

A reação do solo e a nutrição das plantas

O efeito da reação do solo na nutrição das plantas é um processo complexo, dinâmico e muito dependente de reações químicas e de equilíbrios que se vão estabelecendo no sistema solo-planta ao longo do tempo, não se refletindo unicamente no valor de pH determinado numa amostra de terra num dado momento.

Introdução

Cada tipo de solo apresenta naturalmente um certo nível de acidez ou de alcalinidade resultante, sobretudo, da composição mineral da rocha-mãe e das condições climáticas do local. Nos solos cultivados, as práticas agronómicas também poderão contribuir para a acidez ou alcalinidade do solo, sendo a acidificação o processo mais comum.

A acidificação do solo é um processo natural que pode ser agravado por fatores climáticos, processos de erosão e lixiviação, absorção pelas culturas de cátions básicos, cálcio (Ca^{2+}), potássio (K^+) e magnésio (Mg^{2+}), decomposição dos resíduos das culturas, exsudados das raízes, libertação de iões hidrogénio (H^+), resultantes de reações em que participa o ião alumínio (Al^{3+}), compostos de reação ácida libertados pelos fertilizantes, nomeadamente pelos fertilizantes azotados, entre outros. A alcalinização do solo não é um processo frequente nas regiões mediterrâneas, exceto nos locais em que a pluviosidade é muito reduzida. Por vezes, devido à composição da rocha-mãe, o nível de alcalinidade do solo é muito elevado e afeta negativamente o desenvolvimento das culturas.

O pH do solo

O pH é um indicador da acidez ou alcalinidade do solo e mede-se em unidades de pH. A escala de pH varia entre 0 e 14, os solos com um valor de pH inferior a 7,0 são ácidos, igual a 7,0 são neutros e superior a 7 são alcalinos. Em laboratório, o pH do solo é medido com um potenciómetro numa suspensão solo/água e representa uma medida da concentração de iões hidrogénio (H^+) presentes na solução do solo. O pH do solo define-se como sendo o logaritmo da concentração de hidrogeniões na solução do solo ($\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$). À medida que a quantidade de iões hidrogénio aumenta, a acidez é mais elevada e o valor de pH diminui; quando a quantidade de iões hidrogénio diminui, a acidez é menor e o valor de pH aumenta. Porque a escala que representa o valor de pH é logarítmica, um solo que apresente um valor de pH 5 é dez vezes mais ácido do que

um solo que apresenta um valor de pH 6.

O pH do solo afeta a disponibilidade dos nutrientes, a atividade dos microrganismos e a capacidade de troca catiónica do solo.

O pH do solo e a disponibilidade de nutrientes

A disponibilidade de nutrientes para as plantas é mais elevada para valores de pH do solo compreendidos entre 6,5 e 7,5. Os solos demasiado ácidos ou demasiado alcalinos exercem um efeito negativo na libertação e disponibilidade de nutrientes para as plantas. Para valores de pH baixo, elementos como o alumínio, o ferro e o manganês tornam-se muito disponíveis e, por vezes, o alumínio e o manganês atingem níveis tóxicos para algumas espécies. Nestes solos, o

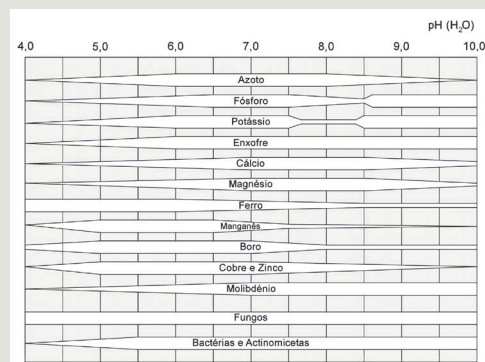


Figura 1 – Diagrama de Truog (LQARS, 2006)

molibdénio, o magnésio e o cálcio poderão apresentar uma disponibilidade reduzida e insuficiente para suprir as necessidades das plantas. Quando o pH do solo é elevado, a disponibilidade de micronutrientes como o ferro, manganês, zinco e boro é reduzida, podendo surgir sintomas de deficiência nas plantas. Outros nutrientes, como o fósforo, apresentam disponibilidade reduzida nos solos muito ácidos e nos solos muito alcalinos. Nos solos muito ácidos, o fósforo reage com o ferro e o alumínio formando fosfatos insolúveis de ferro e alumínio. Quando o pH do solo é muito elevado, reage com o cálcio e forma fosfatos de cálcio insolúveis. Nas duas situações, a disponibilidade de fósforo para as plantas diminui.

A relação entre a disponibilidade dos di-

Anabela Veloso . INIAV, I.P.



ferentes nutrientes para as plantas e o pH do solo é representada na literatura da especialidade pelo diagrama de Truog, designação pelo qual é geralmente conhecido, apesar de ter sido concebido por Pettinger, em 1935, para sete nutrientes e só mais tarde aumentado por Truog para onze nutrientes. Atualmente, o diagrama de Truog encontra-se publicado com diversas adaptações, nas quais podemos observar que é próximo da neutralidade, pH 7, que a disponibilidade dos diversos nutrientes para as plantas é mais elevada (fig. 1). O conhecimento da relação entre o pH do solo e a disponibilidade dos nutrientes para as plantas constituiu um dos marcos mais importantes no estudo da fertilidade do solo.

O pH do solo e a atividade dos microrganismos

A atividade dos microrganismos do solo é máxima para valores de pH compreendidos entre 5,0 e 7,0. Para nutrientes como o azoto, o fósforo ou o enxofre, cuja libertação da matéria orgânica depende da atividade dos microrganismos do solo, os valores de pH próximos da neutralidade são os mais favoráveis à nutrição das plantas nestes elementos.

O pH do solo e a capacidade de troca catiónica

A capacidade de troca catiónica (CTC) do solo representa a capacidade máxima que o solo tem de adsorver cátions (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , entre outros) e depende dos teores em argila e matéria orgânica. Quando estes teores são elevados, o solo apresenta uma maior CTC e um maior poder tampão. Quando o poder tampão do solo é elevado, a taxa de acidificação é menor, porque é necessária uma maior quantidade de iões H^+ para alterar o pH do solo. Um solo arenoso com baixa CTC acidifica mais rapidamente do que um solo com um teor de argila médio e uma CTC média.

O grau de acidez ou alcalinidade depende, sobretudo, do equilíbrio entre os iões ácidos, H^+ e Al^{3+} , e os iões básicos, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ . Nos solos muito ácidos predomina o

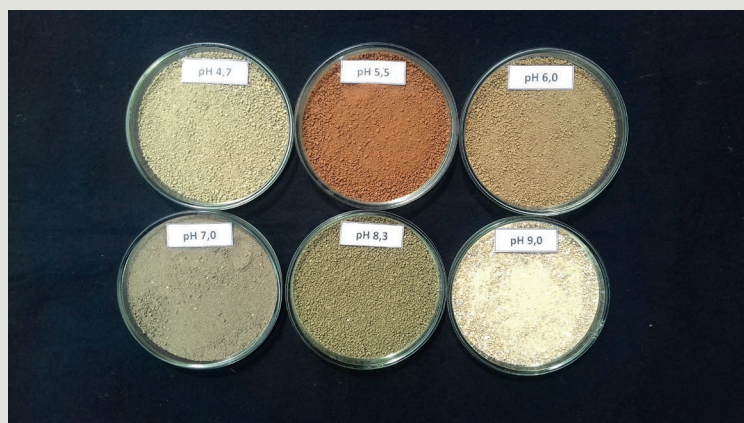


Figura 2 – Amostras de solo com diferentes valores de pH

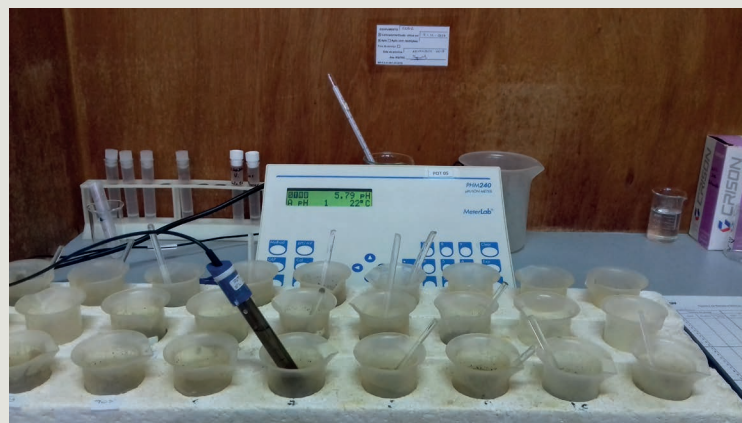


Figura 3 – Medição de pH

ião H^+ e nos solos pouco ácidos ou neutros predomina o íon Ca^{2+} acompanhado dos íons Mg^{2+} , K^+ e Na^+ . Os solos em que predomina o íon Na^+ apresentam reação alcalina.

O pH do solo e o desenvolvimento das culturas

A maior parte das plantas apresenta uma tolerância elevada à acidez ou alcalinidade do solo, mas quase todas são afetadas negativamente por valores extremos de pH. Algumas espécies adaptam-se bem a um intervalo de pH alargado, enquanto outras são muito sensíveis a pequenas oscilações. Para cada espécie existe um valor de pH do solo

que é mais favorável ao seu desenvolvimento. O pH do solo mais favorável para muitas das culturas agronômicas situa-se entre 6,0 e 7,5, embora existam plantas bem adaptadas a solos ácidos, como o mirtilo, ou a solos ligeiramente alcalinos, como a cevada ou a pistácia (quadro 1).

Correção do valor de pH do solo

A correção do pH do solo é efetuada através da aplicação de corretivos alcalinizantes nos solos ácidos e de corretivos acidificantes nos solos calcários. Em Portugal, a maioria dos solos são ácidos, sendo muitas vezes necessário proceder à aplicação de calcário. A alteração do pH do solo implica uma reação química que não ocorre imediatamente. Assim, após ter sido identificada a necessidade de aplicação de calcário, deve proceder-se rapidamente à aplicação do mesmo. A fase mais indicada para a aplicação de calcário é antes da instalação das culturas, devendo este ser incorporado no solo. O calcário, em pó ou granulado, pode apresentar um teor inferior a 10% de carbonato de magnésio, sendo designado simplesmente corretivo calcário, ou um teor superior a 10% de carbonato de magnésio, sendo designado corretivo calcário magnesiano. Nos solos ácidos e com teores baixos de magnésio deverá optar-se, preferencialmente, pela aplicação de calcário magnesiano.

No Decreto-Lei n.º 103/2015, de 15 de junho, podemos encontrar a definição dos diferentes corretivos alcalinizantes na forma seguinte:

Corretivo calcário – o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, sendo o teor de carbonato de magnésio inferior a 10%;

Corretivo calcário magnesiano – o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, sendo o teor de carbonato de magnésio igual ou superior a 10%;

Cal apagada agrícola – o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, sendo o teor de hidróxido de magnésio inferior a 12%;

Cal apagada magnesiana – o corretivo agrícola alcalinizante constituído, essencialmente, por hidróxido de cálcio e hidróxido de magnésio, sendo o teor de hidróxido de magnésio igual ou superior a 12%.

A acidificação do solo, embora menos frequente, também poderá ser necessária quando se pretende cultivar espécies adaptadas a valores de pH baixos, como o mirtilo. Nestas situações, a opção mais recomendada é a aplicação de enxofre antes da instalação da cultura. A quantidade a aplicar depende, entre outros fatores, do intervalo entre o valor de pH inicial do solo e o valor de pH final que se pretende obter. Quanto maior for este intervalo, mais elevada será a quantidade de enxofre a aplicar e maior deverá ser o período de tempo que antecede a aplicação, relativamente à instalação da cultura.

Nota final

O efeito da reação do solo na nutrição das plantas é um processo complexo, dinâmico e muito dependente de reações químicas e de equilíbrios que se vão estabelecendo no sistema solo-planta ao longo do tempo, não se refletindo unicamente no valor de pH determinado numa amostra de terra num dado momento. No entanto, a determinação laboratorial do valor de pH permite sustentar a tomada de decisões sobre a realização de práticas agronômicas que melhoram a fertilidade do solo e favorecem o crescimento e produção das plantas. ☺

Bibliografia

Decreto-Lei n.º 103/2015, DR, 1.ª série, n.º 114, de 15 de junho. Colocação no mercado de matérias fertilizantes. LQARS. 2006. *Manual de Fertilização das Culturas*. MADRP/INIAP, Lisboa. 282 p.

QUADRO 1 – VALOR DE pH MAIS FAVORÁVEL AO DESENVOLVIMENTO DE ALGUMAS CULTURAS	
pH	Cultura
4,5 a 5,5	Mirtilo
5,0 a 5,5	Azáleas, camélia, hortênsia e rododendro
5,5 a 6,0	Castanheiro
5,5 a 6,5	Amora, arroz, aveleira, batata, batata-doce, centeio, framboesa, groselheira, maracujá, romãzeira e sorgo-grão
5,5 a 7,0	Aveia, couve-brócolo, couve-flor, couve-lombarda, couve-repolho, couve-roxa, hibisco e glícínia
5,5 a 7,5	Amendoeira
5,6 a 7,0	Amor-perfeito, crisântemo, margarida, petúnia
5,6 a 7,2	Marmeleiro
5,8 a 6,5	Tamarilho
5,8 a 6,8	Actinídea (kiwi), morangueiro
5,8 a 7,0	Milho-grão, tomate
6,0 a 6,5	Medronheiro, videira
6,0 a 7,0	Acelga, agrião, aipo, alho-comum, açucena, beterraba-de-mesa, coentro, dália, diospreiro, espargo, espinafre, gladiolo, macieira, mostarda vermelha, nogueira, pastinaca, pereira, rabanete, rúcula, salsa
6,0 a 7,5	Abacateiro, ameixeira, alho-francês, amendoim, cebola, cenoura, cerejeira, citrinos, damasqueiro, ervilha, espinafre, fava, feijão, figueira, ginjeira, girassol, grão-de-bico, nabo, olival, pimento, pessegueiro, tremço, trigo
6,0 a 8,0	Beterraba sacarina, nespereira, pistácia
6,5 a 7,5	Abóbora, aboborinha, alface, beringela, goji, melancia, melão, meloa, pepino
6,5 a 8,0	Cevada