esparceta d'aprofitament com farratge o pèsol i faves per a pinsos només necessiten petites aportacions en el moment de la seva implantació. La fixació del nitrogen atmosfèric cobrirà les necessitats del cultiu.

Blat de moro

El blat de moro pot aprofitar-se tant per a gra en les zones de regadiu com farratge o ensitjament en zones de regadiu i secà frescal.

Les màximes necessitats del blat de moro es produeixen durant la floració (47% d'absorció del nitrogen) i de 8 fulles a floració (38% N absorbit).

Les aplicacions de fertilitzants minerals s'hauran de fraccionar de forma que una primera aplicació es realitzarà entre sembra i 8 fulles i una segona aplicació abans de l'inici de floració.

En el cas de compostos orgànics es poden aplicar abans de la sembra (febrer-març) i en productes diluïts, es poden fer aplicacions entre línies fins a 8 fulles o més.

. Cultius llenyosos de secà

Vinya

En condicions de secà les extraccions són relativament moderades i els excessos de nitrogen indueixen mala qualitat en el vi.

En aquestes situacions les aplicacions de fertilitzants es realitzaran a finals d'hivern, procurant que les pluges de primavera els incorporin. En cas de fortes collites per millorar el nivell de reserves de N de la vinya es poden realitzar petites aplicacions immediatament després de la collita.

En el cas de compostos orgànics aplicar-los a finals d'hivern i en dosis inferiors a les necessitats mitjanes del cultiu.

Ametllers

En les zones de Lleida i algunes zones de Tarragona la producció d'ametlla està limitada per dos factors determinants, el primer i més important, les gelades primaverals, que poden eliminar per complet la collita i dificulten molt els plans d'adobat, abans de passar aquest període.

L'altre factor limitant és la sequera. En aquestes situacions les extraccions mitjanes del cultiu són molt baixes i les aportacions han de moderar-se. En el cas de fertilitzants orgànics es procurarà aplicar-los a la sortida d'hivern evitant-se aplicacions a la tardor.

Olivera

L'olivera és un cultiu que suporta, sense ressentir-se la producció, dosis superiors a les necessitats de nitrogen especialment procedent de fertilitzants orgànics. En aquesta situació, es pot produir una sobrefertilització indesitjable i aconseguir acumulacions de nitrats en el sòl molt altes. Aplicar a finals d'hivern - inici de primavera.

Avellaner

S'han de distingir dues situacions diferencials:

- Avellaners de secà en zones de pluviometria més elevades.
- Avellaners en regadiu

En les zones de secà es donen períodes de balanç hídrics positius, especialment la tardor i l'hivern. No es realitzaran aportacions durant aquest període, excepte en anys amb elevades produccions en els que es requereixin aportacions després de la collita per augmentar les reserves.

En la resta de situacions és preferible aplicar els fertilitzants orgànics o minerals a primavera o a finals d'hivern.

En les zones de regadiu, generalment l'aigua prové de pous, pel que s'haurà de tenir en compte les aportacions de l'aigua de reg. La possibilitat d'aplicar fertirrigació permetrà un alt fraccionament del N al llarg del cicle del cultiu.

Les aplicacions de materials orgànics es realitzaran en primavera, i més tenint en compte que el tipus de materials disponibles en les zones productores d'avellaner són principalment gallinasses i purins que tenen altes fraccions de nitrogen fàcilment disponible.

Fruita dolça (Perera, pomera, presseguer)

En aquests cultius, s'han de fraccionar les aplicacions de fertilitzants minerals procurant subministrar nitrogen durant les èpoques de quallat i inici de creixement del fruit, evitant aplicacions properes a l'època de recol·lecció. Un altre període crític és el de la formació de reserves, que s'inicia de mitjans d'agost fins a l'inici de caiguda de fulles. Les

aplicacions al sòl en aquesta època, plantegen restriccions de tipus ambiental i a vegades s'ofereix l'alternativa d'aplicacions foliars (més cares) i amb possibles fitotoxicitats. En tot cas dosis < 30 kg/ha són suficients per augmentar nivells de reserva N.

Els compostos orgànics presenten certes dificultats de maneig en fruiters, perquè nivells excessius poden empitjorar la qualitat del fruit i el valor comercial de la producció. A nivell agronòmic, dites aplicacions haurien de coincidir amb el període de repòs hivernal, essent gener i febrer els mesos més indicats.

Cítrics

Els períodes de màximes necessitats coincideixen amb la floració-quallat i els mínims coincideixen amb l'hivern amb el que es procurarà situar les aplicacions el més a prop possible de finals d'hivern - inici de primavera.

Com tots els cítrics es troben en regadiu, l'aplicació de la fertirrigació pot permetre un major fraccionament del N.

Horticultura

S'incidirà en tres aspectes:

- Adobat orgànic de fons. Es preferiran les aportacions anuals a aquelles massives cada 3-4 anys.
- Residus de collita. Es retiraran quan hi hagi risc de rentat de nitrats.
- Fertilització durant el cultiu. Es fraccionarà i localitzarà si és precís.

Prats de muntanya

Es realitzaran les aplicacions d'adobs orgànics a la sortida d'hivern, el més pròxim possible a la brotació i evitant les aplicacions durant la tardor i l'hivern.

Els adobs minerals nitrogenats s'aplicaran amb preferència després de cada tall, evitant realitzar-lo en l'últim tall.

En prats naturals, on la productivitat és menor, l'adobat a sortida d'hivern pot ser suficient per cobrir el cicle.

Arròs

L'adobat de fons es realitzarà a finals d'hivern - inici de primavera, més a prop de la sembra en els adobs minerals, i més allunyat en adobs orgànics sense tractar.

En el cas de les cobertores es realitzaran sense que quedi aigua en la superfície de la parcel·la i hauran de ser més freqüents en sòls amb baixa retenció d'aigua.

Després de la collita l'enterrat de la palla dificultarà el rentat de N durant la tardor i l'hivern.

3.4. Altres tècniques culturals relacionades amb un ús més eficient del nitrogen

L'ús eficient del nitrogen no depèn únicament del maneig dels fertilitzants. Hi ha tot un conjunt d'aspectes agronòmics del maneig de sòls i aigües que han de ser tinguts en consideració:

- Aspectes fitosanitaris. Un bon estat fitosanitari assegura una correcta i màxima absorció de nutrients.
- Control de males herbes.
- Densitat de sembra adequada.
- Establiment primerenc del cultiu.
- Maneig de residus de collita.
- Rotacions.
- Cultius intercalars.
- Reg.

Alguns d'ells seran tractats seguidament d'una manera més extensa; aquells en què no sigui així, també han de ser tinguts en compte.

Juntament amb els aspectes mencionats abans, hi ha una sèrie d'actuacions de maneig del sòl que tenen lloc amb una baixa freqüència temporal, però amb un elevat impacte sobre la dinàmica del N en el sòl i que han de ser tinguts en consideració; el quadre núm. 25 recull el seu efecte sobre dita dinàmica.

La roturació de prats produeix un augment molt gran de les disponibilitats de nitrats (NO_3^-) i pèrdues durant varis anys. En prats permanents que precisen ser resembrats, es realitzarà aquesta operació amb els menors treballs del terreny possibles, procurant que el nou cultiu estigui implantat el més aviat possible i en qualsevol cas abans de l'hivern.

Després d'un cultiu com els prats que segueixen en la rotació altres cultius, aquests s'han de sembrar el més ràpidament possible després d'aixecar el prat. Similar procediment hauria de seguir-se amb lleguminoses com l'alfals. Cal limitar sempre que sigui possible la durada del guaret blanc.

Les solucions nutritives emprades en els hivernacles constitueixen una problemàtica especial. En molts casos no poden ser emprades per al reg de parcel·les adjacents, raó per la qual cal buscar-les una destinació adient.

A. Maneig de residus de collita

Els residus de collita poden contenir una elevada quantitat de N. La mineralització d'aquests residus pot alliberar una quantitat important de N que pot ser rentat (figura 9). En aquests casos una estratègia pot ser retirar de la parcel·la dits residus.

En altres casos -palla de cereals- aquests residus tenen una relació carboni/nitrogen (C/N) que fa que la seva incorporació al sòl tingui per efecte una immobilització del N mineral (figura 10). En certs casos l'estratègia per evitar el rentat de nitrats pot ser incorporar aquests residus de palles al sòl.

Els residus de collita poden ser exportats o no de la parcel·la, amb el que la

diferència extraccions – exportacions pot ser molt gran, fet que s'ha de tenir en compte en el càlcul de la fertilització.

Quadre núm. 25. Aspectes de maneig del sòl i les seves implicacions en les disponibilitats de nitrogen per a les plantes a curt i llarg termini.

Aspecte modificat	Curt termini	Llarg termini
* Major aportació residus orgànics	Augment disponibilitats N	Augment disponibilitats N Augment contingut m.o. del sòl
* Conreu praderia	Augment disponibilitats N	Disminució contingut m.o.
* Introducció reg	Sense efecte o molt dèbil	Augment contingut m.o. Augment N mineralitzat cada any
* Introducció drenatge	Mineralització m.o. Augment N disponible	Variable
* No cultiu o mínim cultiu	Augment m.o. en superfície Modificació mineralització N	

m.o.: matèria orgànica

Quadre núm. 26. Extraccions - exportacions d'un cultiu de blat de moro

Part del cultiu	kg nutrient / t de gra				
	N	P₂O₅	K₂O	MgO	CaO
Gra	16	7	5	4	3
Tiges i fulles	12	4	18	4	8
Total	28	11	23	8	11

(Elaborat a partir de Domínguez, 1984)

Figura 9. Material fresc (MF, kg/ha) i contingut de nitrogen (N, kg/ha) en residus de cultius hortícoles. Adaptat de Prins et al., 1988.

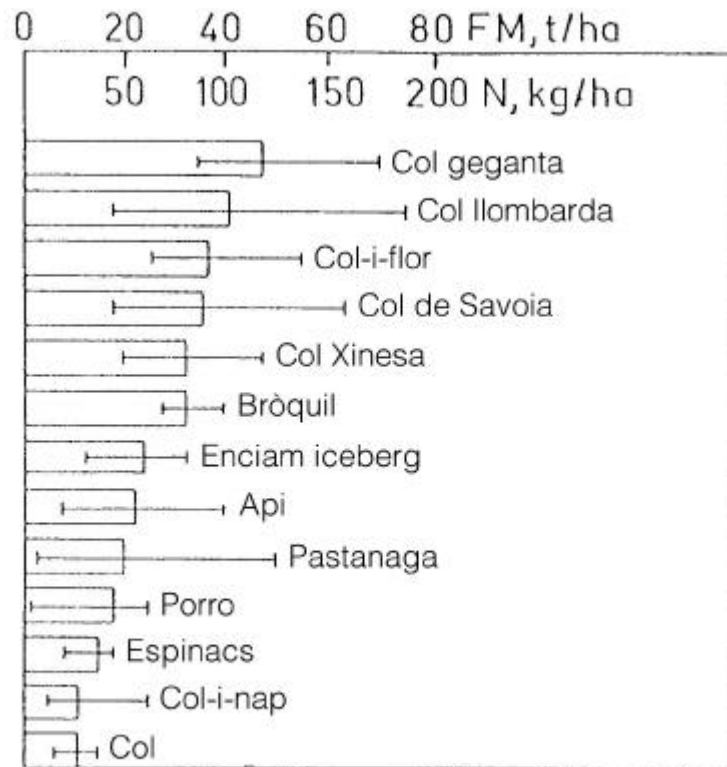
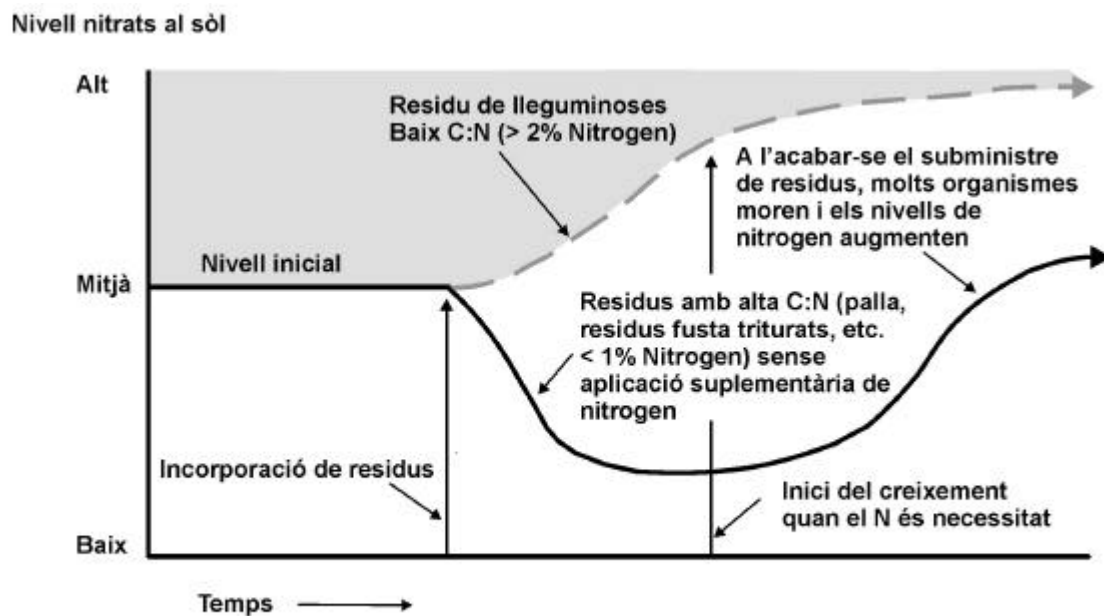


Figura 10. Relació carboni/nitrogen dels residus i el seu efecte sobre la disponibilitat de nitrats per al creixement de la planta



Adaptat de MAFRA, Ontario, 1994

B. Cultius intercalars

Una de les tècniques culturals majorment utilitzades per reduir el rentat de nitrats és evitar tenir el sòl nu sense cap cultiu.

En les zones cerealístiques, els períodes crítics per a lixiviació de nitrats estan ocupats pel cereal. Les disponibilitats d'aigua durant l'estiu no permeten en la major part de situacions instaurar cap cultiu. En aquelles zones en les que durant l'època de preparació del terreny, sembra i emergència existeixi un alt risc de lixiviació es pot introduir com a pràctica cultural l'enterrat de les palles que absorbiran gran part del nitrogen mineral disponible en la seva descomposició.

Els cultius de primavera (blat de moro, arròs, gira-sol, etc.) mantenen el sòl nu durant part de la tardor i l'hivern. Generalment aquests cultius es troben situats o bé en zones d'alta pluviometria i/o en regadiu.

En algunes d'aquestes situacions hi ha limitacions per poder utilitzar l'aigua de reg per produir un segon cultiu durant l'hivern.

I en tot cas el cicle vegetatiu tan sols permetria la introducció durant l'hivern d'alguna lleguminosa o farratge per a aprofitament ramader o com adob en verd. La utilització d'adobats en verd no està molt estesa pel cost que suposa la seva implantació respecte al benefici que generen. En aquelles situacions en què l'explotació està orientada a la producció d'aliment (ració de volum) de remugants, aquesta pràctica està molt més estesa i generalitzada.

En cultius llenyosos de regadiu (fruita dolça), el manteniment de la zona central dels carrers completament enherbada durant tot l'any, és una pràctica habitual.

El que passa és que la zona de goteig de l'arbre es manté desherbada químicament i a més és on es concentren la major part de les aplicacions de fertilitzants.

Una bona pràctica potser seria deixar tota la parcel·la completament enherbada, i iniciar els tractaments herbicides en primavera.

En zones amb risc de gelades, hi ha qui manté el sòl totalment nu per incrementar l'intercanvi de calor i reduir el risc de gelades.

En aquests casos s'hauria de procurar que no desherbessin fins prop dels períodes crítics, però si hi ha molta herba, a l'aplicar herbicides es produirà un mulching que és l'efecte contrari que es persegueix.

En el cas dels avellaners de regadiu, abans de la collita es manté el sòl totalment nu, per facilitar la recollida del fruit. En general després d'aquesta operació el sòl queda desherbat durant la tardor i l'hivern. Realitzar sembres durant aquest període, és pràcticament molt difícil per la dificultat de treballar en l'interior dels avellaners i la dificultat que comportaria per a l'agricultor tornar a deixar el terreny en òptimes condicions per a la collita.

En el cas de l'ametller, vinya i olivera després de la collita es podria enherbar el sòl, però això podria limitar les reserves d'aigua per a la següent campanya, repercutint negativament en les produccions.

C. Rotacions

L'ús de rotacions permet **extreure nutrients a diferents profunditats** del sòl, aprofitant les diferents profunditats del sistema radicular.

Així mateix un altre avantatge que ofereixen és les seves **diferents exigències nutritives** i el permetre un **cicle de cultiu molt més ampli**.

La gran varietat de situacions que es poden trobar en l'agricultura fan un exercici inútil realitzar un llistat de possibles rotacions. El seu interès radica en els punts senyalats anteriorment que condueixen a un ús més eficient dels nutrients i a disminuir -en certs casos- el risc de rentat de nitrats.

D. Reg

- Un correcte subministrament d'aigua de reg afavoreix el creixement dels cultius i l'absorció del nitrogen, evitant el rentat dels nitrats.
- L'aigua de reg s'ha de subministrar als cultius en el moment i en la quantitat adequada, raó per la que ha d'utilitzar-se algun sistema de programació de regs. En aquest sentit es pot emprar l'aplicació informàtica desenvolupada pel Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, denominat PACREG.
- Per evitar pèrdues de nutrients més enllà de la zona de les arrels ha de reduir-se el volum d'aigua de percolació a aquell estrictament necessari per al rentat de les sals, buscant aprofitar l'efecte de les possibles pluges i en cas de ser necessari aplicar un volum de rentat fer-ho quan els continguts de nitrats siguin més baixos.
- Els sistemes de reg han de tenir una eficiència i uniformitat adequades. Pel que respecta als regs de gravetat s'ha d'ajustar el dimensionat de les parcel·les de reg als cabals disponibles. També és convenient -a un nivell de decisió més alt- fer-ho a la inversa, és a dir, ajustar els mòduls a les característiques dels camps a regar.

En quant al reg localitzat és precís aconseguir una uniformitat adequada i fer-ne un seguiment.

Si s'apliquen fertilitzants minerals a través del reg aquests hauran d'aplicar-se abans de la finalització del mateix per evitar que puguin ser rentats els nitrats, tenint en compte que la seva dinàmica és diferent segons l'estabilitat de la matèria orgànica i, en general, quan més líquid sigui el seu estat més ràpidament reaccionen.

Si s'apliquen fertilitzants orgànics es tindrà en compte la mateixa limitació; així mateix s'evitarà aplicar una quantitat excessiva (volum o nutrients).

E. Pasturatge

El pasturatge intensiu a la tardor -especialment amb boví- afavoreix el rentat de nitrats. Per reduir-lo interessa reduir aquesta intensitat de pasturatge.

Així mateix evitar la concentració del bestiar durant el pasturatge evita la concentració de les dejeccions i conseqüentment les àrees amb excés de N.

3.5. Àrees excloses o amb limitacions per a l'aplicació de fertilitzants nitrogenats

En general s'evitarà l'aplicació de qualsevol fertilitzant a prop de cursos d'aigua, mantenint una zona que actuï de tampó i eviti l'addició directa -accidental o voluntària- de nutrients a les aigües.

S'evitarà l'aplicació de fertilitzants orgànics en:

- En les àrees a menys de 10 metres dels cursos d'aigua permanents si es tracta de fertilitzants líquids; si es tracta de fem sòlid aquesta distància pot reduir-se a 5 m. En aquestes zones limítrofes amb els cursos d'aigua deixar una banda incultivada que pot ajudar a reduir la contaminació.
- Si s'utilitzen sistemes de reg per aspersió s'evitarà que la seva aplicació pugui assolir aquests 10 metres, ni la deriva de les gotes d'aigua.
- Si el reg és per gravetat s'evitarà en l'operació del sistema que el fertilitzant orgànic surti de la parcel·la o que passi al sistema d'assarbs.
- No aplicar en distàncies inferiors a 50 metres de fonts, pous, etc. que subministrin aigua a persones i animals. En alguns casos seran necessàries distàncies superiors.
- A 200 metres de llocs de bany.
- En vivers de mol·luscs (cloïsses, navalles, etc.) respectar 500 metres.
- A prop de pobles, cases habitades, terrenys d'esports, càmpings, per problemes d'olor.

Quadre núm. 27. Limitacions del sòl per a l'aplicació de purins (modificat de l'USDA, 1983)

Propietats	Limitacions			Caràcter restrictiu
	Dèbils	Moderades	Fortes	
Conductivitat hidràulica (cm/h)	-	-	>15	Percolació
Profunditat del nivell freàtic (cm)	>90	45-90	<45	Humitat entollament
Pendent (%)				
Abancalat	<10	10-20	>20	Pendent. Erosió escolament superficial
Sense abancalar	<5	5-10	>10	
SAR ^(*) (0-50 cm)	-	-	>12	Excés de sodi
Salinitat (dS/m a 25° C)	<4	4-8	>8	Excés de sals
CRAD ^(**) (m ³ /ha)	>500	500-250	<250	
Inundació	Nul	Ocasional	Freqüent	Inundació contaminació
Reacció de sòl. pH horitzó superficial	4,0-8,4	>8,4	<4,0	

(*) Relació d'adsorció del sodi

(**) Capacitat de retenció de l'aigua disponible

En certes àrees pot haver-hi una restricció temporal, a més de les imposades pel propi cultiu, el qual en certes èpoques de l'any es corre el risc de malmetre'l si s'apliquen fertilitzants orgànics. Algunes d'aquestes situacions serien:

- En sòls secs en què no és possible incorporar el fertilitzant orgànic i hi ha problemes de males olors, sigui per la naturalesa del producte, sigui per la seva proximitat a llocs habitats, de pas, etc.
- Fins un mes abans en sòls que s'inundin regularment.
- Sòls gelats (durant tot el dia) o coberts de neu.
- Zones molt compactades pròximes a cursos d'aigua, pous, fonts, etc.
- Zones en pendent pròximes a cursos d'aigua, pous o fonts, amb un subsòl poc permeable i el sòl a capacitat de camp.
- Camps on recentment (menys de 12 mesos) s'ha instal·lat un sistema de drenatge en l'interior de la parcel·la.
- Parcel·les amb el sòl clivellat i menys de 30 cm de profunditat arrelable sobre roca o materials fissurats.
- En la majoria de les situacions de risc es limitaran les aplicacions a quantitats inferiors a 50 m³/ha d'una vegada de fem líquid en qualsevol cas.

Evitar l'aplicació de fertilitzants minerals en aquells camps on hi ha risc d'escolament superficial directe a les aigües superficials.

4. Maneig de les dejeccions ramaderes en l'explotació, instal·lacions per a emmagatzemament de fems i purins. Capacitat i disseny dels sistemes d'emmagatzematge

4.1. Introducció

La producció ramadera és el conjunt d'activitats encaminades principalment a l'obtenció d'animals destinats generalment a l'ús per l'home o els productes dels quals es destinen al consum humà

Resultat d'aquesta activitat principal es generen una sèrie de productes secundaris, subproductes o residus que poden produir contaminació si no són gestionats correctament. Aquestes matèries poden classificar-se, segons la seva naturalesa, en orgàniques i inorgàniques. Els materials orgànics són considerats, generalment, productes secundaris o subproductes ja que són reutilitzables; els inorgànics són inerts i no es poden reutilitzar, fet pel que constitueixen residus pròpiament dits. Dintre dels considerats orgànics es troben els **fems, purins, gallinassa**, etc.

Tot i que el valor dels productes orgànics dintre del sector agro-ramader és important, el sistema de producció ramadera actual, deslligat de la terra i amb grans explotacions ha produït en algunes zones gran dificultat en la valorització i reutilització dels materials orgànics.

4.2. Principals aspectes de l'emmagatzemament dels fems i purins

- a) Permet realitzar l'aplicació agrícola en els períodes en què realment ho necessiten els cultius.
- b) L'emmagatzemament redueix el poder contaminant intrínsec dels **fems i purins**.

- c) Produeix una reducció de les olors dels **fems i purins**.
- d) Si el sistema d'emmagatzemament està cobert es redueix la quantitat de líquids com per exemple aigües de pluja i d'escolament que puguin entrar en el dipòsit i que augmenten el volum de dejeccions produïdes.
- e) Per altra banda si el dipòsit està cobert es redueix el risc de malalties que es poden transmetre a través d'insectes, aus o rosegadors.
- f) En els casos en què els excrements contenen gran quantitat de material difícilment degradable (pollastres, que estan allotjats en un sistema de jaç amb serradures), un petit emmagatzemament addicional millora molt les característiques del producte final.

El sistema d'emmagatzematge està format **per instal·lacions per a la recollida i instal·lacions per a l'emmagatzematge pròpiament dites**. Tant les unes com les altres han de ser estanques, o sigui que no permetin l'entrada ni la sortida de líquids, ni altres elements possibles contaminants del medi ambient.

4.3. Característiques generals de les instal·lacions d'emmagatzematge

D'acord amb la normativa vigent d'ordenació de les explotacions ramaderes, les instal·lacions per a l'emmagatzemament de fem, les fosses i els dipòsits per als purins han d'estar construïts amb materials i formes que garanteixin l'estanqueïtat i amb una capacitat d'emmagatzemament dels excrements i aigües residuals per un període de temps adequat a les possibilitats d'utilització agrícola, que com a mínim equivaldrà a la producció d'aquests en quatre mesos.

Per tant, és important el disseny de les instal·lacions d'allotjament dels animals i dels seus annexos, de tal manera que s'eviti que puguin entrar als dipòsits d'emmagatzematge aigües de patis, aigües de neteja o de pluges que augmentin el volum de líquids.

Quan es planeja un sistema d'emmagatzematge de dejeccions o es vol modificar el ja instal·lat, s'ha de tenir en compte el següent:

- Dimensió o capacitat dels diferents elements que el formen, en relació a la producció estimada de dejeccions i les seves característiques.
- Sistema de recollida d'acord al tipus d'instal·lació.
- Estanqueïtat. Materials per a la seva construcció.
- Cost.
- Pèrdua potencial dels nutrients (amoni) durant l'emmagatzematge.
- Mètodes d'aplicació que es realitzaran posteriorment.
- Maneig d'altres líquids (aigües de pluja o de rentat d'instal·lacions).
- Previsió de que vagin a parar a les instal·lacions aigües o altres productes que incrementin el volum, disminueixin la qualitat o dificultin el maneig.
- Minimitzar les olors.
- Sistemes i períodes de buidatge.
- Seguretat per a persones i animals.

4.4. Actuacions per evitar l'emmagatzematge de volums elevats de purins

Per evitar emmagatzemar volums molt importants es recomana en la mesura que sigui possible les següents actuacions:

- a) S'ha d'evitar que les aigües brutes (de neteja de les instal·lacions, desguassos d'abeuradors, etc.) vagin a parar al dipòsit, i per tant s'ha d'intentar recollir-les en un altre dipòsit específic o en instal·lacions de tractament d'efluents.
- b) En quant a les aigües de pluja, les explotacions han de disposar d'un sistema de recollida de les mateixes separat, com per exemple, construir un voladís en els edificis.
- c) És recomanable emmagatzemar les dejeccions sòlides en una superfície estanca dotada d'un punt baix, de manera que es recullin els líquids que traspuen i es recullin en les instal·lacions d'emmagatzematge o de tractament dels efluents.
- d) El sòl de les instal·lacions on es mantinguin els animals o transitin habitualment ha de ser impermeable i ha de tenir un pendent que faciliti la fàcil neteja i l'estalvi d'aigua de tal manera que s'eviti la producció de volums excessius, així com elements de protecció que evitin la sortida de les dejeccions o aigües brutes fora del sistema de recollida.
- e) Al realitzar la neteja dels locals, ha de fer-se primer una neteja mecànica i/o utilitzar aigua a alta pressió per reduir el volum d'aigua utilitzat.
- f) Reduir les zones brutes de l'explotació, és a dir, intentar reduir el màxim possible les superfícies dels locals on estiguin els animals, passadissos i patis, ja que d'aquesta manera es pot minimitzar el volum d'aigua que pot entrar als dipòsits d'emmagatzematge.

Per altra banda, no sols és important la reducció del **volum** que vagi a parar als dipòsits sinó que també és important la **composició** de les dejeccions, o sigui el seu contingut en nitrogen, en fòsfor, i en altres minerals, ja que la normativa fixa un contingut màxim d'aplicació agrícola en funció del nitrogen que contingui, per tant també s'ha de tenir en compte l'alimentació que s'administra als animals i adequar-la a les seves necessitats fisiològiques. Una millora de l'índex de transformació i una utilització de racions específiques per a cada tipus d'animal i estat productiu representen, a més d'un estalvi econòmic, una reducció significativa en el contingut de N, P i metalls dels excrements.

4.5. Característiques del sistema d'emmagatzematge dels productes sòlids

L'emmagatzematge dels productes sòlids s'ha de fer de la següent manera:

1. Sobre sòl impermeable i de resistència suficient per suportar el pes del producte, així com el dels vehicles que puguin entrar a realitzar els treballs de càrrega i descàrrega d'aquests productes.
2. Amb proteccions laterals de forma i de dimensions idònies per garantir que el producte no surti fora dels límits establerts, així com per impedir l'entrada de líquids, de materials, de persones o d'animals indesitjables.
3. Amb un sistema de recollida dels líquids que traspua el propi fem, aigües de pluja i aigües brutes en general, que haurà de tenir un punt baix de recollida de líquids i tenir les mateixes característiques que la resta de dipòsits d'emmagatzemament que s'exposen posteriorment.

4.6. Característiques del sistema d'emmagatzematge de productes semisòlids o líquids

Es poden diferenciar dues zones:

- a) La zona situada sota les instal·lacions de l'explotació que allotgen el bestiar.
- b) La situada fora de les instal·lacions de l'explotació, que és el dipòsit d'emmagatzemament o bassa.

4.6.1. Dipòsits per a emmagatzematge de productes semisòlids i líquids (fosses i basses)

Les instal·lacions per a l'emmagatzematge d'aquests productes han d'estar construïdes de forma que s'eviti el següent:

- a) Que es produeixin infiltracions cap a les capes subterrànies amb la consegüent contaminació del medi.
- b) Que es produeixin infiltracions cap a l'interior del sistema d'emmagatzematge, fet que fa que augmenti el volum de líquid, es redueixi la concentració d'elements fertilitzants, es dificulti el seu maneig i es produeixin vessaments del sistema.
- c) Que s'hagi de buidar el dipòsit en moments poc convenients, per tant el sistema d'emmagatzematge ha de tenir una capacitat suficient.

La importància capital que la fossa de purins té en el resultat posterior de la gestió d'aquests, tant en funció de la seva capacitat que condiona la freqüència de buidatge, com en la seva forma, situació i estanqueïtat, aconsella dedicar-li un apartat específic.

Una fossa de purins mal construïda ens pot ocasionar multitud de problemes:

- Infiltracions cap a capes subterrànies, amb la consegüent contaminació del medi.
- Infiltracions cap a l'interior de la fossa, augmentant així el volum del líquid, diluint-se els elements fertilitzants, dificultant el seu maneig i donant lloc a perills de desbordament de la fossa.
- La capacitat insuficient comporta l'obligació del buidatge en moments no convenients.

Una característica constructiva imprescindible en tota fossa de purins ha de ser la seva estanqueïtat, per evitar els fluxos de líquids que ocasionen els problemes abans mencionats, per això, en tot cas les fosses haurien de ser d'obra, de manera que garantissin el seu segellament, cosa que difícilment s'aconsegueix quan es construeixen mitjançant una simple excavació del terreny.

Tant les fosses enterrades com les elevades sobre el sòl són vàlides, però sempre han de complir uns requisits mínims:

- 1- Resistència a les pressions laterals:
 - . A la pressió del líquid: les formes cilíndriques reparteixen uniformement les forces, mentre que les rectangulars i les quadrades han de reforçar-se amb ferro en els angles que són els punts fràgils.
 - . A la pressió exterior de la terra i de les aigües d'infiltració sobretot quan la fossa està buida; és convenient preveure un drenatge eficaç en la perifèria de les parets quan la fossa està enterrada.

- 2- Estanqueïtat de les parets: quelcom molt difícil d'aconseguir en el cas de les fosses enterrades, és per això que ha de tenir-se especial atenció en l'elecció del terreny idoni i en una construcció perfecta. S'han de considerar diversos fets:
- . El formigó és porós, per la qual cosa hauria d'assegurar-se la seva estanqueïtat mitjançant la utilització de formigó especial, caixes estanques, pintures especials o altres mitjans. Les microporositats residuals del formigó es tapen amb el temps mitjançant partícules en suspensió del purí que es comporten com l'argila, però poden produir-se fissures per vibració insuficient, condicions climàtiques o moviments del terreny si no està estabilitzat.
 - . Els dipòsits construïts amb planxes de ferro no vitrificades poden espatllar-se, sobretot en llocs on es produeixin alternativament condicions d'aerobiosi (fermentació del purí amb presència d'aire) i d'anaerobiosi (fermentació del purí sense aire). Per aquesta raó en aquests dipòsits ha de col·locar-se anual o bianualment algun revestiment de protecció com pintura o quitrà.
 - . Les fosses que tinguin elements de fusta no han d'estar mai totalment buides donat que aquesta es retreu i queden espais en les juntes.
 - . Les fosses constituïdes per una cavitat de terra amb revestiment plàstic són fràgils i la col·locació de la lona és delicada; ha de fer-se sobre un llit d'arena o argila desproveïda d'aspreses.

Per evitar aquest problema es troben al mercat els següents materials:

- . Dipòsits metàl·lics, en la part interior dels quals continguin un altre dipòsit estanc de làmina impermeable de polietilè d'alta densitat (PEAD) o de clorur de polivinil (PVC) especial per a purins o de cautxú.
- . Dipòsits metàl·lics vitrificats o amb revestiments especials que resisteixin els atacs químics i bacteriològics que es produeixen quan s'emmagatzemen purins. En aquest sistema s'han de vigilar especialment les juntes i els punts d'unió de les peces.
- . Dipòsits recoberts amb materials impermeables.

En aquests dipòsits que no són d'obra, el més important si s'utilitzen aquests materials impermeabilitzants com la làmina plàstica, cautxú, etc., és la vigilància dels períodes de garantia i duració de la làmina, així com evitar les agressions mecàniques.

Sòls

Regeixen les mateixes normes que per a les parets en quant als materials. A més haurà de disposar d'un pendent del 5 al 10% cap a la porta de sortida o el pouet de bombeig.

Coberta

Encara que cobrir la fossa encareix considerablement la seva construcció, són tants els seus avantatges que és molt aconsellable fer-ho ja que:

- Evita accidents en persones i animals.
- Evita males olors.
- Evita la multiplicació i difusió de paràsits i insectes.
- Redueix el dessecament de la capa superior.

4.6.2. Buidatge de la fossa

El buidatge de la fossa pot fer-se per dos procediments:

- 1.- Buidatge per gravetat
- 2.- Buidatge mitjançant bombeig

El buidatge per gravetat exigeix un desnivell del terreny i la conducció de sortida haurà de comunicar amb dos orificis situats a diferents altures; un situat al nivell més baix de la fossa, de petit diàmetre, pel que surt la part més líquida de la barreja, i l'altre, de major diàmetre, situat a una altura mitjana d'emmagatzemament, pel que surt una barreja d'elements sòlids i líquids.

El buidatge mitjançant bombeig és imprescindible quan la fossa està enterrada. Es requereix un bateament previ a l'evacuació de la fossa per homogeneïtzar la barreja i triturar els elements sòlids, que pot realitzar-se mitjançant insuflat d'aire amb un compressor o amb dispositius mecànics.

En ambdós casos, és important no oblidar-se de dues qüestions:

- . Preparar una superfície ferma suficient a prop del lloc de bombeig, que permeti maniobrar fàcilment amb el tractor i la cisterna de purí.
- . Preveure un accés a la fossa i a les bombes per facilitar les operacions de manteniment i reparació del material.

4.6.3. Capacitat d'emmagatzemament

Tenir una capacitat d'emmagatzemament de purí adequada a la nostra explotació ens evitarà multitud de problemes:

- . Evita riscos de desbordament en períodes plujosos.
- . Permet treure un millor partit del valor fertilitzant del purí, a l'adobar quan ho necessiten les plantes i l'estat del sòl és l'adequat i no quan la fossa està plena.
- . Permet augmentar el cens si és oportú, sense problemes d'emmagatzemament del purí.
- . Facilita la destrucció de gran part de la càrrega microbiana.

Per calcular la capacitat necessària hem de tenir en compte els diferents afluents que hem d'emmagatzemar:

- . Dejeccions dels animals.
- . Aigües de neteja.
- . Fuga d'abeuradors i malbarataments d'aigua per als animals.
- . Aigües de pluja.

Les quantitats de dejeccions produïdes pels animals varien segons l'espècie, l'estat fisiològic i l'alimentació.

En general, representen del 8 al 10% del pes viu de l'animal amb variacions que poden trobar-se per un càlcul més exacte en publicacions especialitzades.

Per estimar el volum de dejeccions produïdes a l'any s'haurà de comptar el nombre

d'animals les dejeccions dels quals s'emmagatzemaran a la fossa, basant-se en el nombre màxim d'efectius (nombre de places), i en funció del temps de presència dels animals en l'explotació, que pot diferir segons les categories. A més s'haurà d'afegir un volum extra d'abeuradors, freqüència de neteja, etc.

Si la fossa està convenientment tancada, s'evitarà el tenir que emmagatzemar aigua de pluja, tant si prové de les teulades, l'escolament o cau directament sobre la fossa.

Per calcular les aigües d'escolament que van a parar a la fossa, podem seguir el criteri de multiplicar la superfície de les zones descobertes en m^2 per la pluviometria en metres.

La freqüència del buidatge del sistema d'emmagatzemament està en funció del següent:

- a) Els cultius i les condicions climàtiques de la zona.
- b) Les superfícies disponibles per escampar els purins.
- c) La disposició d'un sistema de tractament o emmagatzematge individual o col·lectiu.

Per realitzar una gestió adequada dels purins com a fertilitzants, s'ha de tenir una capacitat d'emmagatzematge suficient d'acord amb el pla d'adobat dels cultius o la rotació d'aquests.

És aconsellable, sempre que sigui possible, preveure una capacitat suficient per emmagatzemar la producció de 3 a 6 mesos o, millor encara, de l'interval màxim entre dues aplicacions, equivalent al temps màxim en què el terreny no està en disposició de rebre purins.

Amb aquestes dades podem calcular el volum de fossa necessari.

4.6.4. Precaucions de maneig

Durant el buidatge de les fosses s'emanen gasos tòxics que poden ser perillosos per a l'home i per als animals, molt especialment el SH_2 que és més pesat que l'aire i tendeix a quedar al fons, pel que no és aconsellable baixar a la fossa durant les 48 hores següents al buidatge.

També es produeixen petites quantitats de metà que és inflamable podent provocar explosions si es produeix alguna espurna, per tant haurem d'evitar circuits elèctrics pròxims a la sortida del purí.

Hem de tenir mitjans en previsió d'un possible incendi.

S'ha de recordar també que, sigui quin sigui el tractament del fem, i més si no hi ha hagut una inactivació suficient, sempre ha d'aplicar-se i manejar-se correctament per evitar molèsties, no sols degudes a les olors.

Moltes espècies diferents d'animals, gairebé sempre molestos, completen el seu desenvolupament en els excrements i, si les condicions són adequades, poden ocasionar veritables problemes. Per corregir-los i mantenir nivells tolerables d'aquestes poblacions han de seguir-se unes pautes estrictes:

- a) Maneig adequat del contingut d'humitat del fem.
- b) Calendaris adequats de retirada d'excrements.
- c) Control dels nivells de població de mosques.
- d) Utilització de pesticides adequats o agents biològics (aplicar per la nit o en dia plujós).
- e) Evitar manejar fem en dies ventosos.
- f) Extensió uniforme i en capa fina per facilitar un assecament ràpid del fem.
- g) Enterrament el més ràpid possible.

5. A manera de conclusió

Un maneig dels fertilitzants nitrogenats que permeti una activitat econòmica agrària, reciclar els nutrients de les dejeccions ramaderes i evitar la contaminació de les aigües passa per adoptar les següents bones pràctiques agràries:

1. Una premissa bàsica per a una correcta gestió del nitrogen és **ajustar les quantitats de fertilitzants aplicades a les necessitats de les plantes en la quantitat, en el temps i en l'espai**.
2. És molt convenient establir **plans de fertilització** que ajudin a una correcta gestió del nitrogen; els **plans de fertilització** seran tant més necessaris quan les quantitats totals de nitrogen manejades siguin molt elevades o també en el cas que ho siguin per unitat de superfície fertilitzable. Dits plans tindran en compte els nutrients disponibles, la seva forma i cost, les necessitats de nutrients dels cultius, les característiques dels sòls i les especificitats del maneig (treball del sòl, reg, etc.). En aquest sentit **un balanç del nitrogen a nivell d'explotació i de parcel·la és un primer pas i resulta fonamental**.

Una estratègia bàsica per a la planificació de la fertilització a nivell d'explotació podria consistir:

- a) **Calcular les disponibilitats de nitrogen procedents** de fonts pròpies de l'explotació, principalment fems i purins.
- b) **Calcular la superfície necessària** per aplicar tot el nitrogen disponible en l'explotació, especialment el procedent dels fertilitzants orgànics.
- c) **Calcular la superfície disponible** en l'explotació, descomptant i delimitant aquelles àrees on no es poden aplicar fertilitzants orgànics en cap època de l'any.
- d) **Delimitar les àrees on els fertilitzants orgànics han de ser aplicats amb restriccions** de temps, espai o quantitat.
- e) **Calcular si hi ha dèficit o excés de nitrogen en l'explotació**: En el cas de dèficit es decidirà la quantitat i tipus de fertilitzant que s'haurà d'adquirir per mantenir un adequat subministrament de N al cultiu. En aquest sentit és important precisar que els fertilitzants orgànics poden constituir en molts casos la millor solució econòmica i medi ambiental. En el cas de superàvit s'haurà de decidir quin destí se li dona.
- f) **Calcular la màxima quantitat de fertilitzants orgànics que s'han d'emmagatzemar**. Les instal·lacions d'emmagatzematge disponibles han de tenir una capacitat superior a la de l'interval més llarg, tenint en compte la producció i els períodes d'aplicació, amés, de totes les aigües i líquids contaminats provinents de la pròpia explotació o de l'exterior (pluges i escorrentia), que puguin arribar a les instal·lacions d'emmagatzematge. En cas contrari serà necessària la seva ampliació.

3. El nitrogen disponible ha de ser aproximadament igual a les necessitats del cultiu, considerant que l'eficiència no és mai del 100%, i evitant situar-se sempre per sistema del costat segur, que és aquell en què no hi ha reducció de producció per falta de nitrogen. L'objectiu és aproximar-se el més possible a l'equilibri teòric:

$$N_c = N_d$$

$$N_d = N_r + N_s + N_f$$

on:

N_c : Necessitats de nitrogen del cultiu

N_d : Nitrogen disponible per al cultiu

N_r : Nitrogen residual del cultiu anterior

N_s : Aportacions de nitrogen del sòl durant el cultiu

N_f : Aportacions dels fertilitzants durant el cultiu

4. Per al càlcul del nitrogen disponible s'han de considerar totes les aportacions existents: fertilitzants minerals i orgànics, restes de collita, aigua de reg, etc.
5. El càlcul de les necessitats de nitrogen ha de basar-se en una estimació raonable de la producció objectiu, evitant les sobreestimacions irrealment.
6. Han d'ajustar-se en el temps les aportacions de nitrogen a les necessitats del cultiu. Així s'evitaran les aportacions quan la planta no precisa nitrogen i especialment quan hi ha risc de rentat de nitrats (finals de tardor-principis d'hivern). Els fertilitzants orgànics capaços d'alliberar ràpidament una gran quantitat de nitrogen disponible s'aplicaran el més pròxim possible a les necessitats del cultiu; altres que alliberen el nitrogen més o menys lentament podran aplicar-se en qualsevol període.
7. Un ús més eficient del nitrogen s'aconsegueix moltes vegades fraccionant les aportacions. Això és també cert per als fertilitzants orgànics. Els adobs minerals són especialment indicats per a intervencions puntuals i tardanes, que possibiliten elevades produccions.
8. Cobrir totes les necessitats de nitrogen dels cultius amb fertilitzants orgànics resulta arriscat, per quant la seva mineralització no pot ser controlada i s'augmenten els riscos de rentat de nitrats. Una estratègia que permet assegurar un ús més eficient del nitrogen consisteix en reservar una part de l'alimentació nitrogenada de les plantes als fertilitzants minerals, que per exemple, permet intervenir en èpoques tardanes en els cereals.
9. Les anàlisis de sòls són bàsiques per decidir les quantitats de nutrients a aportar, el moment i la forma. Dites anàlisis serviran per decidir si s'ha d'aplicar una estratègia de correcció o manteniment i evitar aportacions al sòl de determinats nutrients més enllà de continguts raonables. En casos d'elevades aplicacions de fertilitzants (especialment orgànics), gran quantitat de residus de collita, risc de rentat de nitrats i situacions similars és recomanable l'ús de l'anàlisi del nitrogen mineral present al sòl (N_{min}) que permet ajustar les dosis.

10. El coneixement de les quantitats de fertilitzants aplicats és el primer pas per evitar pèrdues de nitrogen. Es requereixen anàlisis dels fertilitzants orgànics que ens permetin estimar les quantitats de nutrients aportats; per què l'anàlisi ens ofereixi una informació adequada ha de procedir d'una mostra representativa del producte a analitzar. Si hi ha grans variacions en el temps això obligarà a prendre vàries mostres.

En el cas de no disposar d'anàlisis de laboratori (quantitatives) es pot recórrer a anàlisis ràpides (semiquantitatives) o a dades de la literatura.

Un registre de les quantitats de fertilitzants emprats i en quines parcel·les s'han aplicat resulta bàsic.

11. Les tècniques i sistema d'aplicació de fertilitzants han d'assegurar una aplicació uniforme, permetent ajustar les dosis del mateix, tant en aplicacions localitzades com en aquelles que cobreixen tota la superfície.

La incorporació del fertilitzant al sòl augmenta la quantitat de nitrogen disponible, fet que ha de ser tingut en compte al calcular l'eficiència dels mateixos.

12. Tot aquell conjunt de pràctiques agronòmiques que assegurin un bon desenvolupament dels cultius i la seva ràpida implantació contribueixen a evitar el rentat de nitrats.
13. Hi ha un conjunt de zones on l'aplicació es veu limitada o fins i tot prohibida temporal o permanentment (veure apartat 3.5.).
14. El disseny i maneig del reg és fonamental per evitar el rentat de nitrats. S'ha de disposar d'un adequat disseny que assegurin una bona eficiència i uniformitat en l'aplicació de l'aigua i emprar algun sistema de programació de regs.
15. Pel que respecta als allotjaments i dipòsits de fertilitzants orgànics ha de seguir-se l'indicat en l'apartat 4. Així mateix en cas d'aplicar fertilitzants orgànics que no siguin d'origen animal s'haurà de respectar les condicions de capacitat d'emmagatzemament, estanqueïtat, etc. exigides pel cas dels fertilitzants orgànics animals.

ANNEX

Quadre núm. 28 Equivalències en nitrogen

TIPUS DE BESTIAR	QUANTITAT NITROGEN PRODUÏ T	NOMBRE D'EQUIVA- LENT FEM (EF) PER PLAÇA O GÀBIA CONILLA	NOMBRE DE PLACES O GÀBIA DE CONILLA PER EQUIVALENT-FEM (EF)
	kg N/plaça o gàbia conilla	1 EF =73 kg N	
Plaça de vaquí llet	73,00	1,0000	1,00
Plaça vaquí alletant	51,10	0,7000	1,43
Plaça de vedella de reposició	36,50	0,5000	2,00
Animals de cria en boví (1)	7,70	0,105	9,50
Plaça vedell d'engreix (2)	21,90	0,3000	3,33
Plaça de truges – mascle	17,50	0,2397	4,17
Plaça de porcí transició (3)	2,87	0,0527	18,96
Plaça de porcí engreix (4)	8,40	0,1151	8,69
Plaça de polleta recria (5)	0,08	0,0010	1.000,00
Plaça de gallina ponedora	0,50	0,0068	146,00
Plaça de pollastre engreix (6)	0,22	0,0032	312,00
Plaça d'ànec engreix (7)	0,24	0,0033	304,17
Gàbia de conilla mare (8)	4,30	0,0589	16,98
Plaça d'equí	63,80	0,8739	1,14
Plaça d'ovella de reproducció	9,00	0,1233	8,11
Plaça de xai d'engreix (9)	3,00	0,0411	24,33
Plaça d'ovella de reposició	4,50	0,0616	16,22
Plaça de cabrum reproducció	7,20	0,0986	10,14
Plaça de cabrum de reposició	3,60	0,0493	20,28
Plaça de cabrum sacrifici	2,40	0,0329	30,42
Plaça de guatlles (10)	0,03	0,0004	2.500,00
Plaça de perdius (11)	0,07	0,00096	1.041,60
Plaça de paó (12)	0,46	0,0063	158,70

- | | |
|------|--|
| (1) | 3 cicles/any.plaça. Animals d'1 a 4 mesos |
| (2) | 1,2 cicles/any.plaça. Pes mitjà de 200 kg als 6 mesos |
| (3) | 5,5 cicles/any.plaça. Interval de pes de 6-20 kg |
| (4) | 2,2 cicles/any.plaça. Interval de pes de 20-100 kg |
| (5) | 2,5 cicles/any.plaça. Animals de 100 dies fins a 1,4 kg |
| (6) | 5 cicles/any.plaça Durada d'engreix de 48-50 dies |
| (7) | 3,5 cicles/any.plaça |
| (8) | Inclou la reposició, els mascles i 40 llodrigons/gàbia.any |
| (9) | 2,0 cicles/any.plaça |
| (10) | 8 cicles/any.plaça. Animals de 200 g/final |
| (11) | 4 cicles/any.plaça. Animals de 800g/final |
| (12) | 3 cicles/any.plaça. Animals d'aproximadament 7kg/final. |

