

3

INTERPRETACIÓN DAS ANÁLISES DE SOLO PARA UNHA FERTILIZACIÓN RACIONAL DO MILLO FORRAXEIRO



As análises do solo son unha ferramenta fundamental para o cálculo das necesidades de fertilización dos cultivos. Pero antes de mandar analizar o solo, é indispensable obter mostras que representen fielmente a totalidade da parcela.

Se a parcela fose máis ou menos uniforme, percorreriámola en zigzag e tomaríamos 15-20 submostras cunha sonda de mostraxe ou cunha pa, a unha profundidade onde estean concentradas a maior parte das raíces do cultivo (no caso do millo, ata 30 cm). Logo de mesturalas nun caldeiro limpo (ollo!), a mostra reducirase proporcionalmente á cantidade que solicite o laboratorio (con frecuencia, 1 kg). Para isto último acostuma aplicarse a “redución por cuarteo”: facemos un montón coa terra, dividímolo en catro partes iguais, tomamos dúas partes situadas en diagonal e descartamos as outras dúas. Se a parcela fose irregular, dividímola en tantas “subparcelas” como fose necesario, e aplicamos este mesmo protocolo a cada unha. Como é lóxico, non debemos facer a análise ata pasados 2-3 meses despois dunha fertilización, ou pasado un ano despois dun encalado.

A análise do solo proporciona información a dous niveis relevantes:

1. Contido en nutrientes: analízanse principalmente as cantidades de nitróxeno, fósforo, potasio, calcio e magnesio que estean accesibles para as plantas, é dicir, aquelas formas dos nutrientes no solo que poden ser utilizadas polos cultivos.

2. Características que afectan a absorción deses nutrientes: pH, acidez, carbono, materia orgánica, relación carbono/nitróxeno, condutividade eléctrica e capacidade de intercambio catiónico, principalmente.

A continuación imos ver en detalle cada un destes compoñentes.

• **Nitróxeno.** É o motor do crecemento, e contribúe a aumentar a superficie foliar, así como o contido proteico e a dixestibilidade da forrage. O número que dá a análise refírese ao nitróxeno total, que é a suma do **nitróxeno orgánico** non dispoñible para a planta e unha parte pequena do **nitróxeno inorgánico** ou mineral (nitratos e amonio), pois a maior parte pérdese polo procesamento da mostra. Ao contrario que outros elementos máis estables, o nitróxeno do solo está en constante cambio debido a repetidas perdas por lixiviación e repetidas ganancias por mineralización, ambas as dúas difíciles de cuantificar. Por este motivo, a fertilización neste nutriente adoita consistir en achegar o que o cultivo de millo vai extraer. Esta cifra estímase en **190 kg de N/ha** (se consideramos unha produción de 20 t/ha de materia seca de millo forrageiro). Se fertilizamos con xurro, haberá que ter en conta as perdas por volatilización. E se fertilizamos coa incorporación previa dunha leguminosa, haberá que reducir esta cantidade en 125 kg/ha, é dicir, engadir só 65 kg de N/ha.

• **Fósforo.** O millo precisa do fósforo de maneira moi temperá, despois da xerminación, para favorecer o desenvolvemento das raíces e dos ápices vexetativos. Se o nivel de fósforo é medio (16-25 ppm), faremos unha fertilización de mantemento, consistente en subministrar o que se estima que o cultivo de millo vai extraer (**70 kg de P_2O_5 /ha**). Se o nivel de fósforo fose moi baixo ou baixo (<15 ppm), fariamos unha fertilización de corrección máis unha fertilización de mantemento coa cantidade arriba indicada. Pola contra, se o solo fose rico en fósforo (>45 ppm), non utilizaríamos fertilizante fosfórico. Os solos das explotacións galegas de vacún de leite son con frecuencia ricos en fósforo.



Espectrofotómetro de absorción atómica (para lectura do Ca, Mg, Na e K) (esq.) e espectrofotómetro de UV-visible (para medida de P asimilable)

- **Potasio.** Xoga un importante papel en procesos como o uso eficiente da auga, a redución do encamado (reforzo das paredes celulares) ou o aumento da resistencia ás xeadas, ademais de contribuír á fabricación dos amidóns. Do mesmo xeito que co fósforo, en solos cun contido medio en potasio (121-240 ppm) achegaremos unha fertilización de mantemento que repoña o que o cultivo consome, estimado en **200 kg de K_2O /ha**. Se o solo fose baixo en potasio (61-120 ppm), habería que facer unha fertilización de corrección máis unha fertilización de mantemento.

- **Calcio e magnesio.** O calcio intervéen na formación das paredes celulares e mellora a resistencia ás enfermidades. O magnesio é clave na fotosíntese, activa a transferencia de enerxía na planta e intervéen na mobilización do fósforo. As cantidades proporcionadas polo laboratorio para estes dous elementos veñen expresadas en moles por quilogramo. Lecturas inferiores a 4 cmol/kg para o calcio e a 0,7 cmol/kg para o magnesio son insuficientes e esixirán fertilizacións de corrección. Cando o solo é ácido, como é frecuentemente o caso en Galicia, realizamos a fertilización con calcio dun modo indirecto mediante o encalado. Para mellorar o magnesio, recoméndase encalar con dolomita (carbonato cálcico magnésico) ou con calcaria magnesiana. As extraccións que realiza o millo, que determinan a fertilización de mantemento, estímense en **40 kg de CaO /ha** e **50 kg de MgO /ha**. Os solos galegos son xeralmente moi pobres nestes dous elementos, e máis da metade das

explotacións galegas de vacún de leite non acadan os niveis mínimos de Ca (4 cmol/kg) e Mg (0,7 cmol/kg).

Pasamos agora a repasar as características físicas do solo que afectan a dispoñibilidade destes elementos.

- **pH.** Cada cultivo ten un rango específico de pH idóneo. Cando o pH do solo é excesivamente baixo (ácido) para un cultivo determinado, a planta sofre debido a: 1) unha maior dispoñibilidade de elementos tóxicos como aluminio ou manganeso, 2) unha carencia de calcio e 3) un efecto depresivo na mineralización do solo polos microorganismos da materia orgánica. No caso do millo, o rango de pH óptimo é 5,8-6,2. Como a maior parte dos solos galegos son ácidos (pH entre 5,1-6,3), cómpre subir o pH mediante o encalado. Durante o encalado, os ións básicos de calcio ou magnesio substitúen os ións ácidos de hidróxeno, e prodúcese así a corrección da acidez.

- **Complexo de cambio, capacidade de intercambio catiónico, acidez de cambio e aluminio de cambio.** Estes son parámetros moi relacionados. Prestade atención pois imos definilos un a un. O “complexo de cambio” refírese ás partículas arxilosas e os coloides orgánicos capaces de intercambiar ións coa solución do solo. A “capacidade de intercambio catiónico” é a suma dos catións cambiabiles máis abundantes do solo (Al^{3+} , H^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+).

É un parámetro que subministra información sobre o contido destes elementos asimilables pola planta. Para un mesmo contido de materia orgánica, a capacidade de intercambio catiónico aumenta a medida que reducimos a acidez. É dicir, canto maior é a lectura do pH, maior é a dispoñibilidade de nutrientes. A “acidez de cambio” é o grao de saturación do complexo de cambio pola acidez cambiante (formada por H^+ , Al^{3+} e Mn^{2+}). Nos solos ácidos de Galicia o “aluminio de cambio” (% Al) é o compoñente principal da acidez de cambio. Este parámetro é importante porque, ademais de polo pH, a necesidade de encalado vén determinada polo valor do aluminio de cambio, é dicir, polo grao de saturación en aluminio do complexo de cambio. Existen táboas que nos indican a cantidade de encalado en función do % Al do solo. Para encalar con produtos diferentes aos utilizados nestas táboas cómpre facer o cálculo baseado no “poder neutralizante” de cada composto. Os seguintes materiais están ordenados de maior a menor poder encalante en estado puro: cal vivo, cal apagado, dolomita e calcaria. Loxicamente, canto menor sexa a porcentaxe de riqueza máis diminúe o poder encalante.

- **Carbono e materia orgánica.** O carbono dos solos está presente en catro formas principais: 1) carbonatos minerais; 2) formas moi condensadas de composición próxima ao carbón elemental (carbón vexetal); 3) residuos, alterados e bastante resistentes, de plantas, animais e microorganismos (denominado humus); e 4) residuos orgánicos pouco alterados de plantas, animais e microorganismos. En Galicia, onde os solos teñen pouco compoñente de carbono mineral, podemos dicir que a materia orgánica (MO) é proporcional ao carbono total. A materia orgánica é un parámetro fundamental na capacidade de produción do millo forraxeiro pois mellora: 1) a capacidade de reserva da auga, 2) a capacidade de intercambio catiónico, que achega unha reserva de nutrientes de lenta liberación e 3) a actividade microbiana, que facilita a mineralización. Afortunadamente, os solos galegos son moi ricos en materia orgánica, con valores entre 5-14%.

- **Relación C/N.** Este parámetro, fácil de obter dividindo os contidos de carbono e nitróxeno do solo, achega certa información sobre a saúde

do solo. Está influído por procesos de oxidación de compostos carbonados, por un lado (que diminúen o C/N), e procesos de nitrificación con posterior absorción polo cultivo e de lixiviación do N, por outro (que aumentan o C/N). En climas temperados este parámetro tende a estabilizarse en valores entre 10-12. Valores baixos indican un esgotamento do solo.

- **Condutividade eléctrica.** Mide a salinidade do solo. Cando a salinidade é elevada os cultivos secan porque non poden absorber auga debido á presión osmótica exercida polos sales presentes na solución do solo. A condutividade exprésase en *siemens por metro*. Cando o valor da análise é inferior a 0,2 dS/m, non hai problema de salinidade. En Galicia son infrecuentes os problemas de salinidade.

Conclusións

Unha boa análise de solo comeza cunha boa mostraxe. No laboratorio analízanse non só os nutrientes principais (P, K, Ca e Mg), senón tamén as características do solo que poden influír nestes nutrientes (MO, C/N, pH, %Al). Para calcular as necesidades de fertilización do millo forraxeiro, debemos basearnos en: 1) a análise do solo; 2) as extraccións de nutrientes que fai o millo; e, por último, 3) a posible utilización dos recursos propios da explotación, tales como o xurro. A idea é tender a unha produción sustentable. Recomendamos a lectura do artigo orixinal, de fácil comprensión e repleto de táboas informativas das cantidades de fertilizante que cómpre utilizar dependendo das lecturas da análise de solo (https://issuu.com/transmediacomunicacion/docs/afriga_128_galego_lr). 🌱