

DOSSIERTÈCNIC

FORMACIÓ I ASSESSORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

N 14 | BONES PRÀCTIQUES AGRÀRIES (II)

Juliol 2006

P02 Presentació **P03** Mesures alimentàries per reduir l'impacte mediambiental
P07 Emmagatzematge de dejeccions ramaderes **P11** Maquinària per a l'aplicació de
les dejeccions ramaderes **P19** Tractament de les dejeccions ramaderes **P24** L'Entrevista



ruralCat

La comunitat virtual agroalimentària
i del món rural

www.ruralcat.net



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





PRESENTACIÓ



Salvador Puig i Rodríguez
President de GESFER

El sector agroalimentari català, un dels més modernitzats de l'estat espanyol i d'Europa, constitueix un sector estratègic de l'economia catalana i un factor clau de l'equilibri territorial. L'esperit emprenedor de casa nostra ha fet evolucionar l'agricultura cap a formes d'intensificació que incrementen la producció d'aliments i de valor, i generen molts llocs de treball al llarg de la cadena. Aquesta intensificació s'ha produït en produccions vegetals (horta, fruita, flor i planta ornamental) però d'una manera molt especial, en la ramaderia.

En conseqüència, hem de saber afrontar i resoldre amb el màxim rigor aquells problemes que les noves formes de producció puguin generar, com és el cas de l'excés de dejeccions ramaderes sobre els sòls i aqüífers de determinades zones de Catalunya. És una problemàtica que cal solucionar. El país ho necessita i la societat ho exigeix.

Aquest DOSSIER TÈCNIC és una mostra dels excel·lents tècnics i investigadors que tenim al país especialitzats en bones pràctiques agràries, als quals agraïm la seva col·laboració, que serà de gran utilitat per als pagesos i ramaders.

Per part del govern de la Generalitat, durant els dos darrers anys s'ha posat en marxa el "Nou model de gestió de la fertilització", presentat

l'any 2004 al Parlament de Catalunya pels consellers del DARP i de Medi Ambient i Habitatge.

Aquest nou model s'ha anat desenvolupant, conjuntament amb el sector, a través de la Taula de Fertilització. L'Agència de Residus de Catalunya ha destinat més de 4 milions d'euros a ajuts per a instal·lacions de tractaments de dejeccions. S'ha fet gestions per assegurar el futur de les plantes de cogeneració existents i per poder-ne crear de noves i s'ha plantejat el suport a altres tecnologies amb aprofitament energètic. També s'ha publicat un nou decret de zones vulnerables que protegeix els aqüífers més amenaçats. S'han simplificat les gestions administratives, a través dels ajuntaments. S'han creat el centre de recerca públic de Gestió Integral de Residus Orgànics (GIRO) i el consorci per a la Gestió de la Fertilització de Catalunya (GESFER). I s'han dut a terme una gran quantitat d'activitats de formació i assessorament, des dels serveis de Transferència Tecnològica i de Formació Agrària del DARP i des de les organitzacions professionals i cooperatives.

Però encara queda molt per fer. Cal avançar més en l'aplicació efectiva de bones pràctiques a les granges i als sòls agrícoles del país, disposar de més instal·lacions de tractament, resoldre la comercialització dels productes que es generen i desenvolupar una estructura d'assessorament i formació per ajudar a l'adaptació de tècnics, empresaris i actius del sector als nous requisits.

En aquest sentit, l'Administració i el sector ens hem posat d'acord a dotar-nos d'un instrument, GESFER, per donar resposta a aquestes necessitats, potenciar al màxim totes les iniciatives que s'estan portant a terme i garantir un futur sostenible per al nostre sector agrícola i ramader.

Dossier Tècnic. Núm. 14
"Bones pràctiques agràries (II)"
Juliol de 2006

Edició

Direcció General de Producció, Innovació i Indústries agroalimentàries. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya.

Consell de Redacció

Montserrat Gil de Bernabé Sala, Ramon Lletjós Castells, Ramon Jové Miró, Jaume Sió Torres, Elisabet Cardoner Martí, Xavier Esteve Guiu (DG02), Agustí Fonts Cavestany (IRTA), Santiago Riera Lloveras (Premsa) i Joan S. Minguet Pla.

Coordinació del present número

Joan Salvador Minguet Pla.

Producció

Teresa Boncompte Ribera i Joan S. Minguet Pla.

Correcció estilística i lingüística

Teresa Boncompte Ribera.

Assessorament lingüístic

Joan Ignasi Elias Cruz.

Grafisme i maquetació

Quin Team!

Impressió

El Tinter
(empresa certificada ISO 14001 i EMAS)

Dipòsit legal

B-16786-05
ISSN: 1699-5465

El contingut dels articles és responsabilitat dels autors. DOSSIER TÈCNIC no s'hi identifica necessàriament. S'autoritza la reproducció total o parcial dels articles citant-ne la font i l'autor.

DOSSIER TÈCNIC es distribueix gratuïtament. En podeu demanar més exemplars a l'adreça: dossier@ruralcat.net

Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca
Gran Via de les Corts Catalanes, 612, 4a planta
080000 - Barcelona
Tel. 93 304 67 45. Fax. 93 304 67 02
e-mail: dossier@ruralcat.net

Més recursos, enllaços i versió electrònica a la web de RuralCat:
www.ruralcat.net

Foto portada

Vista d'un camp amb aplicació uniforme de purins per a una correcta fertilització. Foto: W. Eltink.

MESURES ALIMENTÀRIES PER REDUIR L'IMPACTE MEDIAMBIENTAL DE LES DEJECCIONS RAMADERES



Aplicació localitzada de purins de porcí. Foto: M. R. Teira.

01 Introducció

La intensificació de la producció ramadera, i la seva desvinculació del conreu de la terra, comporta la producció d'excedents de fems o purins que poden originar problemes mediambientals, relacionats principalment amb la contaminació de les aigües. A més, cal afegir-hi una elevada sensibilització de la societat respecte a d'altres emissions causades per la ramaderia intensiva, com poden ser les males olors. Entre els components del purí que poden causar problemes mediambientals, destaca el nitrogen, que pot causar problemes d'eutrofització, nitrificació i pluja àcida, el fòsfor, que pot causar problemes d'eutrofització i els metalls pesants (principalment coure i zenc). La legislació actual només preveu un límits màxim d'aplicació per al N de 210 kg/ha/any que, en els cas de zones vulnerables de contaminació de les aigües per nitrats, és de 170 kg/ha/any. És possible que en el futur també s'apliquin limitacions per al fòsfor i els metalls pesants. L'any 2000 el DARP va establir uns valors de referència de producció de N per a les diferents espècies animals i estats productius (Taula 1), a partir dels quals es poden calcular les neces-

sitats de terreny necessàries per dissenyar els plans de dejeccions ramaderes.

Ja que la producció de N es pot modificar amb el tipus d'alimentació que rebí el bestiar, més tard el mateix DARP conjuntament amb l'ASFAC i el DMA varen acordar acceptar estratègies alimentàries (bàsicament l'ús d'un major nombre de pinsos i la reducció del seu contingut de proteïna) que modifiquessin a la baixa els valors de referència esmentats (Taula 2). El present dossier se centra en la descripció de mesures per millorar l'eficiència d'utilització de nutrients del pinso i reduir l'impacte mediambiental. Les mesures descrites són per a la alimentació de porcs d'engreix, però els mateixos principis es poden aplicar a d'altres espècies.

02 Nitrogen

02.01 Eficiència d'utilització del N del pinso

Es considera que en les condicions actuals només un 35% del nitrogen del pinso que consumeix un porc d'engreix entre 20 i 95 kg és

aprofitat i que el 65% restant és eliminat al medi ambient. S'estima que una quarta part d'aquest N no utilitzat es volatilitza en forma d'amoniac dintre de la pròpia granja i tres quartes parts romanen a les dejeccions. Durant l'emmagatzematge de les dejeccions, la volatilització del N en forma d'amoniac pot augmentar. El N volatilitzat en forma d'amoniac és igualment contaminant i s'ha de tenir en compte a l'hora de calcular les emissions al medi ambient.

L'eficiència d'utilització del nitrogen depèn en primer lloc de les característiques dels animals. El tipus de genètica, l'estat sanitari, etc. deter-



Es considera que, en les condicions actuals, només s'aprofita un 35% del nitrogen del pinso que consumeix un porc d'engreix entre 20 i 95 kg

minen les necessitats proteiques de manteniment dels animals que ens determinaran el que coneixem com a pèrdues obligatòries de N. En segon lloc, l'eficiència depèn també de les característiques de l'aliment, bàsicament de la digestibilitat i de l'equilibri d'aminoàcids de la seva proteïna. Aliments amb una digestibilitat baixa contribueixen a un major contingut de N a les femtes i proteïnes desequilibrades afavoreixen el catabolisme dels aminoàcids a urea que és excretada a l'orina. Per últim, l'eficiència també depèn de la precisió amb la qual la composició del pinso es correspongui als requeriments nutritius de l'animal. Una aportació excessiva de proteïna, encara que sigui amb un bon equilibri d'aminoàcids, afavoreix el seu catabolisme a urea i excreció a l'orina. Evitar un excés en l'aportació de proteïna i millorar l'equilibri entre aminoàcids són els aspectes en els quals es pot donar una actuació més efectiva per part nostra. En el cas teòric que l'aportació d'aminoàcids a la dieta fos exactament la quantitat requerida per l'animal, l'excreció total de nitrogen podria disminuir a la meitat de l'actual.

L'excreció de N en una granja es pot calcular a partir de la diferència entre el N consumit en el pinso i el N retintut per l'animal. El consum de N (kg) el podem calcular multiplicant el consum de pinso (kg) pel seu contingut de proteïna (en %) i per un factor de 0,0016. La retenció de N (kg) en un porc d'engreix es pot calcular a partir del guany de pes de l'animal (pes final menys pes inicial) multipicat per un factor de 0,0256 (assumint un contingut de proteïna en el porc del 16%).

02.02 Estratègies per reduir l'excreció de N

D'acord amb les causes de la baixa eficiència d'utilització del N del pinso descrites anteriorment, es poden adoptar tres grups de mesu-

res alimentàries per reduir la quantitat de nitrogen a les dejeccions: incrementar la digestibilitat de la proteïna del pinso, millorar l'equilibri entre els aminoàcids de la dieta i evitar un excés de proteïna en relació a les necessitats de l'animal.

02.02.01 Millora de la digestibilitat de la proteïna del pinso

En el porc, la proteïna i els aminoàcids que no han estat digerits i absorbits en l'intestí prim (ili) ja no podran ésser utilitzats per sintetitzar

proteïna. En passar a l'intestí gruixut, aquests aminoàcids poden ser eliminats directament a les femtes o bé poden ser utilitzats per la microflora bacteriana per sintetitzar proteïna microbiana o per obtenir energia. En aquest darrer cas, el N es converteix a amoníac que és eliminat en forma d'urea a l'orina. És per això que convé millorar la digestibilitat ileal de la proteïna i aminoàcids de la dieta.

Convé, doncs, triar ingredients amb la millor digestibilitat ileal de la proteïna possible. Tot i que això pot suposar un encariment del preu

Taula 1. Valors de referència d'excreció de N de diferents espècies (DARP, 2000).

	kg N / plaça/ any	cicles /any	kg N /animal
Vaquí llet	73	-	73
Vaquí alletant	51,1	-	51,1
Vedell cria (1-4 m)	7,7	3	2,6
Vedell engreix	21,9	1,2	18,3
Truja	15	-	15
Porcí (6-20 kg)	1,2	5,5	0,22
Porcí (20-100 kg)	7,25	2,2	3,3
Gallina ponedora	0,5	-	0,5
Pollastre engreix	0,2	5	0,04

Taula 2. Estratègies nutricionals per reduir els valors de referència d'excreció de N en porcs (acord DARP-ASFAC-DMA, 2003).

Nivell	Estratègia	Màxim (%) de PB	(%) de reducció
0	Referència	lliure	0%
1	3 fases en engreix amb (%) PB lliure	lliure	5%
2	3 fases en engreix amb limitació del (%) PB		
	· garrins (<20 kg)	18%	12%
	· porcs (20 a 40 kg)	16,5%	
	· porcs (40 a 70 kg)	15%	
	· porcs (70 kg a sacrifici)	14%	
	· truges gestants	14%	
	· truges lactants	16,5%	
3	Multifases	Lliure	Càlcul individualitzat

Taula 3. Necessitats d'aminoàcids essencials en funció de la proteïna ideal (% lisina) per a porcs de diferent pes viu.

	5-20 kg	20-50 kg	50-110 kg
Lisina	100	100	100
Treonina	65	67	70
Triptòfan	17	18	19
Metionina	30	30	30
Cistina	30	32	35
Isoleucina	60	60	60
Valina	68	68	68
Leucina	100	100	100
Phe+Tyr	95	95	95
Histidina	32	32	32



Sense aplicar mesures correctores, un 70% del fòsfor subministrat en el pinso de porcs s'elimina en les dejeccions

del pinso, en algunes situacions això pot ser econòmicament factible, especialment si preveiem un cost mediambiental del N de les dejeccions. Per poder aplicar aquesta mesura, és imprescindible formular el pinso en base al seu contingut en aminoàcids digestibles ileals. També s'ha d'evitar que els ingredients tinguin un alt contingut en nitrogen no proteic, ja que aquest, tot i ser digerit, no pot ser utilitzat per als animals monogàstrics. L'ús de tractaments tecnològics com la granulació o una molturació fina pot millorar la digestibilitat ileal dels aminoàcids dels ingredients. Per últim, l'addició d'enzims al pinso pot facilitar la digestió d'alguns carbohidrats indigestibles de la paret cel·lular (β -glucans, arabinòxilans), i afavorir així l'accés dels enzims digestius a la proteïna.

02.02.02 Millora de l'equilibri entre els aminoàcids del pinso

Un cop digerits, els aminoàcids són utilitzats en els teixits per realitzar la síntesi de proteïnes. Les proteïnes sintetitzades tenen una proporció predeterminada de cada un dels aminoàcids. En el cas hipotètic que un sol aminoàcid no es trobi en el lloc de síntesi, aquesta no es podrà dur a terme. En aquesta situació la resta d'aminoàcids són catabolitzats, i el seu nitrogen és excretat a l'orina. És per això que és molt important que tots els aminoàcids es trobin en les proporcions necessàries per a la síntesi de proteïnes. A la proporció d'aminoàcids resultant de la suma d'aminoàcids necessaris per sintetitzar totes les proteïnes d'un animal se la coneix com a proteïna ideal. A causa dels canvis quantitius en la síntesi de diferents proteïnes amb l'edat de l'animal, la proteïna ideal varia lleugerament (Taula 3).

Per millorar l'equilibri entre els aminoàcids es pot formular el pinso amb ingredients que tinguin un patró d'aminoàcids semblant a la proteïna ideal, o bé fer combinacions d'ingredients que es compensin les mancances entre ells. Una manera molt més senzilla de millorar l'equilibri és la utilització d'aminoàcids lliures d'origen comercial. De fet, els aminoàcids que es troben en les proporcions més baixes respecte a la proteïna ideal (lisina, treonina, metionina i triptòfan), anomenats aminoàcids limitants, es troben disponibles en el mercat a preus competitius. Amb l'ús d'aquests es pot millorar l'equilibri entre aminoàcids, reduir el contingut proteic del pinso

Taula 4. Efecte de la substitució de soja per ordi i aminoàcids lliures disponibles comercialment sobre el creixement, el consum d'aigua, la producció de purins i l'excreció de nitrogen en porcs d'engreix.

Contingut de PB al pinso				
	19%	15%	14%	12%
Assaig creixement				
Pes Inicial (kg)	20,59	20,83	20,74	20,82
Pes Final (kg)	55,73 ^a	56,49 ^a	54,78 ^a	50,86 ^b
Consum (g/d)	1.634 ^a	1.655 ^a	1.552 ^{ab}	1.480 ^b
Guany pes (g/d)	748 ^a	759 ^a	724 ^a	639 ^b
I. Conversió	2,179 ^a	2,177 ^a	2,135 ^a	2,314 ^b
Assaig balanç				
Consum pinso (g/d)	1.722	1.733	1.697	1.720
Consum aigua (g/d)	3.568 ^a	3.056 ^b	2.498 ^c	2.761 ^{bc}
Producció purí (g/d)	2.348 ^a	1.915 ^b	1.436 ^c	1.767 ^{bc}
Consum N (g/d)	49,2 ^a	43,0 ^b	38,8 ^c	34,7 ^d
Retenció N (g/d)	23,1 ^a	24,2 ^a	23,5 ^a	20,1 ^b
Excreció N (g/d)	26,1 ^a	18,8 ^b	15,4 ^c	14,5 ^c

^{abc} Valors en una mateixa fila amb diferent lletra són diferents ($P < 0,05$)

Taula 5. Efecte de la reducció del contingut de P inorgànic i de l'addició de fitasa sobre el creixement i l'excreció de P en porcs d'engreix.

Contingut P total	Normal	Reduït	Normal	Reduït
Addició de fitasa	No	No	Sí	Sí
Assaig creixement				
Pes Inicial (kg)	23,7	23,7	23,7	23,7
Pes Final (kg)	43,4 ^a	41,3 ^b	43,8 ^a	44,1 ^{ab}
Consum (g/d)	1091	1084	1082	1109
Guany pes (g/d)	533 ^a	475 ^b	544 ^a	552 ^a
I. Conversió	2,07 ^a	2,29 ^b	1,99 ^a	2,02 ^a
Assaig balanç				
Consum P (g/d)	7,23 ^a	5,88 ^b	7,19 ^a	6,09 ^b
Excreció P femtes (g/d)	4,08 ^a	4,09 ^a	3,19 ^b	2,80 ^b
Excreció P orina (g/d)	0,018 ^{ab}	0,018 ^{ab}	0,024 ^a	0,016 ^b
Excreció P total (g/d)	4,09 ^a	4,10 ^a	3,23 ^b	2,80 ^b
Retenció P (g/d)	3,13 ^a	1,76 ^c	3,93 ^b	3,29 ^a

^{abc} Valors en una mateixa fila amb diferent lletra són diferents ($P < 0,05$)

de porcs d'engreix fins a un 14% sense afectar el creixement dels animals i, per tant, reduir l'excreció de nitrogen en les dejeccions (Taula 4).

02.02.03 Millora en la precisió d'aportació - requeriments d'aminoàcids

Per últim, convé que la quantitat d'aminoàcids subministrats pel pinso coincideixi amb les necessitats reals dels animals. En el cas d'una aportació excessiva, en el qual hi hagi més aminoàcids disponibles dels que l'animal pot utilitzar, perquè l'animal ja ha assolit el seu màxim creixement, aquests aminoàcids seran catabolitzats i el nitrogen excretat en orina. En el cas contrari, d'una aportació insuficient, l'animal no pot expressar el seu màxim potencial i creixerà més lentament; això allarga el període productiu i augmenta per tant les pèrdues obli-

gatories totals de nitrogen. El requeriment de cada un dels aminoàcids per a un animal o grup d'animals és la quantitat mínima de cada un d'aquests aminoàcids que permet una òptima resposta quan la resta de nutrients no són limitants. Expressats en funció de la seva concentració al pinso, els requeriments d'aminoàcids disminueixen progressivament en augmentar l'edat de l'animal. Si volem satisfer les necessitats dels animals al llarg de la seva vida productiva, l'ús d'un nombre limitat de pinsos (per exemple, 2 fases) diferents suposa que hi hagi períodes llargs durant els quals se subministra una quantitat d'aminoàcids excessiva que s'elimina als purins. Al contrari, un canvi freqüent en la composició del pinso (alimentació multifase) minimitza aquesta aportació excessiva i redueix el nitrogen de les dejeccions (Figura 1).

Implementar d'un nombre elevat de fases pot portar problemes logístics importants i és per això que cada explotació s'haurà d'adaptar a les seves possibilitats (nombre de sitges, freqüència d'emplenament, possibilitats de subministrament, etc.). Una possibilitat interessant és la que es coneix com a alimentació multifase i que consisteix en la barreja, en la pròpia granja, de dos o més pinsos (amb alta i baixa concentració d'aminoàcids, respectivament) de manera que modificant les proporcions es pot variar la concentració d'aminoàcids de la barreja final, tant sovint com ens convingui (Figura 2). Els nous sistemes d'alimentació líquida ofereixen grans possibilitats en aquest aspecte.

03 Fòsfor i metalls pesants

Tot i que no hi ha una legislació específica sobre els nivells d'aplicació de P i de metalls pesants en forma de fems i purins, en alguns països de la UE aquest aspecte ja està legislat. La problemàtica del Cu i el Zn està relacionada en el seu ús a altes concentracions (de fins a 30 vegades les necessitats) per prevenir les diarrees dels garrins. Tot i que aquest ús ha estat prohibit per la UE, a alguns països (entre ells Espanya) encara està autoritzat durant les dues primeres setmanes postdeslletament. La prohibició de l'ús d'antibiòtics promotors de creixement i la manca d'alternatives eficaces i econòmiques, expliquen aquest fet.

03.01 Eficiència d'utilització del P del pinso

Sense aplicar mesures correctores, un 70% del fòsfor subministrat en el pinso de porcs és eliminat en les dejeccions. Això és degut al fet que els pinsos han estat formulats amb un alt contingut d'ingredients d'origen vegetal que tenen una elevada proporció del P en forma de fitats. Aquest tipus de P no pot ésser utilitzat per als animals monogàstrics i s'excreta a les femtes.

03.02 Estratègies per reduir l'excreció de P

L'addició de fitases exògenes al pinso millora l'eficiència d'utilització del fòsfor fític dels vegetals, ja que permet una millor digestibilitat del fòsfor i una reducció de l'aportació en la dieta (Taula 5).

Figura 1. Evolució amb el pes del requeriment i de les aportacions de lisina per a porcs d'engreix amb un programa de dues fases o un programa multifase.

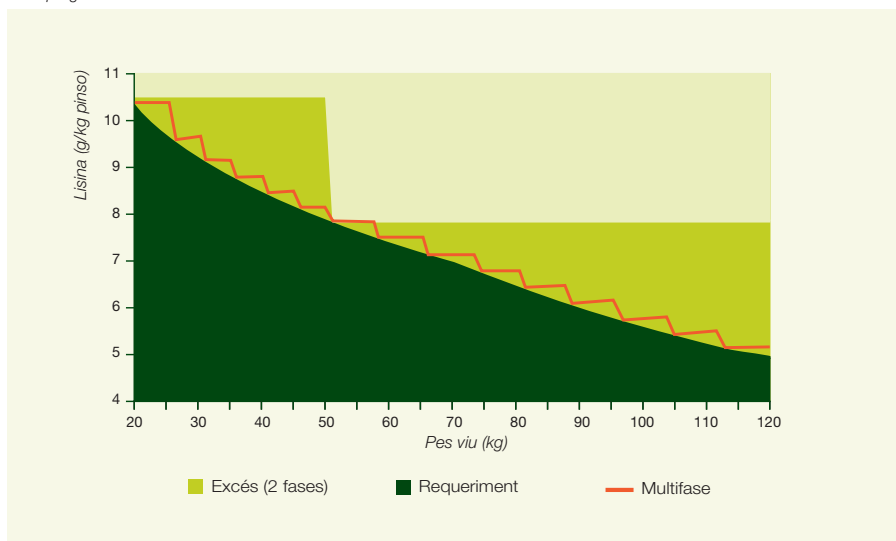
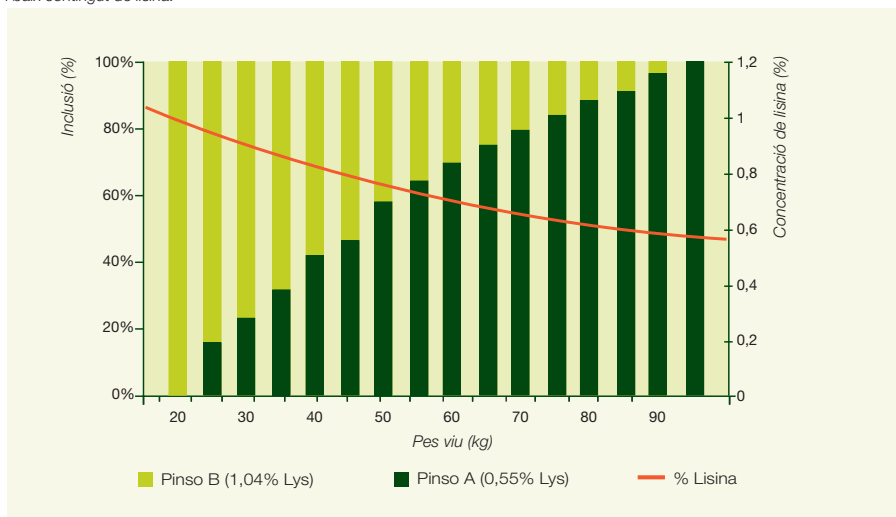


Figura 2. Evolució de la concentració final de lisina al pinso obtingut de la barreja de diferents proporcions de dos pinsos amb alt i baix contingut de lisina.



Tanmateix, a l'igual que per al N, les necessitats de P dels animals disminueixen amb l'edat dels animals i, per tant, convé realitzar canvis freqüents en la composició del pinso (alimentació multifase) que minimitzin aportacions excessives.

04 Males olors

Encara que fins a 331 substàncies han estat relacionades amb l'olor provinent d'explotacions porcínes, aquestes s'han classificat en quatre grups principals: (1) àcids grassos volàtils, provinents de la fermentació microbiana de la fibra i alguns aminoàcids; (2) indols i fenols, provinents de la degradació dels aminoàcids aromàtics fenilalanina, tirosina i triptòfan; (3) compostos sofrats, provinents de la degradació dels aminoàcids sofrats metionina i cisteïna; i (4) amoníac i amines volàtils, provinents de la

degradació de la urea i d'aminoàcids, respectivament. El segon i tercer grup de compostos són en gran mesura els causants de les males olors, ja que són altament ofensius i tenen un llindar de detecció molt baix. Donat que aquests provenen de la degradació d'aminoàcids, totes les mesures descrites anteriorment per reduir l'excreció de N contribuiran en gran mesura a reduir també les males olors. Tanmateix, cal evitar l'ús de fonts de proteïna riques en aminoàcids sofrats com les farines de peix i farines de plomes.

05 Conclusions

L'emissió de substàncies contaminants en les dejeccions ramaderes pot ser reduïda mitjançant una millor alimentació del bestiar. El principal mecanisme de reducció és la utilització de pinsos amb un menor contingut en

proteïna i fòsfor. Això, però, s'ha d'aconseguir sense que es vegi afectada la productivitat dels animals. La utilització d'aminoàcids lliures de síntesi per millorar l'equilibri entre els aminoàcids, així com l'ús de fitases per augmentar la digestibilitat del fòsfor fític són d'especial interès. Per evitar aportacions excessives de nutrients, és també molt important realitzar canvis freqüents en la composició del pinso per poder adequar l'aportació de N i de P a les necessitats dels animals, les quals disminueixen amb l'edat.

06 Autor



Torrallardona Llobera, David
Departament de Nutrició Animal.
IRTA-Centre de Mas Bové.
David.Torrallardona@irta.es

EMMAGATZEMATGE DE DEJECCIONS RAMADERES



Foto 1. Sistema de recollida de sucs del femer cap a un dipòsit per al líquid d'escolament. M.R. Teira.



Foto 2. Bassa de purins impermeabilitzada amb una làmina plàstica i amb tancament perimetral. M.R. Teira.

01 Introducció

L'ús principal de les dejeccions ramaderes és l'aplicació al sòl, ja sigui com a adob o bé com a esmena orgànica. Aquesta és la millor manera de valorar-les econòmicament i ambientalment.

Per optimitzar l'ús de les dejeccions com a adob, és a dir, aplicar-les en el moment necessari i en la dosi adequada, és imprescindible disposar d'un sistema d'emmagatzematge

apropiat a les característiques de l'explotació agroramadera. En qualsevol cas, però, el sistema d'emmagatzematge ha de ser impermeable i prou "robust" (de suficient capacitat) per fer front a la realitat canviant de l'explotació (rotacions de cultiu, èpoques de pluja continuada que impedeixen entrar als camps, etc.). A més, l'emmagatzematge pot reduir la càrrega inicial de microorganismes patògens de manera significativa, tot i que no garanteix la higienització total.

02 Sistemes d'emmagatzematge

La quantitat i composició de les dejeccions produïdes depèn tant del tipus d'animal com de les instal·lacions i pràctiques de maneig que s'hi realitzen (Babot et al., 2004). En termes generals, s'anomena fem les dejeccions que presenten més d'un 15% de matèria seca (MS) i es poden apilar. Quan el contingut de MS és inferior al 15%, s'anomenen dejeccions semisòlides i quan el contingut de MS és pròxim al 5% o inferior s'anomena purí.



El sistema d'emmagatzematge ha de ser impermeable i de suficient capacitat per fer front a la realitat canviant de l'explotació (rotació de cultius, pluges, malalties, etc.)

Les dejeccions ramaderes líquides s'emmagatzemen en tancs (rectangulars o circulars), basses i fosses. Els tancs rectangulars solen ser d'obra, de formigó, i han d'estar impermeabilitzats per una làmina de plàstic o per qualsevol altre sistema que en garanteixi el segellat i la impermeabilització total. Pel que fa als tancs circulars, s'acostumen a construir amb làmines corbes d'acer o amb blocs de formigó. Els tancs poden estar totalment o parcialment soterrats. Les basses poden ser excavades a terra o bé d'obra sempre que se'n garanteixi la impermeabilitat. El purí també es pot emmagatzemar temporalment a les fosses (situades sota les instal·lacions de l'explotació que allotgen el bestiar) fins que es buiden cap a la bassa o tanc d'emmagatzematge o s'aplica al sòl.

Per preservar el valor fertilitzant de les dejeccions, és aconsellable cobrir les basses. Així s'evita l'entrada d'aigües de pluja i la volatilització d'amoníac. Es poden cobrir amb plàstics o bé amb una coberta flotant, com ara palla picada o la crosta que es forma espontàniament. Aquestes cobertes poden implicar limitacions tècniques i operacionals. És a dir, la decisió de quin tipus de coberta és preferible, s'ha de prendre en cada cas particular. Per la gestió dels fems cal disposar de femers degudament impermeabilitzats i que garanteixin la recollida dels llixiviats. Els llixiviats es recullen amb un sistema de col·lectors i es canalitzen cap al dipòsit per líquids (Foto 1). Quan el fem no té molt líquid, pot ser suficient disposar d'un femer construït en contrapendent (Figura 1) de manera que els llixiviats quedin confinats dins del femer i absorbits pel fem sense crear un toll.

Les dejeccions semisòlides s'han d'emmagatzemar en una bassa. El complicat maneig d'aquestes dejeccions es facilita amb una separació de fases (sòlida i líquida) prèvia a l'emmagatzematge. La separació de les dues fases es pot fer deixant escórrer les dejeccions líquides

Figura 1. Exemple d'un femer amb contrapendent (vista lateral).

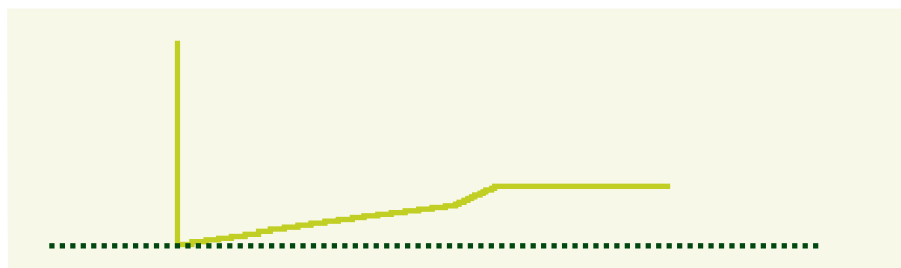
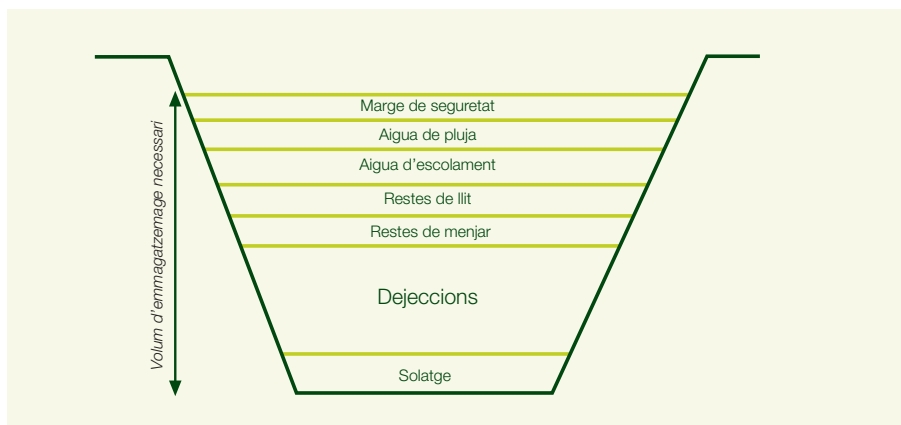


Figura 2. Volum d'emmagatzematge necessari (adaptat de ASAE, 2004).



cap a la bassa i empenyent la resta cap al femer, o bé amb un filtre de premsa capaç de separar les dues fases.

03 Capacitat dels sistemes d'emmagatzematge

Les explotacions ramaderes han de disposar d'una capacitat d'emmagatzematge suficient per encabir-hi, durant el temps en què l'aplicació agrícola com a adob no és possible, les dejeccions ramaderes generades, les restes de menjar, les aigües residuals de neteja, dels abeuradors, etc. (Figura 2). Es recomana evitar l'entrada de l'aigua de la pluja al sistema per no incrementar innecessàriament les necessitats d'emmagatzematge.

Per estimar la freqüència de buidatge, cal considerar:

- la superfície de terres cultivades de l'explotació
- la rotació de cultius
- les èpoques òptimes d'aplicació de dejeccions
- la dosi òptima per a cada cultiu

Això permet fer una primera aproximació de les sortides (volum i moment) de dejeccions ramaderes del sistema d'emmagatzematge.

L'única forma de garantir la correcta aplicació agronòmica de les dejeccions ramaderes és disposar d'un sistema d'emmagatzematge prou robust per poder fer front a situacions adverses que alteren la planificació de la gestió de les dejeccions ramaderes de l'explotació. Per exemple, pluges continuades coincidents amb l'època d'aplicació de les dejeccions poden retardar les aplicacions fins a 2 o 3 mesos. Les condicions sanitàries també poden impedir l'aplicació al sòl de les dejeccions ramaderes, etc.

Des del punt de vista de la normativa, la capacitat d'emmagatzematge ha de ser superior a 4 mesos i ha de permetre una correcta gestió de les dejeccions. El Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca (DARP) considera que l'autonomia suficient mínima, mesurada en mesos, en funció de les possibilitats d'aplicació de les dejeccions ramaderes és la que es presenta a la Taula 1.

La naturalesa de les dejeccions ramaderes força a realitzar les aplicacions bàsicament en fons. Normalment, només els productes més líquids (i de relació C/N baixa) com els purins, es poden aplicar quan el cultiu ja està implantat. Per tant, es considera que l'autonomia mínima d'emmagatzematge ha de ser superior per a dejeccions ramaderes sòlides i de major valor orgànic que per a líquides (Taula 1).

04 Característiques constructives dels sistemes d'emmagatzematge

Des del punt de vista normatiu, el Reial Decret 324/2000 estableix que els sistemes d'emmagatzematge han de ser totalment impermeables.

04.01 Sistemes d'emmagatzematge per a dejeccions sòlides

Segons l'Ordre de 22 d'octubre de 1998, del Codi de bones pràctiques agràries en relació amb el nitrogen, els femers s'han de construir sobre sòl impermeable i de resistència suficient per suportar el pes del producte, com també el dels vehicles que puguin entrar a carregar i descarregar. El femer ha de disposar:

- d'un sistema de recollida de suc (Foto 1) i d'aigües pluvials
- de proteccions laterals per garantir que el femer no surti fora i privar l'entrada de líquids, altres materials, de persones o animals

És aconsellable, també, situar l'emmagatzematge de fems de nova construcció en emplaçaments en què s'ocasioni el mínim de molèsties per males olors. Per això, es tindrà en compte la direcció dominant del vent. En zones d'alta pluviometria, és recomanable cobrir els femers per evitar perdre valor fertilitzant dels fems i generar més lixiviat.

04.02 Sistemes d'emmagatzematge per a dejeccions líquides i semisòlides

Els tancs o basses han de ser estancs per evitar els fluxos de líquids (tant les infiltracions cap a les capes subterrànies com les infiltracions cap a l'interior del sistema d'emmagatzematge).

La fondària de la bassa de purins no ha de superar mai l'altura màxima a què pot treballar la bomba d'extracció dels purins de la bassa. D'aquesta manera es minimitza el solatge.

Per a la correcta construcció de dipòsits per emmagatzemar dejeccions líquides i semisòlides el Codi de bones pràctiques agràries, en relació amb el nitrogen, recomana:

- tenir cura amb l'elecció del terreny. Els sòls han de ser estables i impermeables,
- garantir la resistència de les parets del dipòsit a les pressions laterals del líquid. En dipòsits rectangulars o quadrats cal reforçar els angles, mentre que si són cilíndrics les forces es reparteixen uniformement,

Taula 1. Autonomia d'emmagatzematge (en mesos) de les dejeccions necessària a les explotacions ramaderes segons la ubicació (cultius de la zona) i la consistència del producte (DARP, 2005).

Ubicació de l'explotació		Autonomia d'emmagatzematge (mesos)		
Comarques	Municipi	Fem	Gallinassa	Purí
Alt Urgell, Alta Ribagorça, Berguedà, Cerdanya, Pallars Sobirà, Ripollès, Val d'Aran	Tots els municipis	7	6	5
Anoia, Bages, Garrigues, Noguera, Pallars Jussà	Municipis en zona de secà (*)	7	6	6
Pla d'Urgell, Segarra, Segrià, Solsonès, Urgell	Municipis en zona de regadiu (*)	6	5	4
Alt Empordà, Baix Empordà, Garrotxa, Gironès, Pla de l'Estany, Selva, Osona, Vallès Occidental, Vallès Oriental	Tots els municipis	6	5	5
Alt Camp, Alt Penedès, Baix Camp, Baix Ebre, Baix Llobregat, Baix Penedès, Barcelonès, Conca Barberà, Garraf, Maresme, Montsià, Priorat, Ribera d'Ebre, Tarragonès, Terra Alta	Tots els municipis	7	6	6

(*) Consulteu www.genecat.net/darp/c/ramader/dejecram/dejec13.htm

Figura 3. Estratificació natural dels nutrients deguda a l'emmagatzematge dels purins (Irañeta et al., 2002).

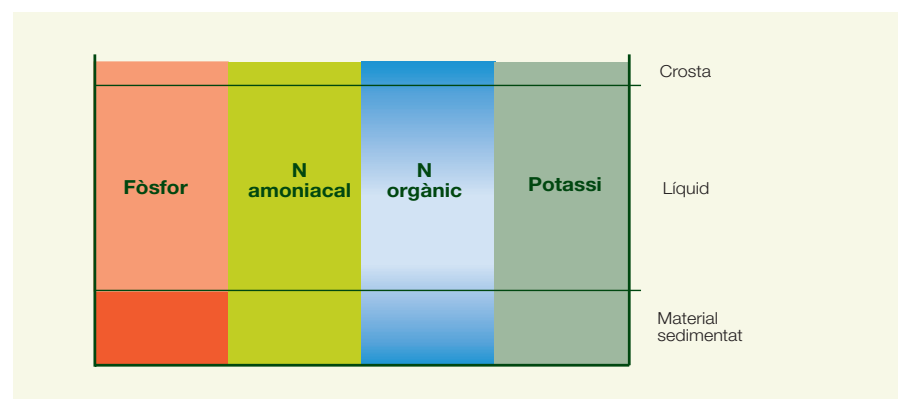


Figura 4. Evolució del contingut de nutrients durant el buidatge d'una bassa (Irañeta et al., 2002).

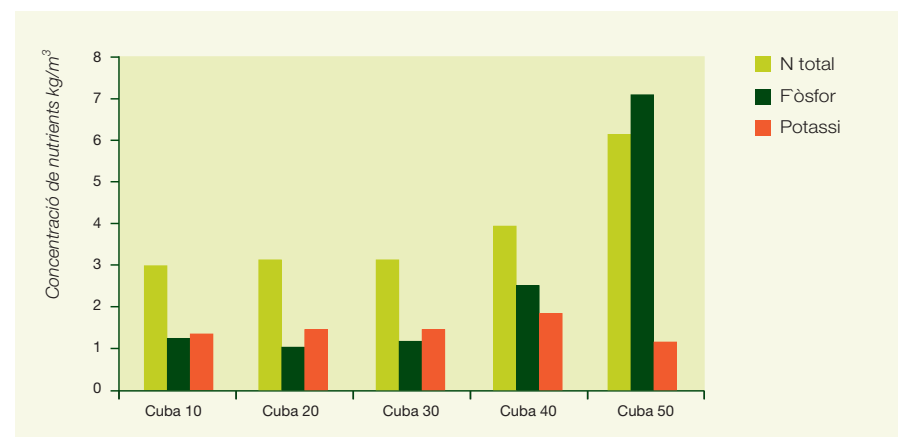




Foto 3. Bassa de purins amb tancament perimetral. M.R. Teira.

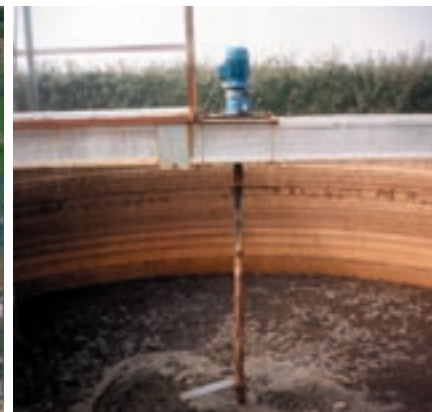


Foto 4. Remenador instal·lat permanentment al tanc de purins. A. Magri.

- en dipòsits soterrats cal garantir la resistència de les parets a la pressió exterior del terra i de les aigües d'infiltració, principalment quan estan buits,
- usar materials de recobriments impermeables. Si són de làmina plàstica (Foto 2), cautxú, etc., cal tenir present la vida útil del material i evitar agressions mecàniques,
- que el terra dels dipòsits tingui un pendent del 5 al 10% cap a la sortida o punt de bombeig.

05 Mesures de seguretat en el maneig de les dejeccions

Es recomana que les basses exteriors soterrades o a nivell disposin d'un tancament perimetral per evitar accidents i l'entrada d'animals (Foto 3).

Durant l'emmagatzematge, les dejeccions ramaderes (tant sòlides com líquides) es degraden i fermenten, i donen lloc a gasos tòxics: el sulfid d'hidrogen (H_2S), el diòxid de carboni (CO_2), l'amoniac (NH_3) i el metà (CH_4).

Tots aquests gasos tenen efectes negatius sobre la salut humana i el medi ambient. Per exemple, a concentracions baixes el sulfid d'hidrogen fa olor d'ous podrits i provoca la irritació dels ulls i el nas. Mai no s'ha de baixar a un tanc o bassa que estigui soterrat sense extreure al màxim les mesures de seguretat. A l'interior s'hi poden acumular gasos tòxics, més pesats que l'aire, que poden provocar mareig i pèrdua de consciència, amb conseqüències molt greus. Remoure manualment el purí, entrar a la bassa o dipòsit després de buidar-los per reparar o fer alguna inspecció de l'estat de la bassa, trencar la capa seca superior de la massa de fem, etc., són operacions altament perilloses i poden causar accidents molt greus.

06 Optimització de l'aprofitament de les dejeccions ramaderes: homogeneïtzació de les dejeccions líquides i semisòlides

Una correcta fertilització amb dejeccions ramaderes passa per conèixer el producte que s'aplica, ajustar la dosi d'aplicació a les necessitats dels cultius i fer aquesta aplicació de forma homogènia en tota la parcel·la. En aquest sentit, s'ha de tenir en compte que als dipòsits d'emmagatzematge per a dejeccions líquides i semisòlides es produeix una estratificació natural dels purins (Figura 3). A la part superior del dipòsit es forma una crosta de materials menys densos que tendeix a assecat-se. Al fons, hi sedimenten els materials més densos, i a la part central hi resta la fracció líquida.

Mentre que el potassi i la fracció amoniacal del nitrogen es distribueixen de manera homogènia en fondària, el fòsfor i el nitrogen orgànic es concentren en un o dos estrats (Figura 3).

Si no s'homogeneïzen les dejeccions abans del buidatge, el valor fertilitzant de les dejeccions varia durant el buidatge del dipòsit (Figura 4). El purí de les últimes cubes és molt més ric en nitrogen i en fòsfor.

Per tant, és imprescindible homogeneïtzar el producte abans del buidatge per fer un bon ús de les dejeccions ramaderes com a adob. Els remenadors permeten millorar la uniformitat de la composició del producte que s'aplica al sòl (Foto 4).

El buidatge dels dipòsits d'emmagatzematge es pot fer per gravetat (caldrà disposar d'un desnivell a la solera) o bé per bombeig (imprescindible quan el dipòsit està soterrat). El bombeig millora l'homogeneïtat del valor fertilitzant del producte.

07 Bibliografia

ASAE STANDARDS (2004) *Manure Storages*. EP393.3.

BABOT D., ANDRÉS N., DE LA PEÑA L. i CHÁVEZ E. R. (2004) *Tècniques de gestió mediambiental en producció porcina*. Fundació Catalana de Cooperació. També disponible a Internet: http://www.projectetrama.com/interior.asp?mod=guies&u=gga_guies. Pàgina consultada el 3 de maig de 2006.

IRAÑETA J.G., ABAIGAR A. i SANTOS A. (2002) "Purines: ¿fertilizante o contaminante?". *Navarra agraria*, ISSN 0214-6401, núm. 132, 2002, pàg. 9-24. ISSN 0214-6401.

Millors tècniques disponibles. Document de referència sobre les millors tècniques disponibles per a la cria intensiva d'aviram i bestiar porcí. 2002. Disponible a <http://www.gencat.net/mediamb/ipp/documentacio//ramaderia%20intensiva-sumari-executiupdf>. Consultat el 3 de maig de 2006

ORDRE de 22 d'octubre de 1998, del Codi de bones pràctiques agràries en relació amb el nitrogen (DOGC núm. 2761, de 9.11.1998)

Real Decreto 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas. B.O.E. núm. 58, de 8-03-2000.

08 Autors



Ubach Miró, Núria
Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl, UdL
nubach@macs.udl.es



Teira Esmatges, M. Rosa
Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl, UdL
rosa.teira@macs.udl.es

MAQUINÀRIA PER A L'APLICACIÓ DE LES DEJECCIONS RAMADERES COM REGULAR PER MILLORAR LA DISTRIBUCIÓ D'ADOBES ORGÀNICS A LA PARCEL·LA



Aspiració de purí a una cisterna. Foto: CMA.



Càrrega de fem a l'escampador. Foto: CMA.

01 Introducció

La utilització de dejeccions ramaderes o adobs orgànics de diferent procedència, aviram, porcí o boví, com a elements fertilitzants en l'agricultura és tan antic com la pròpia activitat agrícola.

L'aportació de matèria orgànica al sòl, juntament amb el subministrament de les unitats fertilitzants necessàries per al bon desenvolupament del cultiu, permet millorar els aspectes estructurals del sòl, incrementar la presència de la fauna útil i reduir el nivell d'utilització de fertilitzants d'origen químic.

Però l'abús i ús indiscriminat de distribucions de fems, sovint damunt les mateixes superfícies de conreu, poden originar greus problemes al medi ambient.

01.01 Codi de bones pràctiques agràries

Aquesta distribució de fems ha de complir els requeriments especificats en la Directiva 91/676/CEE, de 12 de desembre de 1991, relativa a la protecció de les aigües contra la contaminació produïda per nitrats d'origen agrícola, i transposada a la legislació espanyola mitjançant el RD 261/1996, de 16 de febrer.

En aquest Reial decret, al seu article 5, s'estableix que les comunitats autònomes elaboraran un codi de bones pràctiques agràries.

A Catalunya, aquest codi de bones pràctiques agràries en relació amb el nitrogen es troba publicat a l'Ordre de 22 d'octubre (DOGC núm. 2761, de 9 de novembre de 1998).

D'aquesta manera els agricultors poden posar en pràctica aquest codi amb la finalitat de reduir la contaminació de les aigües per nitrats d'origen agrari.

A l'apartat de Fertilització del portal RuralCat es poden consultar textos referents a bones pràctiques agràries, vegeu pàgina web: www.ruralcat.net.

01.02 Caracterització del fem

Es considera fem sòlid l'adob mineral d'origen orgànic amb contingut de matèria seca (MS) superior al 15%. Aquells fems que el seu contingut sigui inferior al 15% es denominen fems semilíquids i quan el valor de la MS és a l'entorn del 5% es parla de purí, fracció líquida de les dejeccions animals. Tant el fem com el purí es poden considerar com a residu orgànic.

02 Distribució del residu orgànic

La problemàtica mediambiental originada actualment és deguda, majoritàriament, a la distribució de residu orgànic líquid, originat de la unió de dejeccions sòlides i líquides, juntament amb aportacions de l'aigua necessària per a la neteja de les instal·lacions. Conseqüentment caldrà prendre les mesures oportunes per evitar els problemes que es deriven de la contaminació de l'aigua, emissió d'olors, problemes higiènics sanitaris i efectes en les característiques del sòl.

Per tant, serà necessari determinar bé la dosi i escollir l'època adient per a la distribució del residu orgànic.

El càlcul de la dosi a distribuir s'ha de fer d'acord amb les consideracions ambientals ja esmentades i en funció de les necessitats en elements nutrients del conreu. Aquests plantejaments són bàsics per aconseguir una bona gestió mediambiental i agronòmica. Vegeu la pàgina web:

http://www.arc-cat.net/ca/publicacions/pdf/altres/fulleto_dej.pdf



Les màquines distribuïdores de fem i de purí han de complir amb els requeriments de la Directiva de Màquines 98/37/CE



Les màquines distribuïdores de dejeccions ramaderes estan fabricades amb material resistent i protegit contra la capacitat corrosiva del fem. Foto: CMA.

03 Problemes derivats de la utilització de les màquines

La utilització de màquines per distribuir fem i purí origina una sèrie de problemes d'organització i operatius com:

- Reduïda utilització de les màquines, a causa de la discontinuïtat de les operacions de distribució i la seva concentració en determinats períodes de l'any.
- Elevada incidència del temps de transport en relació al total necessari per a la distribució.
- Díficil control de la dosi a distribuir.
- Compactació del terreny derivada de l'excés de pes de les màquines a plena càrrega i de la seva petita amplada de treball.

Respecte a la compactació del terreny és interessant esmentar que:

- Després d'una distribució de fem, en terrenys lleugers i mitjans és adient una passada d'arada.
- Seria interessant marcar en les parcel·les les rodades de trànsit (trànsit controlat).
- Cal reduir la pressió exercida del terreny, limitant la massa per eix a 5÷6 t i utilitzant pneumàtics amples i de baixa pressió.
- S'ha d'evitar l'aplicació si el terreny està humit.
- Si les aplicacions són de purí, cal separar les fases de transport i d'aplicació, utilitzant màquines de dimensions més petites en el camp.

04 Màquines per distribuir fems

Entre les màquines de distribució de dejeccions ramaderes que pertanyen al grup 05.2. Equips distribuïdors de fems, d'acord amb la classifica-

ció funcional de maquinària agrícola (ISO 3339/09), cal esmentar els escampadors de fems, les escampadores de fems amuntegats, tancs o cisternes de purins i injectors de purins.

Aquestes màquines han de complir la normativa de seguretat de maquinària agrícola (UNE-EN 1553) i de màquines distribuïdores de fem (UNE-EN 690) i cisternes escampadores de purí (UNE-EN 707), Taula 1.

Les màquines per a la distribució de fems han de portar la marca CE i el fabricant o distribuïdor facilitarà el certificat CE de conformitat i el manual d'instruccions, d'acord amb la Directiva de Màquines 98/37/CE.

Les màquines per distribuir qualsevol tipus de residu orgànic tenen un problema en comú: l'alt desgast de les parts mòbils, a causa de la gran quantitat de productes a distribuir i de la capacitat corrosiva del fem i del purí. Per aquest motiu, aquestes màquines són fabricades amb materials resistents o adientment protegits (acer

galvanitzat, vitrificat, acer inoxidable, vernís resistent als atacs químics).

04.01 Distribució de fem sòlid

Les característiques a sol·licitar a aquest grup de màquines de distribució de fem sòlid són:

- Accionament directe des del lloc de conducció amb sistemes hidràulics per a la distribució.
- Control de la dosi de distribució.
- Elevada capacitat de càrrega.

Els **remolcs escampadors de fem sòlid** són màquines agrícoles arrossegades, adaptades al transport del fem fins al camp i escampar-ho amb un cert grau d'uniformitat. Estan constituïts per les parts següents: xassis, caixa amb fons mòbil, sistema de distribució i transmissions per a l'accionament del fons mòbil i distribució.

La senyalització dels remolcs escampadors de fem ha d'estar assegurada de manera eficaç

Taula 1. Normativa tècnica de les màquines de distribució de fems

Norma	Àmbit d'aplicació
UNE-EN 690:1995	Maquinària agrícola. Distribuïdors de fem. Seguretat.
UNE-EN 707:2000	Maquinària agrícola. Cisternes escampadores de purí. Seguretat.
UNE-EN 13080:2003	Maquinària agrícola. Distribuïdors de fem. Protecció mediambiental. Requisits i mètodes d'assaig.
UNE-EN 13406:2003	Maquinària agrícola. Cisternes escampadores de purí i dispositius d'aplicació. Requisits i mètodes d'assaig per la uniformitat de la distribució.



La distribució de purí localitzada en superfície i millor en profunditat afavorirà l'eliminació de les olors

Cisterna de purí amb sistema de distribució: localització en profunditat, mitjançant enterradors o injectors. Foto: CMA.

com qualsevol altre remolc que circula per la carretera.

El sistema de distribució pot ser de descàrrega lateral o de descàrrega posterior. Actualment, predominen els remolcs escampadors de fem que porten rotors de descàrrega posterior, i que poden ser horitzontals o verticals. Els rotors horitzontals, en general, giren en el mateix sentit, mentre que els verticals ho fan en sentit contrari, un contra l'altre. Els rotors verticals poden assolir una amplada d'escampament de 2 a 4 vegades més que els horitzontals. El treball dels rotors d'escampar consisteix a atacar la massa de producte espen-tejat pel fons mòbil, esmicolar i projectar.

Com a dispositius adaptables als escampadors de fem clàssics i amb què s'aconsegueixen millores de distribució, esmentem:

- La **comporta de dosificació** que permet regular el cabal del fem que passa als rotors. S'obre verticalment i es troba situada entre la massa

del producte i els rotors d'escampat

- Els dispositius complementaris d'escampat o "**taules d'escampat**", que se situen en la perllongació posterior del fons de la caixa del remolc i porten associada una porta o panell deflector que cobreix els rotors convencionals.
- La **coberta orientadora** col·locada darrere dels rotors horitzontals fa de pantalla i permet projectar el fem esmicolat damunt els plats rotatius.

A continuació es faciliten alguns consells per evitar problemes d'obstruccions mitjançant la realització d'una càrrega amb cura del remolc:

- Carregar per davant en els equips de fons mòbil i per darrere en els de tauler empenyedor.
- Carregar en capes regulars i homogènies.
- No superar amb la càrrega el nivell de la barana superior del sistema escampador.
- Reduir l'altura de càrrega en la caixa per evitar la compactació del fem, si aquest presenta un

alt contingut de palla.

- Igualar la superfície del fem en la caixa.
- Evitar l'entrada de pedres amb el fem.
- Comprovar el correcte funcionament dels sistemes de seguretat.

En el moment de distribuir el fem s'ha de tenir present:

- Mantenir constant el règim de la presa de força i la velocitat d'avanç es mantindran constants.
- Treballar de manera ininterrompuda, sense arribar a finalitzar completament el contingut de la caixa.
- Evitar escampar el fem contra el vent.
- Verificar la bona adherència en els elements de propulsió, ja que la variació de la velocitat d'avanç afecta la dosificació.
- Fer un gran solapament entre passades per aconseguir una uniformitat acceptable.

El sistema de distribució ha de garantir una bona uniformitat transversal del fem sòlid damunt el



Els remolcs escampadors de fem i les cisternes de purí han de complir la normativa de seguretat viària. Foto: CMA.



Regular la maquinària d'aplicació de dejeccions ramaderes permetrà distribuir la dosi de fem i de purí correctament a la parcel·la

terreny i és l'element que caracteritza la màquina perquè determina la qualitat de l'operació i la possibilitat de l'adaptació als diferents tipus de fem.

En la incorporació de fem sòlid al terreny en conreus com fruiters, vinya, olivera, etc., pot resultar interessant la seva localització entre les línies de la plantació i a una profunditat adient, per no danyar les arrels en aquesta operació.

Per això, s'utilitzen remolcs escampadors de petita mida que disposen d'una rella central, prou ampla per permetre la descàrrega de fem en el solc que s'obri.

Pel que fa a la dosificació, aquesta serà proporcional a l'avanç de l'equip i, per tant, del fons mòbil del remolc. D'altra banda, s'aconsella la utilització de fem fet per evitar possibles obstruccions en la distribució.

04.02 Distribució de purí

Els **tancs distribuïdors de purí**, també anomenats **cisternes de purí**, són generalment

arrossegats, encara que també se'n troba algun d'autopropulsat.

Estan constituïts per:

- Xassis d'un, dos o tres eixos, amb un dipòsit d'acer galvanitzat en calent de 3.000 a 25.000 L de capacitat.
- Sistema de seguretat.
- Sistema de bombeig (distribució pneumàtica, compressor o distribució mecànica, amb bombes volumètriques) i dels circuits pneumàtics i hidràulics per alimentar i transmetre l'energia necessària per a l'ompliment i la distribució.
- Circuit d'ompliment.
- Sistema de distribució o repartiment.

La senyalització de les cisternes de purí ha d'estar assegurada de manera eficaç com qualsevol altre remolc que circula per la carretera.

Els frens que porten les cisternes de purí, igual que en els escampadors de fem, solen ser d'accionament hidràulic assistit i les llances d'enganxall poden estar preparades amb sistemes d'amortir.

Les cisternes de purí porten, en general, un sistema de càrrega pneumàtica per depressió. L'energia pneumàtica és subministrada per un compressor rotatiu, de paletes, accionat per la presa de força del tractor. Un sistema de vàlvula de comporta permet connectar l'aspiració del compressor amb l'interior de la cisterna en la càrrega.

L'operador vigila el nivell d'ompliment de la cisterna durant la càrrega mitjançant un indicador d'ompliment. Aquest no ha de superar el 90% del volum total de la cisterna.

Classificació de les cisternes de purí segons la manera de distribuir el purí:

a) Distribució a eixam en tota la superfície. Es pot realitzar mitjançant un **broquet o con** des del qual el raig impacta en un plat. Segons la posició del con, la direcció de la fragmentació del purí pot ser cap amunt o cap avall. Quan és cap amunt, la força del vent afavoreix la difusió de les olors i el raig pot ser desviat en relació al sentit d'avanç, mentre que cap avall, el problema del vent no és tan significatiu però l'amplada útil de treball és més petit.

Qualsevol que sigui el principi, la distribució del dispositiu amb broquet únic és de mala qualitat i difícilment s'aconsegueix una dosi precisa.

En resum, els inconvenients d'aquest sistema són:

- Manca de precisió en el repartiment transversal i en l'amplada d'escampar.
- Afavoreix l'emissió d'olors.
- Provoca la volatilització de l'amoniac (NH_3).

La distribució mitjançant un **canó deflector** no és recomanable, ja que els inconvenients esmentats anteriorment amb aquest sistema encara es posen més de manifest.

Un altre sistema és la **distribució mitjançant una barra de distribució amb broquets** que es basa en el principi de broquet únic, però les sortides són múltiples de 2 a 16. L'ample de treball d'un broquet és de 0,75 a 3 m, per tant l'amplada de treball estarà en funció del nombre de broquets. Un bon compromís sembla ser 8 broquets per a 12 m, l'augment del nom-



Cisterna de purí amb sistema de distribució en tota la superfície mitjançant un con-plat. Foto: CMA.



Cisterna amb sistema d'injecció localitzat en superfície: barra amb allargadors o conduccions independents. Foto: E. Gil.

bre de broquets augmenta els riscos d'obstrucció.

Aquest sistema ha de portar dispositius anti-goteig que, a vegades, es combinen amb el dispositiu de plegat cap amunt de cada una de les conduccions secundàries que alimenten cada un dels broquets.

La utilització de les barres és aconsellada per a uns purins líquids en associació amb un **repartidor-tallador**, amb ganivetes circulars, per impedir les obstruccions en les sortides individuals, de diàmetre entre 40 i 60 mm.

Les exigències mediambientals en la distribució de purí han provocat l'interès dels sistemes que utilitzen diversos broquets, redueixen l'altura de llançament i per tant l'emissió d'olors.

b) Localització en superfície mitjançant un sistema de barra en filera amb allargadores o conduccions independents. Aquest sistema està constituït per una estructura d'on pengen de 20 a 80 tubs flexibles, en un ample de 6 a 24 m, la distància entre les sortides és de 25 a 30 cm.

La utilització d'una barra amb conduccions penjades suposa també l'associació d'un **repartidor-tallador**. El principal avantatge de les mànegues penjades és disposar el purí a pocs centímetres del sòl. Per tant, la reducció de les olors és significativa. A més l'absència d'esquitxades permet la distribució en conreus alts com cereals d'hivern, blat de moro, etc.

c) Localització en profunditat, mitjançant enterradors o injectors que es diferencien segons la seva utilització, Taula 2.

- **Els enterradors per a conreus**, abans de la sembra, efectuen sovint un treball d'arada del rostoll, al mateix temps que injecta el purí a una profunditat de 10 a 20 cm,. Aquest treball es realitza amb l'ajuda de relles, muntades damunt de braços més o menys flexibles amb puntaescarificadora o extirpadora, tipus "cua d'oreneta".
- **Els enterradors per a pastures** treballen a unes profunditats menys importants, entre 3 i 5 cm. Permeten dipositar el purí directament en contacte amb el sistema d'arrels i

no deixen darrere de la seva passada més que un lleuger solc, i s'utilitzen discs acanalats. Els solcs solen estar entre els 25 i 30 cm. La potència de tracció és menys elevada que d'un enterrador per a conreus.

- **Els enterradors mixtes o polivalents**, per la seva concepció així com per la seva amplada i profunditat variables, poden actuar en terrenys nus o en pastures.

Aquests equips resolen, en part, els problemes lligats a la distribució de purins. El producte està directament revalorat pel seu enterrament i les pèrdues d'adob són mínimes. A més, cadascú d'ells presenta avantatges i inconvenients (Taula 3).

Taula 3. Avantatges i inconvenients de la localització en profunditat mitjançant enterradors o injectors de purí.

Avantatges	Inconvenients
No impregna la part aèria de les plantes.	Major complexitat de la distribució.
Evita les emissions de nitrogen a l'atmosfera.	Major consum energètic de l'aplicació.
Es controla millor l'emissió de mals olors.	Possibles danys en les pastures per l'acció dels discs o relles de les botes.
No hi ha problemes d'escorrentia de purí pel sòl, no es contaminen les aigües superficials.	No es pot transitar pel terreny després de la distribució.
Permet distribuir el purí a prop de les zones urbanes.	Origina escolament no desitjat en els solcs d'enterrament, provocant el fenomen d'allisat.

Taula 2. Diferències entre els tipus d'enterradors o injectors de purí segons s'apliquin a pastures, a sòls llaurats o a ambdós.

Tipus d'enterradors o injectors de purí	Profunditat de treball	Espaiament entre els elements enterradors o injectors	Característiques
Per a pastures	Reduïda de 4 a 10 cm	De 20 a 25 cm	Rella injectora estreta col·locada darrere d'un disc llis que talla verticalment el sòl. Roda posterior amb la finalitat de regular la profunditat i compactar el solc obert.
Per a sòls llaurats	De 10 a 20 cm	De 50 a 70 cm	El tipus d'element de preparació del sòl associat a l'injector dependrà de la quantitat de rostoll: - Enterradors amb relles acompanyats o no d'algun atifell nivellador rotatiu. - Enterradors amb disc i ganiveta simple amb o sense disc de tancament o rodes compactadores - Enterradors amb dos discs
Polivalents (per pastures i sòls llaurats)	De 10 a 20 cm	De 40 a 70 cm	Enterradors de discs verticals (plans o còncaus / llisos o acanalats) Cal tenir cura en la regulació en funció de la naturalesa particular del sòl d'escampament, en particular pastures en pendent.



Amb la distribució localitzada en profunditat mitjançant les cisternes de purí amb injectors s'aconsegueix evitar les pèrdues de nitrogen a l'atmosfera



Escampador de fem amb descàrrega lateral, adient per localitzar el fem en una línia de plantació. Foto CMA.

05 Regulacions a les màquines de distribuir fem i purí

Per fer una correcta distribució de fem s'han de considerar els paràmetres: dosi per hectàrea (ha), velocitat d'avanç, amplada de treball i cabal.

a) Dosi per hectàrea, D

La dosi per hectàrea es calcularà d'acord amb el balanç de fertilitzants a aportar a la parcel·la de conreu.

La determinació de la dosi de producte a distribuir en camp està condicionada a la velocitat d'avanç i a l'amplada de treball.

Per tant, la dosi, D, en t/ha, ve determinada per la relació:

$$D \text{ (t/ha)} = [q/(a \cdot d)] \cdot 10$$

on:

q = quantitat de fem, en kg

a = amplada de treball, en m

d = distància recorreguda fins a buidar la càrrega de fem establerta, en m

b) Velocitat d'avanç, v

Per saber la velocitat d'avanç teòrica cal consultar les corbes de funcionament del tractor o bé preguntar al tractorista, per tal de fixar un règim del motor i una marxa del tractor.

A continuació, cal determinar la velocitat real del conjunt tractor més màquina de distribuir, determinant el temps que tarda en recórrer una distància prefixada. Es recomana 100 m.

La velocitat, v, en km/h, ve determinada per la relació:

$$v \text{ (km/h)} = (e/t) \cdot 3,6$$

on:

e = distància recorreguda, en m

t = temps, en s

c) Amplada de treball, a

El fabricant de la màquina distribuïdora de fem o de purí ha de facilitar l'amplada teòrica de treball en els seus catàlegs tècnics.

L'amplada de treball és la distància compresa entre el centre de dues passades adjacents.

L'amplada de projecció és la distància compresa entre els extrems dret i esquerre d'una distribució transversal. Per tant, la determinació correcta de la distància entre passades permetrà obtenir el solapament adient per a una distribució uniforme. Cal saber, doncs, l'amplada de projecció de la màquina. Aquesta pot coincidir o no amb l'amplada de treball. En el cas d'un escampador de fem no coincideix, però, en el cas d'una cisterna de purí amb injectors localitzats en superfície o en profunditat si coincideixen.

El paràmetre coeficient de variació, CV, en percentatge, informa de la qualitat de la distribució, és a dir del repartiment del fem a la parcel·la. D'aquesta manera per a un CV inferior a 20% la distribució de cisternes de purí és satisfactòria (Taula 4) mentre que per als escampadors de fem és un CV inferior al 30%.

Taula 4. Escala d'avaluació de la precisió de distribució transversal en cisternes de purí. Font :FAT, Suïssa (1999).

Coeficient de Variació, CV	Avaluació de la distribució transversal
< 10 %	Molt bona
10 – 15 %	Bona
15 – 20%	Satisfactòria
20 – 30 %	Regular
> 30 %	Insuficient

L'amplada de treball i l'amplada de projecció es poden determinar en el camp, adaptant el procediment establert a la norma UNE-EN 13080: 2002 per a escampadors de fem i a la UNE-EN 13406: 2002, per a cisternes de purí.

Un altre mètode pràctic de determinació de l'amplada de treball està explicat a RuralCat, a la pàgina web:

http://www.ruralcat.net/ruralcatNews/resources/612723_10_calibracio_equips.pdf

Per tant, d'acord amb el manual d'instruccions adequem el sistema de distribució per tal d'aconseguir l'amplada de treball correcta.

d) Cabal de fem, Q

El cabal, en kg/s, ve determinat per la relació:

$$Q \text{ (kg/s)} = (D \cdot a \cdot v) / 36$$



Determinació de la uniformitat de distribució transversal d'un escampador de fem mitjançant caixes, d'acord amb Norma UNE-EN 13080:2003. Foto: CMA



Diagrama triangular de recollida de líquid de les caixes d'una cisterna amb con i plat. Foto: CMA.

on:

D = quantitat de fem a distribuir, en t/ha

a = amplada de treball, en m

v = velocitat d'avanç, en km/h

Ara, cal regular el sistema de dosificació de la màquina per tal d'obtenir el cabal determinat. Segons la tipologia de la màquina es procedirà d'una manera o altra d'acord amb el manual d'instruccions.

Com a resum, les fases per regular una màquina de distribució de dejeccions ramaderes són:

- Determinar la velocitat d'avanç del conjunt tractor més màquina.
- Determinar l'amplada de treball
- Adequar el sistema de dosificació per obtenir el cabal determinat.

05.01 Exemple de regulació d'un escampador de fem

En primer lloc, s'identifica el conjunt tractor més màquina de distribuir: marca, model i característiques tècniques.

D'acord amb el balanç de fertilització i una prova de distribució de la màquina en camp es fixa la dosi: 18 t/ha

A continuació es determina la velocitat d'avanç:

- Per a una distància de 100 m, el temps de recorregut del tractor més l'escampador de fem és 60 s.

Per tant, la velocitat és:

$$v = (100/60) \cdot 3,6 = 6,0 \text{ km/h}$$

Es determina en camp l'amplada de treball:

- Realitzades les diferents passes, es pesa el fem recollit en les diferents caixes distribuïdes transversalment en la direcció d'avanç del conjunt tractor més màquina, i amb les dades s'elaboren les gràfiques i es determina l'amplada de treball: 10 m.

Per tant, el cabal teòric a subministrar serà:

$$Q = (18 \cdot 10 \cdot 6) / 36 = 30 \text{ kg/s}$$

Aleshores caldrà ajustar el sistema de dosificació que porti l'escampador de fem per a aconseguir aquest cabal de 30 kg/s.

- Una manera de determinar el cabal és pesar l'escampador de fem amb la càrrega, després, durant un temps determinat, per exemple 3 min., es distribueix el fem per la

parcel·la d'acord amb la velocitat de treball i amb el previ ajust del sistema de dosificació i de distribució, i a continuació tornar-la a pesar. D'aquesta manera, per diferència es pot saber la quantitat que s'ha buidat, i com que se sap el temps invertit, es pot determinar el cabal emès. En conseqüència, cal ajustar el sistema de dosificació fins a aconseguir el cabal determinat.

El coneixement de l'amplada de treball ens ajudarà a corroborar en camp que s'està distribuint la dosi correcta.

És important recordar que les característiques del fem i del purí tenen una gran influència en el cabal de la màquina. Per això es recomana realitzar una regulació prèvia per a cada tipus de fem i de purí.

06 Incorporació d'innovacions tecnològiques a les màquines de distribució de dejeccions ramaderes

Per solucionar la problemàtica que suposa mantenir exactament la dosi teòrica durant la distribució de fem o purí en camp, ja que la velocitat d'avanç es veu afectada per les variacions relacionades amb l'estat del terreny, els fabricants estan introduint sistemes electrònics per controlar-la. Per tant, presenten les solucions següents:

a) Incorporació de sensors

Un sensor determina el cabal de fem, mitjançant la mesura de la rotació de la bomba, i un altre, en-

registra la velocitat d'avanç mitjançant la mesura de la velocitat de rotació d'una roda motriu.

La informació és emmagatzemada i processada electrònicament, i així en tot moment facilita al conductor la dosi aplicada en temps real.

Per tant, si la dosi sobrepassa el percentatge màxim de variació, el conductor pot modificar la dosi variant la velocitat d'avanç.

L'inconvenient d'aquest sistema és la variació que experimenta el cabal de la bomba en funció del contingut de fem en matèria seca.

b) Sistema de regulació del cabal proporcional a l'avanç (CPA)

El paper dels sistemes CPA és de mantenir constant la dosi malgrat les variacions de la velocitat d'avanç, i actuar automàticament en la posició d'obertura de la vàlvula de distribució.

Quan la velocitat d'avanç tendeix a disminuir (patinatge o baixa el règim del motor o canvia la relació de velocitat), la vàlvula es tanca per reduir el cabal.

Un CPA pot portar incorporat:

- Vàlvula motoritzada, comandada per un servomotor o un vis elèctric
- Cabalímetre electromagnètic o d'ultrasons
- Sensor de velocitat d'avanç (de roda o de radar)
- Sensor de pressió
- Unitat de tractament de la informació
- Pantalla de visualització

En cisternes de purins, el sistema CPA permet assegurar una regulació de l'obertura de la vàlvula de sortida de la cisterna, en funció de la velocitat d'avanç i del cabal desitjat. En remolcs distribuïdors de fem sòlid, la col·locació d'un sistema de cèl·lula de càrrega que pesa les quantitats que surten de l'equip i manté la dosi constant, permet actuar en mode CPA.

07 Conclusions

És molt important que els fabricants de la maquinària de distribució de fems facilitin en els seus catàlegs informació tècnica, derivada dels assaigs de les màquines, amb la finalitat de millorar la uniformitat de la distribució i controlar la dosi aplicada.

Per reduir la contaminació produïda pels nitrats d'origen agrari, s'han d'incorporar les noves tendències tecnològiques: sistemes electrònics de regulació de cabal, dispositius GPS per establir mapes de distribució, sistemes de control hidràulics i electrònics, etc., amb la finalitat d'augmentar la precisió de la distribució de les dejeccions ramaderes.

També cal ser conscients de la importància de la regulació de la màquina i de la manera d'actuar per part de l'agricultor, amb la finalitat d'aconseguir un millor repartiment, una eliminació de les olors, mitjançant l'enterrament del purí, i una reducció de l'aplicació de les quantitats de fem líquid.

I, finalment, assenyalar que els remolcs o cisternes distribuïdores de fem sòlid i líquid han de complir amb tots els requeriments tècnics exigits pel Reglament general de vehicles, en relació a la circulació viària.

08 Bibliografia

BUENO, J.; PEREIRA, J.M. (2006) "Maquinaria especializada en distribución de fertilizantes orgánicos". *Vida Rural*, N°227, Año XIII-6/2006, pp.46-52

GIL, E. (2004) Ponència: *Maquinaria para la aplicación de fertilizantes orgánicos*. Jornada tècnica i demostració d'aplicació mecanitzada de fertilitzants orgànics, a Almenar. UPC. ESAB.

MÁRQUEZ, L. (2004) *Cuadernos de Agronomía y Tecnología. Maquinaria Agrícola. Maquinaria agrícola*. Madrid. B&H Editores. pp.449-480

THIRION, F.; CHABOT, F. (2003) *Épandage des boues résiduaires et effluents organiques. Matériels et pratiques*. París, Cemagref Editions. pp.191

GRACIA, F. (2001) *La maquinaria de aplicación como factor de calidad de la aplicación de residuos*. 5º Curso de Ingeniería Ambiental. Aplicación agrícola de residuos orgánicos. Lleida. Jaume Boixadera, M. Rosa Teira (eds.). Universitat de Lleida. pp.229-243

09 Autor



Gràcia Aguilà, Felip
Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
Centre de Mecanització Agrària
felipj.gracia@gencat.net



Determinació del cabal de cada una de les sortides d'una cisterna de purins. Foto AAMS Iberica.

TRACTAMENT DE LES DEJECCIONS RAMADERES



Explotació bovina on les dejeccions del bestiar s'acumulen en un femer annex. Foto: D. Lozano.



Bassa d'emmagatzematge de purins en una explotació porcina. Foto: A. Magrí.

01 Introducció

Agricultura i ramaderia han estat activitats complementàries durant molts anys. En aquesta conjuntura, les dejeccions del bestiar són un recurs valuós per tal d'adobar la terra alhora que la seva aplicació al sòl permet tancar el cicle de la matèria. La profunda transformació experimentada pel sector agropecuari en les darreres dècades ha comportat l'aparició d'una ramaderia industrial deslligada de l'activitat agrícola. Amb la intensificació de la producció s'accentua la necessitat d'una correcta gestió de les dejeccions per tal d'evitar que aquestes esdevinguin un problema mediambiental. Encara que l'actuació a prioritzar continui essent la seva utilització com a fertilitzant d'acord amb les necessitats dels cultius (vegeu *Dossier Tècnic núm. 6*), diversos factors poden fer recomanable un tractament.

La planificació de la gestió de les dejeccions cal realitzar-la en base a dues premisses: 1) la minimització de cabals en origen, 2) la correcta aplicació al sòl en funció del cultiu, l'espai i el temps. Satisfets aquests requeriments, pot donar-se el cas que el ramader no disposi de prou superfície accessible on fer l'aplicació, o que el transport a parcel·les llunyanes li representi un cost excessiu, o que necessiti adequar la seva capacitat d'emmagatzematge a les necessitats temporals dels cultius, o que li sobri una part del nitrogen que produeix, o que

les males olors que genera creïn un problema addicional a resoldre, etc. És en aquest moment quan cal plantejar-se els tractaments.

Un tractament és una eina tecnològica que permet adequar la qualitat i la quantitat de les dejeccions a la demanda existent. Tal i com s'apunta en l'anterior paràgraf, el tipus de tractament a aplicar depèn de la problemàtica a resoldre, encara que el propòsit final sempre sigui el mateix: augmentar la capacitat de gestió, i per tant, la capacitat de presa de decisions. Així doncs, no hi ha una solució universal única aplicable en qualsevol circumstància.

A Catalunya, avui, els nitrats són considerats el compost més problemàtic. Com a conseqüència de la seva elevada solubilitat, aquest ió pot ser rentat del sòl amb facilitat, i ser arrossegat fora de la zona accessible per a les arrels dels cultius, contribuint així a la contaminació d'aigües subterrànies. És per aquesta raó que la legislació actual està molt focalitzada en aquest problema i els plans de gestió s'han de realitzar en base al balanç de nitrogen. *El Manual del Codi de Bones Pràctiques Agràries en relació amb el Nitrogen* (<http://www.gencat.net/darp/c/camp/nitrogen/doc/cnitro01.pdf>) n'és la guia bàsica de treball. No es pot oblidar, però, que la legislació evolucionarà cap aconseguir el mínim impacte ambiental en relació a totes aquelles altres accions i compostos potencialment

pertorbadors del medi: metalls pesants, fòsfor, emissions de gasos i males olors a l'atmosfera, consum d'energia, etc. És doncs necessari, per tal d'escollir el tractament més adequat, avaluar la problemàtica en la seva globalitat.

El marc legal actual i els documents base de modificació o ampliació d'aquest orienten la tendència general respecte a la gestió i el tractament dels residus orgànics. La Directiva Europea 91/156/EEC de residus, estableix les bases per a la gestió d'aquests, i les seves paraules clau són: reducció, reciclatge i reutilització. La Directiva Europea 91/676/EEC, relativa a la protecció de les aigües contra la



El tipus de tractament a aplicar depenen de la problemàtica a resoldre, encara que el propòsit final sempre sigui el mateix: augmentar la capacitat de gestió

contaminació produïda per nitrats utilitzats en agricultura, estableix restriccions a l'ús d'adobs nitrogenats, entre els quals es troben els residus orgànics, en zones definides com a vulnerables, amb l'objectiu de lluitar contra la contaminació difusa. La Directiva Europea 96/61/EC relativa a la prevenció i control integrats de la contaminació, més coneguda com Directiva IPPC, estableix com a objectius la prevenció i reducció integrada de la contaminació (sòls, aigua i atmosfera) procedent d'una sèrie d'activitats, i introdueix els límits d'emissió segons les millors tècniques disponibles.

02 Característiques de les dejeccions ramaderes

No resulta senzill tipificar la composició de fems i purins. Molts factors hi influeixen: espècie animal, estat fisiològic, alimentació, sistema de maneig, gestió de l'aigua, sistema de neteja, època de l'any, etc. Cal tenir present que la composició de les dejeccions pot condicionar l'èxit d'un tractament. A nivell d'exemple, la Taula 1 mostra un rang de valors típic per a la composició de purins de porc, els quals, a grans trets es caracteritzen per:

- Contingut elevat en aigua, superant fàcilment el 90%. Aquest baix contingut en sòlids totals (ST) és el principal limitant per al seu transport. A nivell terminològic, el contingut en aigua d'unes dejeccions s'utilitza com a criteri per diferenciar entre fems i purins.
- Contingut baix en matèria orgànica. Aquest paràmetre es mesura a partir dels sòlids volàtils (SV) o bé de la demanda química d'oxigen (DQO). La relació SV/ST indica la fracció dels sòlids assimilable a orgànica. Elevats temps d'emmagatzematge dels purins sota els engrallats de les naus suposa la volatilització de compostos orgànics volàtils, i això



En el moment de la seva generació, les dejeccions ramaderes no contenen quantitats elevades de nitrats. Aquest ió es forma amb posterioritat, a partir de l'oxidació biològica de l'amoni

Taula 1. Composició, sobre matèria fresca, de purins de porc (Bonmatí, 2001).

Paràmetre	Unitats	Mínim	Màxim	Mitjana
pH	-	6,56	8,70	7,68
Alcalinitat total	g CaCO ₃ kg ⁻¹	5,08	59,25	21,47
Sòlids totals	g kg ⁻¹	13,68	169,00	62,16
Sòlids volàtils	g kg ⁻¹	6,45	121,34	42,33
Demanda química d'oxigen	g O ₂ kg ⁻¹	8,15	191,23	73,02
Nitrogen total Kjeldahl	g N kg ⁻¹	2,03	10,24	5,98
Nitrogen amoniacal	g N kg ⁻¹	1,65	7,99	4,54
Fòsfor	g P kg ⁻¹	0,09	6,57	1,38
Potassi	g K kg ⁻¹	1,61	7,82	4,83
Coure	mg Cu kg ⁻¹	9	192	40
Zinc	mg Zn kg ⁻¹	7	131	66

lització de compostos orgànics volàtils, i això redueix la seva disponibilitat per a posteriors processos de tractament que requereixin de matèria orgànica biodegradable, com ara la producció de biogàs o la desnitrificació.

- Contingut alt en nitrogen amoniacal. El nitrogen amoniacal (N-NH₄⁺) representa al voltant del 75% del nitrogen total Kjeldahl (N_{TK} = N-NH₄⁺ + N_{orgànic}) contingut en els purins. Aquest fet junt amb la poca matèria orgànica present situa als purins més propers a un fertilitzant mineral que a una esmena orgànica. Cal notar que, en el moment de la seva generació, les dejeccions ramaderes no contenen quantitats elevades de nitrats (N-NO₃⁻). Aquest ió es forma amb posterioritat a l'aplicació, a partir de l'oxidació biològica de l'amoni en les capes superficials del sòl.
- Contingut apreciable en fòsfor i potassi, elements fertilitzants necessaris per als cultius.
- Contingut apreciable en metalls. En el cas d'aplicació al sòl, aquests metalls es van acumulant i poden arribar a ocasionar problemes de fitotoxicitat.
- Elevada capacitat tampó, segons indica la seva alcalinitat. Aquest fet afavoreix alguns processos de tractament, com per exemple la nitrificació, però en dificulta altres, especialment aquells que requereixen una modificació del pH.

03 Processos i estratègies de tractament

Cal entendre com a procés de tractament aquells procediments que permeten aconseguir un objectiu concret. Aquests processos alhora podran combinar-se per tal de donar lloc a estratègies globals de tractament.

No hi ha cap tractament que faci desaparèixer completament els purins o els fems. Els únics components eliminables, mitjançant la seva transformació en compostos gasosos innocus pel medi ambient, són l'aigua, la matèria orgànica i el nitrogen, els quals poden convertir-se en vapor d'aigua, diòxid de carboni (CO₂) i nitrogen molecular (N₂). La resta de components tan sols es pot separar o concentrar.

Sense pretendre ser exhaustius, en la Taula 2 s'enumeren alguns dels processos aplicables al tractament de les dejeccions del bestiar. Més informació sobre aquests processos pot trobar-se a la web <http://www.arc-cat.net/ca/altres/purins/guia.html> (Campos et al., 2004).

La combinació de processos pot portar a diverses estratègies de tractament. La solució idònia dependrà de cada problemàtica. Davant la necessitat d'aplicar un tractament, cal decidir si aquest s'ha de fer en la pròpia granja o bé,

de manera col·lectiva, en una planta gestora de residus. La millor opció serà aquella que impliqui un menor cost, tenint en compte els costos totals de transport i tractament (inversió i explotació).

04 Solucions a un excipient de nitrogen

En cas que interressi donar solució a una situació d'excipient de nitrogen causat per dejeccions de tipologia assimilable a un líquid (purins), dues actuacions poden ser aconsellables: (04.01) eliminar mitjançant nitrificació-desnitrificació prèvia separació de fases o (04.02) concentrar per tal d'abaratir l'exportació cap a zones deficitàries. Els processos de concentració poden veure's

afavorits per una digestió anaeròbia prèvia. Si les dejeccions responsables de l'excipient fossin de tipologia sòlida (fems i gallinasses), la millor opció seria un tractament basat en el procés de (04.03) compostatge i posterior exportació del compost produït.

04.01 Eliminació de nitrogen

En un context de tendència a tancar cicles, cal prioritzar els processos de recuperació de nutrients per sobre dels d'eliminació. Tot i així, condicionants econòmics, de localització, o bé dificultats per tal de valorar els productes recuperats poden influir en la decisió del tipus de tractament a aplicar, i fer aconsellable eliminar enlloc de recuperar.



Davant la necessitat d'aplicar un tractament, cal decidir si aquest s'ha de fer en la pròpia granja o bé, de manera col·lectiva, en una planta gestora de residus

Taula 2. Síntesi de processos aplicables en el tractament de les dejeccions ramaderes, principals objectius i requeriments energètics limitants.

Procés	Principals objectius	Energia
Emmagatzematge <i>fems, basses</i>	Adequar la producció a la necessitat dels cultius Regular entrades i sortides en instal·lacions de tractament	
Incorporació d'additius <i>adsorbents, fluiditzants, floculants, enzims, bacteris</i>	Reduir emissions d'olors i gasos contaminants Fluidificar, evitant la formació de crostes i deposicions Transformar part del nitrogen amoniacal en orgànic Afavorir la separació de fases	
Separació sòlid-líquid <i>tamisos, centrífugues, premses</i>	Propiciar línies diferents de tractament, transport o aplicació a les fraccions resultants	Elèctrica
Compostatge <i>piles estàtiques piles voltejades</i>	Obtenir una esmena orgànica (compost) Estabilitzar i higienitzar amb temperatura Reduir pes i volum per a la descomposició de la matèria orgànica i l'evaporació d'humitat	Elèctrica Mecànica
Digestió aeròbia	Eliminar i estabilitzar la matèria orgànica	Elèctrica
Digestió anaeròbia	Produir biogàs, font d'energia Eliminar i estabilitzar la matèria orgànica Higienitzar	
Evaporació i assecatge	Reduir el volum Recuperar els nutrients en la fase sòlida Aprofitar l'energia tèrmica excipient d'una cogeneració	Tèrmica
Stripping i absorció	Recuperar el nitrogen amoniacal	Tèrmica Elèctrica
Nitrificació i desnitrificació <i>sistema continu, discontinu</i>	Eliminar nitrogen amoniacal i matèria orgànica de la fase líquida	Elèctrica
Ultrafiltració i osmosi inversa	Reduir la conductivitat i la presència de materials solubles en la fase líquida Higienitzar	Elèctrica
Ozonització	Oxidació de compostos orgànics recalcitrants	Elèctrica



El compost és un material estable, lliure de patògens i llavors, que pot ser aplicat al sòl de forma beneficiosa per als cultius

En un tractament dissenyat amb el propòsit d'eliminar nitrogen, l'objectiu bàsic radica en transformar el N-NH_4^+ contingut en els purins a N_2 . La nitrificació-desnitrificació (NDN) és un procés biològic combinat que permet aquesta transformació. Durant la nitrificació, l'amoni és oxidat a nitrat (NO_3^-) per microorganismes, en presència d'oxigen (condicions aeròbies) i carboni inorgànic.



Durant la desnitrificació, el nitrat és reduït per uns altres microorganismes a nitrogen molecular en absència d'oxigen (condicions anòxiques) i presència de carboni orgànic, i es transferenceix finalment a l'atmosfera.



Mitjançant un tractament de NDN només s'ha de plantejar eliminar la part sobrera del nitrogen generat en una explotació. La quantificació d'aquesta fracció cal fer-la d'acord amb el cor-



Mitjançant un tractament d'NDN només s'ha de plantejar eliminar la part sobrera del nitrogen generat en una explotació. La quantificació d'aquesta fracció cal fer-la d'acord amb el corresponent pla de gestió

responent pla de gestió. Si l'objectiu plantejat fos eliminar la màxima quantitat possible del nitrogen, en determinades situacions podria donar-se la paradoxa de necessitar adquirir fertilitzants minerals per tal de satisfer les necessitats dels propis cultius alhora que s'elimina nitrogen.

Prèvia a l'etapa de tractament biològic, una separació de les fases sòlida i líquida de les dejeccions permetrà la gestió diferencial d'ambdós corrents resultants. Les eficiències de separació aconseguides depenen de la tecnologia utilitzada (Ford i Fleming, 2002). Únicament la fracció líquida serà susceptible d'un tractament de NDN. Aquella part del nitrogen que hagi estat separada en la fracció sòlida, així com el nitrogen acumulat en els fangs generats durant el tractament, també hauran de ser considerats en el balanç d'aquest element. En aquest context, pretendre aconseguir una aigua completament depurada, tot i ser possible, pot resultar econòmicament inviable. En quant al consum d'energia, són habituals valors entre 10 i 25 kW·h per cada metre cúbic de purins tractat.

04.02 Recuperació de nitrogen

Diferents processos permeten concentrar el nitrogen present en les dejeccions ramaderes, i en fan possible la recuperació. El producte concentrat s'ha de posar a disposició de gestors o altres agents amb capacitat per a valorar el producte en el mercat dels fertilitzants. Els processos de recuperació poden basar-se en principis físics, químics i/o tèrmics. Els principals són:

- Separació de les fraccions sòlida i líquida amb la possible addició d'algun agent que n'augmenti l'eficiència. La millora en la gestió que permet aquest procés pot fer-lo també interessant en situacions en què no hi hagi un problema d'excedent.
- Precipitació de sals d'amoni en forma d'estruvita ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). La utilització de reactius químics permet afavorir fenòmens de precipitació, amb la recuperació simultània de nitrogen i fòsfor. La despesa en reactius associada a aquest procés pot ser elevada.
- Recuperació d'una solució amoniaca mitjançant el procés combinat de *stripping* i absorció. El nitrogen amoniaca pot ser separat dels purins mitjançant arrossegament amb un corrent gasós i posterior absorció en una solució àcida. El procés de *stripping* es veu afavorit per elevats valors



Vista superficial del reactor aerobi d'una instal·lació per a l'eliminació de nitrogen situada a Calldetenes (Osona). Foto: A. Magrí.



Vista d'una planta de tractament de purins basada en la combinació dels processos de digestió anaeròbia i evaporació, Juneda (les Garrigues). Foto: X. Flotats.



Vista general d'una planta de compostatge a Alguaire (Segrià). Foto: F. Solé.

de pH i temperatura.

- Evaporació (aplicable a líquids, amb una concentració final del 20-30% en ST) i assecatge (aplicable a sòlids, amb una concentració final que pot superar el 90% en ST).

Els tres últims processos de recuperació mencionats milloren amb una digestió anaeròbia prèvia, ja que aquest procés modifica les característiques de les dejeccions i a més pot aportar part de l'energia necessària per al tractament. De fet, la capacitat de produir energia pot ser motiu suficient com per fer interessant una estratègia de tractament basada en aquesta tecnologia. Es tracta d'un procés biològic fermentatiu en què la matèria orgànica es descompon i transforma en una mescla de



Planta de compostatge a l'engròs. Foto: ECA de l'Empordà.

gasos combustible formada majoritàriament per metà i diòxid de carboni, el biogàs, amb una potència calorífica inferior de l'ordre de 22.000 KJ Nm⁻³. Aquest procés es caracteritza per desenvolupar-se en absència d'oxigen. En les últimes dècades, la digestió anaeròbia aplicada a purins s'ha mostrat com un procés tècnicament viable alhora que versàtil per tal d'adaptar-se a diferents condicions de treball (Burton i Turner, 2003). A nivell orientatiu, un metre cúbic de purins de porc pot generar uns 15-20 Nm³ de biogàs. Produccions lleugerament superiors poden ser assolides en el cas de tractar purins d'origen boví. La producció de biogàs pot veure's incrementada si es planteja el tractament conjunt amb altres residus orgànics (codigestió).

04.03 Compostatge

El compostatge consisteix en un procés biològic aerobi d'estabilització de la matèria orgànica. A l'inici del procés, la descomposició del substrat dona lloc a un increment de la temperatura, i assoleix condicions termòfiles (entre 50 i 70°C). Aquesta generació de calor comporta l'evaporació de part de la humitat del residu. El procés requereix de l'aportació d'aire fins que la matèria orgànica biodegradable s'hagi exhaurit, moment en què la temperatura disminuirà i s'iniciarà l'etapa de maduració. El producte resultant (compost) és un material estable, lliure de patògens i llavors, i que pot ser aplicat al sòl de forma beneficiosa per als cultius.

La forma més simple i assequible d'operar consisteix en la formació de piles d'uns 2 metres d'altura, que es voltegen i humitegen quan és

convingut. Hi ha altres sistemes que permeten accelerar el procés, però a un major cost. Per tal que es pugui iniciar el procés, cal que es compleixin unes certes condicions d'humitat, estructura i composició.

- *Humitat*. Una manca d'aigua alenteix el procés, i dificulta la descomposició de la matèria orgànica. Si per contra hi ha un excés d'aigua, l'oxigen no pot entrar dins els porus, i limita el creixement dels microorganismes. Es considera com a òptima una humitat inicial entre el 45 i 60%.
- *Porositat*. La porositat del material dificulta o afavoreix la transferència de l'oxigen, fet que afecta la descomposició de la matèria orgànica. Normalment caldrà mesclar els fems amb material vegetal (palla, restes de poda, escorça de pi, etc.) per tal d'aconseguir aquesta porositat.
- *Relació C/N*. Caldrà ajustar la relació entre el contingut en carboni i nitrogen del material a compostar dins el rang 25-35. Les dejeccions ramaderes acostumen a contenir força nitrogen, de manera que serà convenient barrejar-les amb materials complementaris, rics en carboni però pobres en nitrogen.

05 Bibliografia

BONMATÍ, A. (2001). *Usos de l'energia tèrmica per a la millora del procés de digestió anaeròbia de purins de porc i per a la recuperació de productes d'interès*. Tesis doctoral. UdL. Lleida.

BURTON, C. H.; TURNER, C. (2003). *Manure management: treatment strategies for sustain-*



Els processos de recuperació es veuen millorats amb una digestió anaeròbia prèvia, ja que aquest procés modifica les característiques de les dejeccions i a més pot aportar part de l'energia necessària per al tractament

nable agriculture. Silsoe Research Institute. Bedford, UK.

CAMPOS, E.; ILLA, J.; MAGRÍ, A.; PALATSI, J.; SOLÉ, F.; FLOTATS, X. (2004). *Guia de tractaments de les dejeccions ramaderes*. ARC i DARP Generalitat de Catalunya. Lleida. (<http://www.arc-cat.net/ca/altres/purins/guia.html>)

FORD, M.; FLEMING, R. (2002). *Mechanical solid-liquid separation of livestock manure, literature review*. Ridgetown College. University of Guelph. Ontario, Canada. (http://www.ridgetownc.on.ca/Research/documents/fleming_separator.pdf)

GENERALITAT DE CATALUNYA (2000). *Manual del codi de bones pràctiques agràries: nitrogen*. DARP. Barcelona. (<http://www.gencat.net/darp/c/camp/nitrogen/doc/cnitro01.pdf>)

06 Autors



Magrí Aloy, Albert
GIRO Centre Tecnològic.
albert.magri@giroct.irta.es



Palatsi Civit, Jordi
GIRO Centre Tecnològic.
jordi.palatsi@giroct.irta.es



Flotats Ripoll, Xavier
GIRO Centre Tecnològic.
xavier.flotats@giroct.irta.es



Mònica Ros és enginyera agrònoma, té 34 anys i, des del novembre del 2000, dirigeix l'ASFAC (Associació Catalana de Fabricants de Pinsos), una organització activa i dinàmica que compta amb 107 membres als quals presta diversitat de serveis i accions; fa un treball rigorós i els representa davant l'administració pública i d'altres organismes. Parlem amb ella sobre la tasca i la influència de l'ASFAC en relació a les bones pràctiques agràries i el tractament de les dejeccions ramaderes.

Des de fa uns quants anys l'ASFAC estudia i explora alternatives en l'alimentació animal. Quines han estat les fites més importants que heu aconseguit?

La fita més significativa va ser la signatura l'any 2002 d'un conveni entre els departaments de Medi Ambient, Agricultura i l'ASFAC, per promoure l'optimització de la formulació dels pinsos destinats a l'alimentació animal.

Això coincidia en el temps amb la preparació dels plans de dejeccions ramaderes que calia presentar. En algunes àrees van sorgir dificultats per disposar de les terres que la normativa exigia i, per això, es van proposar uns criteris de reducció de la proteïna bruta a les dietes, per disminuir la càrrega de nitrogen dels purins i aplicar aquestes dejeccions com a fertilitzant amb uns criteris més favorables.

“Un dels principals actors en la minimització de la càrrega contaminant dels purins és una bona gestió de l'alimentació.”

En relació a les BPA, com contribueix l'ASFAC en la millora de l'estratègia alimentària?

L'ENTREVISTA

Mònica Ros i Batlle

Enginyera agrònoma,
Directora d'ASFAC.

“ELS PURINS SÓN UN SUBPRODUCTE IDEAL PER A LA FERTILITZACIÓ”

Un dels principals actors en la minimització de la càrrega contaminant dels purins és una bona gestió de l'alimentació.

Amb la promoció i difusió de les fórmules que productivament funcionen, amb el mínim nivell de proteïna i d'altres nutrients en cada estat fisiològic de l'animal, es contribueix a les BPA, ja que així s'obtenen uns purins amb un menor nivell de nutrients en excés.

Quines són les principals conseqüències de les millores que apliqueu als pinsos?

Doncs, que els elements que l'animal no aprofita no es traslladaran a les dejeccions. Aquesta és una reducció molt directa per a determinats nutrients, i força immediata, encara que no es pot oblidar la resta de factors (maneig de pinso i d'aigua, instal·lacions, etc...) que juguen un paper fonamental en fer que la dejecció tingui uns nivells d'elements sobrers mínims.

“El sector productor de pinsos es troba en un moment en què els criteris mediambientals han pres molta importància i condicionen les dietes que s'estan formulant.”

Quin és, per a vosaltres, el model ideal de gestió de fertilització orgànica i mineral?

Com en altres àmbits, l'aspiració és assolir un equilibri total. Aquest equilibri, en el cas de Catalunya, pot ser bastant complicat, ja que tenim una activitat ramadera molt important i la desenvolupem amb un dèficit en moltes de les primeres matèries per a l'alimentació, com en el cas de la proteïna que importem.

No ens agrada parlar dels purins com a residu, ja que considerem que són un subproducte ideal per a la fertilització. Es tracta, doncs, de fer-ne una bona gestió i una bona aplicació per tal que esdevinguin un valuós fertilitzant per als sòls.

Quins són els components i additius dels pinsos compostos que tenen més impacte en la reducció de nitrats i les BPA?

Ja fa uns anys, es van començar a utilitzar enzims, com les fitases, per reduir l'impacte del fòsfor en el medi ambient. Aquesta pràctica

està molt estesa i funciona bé. En el cas dels nitrats, es tracta de no fer dietes amb un excés de proteïna.

Moltes de les reduccions dels nivells màxims d'oligoelements que s'han legislat han tingut com a principal motiu la problemàtica mediambiental. Així doncs, el sector productor de pinsos es troba en un moment en què els criteris mediambientals han pres molta importància i condicionen les dietes que s'estan formulant.

“Totes les iniciatives per millorar la situació respecte als excedents de nutrients en les dejeccions ramaderes són bones.”

El Projecte Columel·la es va traduir amb la creació de GESFER. Com valoreu aquest tipus d'iniciatives de l'Administració?

Totes les iniciatives per millorar la situació respecte als excedents de nutrients en les dejeccions ramaderes són bones. En aquest sentit, la creació d'organismes específics per estudiar aquesta qüestió serveix per avançar en coneixement, recerca, planificació i avaluació de mesures. Esperem que la recent creació del Consorci contribueixi a donar resposta a la problemàtica actual que els ramaders pateixen com a responsables directes en la gestió dels seus excedents.

Quins són els plans inminents d'ASFAC?

En el camp dels purins, ens agradaria poder avaluar ara els resultats de l'aplicació del programa de reducció de la càrrega contaminant dels purins mitjançant l'alimentació animal. Aquesta avaluació, quatre anys després d'engegar la mesura, ens pot permetre valorar en quin punt ens trobem i fer plans de futur per continuar avançant cap a la promoció de millores en l'àmbit de la formulació dels pinsos.

Així podrem contribuir a situar Catalunya en una posició millor quant a generació i composició de dejeccions que, sens dubte, revertirà en millores en la gestió, tractament i aplicació posteriors d'aquestes dejeccions.

Enllaços relacionats: www.asfac.org
Associació Catalana de Fabricants de Pinsos

RuralCat.
redaccio@ruralcat.net