

ISBN: 978-84-393-7712-2

Emilio Gil, Felip Gracia i M. Rosa Teira

11. Tecnologia per a l'aplicació de purins

11.1. Aspectes generals

Un acurat control de la quantitat de purins a aplicar i una correcta utilització dels mètodes mecànics a l'abast per realitzar aquesta distribució, resulten imprescindibles per garantir un maneig sostenible, rendible i agronòmicament correcte dels purins. Una aplicació controlada reduirà les desagradables emissions d'olors, disminuirà l'emissió d'amoníac i de gasos amb efecte d'hivernacle, millorarà la qualitat de l'aire i, per tant, també l'acceptació social d'aquest tipus de pràctiques.

Independentment de la legislació actual, el maneig precís i adequat dels purins té un elevat potencial per incrementar l'eficiència dels sistemes de producció alhora que els ramaders veuen com es redueix el risc d'enfrontar-se a accions legals i administratives com a resultat d'una mala gestió de les dejeccions. Quan es parla de maneig precís dels purins, o tot recordant la terminologia anglosaxona *precision management*, es persegueixen els objectius següents:

- Aplicació precisa de la dosi de purí necessària.
- Coneixement precís de la quantitat de nutrients aportats.
- Minimització de les emissions de males olors (inclosa la volatilització de l'amoníac).
- Uniformitat de l'aplicació.

Cadascun d'aquests aspectes s'ha de considerar com un component fonamental de qualsevol sistema de fertilització amb purins.

11.2. Màquines per a la distribució de purins

Garantir una bona distribució, amb una adequada uniformitat, adaptació als límits de la parcel·la i respecte a les possibles àrees o zones sensibles, són requisits de qualsevol aplicació de fertilitzants, i no és evident que s'aconsegueixin en aplicar purins. Durant l'aplicació és imprescindible garantir un mínim d'eficiència i qualitat. La determinació adequada i precisa dels paràmetres operatius durant l'aplicació, d'acord amb les necessitats del sòl o el cultiu, és crítica per aconseguir la reducció dels riscos per al medi ambient i la minimització de les emissions d'olors desagradables i de gasos amb efecte d'hivernacle. Tots aquests aspectes entren en contradicció amb l'actual situació i desenvolupament tecnològic dels equips de distribució emprats a la majoria de les explotacions ramaderes catalanes. Raons culturals, tècniques

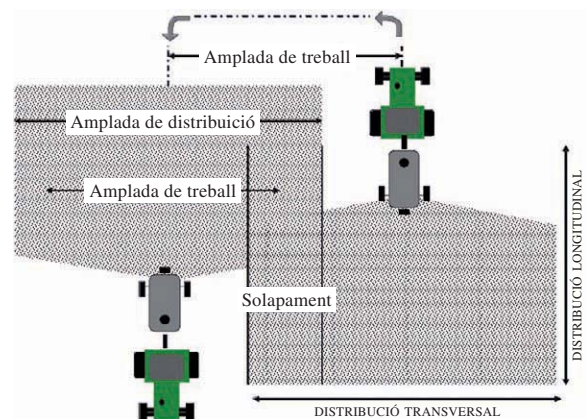


Figura 11.1. Paràmetres per a la caracterització de la qualitat de la distribució dels purins al sòl.

–i sobretot econòmiques– fan que en moltes ocasions el control i la determinació a priori dels paràmetres operatius clau del procés siguin nuls. Així doncs, resulta imprescindible una adequada labor de formació que permeti la correcta utilització de modernes tecnologies per a un adient control dels paràmetres operatius. Aquests paràmetres s'expliciten a la figura 11.1 i es defineixen a continuació.

Dosi: quantitat de producte a distribuir, expressat en termes de massa per unitat d'àrea (kg/m^2 o t/ha).

Cabal d'aplicació: quantitat de producte que surt de la màquina per unitat de temps (kg/s o t/min).

Amplada màxima de distribució: la màxima distància, mesurada perpendicularment a la direcció d'avanç del tractor, sobre la qual ha estat distribuït el producte en una sola passada (expressada normalment en metres).

Amplada efectiva de treball: distància, mesurada perpendicularment a la direcció d'avanç del tractor, entre dues passades consecutives, requerida per a l'obtenció d'una aplicació uniforme. Aquesta distància representa la diferència entre l'amplada màxima de distribució i l'amplada de la banda d'encavalcament.

El coneixement de tots aquests paràmetres és fonamental per garantir la uniformitat de distribució, tant en el sentit longitudinal com en el sentit transversal.

La uniformitat de distribució longitudinal representa el grau d'uniformitat de l'aplicació tot al llarg de la direcció d'avanç del tractor. Si el cabal d'aplicació varia, serà necessari variar en la mateixa proporció la velocitat d'avanç per tal de mantenir una dosi d'aplicació constant.

La uniformitat de distribució transversal indica el grau de precisió i d'uniformitat de l'aplicació en sentit per-

| Norma | Àmbit d'aplicació |
|-------------------|--|
| UNE-EN 707:2000 | Maquinària agrícola Cisternes escampadores de purí. Seguretat |
| 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 |

Taula 11.1. Normativa tècnica de les màquines de distribució de purins.

pendicular a l'avanç del tractor i de la màquina. Si la dosi d'aplicació varia al llarg de tota l'amplada de distribució, serà necessari establir les dimensions adequades de la banda d'encavalcament per mantenir la uniformitat d'aplicació desitjada.

Entre les màquines de distribució de dejeccions ramaderes que pertanyen al grup 05.2. Equips distribuïdors de fems, d'acord amb la classificació 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. Les màquines per distribuir qualsevol tipus de residu orgànic tenen un problema en comú: el desgast de les parts mòbils degut a la gran quantitat de productes a distribuir i de la capacitat corrosiva del fem i del purí. Per aquest motiu, aquestes màquines estan fabricades amb materials resistents o adientment protegits (acer galvanitzat, vitrificat, acer inoxidable, vernís resistent als atacs químics). Aquestes màquines han de complir la normativa de seguretat de maquinària agrícola (UNE-EN 1553) i cisternes escampadores de purí (UNE-EN 707) (taula 11.1).

Les màquines per a la distribució de purins, de la mateixa manera que la resta d'equipament agrícola, han de portar la marca CE i el fabricant o distribuïdor ha de facilitar el certificat CE de conformitat i el manual d'instruccions, d'acord amb la Directiva de màquines 98/37/CE.

11.2.1. Característiques de les cisternes de purins

Els tancs distribuïdors de purins, també anomenats cisternes de purins, són generalment arrossegats, encara que també se'n troba algun d'autopropulsat. Estan constituïts per:

- Xassís 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 volumètri-

ques) 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 purins ha d'estar assegurada de manera eficaç com qualsevol altre remolc que circuli per carretera. Els frens, de la mateixa manera que els dels escampadors de fem, solen ser d'accionament hidràulic assistit, i les llances d'enganxall poden estar preparades amb sistemes d'amortir. En general, aquestes cisternes disposen d'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 grau d'ompliment de la cisterna durant la càrrega mitjançant un indicador d'ompliment, que no ha de superar el 90% del volum total de la cisterna. Es podria incorporar un dispositiu a les cisternes que garantís aquest requisit.

Segons la manera de distribuir-los, les cisternes de purins es poden classificar en:

- 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 amunt o avall. Quan és amunt, la força del vent afavoreix la difusió de les olors i el raig pot ser desviat respecte al sentit d'avanç, mentre que avall, el problema del vent no és tan significatiu però l'amplada útil de treball és menor. Qualsevol que sigui el principi, la distribució amb broquet únic és de qualitat inadequada i difícilment s'aconsegueix una dosi precisa. Així, els inconvenients d'aquest sistema són:
 - Manca de precisió en el repartiment transversal i en l'amplada d'escampada.
 - Emissió d'olors.
 - Volatilització de l'amoníac.

| Tipus d'enterradors o injectors de purí | Profunditat de treball | Espai entre els elements | Característiques |
|---|-------------------------|--------------------------|---|
| Per a prades | 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 anivellador rotatiu. - Enterradors amb disc i ganiveta simple amb o sense disc de tancament o rodes compactadores. - Enterradors amb dos discos. |
| Polivalents (per a prades i sòls llaurats) | De 10 a 20 cm | De 40 a 70 cm | Enterradors de discos verticals (plans o còncaus / llisos o acanalats). Cal tenir cura en la regulació en particular en prades en pendent. |

Taula 11.2. Diferències entre els tipus d'enterradors o injectors de purí segons s'apliquin a pastures, a sòls llaurats o ambdós.

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

Barra de distribució amb broquets. 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, i per tant l'amplada de treball estarà en funció del nombre de broquets. Un bon compromís sembla ser 8 broquets per a 12 m, ja que l'augment del nombre de broquets augmenta el risc d'obturació. Aquest sistema ha de portar dispositius antidegoteig 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 purins líquids en associació amb un repartidor-tallador, amb ganivetes circulars, per impedir les obturacions en les sortides individuals, amb un diàmetre entre 40 i 60 mm. Les exigències ambientals en la distribució de purí han provocat l'interès dels sistemes que utilitzen diversos broquets, que en reduir l'altura de llançament, redueixen alhora 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 de la que pegen de 20 a 80 tubs flexibles, en una amplada de 6 a 24 m, amb una distància entre sortides 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 dipositar 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 tant en conreus alts com cereals d'hivern, panís, etc.

- c) *Localització en profunditat*, mitjançant enterradors o injectors que es diferencien segons la seva utilització, (taula 11.2). Els enterradors per a conreus, abans de la sembra, efectuen sovint un treball d'arada del rostoll al mateix temps que injecten 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 punta escarificadora o extirpadora, tipus "cua d'orenetà". Els enterradors per a pastures treballen a profunditats menors, entre 3 i 5 cm. Permeten dipositar el purí directament en contacte amb el sistema d'arrels i no deixen darrera de la seva passada més que un lleuger solc. Utilitzen discos acanalats. Els solcs solen estar entre els 25 i els 30 cm. La potència de tracció necessària és menys elevada que per a un enterrador per a conreus. Els enterradors mixtos o polivalents poden actuar en terrenys nus o en prades, tant per la seva concepció com per la seva amplada i profunditat variables.

Aquests equips resolen, en part, els problemes associats a la distribució de purins. El producte està directament revalorat pel seu enterrament i les pèrdues de valor fertilitzant són mínimes. Cada un d'aquests equips presenta avantatges i inconvenients que es recullen a la taula 11.3.

11.2.2. Regulació de les màquines de distribuir purins

Per fer una correcta distribució de purins s'ha de considerar els paràmetres de dosi per hectàrea, velocitat

| Avantatges | Inconvenients |
|---|--|
| No impregna la part aèria de les plantes | Major complexitat de la distribució |
| Evita la volatilització d'amoníac | Major consum energètic de l'aplicació |
| Es controla millor l'emissió de males olors | Possibles danys en les pastures per l'acció dels discos o relles de les botes |
| El purí no s'escola, i no es contaminen les aigües superficials | No es pot transitar pel terreny després de la distribució |
| Permet aplicar purí prop de les zones urbanes | Origina escolament no desitjat en els solcs, d'enterrament, que provoquen el fenomen d'allisat |

Taula 11.3. Avantatges i inconvenients de la localització en profunditat mitjançant enterradors o injectors de purí.

d'avanç, amplada de treball i cabal. La dosi per hectàrea i la velocitat d'avanç són prou evidents de determinar (Annex 4). El cabal de descàrrega és, per la seva idiosincrasia i per les característiques físiques del purí, el més difícil de determinar. Les tecnologies actuals permeten la determinació del cabal per dos mètodes diferents: mitjançant les variacions del pes del purí dins la cisterna al llarg del temps, o bé mesurant directament el cabal a la sortida de la màquina. El sistema de pesada consisteix en la col·locació de cèl·lules de càrrega en diferents punts de la cisterna. Per diferència de pes al llarg del temps es pot determinar el cabal de forma indirecta. En la precisió d'aquest mètode hi influeixen aspectes com les característiques físiques del terreny i el moviment del purí dins la cisterna. Aquests dos factors poden produir variacions sobre el cabal real d'entre un 2 i un 8%, en funció de la quantitat de purí dins la cisterna i de la velocitat d'avanç.

L'ús de cabalímetres electromagnètics col·locats al tub de descàrrega de l'equip permet també la determinació del cabal de descàrrega en temps real. Aquests cabalímetres s'adapten bé a les grans variacions de les característiques físiques dels purins, i ofereixen una precisió al voltant del 0,5%, però tenen un cost elevat. D'altra banda, la utilització de sensors (radar i ultrasònics) permet la determinació exacta de la velocitat d'avanç. Una altra alternativa per a la mesura d'aquest paràmetre és la utilització del senyal del *global positioning system* (GPS) del tractor, cas que en disposi. Els sistemes de control automàtic, que incorporen receptors GPS, cabalímetres, sensors de velocitat i una unitat central de control (ordinador a la cabina) permeten, per exemple, mantenir la dosi aplicada constant independentment de la velocitat.

L'amplada de treball és la distància compresa entre el centre de dues passades adjacents. L'amplada de projecció (o d'aplicació) és la distància compresa entre els extrems dret i esquerre d'una distribució transversal. Per tant, la determinació correcta de la distància entre passades permet conèixer l'encavalcament adient per a

una distribució uniforme. L'amplada de projecció de la màquina pot coincidir o no amb l'amplada de treball.

El coeficient de variació, CV (%), de la dosi aplicada informa de la uniformitat del repartiment. Un CV inferior a 20% es considera satisfactori per a cisternes de purins (taula 11.4).

El criteri per a la determinació de l'amplada de treball basat en el valor del coeficient de variació ha estat, però, qüestionat en els darrers temps. Si bé aquest criteri es pot aplicar per a la determinació de la qualitat de distribució dels fertilitzants minerals, quan es parla de distribució d'adobs orgànics, com és el cas del purí, les característiques químiques pròpies del producte a distribuir, i la seva variabilitat, tenen també una importància decisiva. Mantinent com a principi fonamental que com a màxim és convenient aplicar 2/3 de les necessitats de nitrogen d'un cultiu en forma orgànica, que el màxim d'unitats fertilitzants (UF) de nitrogen que es poden incorporar al sòl és de 170 kg N/ha, i que únicament el nitrogen que s'aplica cada any és el que s'ha de tenir en compte per avaluar la qualitat de distribució, i l'enorme variabilitat del contingut de nitrogen del purí, sovint resulta impossible aconseguir uniformitats de distribució de les UF de nitrogen del 20% del coeficient de variació. Per tant és important diferenciar clarament entre la uniformitat de distribució en camp del producte, que es pot quantificar mitjançant el coeficient de variació de l'aplicació obtinguda amb les diverses tecnologies, i la uniformitat de distribució dels nutrients, fonamentalment nitrogen, en què les característiques químiques i l'homogeneïtat del purí tenen un paper primordial. Per tant cal homogeneïtzar el purí de la fossa o bassa abans de començar a aplicar-lo (abans d'omplir la primera cisterna) i durant l'aplicació.

L'amplada de treball i l'amplada de projecció es determinen al camp, adaptant el procediment establert a la norma UNE-EN 13406: 2002, per a cisternes de purins. Per tant, i d'acord amb el manual d'instruccions, s'ha d'adequar el sistema de distribució per tal d'aconseguir l'amplada de treball correcta.

| Coefficient de Variació (CV %) | Avaluació de la distribució transversal |
|--------------------------------|---|
| < 10% | Molt bona |
| 10 – 15% | Bona |
| 15 – 20% | Satisfactòria |
| 20 – 30% | Regular |
| > 30% | Insuficient |

Taula 11.4. Escala d'avaluació de la precisió de distribució transversal en cisternes de purí.

Font: Frick, 1999.

11.3. Incorporació d'innovacions tecnològiques a les màquines de distribució de purins

11.3.1. Interès de les tècniques de l'agricultura de precisió

Dins el que es coneix com agricultura de precisió s'inclouen totes aquelles tècniques i sistemes de producció fonamentades en la variabilitat intraparcels-lària. L'aplicació d'insums com ara els fertilitzants, les llavors o els productes fitosanitaris, en quantitats variables en funció de la localització geogràfica, no és una tècnica nova. Aquest sistema, que utilitza per al seu desenvolupament eines com el GPS i els sistemes d'informació geogràfica (SIG), ha experimentat els darrers anys un gran avanç a l'àmbit dels equips de distribució de purins i altres fertilitzants orgànics.

Independentment de les seves característiques i aptituds com a element fertilitzant, el valor agronòmic i econòmic dels purins depèn en gran mesura del maneig que se'n faci. Les tecnologies actualment disponibles permeten l'aplicació variable dissenyada mitjançant la interpretació de mapes de necessitats de fertilitzant, i permeten, també, predeterminar i prefixar àrees de màxima sensibilitat on és necessària la reducció o l'eliminació de l'aplicació des del punt de vista ambiental (figura 11.2). Són diverses les raons per les quals cal considerar l'aplicació modular o "precisa" en el més pur sentit de la paraula:

- Permet aprofitar millor el valor fertilitzant dels purins.
- La informació que es pot obtenir permet desenvolupar plans generals de gestió a gran escala.
- La precisió, fiabilitat i detall de les dades obtingudes permet, en tot moment, el seguiment de qualsevol acció i garanteix la traçabilitat de les accions i dels productes.

Els elements clau per aconseguir una aplicació modular de les característiques esmentades són la mesura, el control i la documentació. I alhora en tots tres elements es plantegen quatre principis bàsics necessaris per garantir l'èxit de l'aplicació:

- Mesura i determinació acurada del contingut de nutrients.
- Determinació de la dosi d'aplicació.
- Control exhaustiu de la qualitat i quantitat realment aplicada.
- Generació de dades de "com", "quan", "quant" i "a on" s'ha distribuït el producte.

La informació detallada que s'obté mitjançant la utilització de tecnologies com el GPS i el SIG requereix l'emmagatzematge de les dades i una interpretació acurada i eficaç.

11.3.2. Tècniques ràpides de determinació del contingut de nutrients del purí

L'altre escull a superar per aconseguir una aplicació del purí amb una qualitat equivalent a la que s'assoleix en l'aplicació dels fertilitzants minerals és conèixer amb precisió la composició del purí que s'aplica. Els mètodes clàssics d'anàlisi precisen uns quants dies per a l'obtenció dels resultats, i poden resultar prohibitius si es pretén recollir la variabilitat del purí que s'aplica. Una sortida a aquesta situació que sembla viable és la utilització de mètodes ràpids de determinació del contingut de nutrients del purí.

11.3.2.1. Quantofix

Aquest aparell proporciona una mesura del nitrogen amoniacal del purí fent reaccionar el purí amb una solució d'hipoclorit sòdic. El funcionament es basa en transformar el nitrogen amoniacal en nitrogen gas i mesurar la pressió que exerceix aquest gas en el recipient hermètic que conté aigua (figura 11.3). El Quantofix proporciona una mesura directa del nitrogen amoniacal que conté aquella mostra de purí en kg/m^3 .

En les figures 11.4 i 11.5 es mostra la relació entre la lectura de nitrogen amoniacal del Quantofix i la concentració de nitrogen amoniacal determinada mitjançant una anàlisi de laboratori tradicional.

Com es pot apreciar en les figures 11.6 i 11.7, l'ús del Quantofix necessita ser calibrat per als diferents tipus de purí (segons el maneig de l'explotació, tipus de l'explotació, etc.). La calibració s'aconsegueix realitzant mesures en la mateixa mostra del contingut de nitrogen amoniacal en el laboratori i amb l'aparell Quantofix.

11.3.2.2. Agrolisier

L'Agrolisier és un aparell que també proporciona una mesura directa del nitrogen amoniacal en kg/m^3 en el pu-

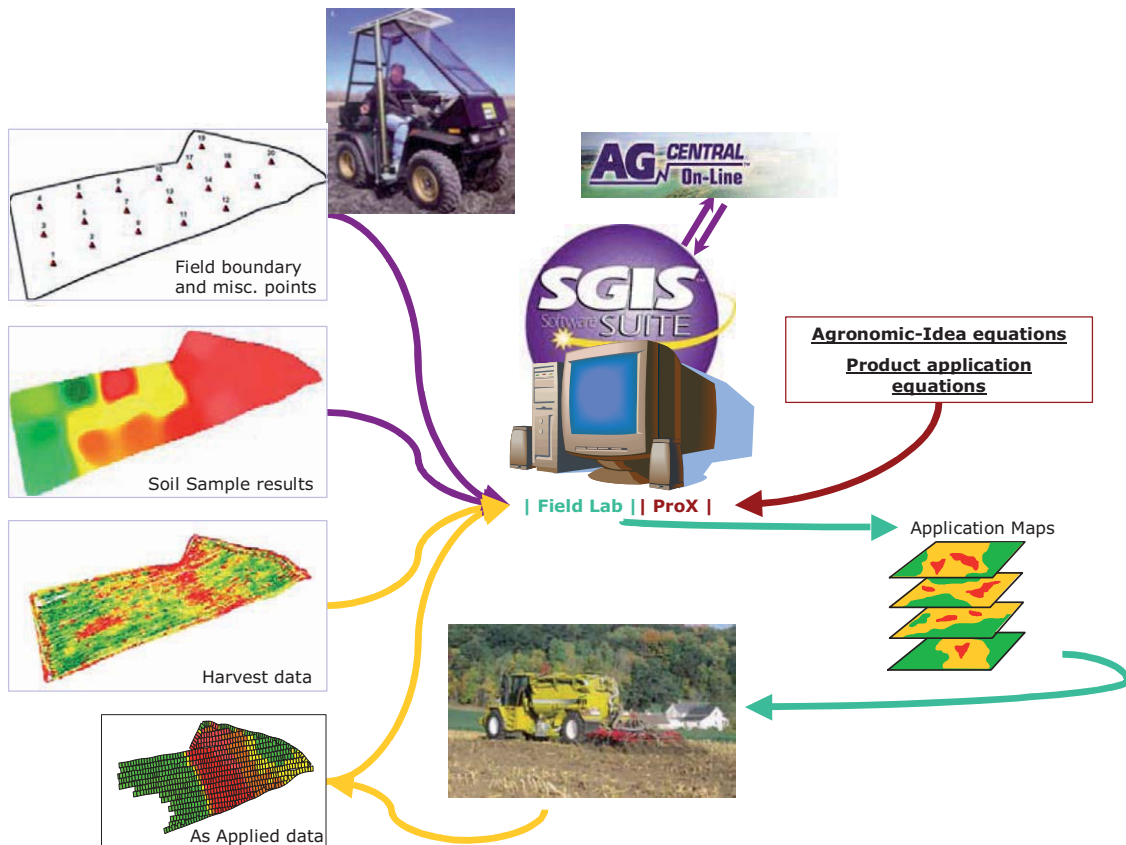


Figura 11.2. Esquema dels components de la gestió dels purins adaptada a l'agricultura de precisió.

Font: Steiner, 2005.



Figura 11.3. Quantofix.

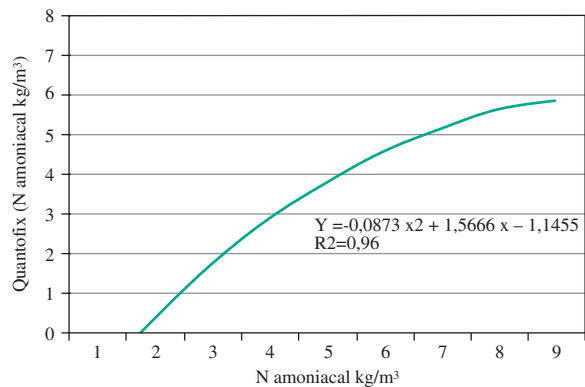


Figura 11.4. Correlació entre el nitrogen amoniacal estimat amb el Quantofix i el nitrogen amoniacal mesurat en purins de Navarra.

Font: Irañeta et al., 2002.

rí. El funcionament és molt similar al del Quantofix: fa reaccionar el purí amb hipoclorit de calci i mesura la pressió que exerceix el gas nitrogen (N_2) format mitjançant un manòmetre (figura 11.6).

11.3.2.3. Mesura de la conductivitat elèctrica (CE) del purí

La mesura de la conductivitat elèctrica (CE) permet estimar de manera molt ràpida la concentració de nitrogen

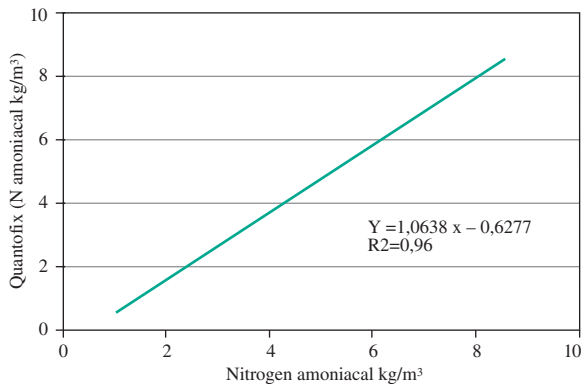


Figura 11.5. Correlació entre el nitrogen amoniacal estimat amb el Quantofix i el N amoniacal mesurat en purins de Girona.

Font: Domingo, 2003.

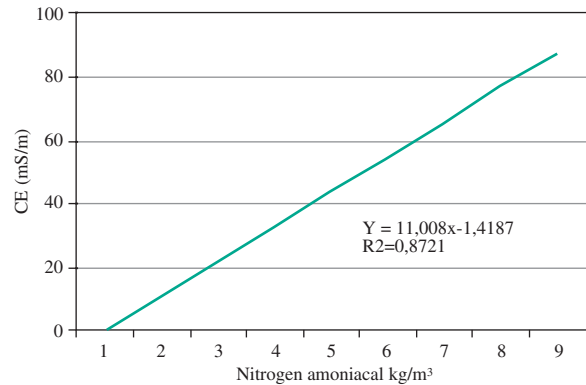


Figura 11.7. Correlació entre la conductivitat elèctrica i el nitrogen amoniacal en purins de Navarra.

Font: Irañeta et al. 2002.



Figura 11.6. Detall del manòmetre de l'aparell Agrolisier.

amoniacal. En canvi, les correlacions de la CE amb el fòsfor i el potassi són molt baixes.

Cal establir la relació entre la CE i la concentració de nitrogen amoniacal del purí (determinada mitjançant una anàlisi de laboratori tradicional) a cada tipus d'explotació (pinsos, sistema de neteja, etc.). A mode d'exemple es mostra en la figura 11.7 la corba que relaciona la conductivitat elèctrica amb el nitrogen amoniacal.

11.3.2.4. NIR

L'espectroscòpia NIR (*Near Infrared Reflectometry*) es pot utilitzar per a l'anàlisi ràpida del nitrogen total, nitrogen amoniacal, fòsfor i matèria seca del purí. Permet enregistrar espectres de mostres sòlides o líquides amb una mínima manipulació prèvia. L'espectre es pot correlacionar amb propietats físiques o químiques de la mostra. Aquest procés, anomenat calibratge, permet emprar el NIR en la determinació de paràmetres de qualitat de forma molt ràpida, fins al punt que en un minut s'obtenen els valors de tots els paràmetres calibrats. L'espectrometria NIR presenta els avantatges següents:

- Tècnica no destructiva i no invasiva.
- Mínima o nul·la preparació de la mostra. La possibilitat de fer mesures en estat sòlid permet minimitzar la manipulació prèvia de la mostra per part de l'analista i fins i tot eliminar-la si es treballa amb el mòdul de mesura apropiat.

- Rapidesa de mesura i obtenció de resultats. El mínim pretractament necessari així com la utilització d'un calibratge previ permeten analitzar mostres en pocs minuts i, per tant, realitzar un elevat nombre d'anàlisis en un temps breu. Això permet prendre decisions ràpidament i, per tant, és un aspecte molt important dins del control de qualitat dels purins.
- Baix cost d'anàlisi. L'absència de reactius i materials per a la preparació de mostres fa que els costos d'aplicació de la tècnica siguin mínims. Per altra banda, en ser una anàlisi de gran rapidesa i que, en certes ocasions, pot ser automatitzada, augmenta la capacitat analítica del laboratori. Aquestes raons fan que la inversió inicial sigui ràpidament amortitzada.
- Determinació de diversos analits a la mateixa mostra sense haver de seguir una metodica d'anàlisi diferent per a cadascun d'ells.
- Possibilitat de determinar paràmetres no químics (físics) en una mostra ja que els espectres NIR estan afectats per alguns paràmetres físics que no han d'estar relacionats necessàriament amb la concentració dels analits a la mostra.
- La resistència dels materials emprats i l'absència d'elements mòbils al sistema de detecció fan que sigui una tècnica idònia per a processos de control en planta. Aquesta aplicació es veu afavorida per la gran tendència a la miniaturització i compactació que està experimentant aquesta instrumentació.
- La introducció de la sonda de fibra òptica com a element transmissor del senyal proporciona a la tècnica un sensor remot resistent i dur, apte per al control del seu ús *in-line*, *on-line* i *at-line*.
- L'exactitud d'aquesta tècnica és comparable en molts camps a la d'altres tècniques analítiques considerades de referència, i generalment la precisió és millor pel quasi nul tractament de la mostra.

L'espectrometria NIR presenta els inconvenients següents:

- La complexitat de l'espectre NIR fa que calgui aplicar tècniques quimiomètriques que permetin modelar les dades i així poder determinar les mostres problema.
- És imprescindible fer un calibratge previ o disposar d'una biblioteca d'espectres per poder obtenir resultats.
- Una altra conseqüència és la impossibilitat d'analitzar tipus de mostres que presentin una variabilitat no contemplada al calibratge; això fa que calgui emprar diferents calibratges per determinar el mateix analit en diferents matrius.
- El procediment de construcció del model de calibratge és complicat, ja que cal disposar de mostres que permetin ampliar l'interval de concentració de mostres problema.
- Depèn d'una anàlisi mitjançant una segona tècnica, ja que per poder modelar el sistema i obtenir resultats fiables, cal que el conjunt de mostres sigui prèviament analitzat per un mètode de referència.
- És una tècnica poc sensible, sobretot a mesures per reflectància difosa, que en general impossibilita l'anàlisi de components minoritaris.
- Hi ha dificultat per transferir calibratges entre instruments, ja que petites diferències entre aparells donen lloc a errors elevats en els resultats obtinguts.
- Té un elevat cost d'adquisició.

11.4. Desenvolupaments necessaris

El desenvolupament de nous equips d'aplicació de purins ha de permetre superar les limitacions dels actuals i s'ha d'orientar a maximitzar l'aprofitament dels nutrients del purí, per a la qual cosa els equips han de:

- Incorporar el producte al sòl sense provocar danys a l'estructura del sòl.
- Mesurar el cabal per conèixer la dosi aplicada.
- Garantir el mínim d'uniformitat establert, independentment del sistema de distribució emprat.
- Mesclar el purí durant o immediatament després de l'aplicació.
- Analitzar el producte en línia i corregir la velocitat de la maquinària *ad hoc* per tal d'aplicar només la dosi de nutrients adequada.

Com que el cost d'utilització d'una cisterna equipada amb enterradors és un 20% superior al d'una cisterna de distribució convencional, cal desenvolupar la política o els mecanismes econòmics directes o indirectes que la facin viable. D'altra banda cal desenvolupar normativa que obligui els fabricants de la maquinària de distribució de purins a facilitar, en els seus catàlegs, informació tècnica derivada de l'assaig de les màquines.

11.5. Bibliografia

“AAR/47/2007, de 8 de març amb la numeració corresponent al codi que estableix la norma ISO 3339/09”, *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 4841 (14 de març de 2007).

AENOR, UNE-EN 1553. (2000). *Maquinaria agrícola. Máquinas autopropulsadas, suspendidas, semisuspendidas y arrastradas. Requisitos comunes de seguridad*.

AENOR, UNE-EN 707. (2000). *Maquinaria agrícola. Cisterna esparcidora de purín. Seguridad*.

“Directiva 98/37/CE de 22 junio de 1998 relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas”, *Diario Oficial de la Comunidad Europea*, L 207/1 (23 de juliol de 1998).

DOMINGO, F. (2003). *Mesura ràpida del contingut de nutrients en fems i purins*. Jornada de demostració: equipament per a la distribució sostenible de residus ramaders.

FRICK, R. (1999). “Répartiteurs pour citernes à lisier. Différences importantes en ce qui concerne la largeur de travail et la précision d'épandage”. *FAT Rapports*, núm. 531 (1999), p. 1-40.

IRAÑETA, I.; ABAIGAR, A.; SANTOS, A. (2002). “Purines: ¿fertilizante o contaminante?”. *Navarra Agraria*, núm. 132, p. 9-24.

STEINER, D. (2005). “New GIS precision applicator technologies for animal manure”. A: *Proceedings of 2005 Animal Waste Management Symposium*.

UNE-EN ISO 13406-1: (2000). *Requisitos ergonómicos para trabajos con pantallas de visualización de panel plano. Parte 1: Introducción*.

UNE-EN ISO 13406-2: (2002). *Requisitos ergonómicos para trabajos con pantallas de visualización de panel plano. Parte 2: Requisitos ergonómicos de las pantallas de panel plano*.