

6

# A APLICACIÓN WEB RAX DE RECOMENDACIÓN DE FERTILIZACIÓN CON XURRO DO MILLO FORRAXEIRO E AS PERDAS DE NITRÓXENO



Este artigo explica o funcionamento da aplicación RAX para obter unha recomendación para fertilizar o millo forraxeiro, considerando como fonte principal de nutrientes a reciclaxe do xurro. Xa viramos esta temática nun artigo anterior (*Agroexpres*, n.º 1, decembro de 2020), pero esta vez os autores poñen énfase nas importantes perdas de nitróxeno que teñen lugar debido á volatilización do amoníaco no xurro, así como na recente lexislación ambiental.

Pode accederse á aplicación RAX desde a páxina web do CIAM ([www.ciam.gal](http://www.ciam.gal)), premendo na parte superior en “Aplicacións RAX e REN”. A primeira vez que se accede é preciso rexistrarse, o cal é gratuíto. Existen aplicacións RAX para diferentes cultivos (millo forraxeiro, pradeiras, alfalfa...), polo que cómpre elixir a aplicación correspondente ao cultivo desexado; no noso caso, o millo forraxeiro.

## Datos de entrada

Para obter a recomendación de fertilización para millo forraxeiro na aplicación RAX é necesario introducir os seguintes datos:

- **Composición química do xurro**

Pódese facer dunha das catro formas: (1) introducir un valor medio de nutrientes, (2) introducir a análise do xurro, (3) estimar a composición do xurro a partir da densidade, ou (4) estimar a composición do xurro a partir da densidade e da condutividade.

- **Nome da parcela**

- **Análise do solo**

Hai tres determinacións básicas: 1) contido en fósforo (P), 2) contido en potasio (K) e 3) porcentaxe de saturación de aluminio.

Un solo de fertilidade media debe acadar os 16 ppm de P e os 121 ppm de K. En canto á porcentaxe de Al, unha vez introducido este valor, o programa determina a recomendación de encalado con **calcaria** pura e, consultando a aplicación REN, poderíanse determinar as cantidades equivalentes con calquera outro material encalante.

- **Producción de materia seca**

Pódese introducir un valor se se coñece ou deixar que a aplicación introduza 15 t/ha por defecto (cunha produción de 15 t/ha, o programa considera



Aplicador de xurro en bandas con tubos colgantes

que se precisan 180 kg/ha de N, 90 kg/ha de  $P_2O_5$  e 210 kg/ha de  $K_2O$ ).

- **Se se vai fraccionar ou non a aplicación do fertilizante**

A recomendación é fraccionar o N en dúas aplicacións: 1) 40 % en presemteira e 2) 60 % en cobertoira. Para minimizar as lixiviacións por chuvias, débense evitar as aplicacións a finais do outono ou no inverno. Para cada aplicación de N, recoméndase que o fertilizante conteña unha parte en forma nítrica (liberación inmediata) e outra en forma amoniacal (liberación lenta).

- **Se imos engadir fertilizante mineral complementario ao xurro aplicado**

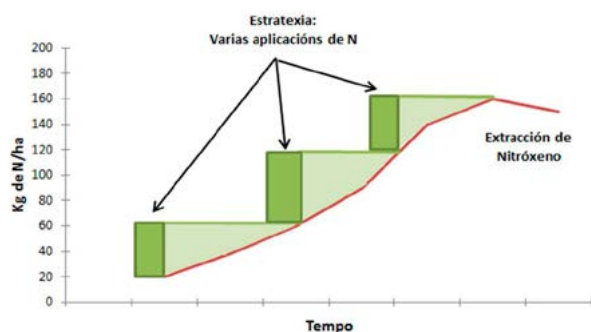
Debemos definir a cantidade de xurro que imos aplicar, que se pode facer dunha das tres formas: 1) non cubrir nada, co cal o programa elixe 50 m<sup>3</sup>/ha por defecto; 2) cubrir a cantidade de xurro que queremos aplicar previamente á recomendación do programa; ou 3) cubrir a dose de xurro posteriormente á recomendación do programa. O programa calcula entón, en cada situación, as unidades fertilizantes complementarias ás aplicadas co xurro que son necesarias e permite tamén elixir o tipo de fertilizante mineral para engadilas.

- **Técnicas e condicións de aplicación do xurro** (ver máis adiante).

## A volatilización do amoníaco

- **Ciclo do nitróxeno e perdas ao ambiente**

Para realizar a fertilización nitrogenada, debe terse en conta o balance entre as ganancias (mineralización do N) e as perdas (lixiviación de nitratos, desnitrificación e volatilización do amoníaco), que dependen de factores edafoclimáticos e de técnicas de manexo, polo que resultan difíciles de cuantificar. As pequenas perdas por lixiviación e desnitrificación adoitan ser compensadas polas



Fraccionamento da aplicación de nitróxeno para mellorar a eficiencia da fertilización (Lammel, 2005)

ganancias por mineralización da materia orgánica do solo. Polo tanto, as perdas por volatilización do amoníaco son ás que debemos prestar especial atención, particularmente na fertilización con xurro ou con urea.

Estímase que a aplicación de xurros e esterco aos campos contribúe nun 34 % ás emisións totais de  $NH_3$  do sector agrario. A redución destas emisións é importante para diminuír a formación de partículas ácidas, nocivas para o sistema respiratorio e acidificadoras do solo, así como para diminuír a súa transformación en **óxido nítrico** ( $N_2O$ ), un gas de efecto invernadoiro. A **cuantificación destas emisións é importante** pois, se non as consideramos ou as subestimamos, estaremos subfertilizando e, pola contra, se as sobreestimamos, estaremos sobrefertilizando.

- **Normativas para evitar a contaminación pola volatilización do amoníaco**

- Real decreto 818/2018: establece o compromiso de reducir as emisións para o ano 2030, un mínimo do 16 % respecto a 2005. En decretos posteriores especificanse as medidas concretas dirixidas ás explotacións de gando vacún para lograr este obxectivo.
- Real decreto 1053/2022: establece en que tipo de explotacións bovinas non extensivas será obrigatoria a redución das emisións. Estas técnicas de mitigación das emisións deberán adoptarse nos seguintes ámbitos: alimentación, instalacións de aloxamento e almacenamento do xurro.
- Real decreto 1051/2022: obriga a aplicar o xurro dun xeito máis sustentable, en concreto, mediante sistemas de banda ou inxección, e prohíbe a aplicación do xurro con prato (exceptuando recintos con pendentes superiores ao 10 % ou de superficie inferior a 1 ha, ou na explotación enteira cando o resto dos recintos da explotación —descontados os incluídos na excepción anterior e os pastos comunais— representen unha superficie inferior ao 50 % da superficie total da explotación, ou cando o seu conxunto non supere as 2 ha).

- **Contido de N amoniacal do xurro e volatilización segundo as condicións de aplicación**

A porcentaxe de N amoniacal, dentro do N total, varía segundo o tipo de xurro: vacún (48 %), porcino de ceba (55 %) e porcino de xestión-lactación-transición (a máis alta, 59 %).

Os factores que máis afectan as emisións son: concentración de N amoniacal, materia seca, velocidade de infiltración no solo e diferentes parámetros meteorolóxicos (temperatura, radiación, vento e chuva). O máis efectivo para diminuír estas emisións é empregar técnicas de aplicación como a incorporación, os tubos colgantes ou a inxección. De non empregar estas técnicas, o 50 % do amoníaco podería perderse nas primeiras 4-12 horas despois da aplicación.

- **Cuantificación da volatilización do amoníaco na aplicación RAX**

A aplicación RAX permite calcular a **eficiencia na utilización do nitróxeno**, segundo a técnica de aplicación utilizada, que logo será tida en conta á hora de facer unha recomendación. Canto maior sexa a eficiencia de utilización do nitróxeno, menor cantidade de xurro necesitaremos aplicar. Existen dous xeitos nos que a aplicación RAX pode medir esta eficiencia: 1) cun cálculo estándar baseado nunha táboa de eficiencias en función da técnica e condicións de aplicación, ou 2) empregando un modelo europeo (“ALFAM2”) que calcula a volatilización do nitróxeno amoniacal segundo as condicións de aplicación. Segundo se elixa un ou outro, o sistema pedirá que introduzamos uns ou outros parámetros relacionados coa técnica de aplicación e cos factores atmosféricos.

## Datos de saída

Tras introducir os datos, a aplicación RAX mostra os seguintes datos, que poden gardarse ou imprimirse:

- **O valor fertilizante de 1 m<sup>3</sup> de xurro** (expresado en kg de N, kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e kg de K<sub>2</sub>O);
- **A equivalencia de 10 m<sup>3</sup> de xurro en fertilizantes minerais;**
- **A análise do solo** (que xa introducimos)
- **A recomendación de encalado** (en t/ha de calcaria de 100 % de riqueza);
- **O momento de aplicación da fertilización e o número de aplicacións;**
- **A cantidade de xurro necesaria para satisfacer as necesidades do millo forraxeiro** (expresadas en m<sup>3</sup>/ha);
- **As cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O que faltarían por achegar** (en kg/ha) tras establecer a dose de xurro (m<sup>3</sup>/ha), e que poden engadirse mediante un fertilizante mineral seleccionado, así como **as necesidades finais que quedarían por satisfacer**. (Convén ir modificando en paralelo as doses de xurro e o fertilizante mineral para que este último valor se aproxime a cero).

## Conclusións

O cultivo do millo forraxeiro, en aumento en Galicia nos últimos anos, recibe como fertilizante unha gran cantidade do xurro acumulado no inverno nas explotacións. A aplicación RAX de recomendación de fertilización do millo forraxeiro con xurro, desenvolvida no CIAM, permite facer unha correcta fertilización a partir do coñecemento da composición química do xurro, da riqueza de nutrientes do solo e das extraccións do millo. Esta aplicación ten en conta cales son as técnicas e as condicións ambientais de aplicación que inflúen na cantidade de nitróxeno amoniacal que se perde á atmosfera, e permite coñecer e compensar estas perdas, o cal contribúe a unha fertilización máis axeitada e a importantes beneficios económicos e ambientais.

|   | Xurro vacún leite | Xurro porcino ceba | Xurro porcino xest-lact-trans |
|---|-------------------|--------------------|-------------------------------|
| % Materia seca  | 7.83              | 4.83               | 2.06                          |
| % N total (% sobre m.s.)                                  | 3.72              | 8.73               | 12.03                         |
| % N amoniacal (% sobre m.s.)                              | 1.77              | 4.78               | 7.13                          |
| % P total (% sobre m.s.)                                  | 0.69              | 2.31               | 2.47                          |
| % K total (% sobre m.s.)                                  | 3.58              | 4.83               | 6.86                          |
| Densidade (kg/l)  | 1.14              | 1.02               | 1.008                         |
| Kg N /m <sup>3</sup> xurro                                | 3.32              | 4.30               | 2.50                          |
| Kg N amoniacal/m <sup>3</sup> xurro                       | 1.58              | 2.35               | 1.48                          |
| Kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> xurro | 1.41              | 2.61               | 1.17                          |
| Kg de K <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup> xurro               | 3.83              | 2.86               | 1.71                          |

Táboa 1. Contido medio de nutrientes e valor fertilizante dos xurros en Galicia

| Nivel       | % Aluminio | Kg/ha de calcaria (CaCO <sub>3</sub> ) | Kg/ha de óxido de calcio (CaO) |
|-------------|------------|--|--------------------------------|
| Moi ácido   | >= 60      | 4500                                   | 2500                           |
| Ácido       | 41-60      | 3500                                   | 2000                           |
| Medio       | 21-40      | 2100                                   | 1200                           |
| Pouco ácido | 10-20      | 1400                                   | 800                            |
|             | 5-10       | 700                                    | 400                            |
| Óptimo      | 0          | 0                                      | 0                              |

Táboa 2. Acidez e doses recomendadas de encalante dun 100 % de pureza