

EL CONDUCTÍMETRE: COM ELABORAR LA TEVA PRÒPIA RECTA D'ESTIMACIÓ DE NUTRIENTS

Resum

L'Oficina de fertilització i tractament de dejeccions ramaderes del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació (DARP) ha elaborat diferents taules que relacionen la conductivitat elèctrica (CE) amb el contingut de nutrients per algunes dejeccions ramaderes líquides, però en moltes ocasions pot ser interessant fer-se una taula a partir de mostres del purí que es genera o del tipus de fracció líquida que s'obté del tractament que se'n fa a la pròpia granja. En aquesta fitxa tècnica s'explica com elaborar la taula d'estimació pròpia.

1. Introducció

Les taules de relació entre la CE i el contingut en nutrients d'algunes dejeccions líquides (purins i fraccions líquides de purins) que el DARP ha elaborat, s'han obtingut mostrejant moltes mostres en granges d'arreu de Catalunya. Són una molt bona eina orientativa per a estimar la seva concentració en nutrients, no obstant això, és una bona alternativa que les explotacions ramaderes, empreses o agrupacions que hagin de fer moltes aplicacions tinguin la seva pròpia taula, sempre i quan s'obtingu una bona precisió de la correlació ($R^2 > 0.70$) entre la CE i el contingut de cada nutrient.

Com ja es comenta a la [fitxa tècnica número 16](#), el conductímetre és molt precís per a estimar el contingut de nitrogen i potassi de les dejeccions líquides. En el cas del fòsfor no s'observa una bona relació, motiu pel qual el conductímetre no és una bona eina per a la seva determinació.

A continuació s'indiquen els passos que caldria seguir per obtenir la pròpia taula de caracterització d'una dejecció líquida.

2. Calendari de mostreig

Segons les característiques i maneig de l'explotació hi pot haver una major o menor variabilitat en la composició del purí durant l'any. És important tenir en compte els diferents períodes i prendre mostres en diferents èpoques de l'any per tal que les variacions del purí puguin estar representades en la taula de caracterització.

De la mateixa manera cal tenir aquest factor en compte quan es vol desenvolupar una taula per a una fracció líquida obtinguda com a subproducte d'un tractament.

3. Recollida de mostres

És molt important que la mostra representi el purí que es vol caracteritzar, per tant, es recomana agafar les mostres directament de la cisterna, ja sigui quan s'ha acabat de carregar, durant la seva aplicació al camp o després d'un trajecte per assegurar-se que la mostra és homogènia ([veure fitxa tècnica número 5](#)).

El nombre de mostres que cal agafar variarà segons l'explotació (15, 20...) i el tipus de dejecció líquida. Quan més gran sigui el nombre de mostres recollides més precisió tindrà la recta alhora d'estimar el contingut en nitrogen i potassi, sempre i quan s'hagi previst agafar mostres en diferents èpoques de l'any i a diferents fondàries de la bassa o de la cisterna o en diferents moments de la descàrrega.

Les mostres s'han d'identificar amb alguna referència que ens permeti la seva traçabilitat posterior.

4. Lectures de la conductivitat i anàlisis

De cada una de les mostres recollides s'ha de mesurar la conductivitat elèctrica mitjançant el conductímetre disponible a l'explotació (permanent a la cisterna o a la bassa). Es recomana realitzar diverses lectures de la mateixa mostra i fer la mitjana d'aquestes (és aconsellable arrodonir la dada per no treballar amb decimals).

Anotar el resultat de la mitjana de les lectures per a cada una de les mostres identificades, sinó es disposa d'un programa informàtic per a l'anàlisi estadística es pot utilitzar un full de càlcul de l'Excel (Figura. 1).

En aquesta fitxa s'explica com fer la pròpia recta a partir d'un full de càlcul de l'Excel.

| Referència mostra | Lectura de CE (mS/cm) |
|-------------------|-----------------------|
| Mostra 1 | 10 |
| Mostra 2 | 11 |
| Mostra 3 | 12 |
| | |
| Mostra n | 10 |

Figura 1. Exemple de full de càlcul Excel amb les referències i les lectures de CE

Un cop feta la lectura de CE cal enviar les mostres al laboratori al més aviat possible i demanar analitzar el contingut de:

- matèria seca
- N total
- N amoniacal
- Fòsfor
- Potassi

El N orgànic s'obté de la diferència entre el Ntotal i Namoniacal.

En el cas del fòsfor, tot i que el resultat no es farà servir per a desenvolupar una recta, s'ha d'aprofitar que s'analitza al laboratori per disposar d'aquesta dada. Si es prefereix es pot recórrer a la taula orientativa del [contingut de nutrients d'alguns adobs orgànics publica al web de l'Oficina de fertilització](#). També n'hi ha una per a [dejeccions ramaderes tractades](#).

5. Interpretació dels resultats analítics

Els resultats de les anàlisis que envien els laboratoris acostumen a estar expressats en unitats de concentració (% sms o smf), per tant s'han de canviar les unitats a kg m⁻³ per poder conèixer la quantitat en nutrients de les mostres.

Les equacions que cal utilitzar per a la conversió d'unitats són les que es mostren a la taula 1. Alguns laboratoris poden expressar els resultats analítics en altres unitats, en cas que hi hagi algun dubte en la interpretació es recomana contactar amb el laboratori.

Taula 1. Relacions de conversió dels resultats de l'anàlisi a kg m⁻³

| Resultats expressats en % sobre matèria seca (s.m.s.) | |
|---|--|
| NITROGEN | |
| $\frac{X \text{ kg N}}{100 \text{ kg m.s.}} \times \frac{X \text{ kg m.s.}}{100 \text{ kg m.f.}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} \times \frac{\text{densitat t}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg N}}{\text{m}^3}$ | |
| FÓSFOR | |
| $\frac{X \text{ kg P}}{100 \text{ kg m.s.}} \times \frac{X \text{ kg m.s.}}{100 \text{ kg m.f.}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} \times \frac{\text{densitat t}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg P}_2\text{O}_5}{\text{m}^3}$ | |
| POTASSI | |
| $\frac{X \text{ kg K}}{100 \text{ kg m.f.}} \times \frac{X \text{ kg m.s.}}{100 \text{ kg m.f.}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} \times \frac{\text{densitat t}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg K}_2\text{O}}{\text{m}^3}$ | |

X= valor dels resultats de les anàlisis
 Nota: En el cas de no conèixer la densitat del purí, es pot utilitzar un valor mitjà de 1,02 t m⁻³

Taula 1. Relacions de conversió dels resultats de l'anàlisi a kg m⁻³

| Resultats expressats en % sobre matèria fresca (s.m.f.) | |
|--|--|
| NITROGEN | |
| $\frac{X \text{ kg N}}{100 \text{ kg m.f.}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} \times \frac{\text{densitat t}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg N}}{\text{m}^3}$ | |
| FÓSFOR | |
| $\frac{X \text{ kg P}}{100 \text{ kg m.f.}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} \times \frac{\text{densitat t}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg P}_2\text{O}_5}{\text{m}^3}$ | |
| POTASSI | |
| $\frac{X \text{ kg K}}{100 \text{ kg m.f.}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} \times \frac{\text{densitat t}}{\text{m}^3} = \frac{\text{kg K}_2\text{O}}{\text{m}^3}$ | |

X= valor dels resultats de les anàlisis
 Nota: En el cas de no conèixer la densitat del purí, es pot utilitzar un valor mitjà de 1,02 t m⁻³

Un cop feta la conversió s'anoten els resultats de cada mostra corresponent al full d'Excel creat:

| Referència mostra | Lectura de CE (mS/cm) | Kg N/m ³ | Kg K ₂ O / m ³ |
|-------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Mostra 1 | 10 | 3,4 | 1,7 |
| Mostra 2 | 11 | 3,5 | 1,9 |
| Mostra 3 | 12 | 3,7 | 2,2 |
| | | | |
| Mostra n | 10 | 3,4 | 1,7 |

Figura 2. Exemple de full de càlcul Excel amb les referències i les lectures de CE i els corresponents resultats de les anàlisis

6. Com faig la meva recta

Al final es disposarà d'una taula com la que es mostra a continuació:

Taula 2. Exemple de dades per la caracterització del purí porcí fresc procedent de granges d'engreix

| Concentració segons valor conductímetre: (kg/m ³) | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|--|------------------|-----------|---------------------------------|--|------------------|-----------|---------------------------------|--|------------------|
| CE(mstot) | N _{total} [†] | P ₂ O ₅ [†] | K ₂ O | CE(mstot) | N _{total} [†] | P ₂ O ₅ [†] | K ₂ O | CE(mstot) | N _{total} [†] | P ₂ O ₅ [†] | K ₂ O |
| 10 | 3,4 | 3,2 | 1,7 | 23 | 5,0 | 3,2 | 3,6 | 36 | 7,5 | 3,2 | 5,5 |
| 11 | 3,5 | 3,2 | 1,9 | 24 | 5,2 | 3,2 | 3,7 | 37 | 7,7 | 3,2 | 5,6 |
| 12 | 3,7 | 3,2 | 2,0 | 25 | 5,4 | 3,2 | 3,9 | 38 | 7,9 | 3,2 | 5,8 |
| 13 | 3,8 | 3,2 | 2,2 | 26 | 5,6 | 3,2 | 4,0 | 39 | 8,1 | 3,2 | 5,9 |
| 14 | 3,9 | 3,2 | 2,3 | 27 | 5,8 | 3,2 | 4,2 | 40 | 8,3 | 3,2 | 6,0 |
| 15 | 4,0 | 3,2 | 2,4 | 28 | 6,0 | 3,2 | 4,3 | 41 | 8,5 | 3,2 | 6,2 |
| 16 | 4,2 | 3,2 | 2,6 | 29 | 6,2 | 3,2 | 4,5 | 42 | 8,7 | 3,2 | 6,3 |
| 17 | 4,3 | 3,2 | 2,7 | 30 | 6,4 | 3,2 | 4,6 | 43 | 8,9 | 3,2 | 6,5 |
| 18 | 4,4 | 3,2 | 2,9 | 31 | 6,6 | 3,2 | 4,7 | 44 | 9,0 | 3,2 | 6,6 |
| 19 | 4,5 | 3,2 | 3,0 | 32 | 6,7 | 3,2 | 4,9 | 45 | 9,2 | 3,2 | 6,8 |
| 20 | 4,7 | 3,2 | 3,2 | 33 | 6,9 | 3,2 | 5,0 | 46 | 9,4 | 3,2 | 6,9 |
| 21 | 4,8 | 3,2 | 3,3 | 34 | 7,1 | 3,2 | 5,2 | | | | |
| 22 | 4,9 | 3,2 | 3,4 | 35 | 7,3 | 3,2 | 5,3 | | | | |

Al full de càlcul excel es disposen les dades en columnes, en la primera la lectura de conductivitat i al costat la que recull els valors per al nitrogen.

Tal i com s'indica a la Figura 3, cal seleccionar les dues columnes (1) i buscar l'opció "Inserció" (2) que hi ha a la barra de tasques, buscar l'opció "Gràfics" i clicar la fletxeta (3), apareixerà una finestra emergent "Inserció gràfic". Escollir el gràfic de DISPERSIÓ i clicar "D'acord":

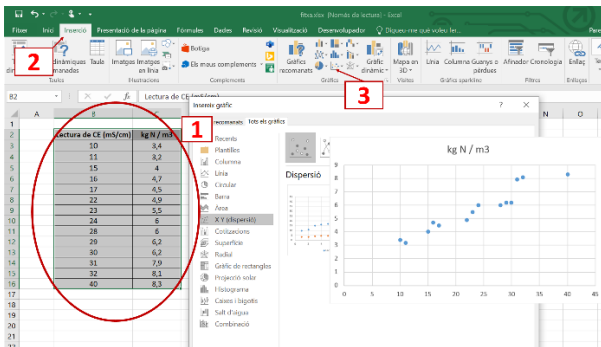


Figura 3. Com obtenir la recta de dispersió. (Font: elaboració pròpia)

A la part superior esquerra del full d'excel buscar l'opció "Afegeix un element de gràfic" (4), escollir "Línia de tendència" (5), i agafar el tipus "Lineal" tal i com s'indica a la Figura 4:

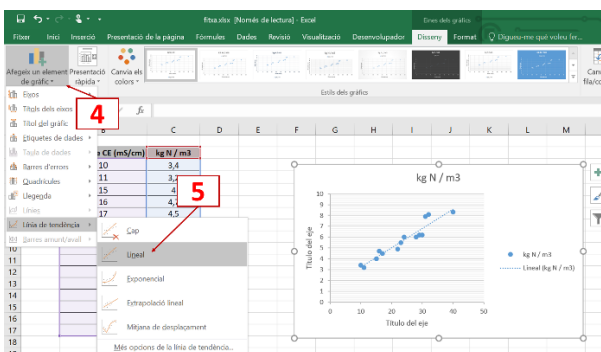


Figura 4. Com afegir la línia de tendència. (Font: elaboració pròpia)

A la part superior esquerra del full d'excel buscar l'opció "Presentació ràpida" (6), escollir la presentació que ens permet veure l'equació, la "Disposició 9" (7), i ja tindrem la recta i la seva correlació (8) per al nitrogen tal i com s'indica a la Figura 5:

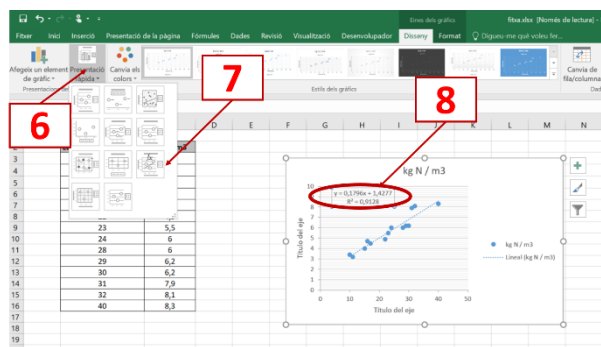


Figura 5. Com obtenir la recta de regressió. (Font: elaboració pròpia)

Repetir el mateix procediment per a la resta de nutrients dels que volem obtenir una recta de correlació.

És important que les mostres que s'agafin permetin obtenir una bona precisió de la correlació ($R^2 > 0.70$) entre la CE i el contingut de cada nutrient, i també cal que hi hagi una diferència mínima de 10 dS m^{-1} entre el valor màxim i mínim de les lectures realitzades, així s'assegura que la caracterització del purí serà bona quan es trobi dins d'aquest interval.

S'ha de tenir en compte que si posteriorment es realitza una lectura que no està a dins el rang de la relació, la probabilitat d'error serà major que si es troba dins l'interval de la recta realitzada.

7. Quadre resum dels passos a seguir

1. Mostrejar la dejecció líquida
2. Fer lectura de la conductivitat
3. Analitzar al laboratori
4. Fer la taula amb les dades de CE i resultats del laboratori
5. Buscar la recta de correlació
6. Fer la taula de relació per a un rang de CE
7. Introduir la recta a l'equip conductímetre
8. Llegir la mostra abans de l'aplicació a camp
9. Ajustar la dosi segons contingut en nutrients

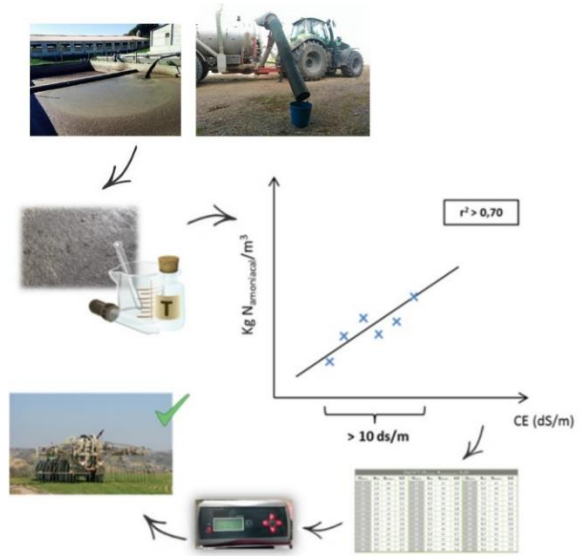


Figura 6. Il·lustració del procés per a obtenir una taula de caracterització pròpia i poder ajustar les dosis d'aplicació.

7. Informació complementària

- [Fitxa tècnica núm. 16](#) Bases del conductímetre
- [Fitxa tècnica núm. 20](#) Conductímetre a la cisterna
- [Fitxa tècnica núm. 44](#) Bon ús del conductímetre

Autors:

Núria Canut, Joan Parera, Carlos Ortiz
 DARP - Oficina de fertilització i tractament de dejeccions ramaderes

A/e: fertilitzacio.daam@gencat.cat