

ADUBAÇÃO E CALAGEM

*Carlos Alberto Vasconcellos
Hélio Lopes dos Santos
Gonçalo Evangelista de França*

1. INTRODUÇÃO

O milho pode ser cultivado em diferentes tipos de solo. Entretanto, os rendimentos serão mais elevados nos solos mais profundos, férteis, com boa drenagem e aeração.

Com relação à acidez, o milho desenvolve-se melhor em solos fracamente ácidos ou neutros.

O cultivo de milho, após o plantio de soja, tem-se mostrado bastante eficiente. Resultados já alcançados pelo CNPMS/EMBRAPA têm mostrado que o cultivo de milho após a soja proporcionou aumento de produção em torno de 30%, quando comparado com o cultivo contínuo de milho.

Em trabalho realizado pela EPAMIG em Minas Gerais, em solos sob vegetação de cerrado, cultivados durante cinco anos com soja, obtiveram-se produções de 4,0 a 5,0 t/ha de grãos de milho, com o aproveitamento do efeito residual da calagem e da adubação fosfatada aplicada na cultura da soja.

O aproveitamento de nutrientes, deixados no solo pela soja, após a colheita, é um dos fatores que favorece a rotação soja-milho.

2. ANÁLISE DO SOLO

A planta necessita, para seu crescimento e desenvolvimento, de 16 elementos essenciais, assim classificados:

- elementos provenientes do ar e da água: carbono, oxigênio e hidrogênio.

— elementos provenientes do solo: macronutrientes (elementos exigidos em maiores quantidades): nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre; e micronutrientes (elementos exigidos em menores quantidades): boro, cobre, cloro, ferro, manganês, molibdênio e zinco.

É através da análise do solo que se procura avaliar a necessidade de adubação para as principais culturas. Uma série de cuidados especiais deverá ser observadas na amostragem do solo a ser analisado: número de amostras simples, tamanho da área amostrada, cor do solo, declividade, vegetação, drenagem, histórico da área etc.

Após as adubações convencionais no sulco de plantio, há o aumento da heterogeneidade do terreno. Nessas condições, para minimizar o efeito da concentração dos adubos no sulco de plantio, as amostras devem ser tomadas após a aração e gradeação do terreno, ou antes destas operações, nas entrelinhas de plantio.

A importância de uma boa amostragem refletirá no consumo adequado de fertilizantes e corretivos. Sugere-se que os produtores procurem os extensionistas da EMATER para receberem informações quanto aos cuidados na retirada de amostras de solo para análise química.

Normalmente, procura-se separar as áreas uniformes quanto ao relevo, coloração do solo, cobertura vegetal, textura e drenagem. Nas áreas uniformes, retirar aproximadamente 20 amostras simples da camada de 0 a 20 cm de profundidade, colocando-se em um recipiente limpo e misturando-as bem. Posteriormente, retirar aproximadamente 500 g da terra para enviar ao laboratório de sua preferência.

As amostras simples podem ser retiradas com trado, enxadão, picareta, pá reta etc. Não retirar amostra simples próximo de pocilgas, galinheiros, casas, sulcos de erosão, depósitos de adubos e calcários etc.

2.1. Níveis de Fertilidade

a) pH do solo

O pH mede a atividade do hidrogênio e constitui um indicativo das características químicas do solo (Tabela 1).

TABELA 1. Classes de pH em água.

Classificação	Níveis
Acidez elevada	< 5,0
Acidez média	5,0 - 5,9
Acidez fraca	6,0 - 6,9
Neutra	7,0
Alcalinidade fraca	7,1 - 7,8
Alcalinidade alta	> 7,8

b) Alumínio trocável

O alumínio é prejudicial à maioria das culturas, pois inibe o desenvolvimento do sistema radicular, impedindo a absorção e a translocação de nutrientes.

Solos com porcentagem de saturação de alumínio inferior a 20%, provavelmente não apresentarão efeito nocivo com relação à implantação da cultura do milho.

c) Cálcio e magnésio trocáveis

A relação Ca^{++} , Mg^{++} , ideal para a cultura do milho está entre 3:1 a 5:1. Quando existe desbalanceamento nesta relação e não há necessidade de calagem, recomenda-se aplicar adubos que tenham o elemento deficiente na sua formulação.

Os níveis críticos para $Ca^{++} + Mg^{++}$, Ca^{++} e Mg^{++} , no solo, são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Níveis de $Ca^{++} + Mg^{++}$, Ca^{++} e Mg^{++} , no solo.

Classificação	eq. mg/100 cc	
	Cálcio + Magnésio	
Baixo		< 2,0
Médio		2,1 a 5,0
Alto		> 5,0
	Cálcio	
Baixo		< 1,5
Médio		1,6 - 4,0
Alto		> 4,0
	Magnésio	
Baixo		< 0,5
Médio		0,5 - 1,0
Alto		> 1,0

d) Fósforo e potássio

Nas análises de rotina, tanto o fósforo como o potássio são determinados pelo método de Carolina do Norte.

Têm-se adotado os valores para interpretação, constantes nas Tabelas 3 e 4.

TABELA 3. Níveis críticos de fósforo no solo (ppm).

Classificação	Textura média	Textura argilosa
Baixo	< 10	< 6
Médio	10 - 20	6 - 10
Alto	> 20	> 10

TABELA 4. Níveis críticos de potássio no solo (ppm).

Classificação	Nível de K
Baixo	< 60
Médio	60 - 120
Alto	> 120

e) Matéria orgânica

Os teores de matéria orgânica são divididos em três classes (Tabela 5).

TABELA 5. Classes de teor de matéria orgânica no solo.

Classificação	Matéria orgânica (%)
Baixo	< 1,5
Médio	1,5 - 3,0
Alto	> 3,0

3. NUTRIENTES

3.1. Nitrogênio

O nitrogênio é absorvido pelas plantas nas formas nítrica (NO_3)

e amoniacal (NH_4); entretanto, é a forma nítrica a mais absorvida pelos vegetais.

O nitrogênio é pouco retido pelos colóides do solo e, em virtude disto, facilmente lixiviado pelas águas de chuvas. Este fato constitui a principal razão para se recomendar a adubação parcelada de nitrogênio, de modo a se conseguir o seu melhor aproveitamento pelas plantas. Sua perda no solo ocorre, ainda, pela remoção das colheitas, erosão e volatilização.

O nitrogênio é absorvido em todo o ciclo vegetativo do milho. Sua absorção nos primeiros 30 dias é pequena, aumentando de maneira considerável a partir deste ponto. Atinge taxa superior a 4,5 kg de N/ha/dia durante a época de pendoamento e embonecamento. Assim sendo, o sucesso da adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho, consiste em suprir as plantas com quantidades adequadas entre os 40-50 dias após a germinação das sementes.

Normalmente, se tem recomendado a aplicação de 60 kg de N/ha, sendo 1/3 no plantio e 2/3 em cobertura.

Os fertilizantes nitrogenados mais encontrados no mercado brasileiro são:

- Nitrocálcio: apresenta cerca de 20% de N, sendo a metade na forma nítrica e a outra metade na forma amoniacal. Tem a vantagem de apresentar reação básica, evitando a acidificação do solo.

- Sulfato de amônio: constitui a fonte de fertilizante nitrogenado mais utilizada em nosso país. Contém 20% de nitrogênio e 24% de enxofre.

- Uréia: esta fonte apresenta 42-45% de nitrogênio.

- Salitre do Chile: encerra em sua composição 16% de nitrogênio na forma de nitrato.

As respostas da cultura de milho a estas diferentes fontes têm sido semelhantes.

3.2. Fósforo

Em contraste com o nitrogênio, as formas de fósforo no solo são bastante estáveis, não se perdendo por volatilização ou lixiviação. Esta alta estabilidade está diretamente relacionada com a alta capacidade de fixação de fósforo por constituintes do solo. Sabe-se que não mais de 20% do fósforo aplicado ao solo são prontamente aproveitados

pelos vegetais, pois grande parte do fósforo aplicado é fixado em formas menos solúveis.

Dentre os fertilizantes fosfatados mais encontrados no mercado brasileiro estão:

Superfosfato simples - Comumente se apresenta com 18 a 20% de P_2O_5 solúvel em água, 18% de cálcio e 29% de enxofre.

Superfosfato triplo - Difere do superfosfato simples por ser constituído principalmente de fosfatos monocálcicos e com teores mais elevados de P_2O_5 solúvel em água. Possui de 42-46% de P_2O_5 solúvel, 14% de Ca e 2% de S.

Termofosfatos - O produto contém 19 a 20% de P_2O_5 total e ainda possui cálcio, magnésio e micronutrientes na sua composição.

3.3. Potássio

É absorvido na forma iônica (K^+). O suprimento adequado de potássio está relacionado com a resistência da planta a determinadas doenças, "stress" de umidade, baixa temperatura, acamamento e obtenção de produtos com melhor qualidade.

Os fertilizantes potássicos mais usuais são:

Cloreto de potássio - possui 60-62% de K_2O . É a forma mais usual dos fertilizantes potássicos.

Sulfato de potássio - possui 50-53% de K_2O .

Sulfato de potássio e magnésio - tem em sua composição 22% de K_2O , 18% de MgO e 22% de S.

Nitrato de potássio - encerra em sua composição 44% de K_2O e 13% de N.

3.4. Cálcio

O cálcio é elemento de ocorrência generalizada na natureza, sendo difícil sua deficiência ao nível de campo. É absorvido pelas plantas na forma iônica Ca^{2+} e pode provir da solução do solo ou do complexo sortivo, pelo processo de troca. A manutenção de equilíbrio entre os teores de cálcio e magnésio no solo é bastante importante.

3.5. Magnésio

O magnésio é sempre absorvido pelas plantas na forma iônica (Mg^{2+}). Na agricultura, o magnésio tem como fontes principais o calcário (calcítico, 0-5% de MgO ; magnesianos, 6-12% de MgO ; dolomíti-

cos, 13-20% de MgO; Magnesita, 45% de MgO), sulfato de magnésio comercial (16% de MgO), o nitrato de magnésio (15,5% de MgO).

Outros adubos comumente utilizados apresentam teores variáveis de magnésio. Dentre eles citam-se: nitrocálcio (8% de MgO); superfosfato simples (0,5% MgO); escória de Thomas (2-6% de MgO); termofosfato (18% de MgO); sulfato duplo de K e magnésio (18,5% de MgO).

3.6. Enxofre

O enxofre é absorvido na forma de SO_4^{2-} , podendo também ser absorvido em pequenas proporções na forma de SO_2 (absorção foliar) e na forma de aminoácidos (cisteínas, por exemplo).

O enxofre pode ser aplicado diretamente no solo na forma de enxofre elementar, na forma de sulfato de cálcio ou gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ou como componente de outros fertilizantes. As perdas do enxofre se verificam, principalmente, por lixiviação. Alguns trabalhos têm evidenciado perdas de até 80% do enxofre adicionado como fertilizante. Trabalhos realizados em São Paulo mostraram que, em solos deficientes em S, a aplicação de 40 kg de enxofre na forma de sulfato de cálcio, na cultura do milho, proporcionou aumento significativo da produção.

3.7. Micronutrientes

O zinco é o micronutriente cuja deficiência é bastante comum em lavouras de milho.

Recomenda-se aplicar 9 kg de Zn/ha quando a adubação é feita a lanço. Esta quantidade tem sido suficiente para quatro colheitas sucessivas.

Para as aplicações anuais, no sulco de plantio, têm-se recomendado 2 kg de Zn/ha, também na forma de sulfato de zinco (22,7% Zn).

Quando a deficiência aparece com a cultura em desenvolvimento, recomendam-se pulverizações (400 l/ha) com a solução de 0,5% de sulfato de zinco, neutralizada com 0,25% de cal.

4. CALAGEM

4.1. Necessidade de calagem

Com a aplicação do calcário objetiva-se basicamente, a redução da solubilidade de certos elementos tóxicos (alumínio e/ou manganês) que, em determinadas concentrações, podem limitar a produção.

Apesar da existência de outros materiais, o corretivo mais usado para eliminar a presença dos elementos tóxicos é o calcário calcítico ou o dolomítico. Além de neutralizar o alumínio, o calcário dolomítico fornece o cálcio e o magnésio, que são elementos essenciais à nutrição mineral do milho.

A necessidade de calagem (NC) pode ser calculada pela fórmula: $NC = 2 \times Al^{+3}$ (eq.mg/100 cc) cujo resultado fornece a quantidade de calcário (PRNT 100%) a ser aplicada em t/ha. Em Minas Gerais, além do fator 2, utiliza-se o conceito de completar os teores de $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ do solo para 2 eq.mg/100 cc. Assim, a fórmula utilizada para cálculo é:

$$\text{Necessidade de calagem (t/ha)} = 2 \times Al \% + 2 - (Ca + Mg)$$

4.2. Escolha do corretivo

A escolha de um corretivo deve ser orientada nos seguintes aspectos:

- poder relativo de neutralização total (PRNT)
- preço da tonelada do PRNT
- relação Ca/Mg

As recomendações de calcário devem ser efetuadas com base no PRNT a 100%.

Caso o calcário adquirido possua um valor superior ou inferior a 100%, é necessário corrigir a quantidade recomendada. A velocidade de reação do calcário com o solo está intimamente relacionada com o seu grau de finura. Quanto mais finor for o calcário, mais rápida será sua reação no solo, pois a superfície de contato do solo com o calcário é bastante aumentada. Evidentemente, além desta característica, o poder de neutralização do calcário reveste-se também de grande importância.

A calagem em geral tem um efeito residual que varia de 3 a 5 anos. Após este período o processo de re-acidificação do solo pode acontecer, fazendo-se novamente sentir a presença de alumínio trocável em condições tóxicas. Ressalte-se que este período é variável em função do solo, da precipitação, da utilização da área e de outros fatores.

Em solos com baixos teores de magnésio, recomenda-se o uso de calcário dolomítico.

É necessário que se calcule o preço real do corretivo em função do PRNT e que se observe a relação entre o cálcio e o magnésio.

Entre dois calcários deverá ser escolhido o que apresentar a tonelada de PRNT mais barata. Exemplo:

Calcário A Preço na Fazenda - Cr\$ 80.000 PRNT 80%

Calcário B Preço na Fazenda - Cr\$ 70.000 PRNT 60%

$$\text{Preço/t efetiva} = \frac{\text{Preço na Fazenda}}{\text{PRNT (\%)}} \times 100$$

$$\text{Preço Calcário A/t efetiva} = \frac{\text{Cr\$ 80.000}}{80} \times 100 = \text{Cr\$ 100.000}$$

$$\text{Preço Calcário B/t efetiva} = \frac{\text{Cr\$ 70.000}}{60} \times 100 \cong \text{Cr\$ 117.000}$$

Neste exemplo, o calcário A apresenta-se mais econômico do que o calcário B.