

Fertilização da cultura da batata

Hugo Adelande de Mesquita¹
 Joaquim Gonçalves de Pádua²
 Jony Eishi Yuri³
 Thais Helena de Araújo⁴

Resumo - A batateira é exigente em adubação, sendo responsável por um consumo elevado de fertilizantes. Por não poder caracterizar os processos de correção e adubação como adequados à cultura, há muitas aplicações excessivas de fertilizantes que causam desequilíbrios nutricionais que não se traduzem em maiores rendimentos. As formas de calagem e adubação são variáveis, e a batateira é uma planta de crescimento rápido com grande exigência de nutrientes num curto período do ciclo vegetativo. Os valores de extração de nutrientes pela cultura são bastante variáveis e dependem de muitos fatores, principalmente da produtividade. Serão abordados aspectos relativos à nutrição mineral e às recomendações de calagem e adubação mineral para a cultura da batata.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*. Batateira. Nutrição mineral. Calagem. Adubação. Fertilizante. Diagnose foliar.

INTRODUÇÃO

Entre as culturas comerciais no Brasil, a cultura da batata é a que apresenta maior consumo de fertilizantes por hectare, ocupando, nos últimos anos, o primeiro lugar em termos de demanda relativa (quantidade consumida por hectare), dentre as 18 principais culturas. Os insumos são utilizados em quantidades superiores às recomendadas, não havendo, entretanto, obtenção de maiores rendimentos. Pelo contrário, tem-se observado declínio de produção por quantidade de insumos aplicados, provavelmente por causa de fatores como compactação do solo, desequilíbrios nutricionais e outros. No Estado, a maior contribuição para a produtividade vem da safra das águas com 49%, seguida das safras da seca e de inverno com 26% e 25%, respectivamente.

A cultura da batata gera para o Brasil mais de 500 mil empregos diretos e fixa o homem no campo. Gera também empregos indiretos com a necessidade de incremento e desenvolvimento das indústrias mecânicas de máquinas e equipamentos, e das indústrias químicas de defensivos e fertilizantes.

Destaca-se, assim, a necessidade de conscientizar a população mundial sobre a importância da batata como alimento nos países em desenvolvimento e de promover a pesquisa e a produção desse tubérculo.

Um dos principais fatores que determinam o sucesso no cultivo da batata é a escolha do terreno. Solos de textura média com boa drenagem e aeração são considerados ideais para a cultura da batata, pois permitem um bom desenvolvimento dos tubérculos. As propriedades físicas do solo são mais importantes do que suas

características químicas e dificilmente podem ser modificadas. Os impactos sobre as propriedades físicas do solo, na maioria das vezes, são provenientes de fatores extrínsecos à sua natureza. Advém de manejo inadequado e uso além de sua capacidade de suporte, o que causa a compactação do solo, com redução de porosidade.

Regiões acidentadas devem ser evitadas, pela dificuldade na mecanização, com possível ocorrência de erosão e custo de produção mais elevado. Regiões de cerrados, especialmente em altitudes acima de 800 m, são altamente favoráveis.

A cultura da batata nunca deve ser plantada em campos que foram cultivados com solanáceas no último ano, mesmo que a sanidade da cultura anterior tenha sido satisfatória. O ideal é que se faça a rotação com gramíneas por pelo menos dois anos. Caso tenha ocorrido problemas fitossanitá-

¹Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: adelande@epamig.ufra.br

²Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EPAMIG Sul de Minas-NUTEB, Av. Prefeito Tuany Toledo, 470/sala 8, CEP 37550-000 Pouso Alegre-MG. Correio eletrônico: padua2008@gmail.com

³Eng^o Agr^o, Dr., Pesq. EMBRAPA Semiárido, Caixa Postal 23, CEP 56302-970 Petrolina-PE. Correio eletrônico: jony.yuri@embrapa.br

⁴Eng^a Agr^a, Mestranda Fitotecnia USP-ESALQ, CEP 13418-900 Piracicaba-SP. Correio eletrônico: nena.pa@hotmail.com

rios anteriormente, deve ser observado um período de rotação de pelo menos três anos.

Solos maldrenados devem ser evitados, porque favorecem a ocorrência de doenças, como canela-preta, podridão-mole, murcha, entre outras. Em terrenos com declividade, devem ser evitados os cultivos nas partes mais baixas, que, eventualmente, ficam encharcadas e podem ser contaminadas pela água proveniente da parte alta de campos contaminados.

O estágio inicial do desenvolvimento da batata começa com o plantio da batata-semente brotada até a emergência das hastes principais, o que ocorre após uma ou duas semanas. Nesse período, a planta utiliza a reserva de nutrientes da batata-matriz, já que o sistema radicular ainda não se desenvolveu. Os tubérculos consistem em partes volumosas subterrâneas formadas na extremidade de caules mais finos. Os tubérculos e os estolões não pertencem ao sistema radicular, pois possuem todas as características morfológicas próprias do caule.

NUTRIÇÃO MINERAL

A batateira é muito exigente em adubação, sendo responsável por um consumo elevado de fertilizantes, muitas vezes sendo realizadas aplicações excessivas. Esse uso indiscriminado de fertilizantes tem como consequência menor rendimento financeiro. A batateira é uma planta de crescimento rápido, com grande exigência de nutrientes num curto período do ciclo vegetativo. Considerando-se um ciclo de 90 a 110 dias, a absorção máxima de nitrogênio (N), potássio (K), magnésio (Mg) e enxofre (S) ocorre normalmente entre 40 e 50 dias após a emergência (DAE), sendo o fósforo (P) e o cálcio (Ca) absorvidos, continuamente, até 80 DAE. Os valores de extração de nutrientes pela cultura são bastante variáveis e dependem de muitos fatores, principalmente da produtividade. De forma geral, no Quadro 1 podem ser encontradas as quantidades de nutrientes extraídas para a produção de tubérculos.

A cultura da batata é considerada altamente esgotante para o solo pelo fato de ser

QUADRO 1 - Quantidade de nutrientes extraída para produção de 1 tonelada de tubérculos

Macronutrientes (kg/t)	Micronutrientes (g/t)
Nitrogênio (0,0 - 5,0)	Boro (0,6 - 1,5)
Fósforo (0,3 - 0,5)	Zinco (3,0 - 5,0)
Potássio (4,0 - 6,5)	Ferro (2,0 - 4,0)
Cálcio (0,5 - 1,5)	Cobre (1,3 - 2,0)
Magnésio (0,1 - 0,3)	Manganês (1,7 - 2,1)
Enxofre (0,3 - 0,8)	Molibdênio (0,08 - 0,04)

FONTE: Fontes (1997).

NOTA: Esses valores de extração de nutrientes são variáveis, pois dependem das condições climáticas, da variedade e do manejo da lavoura.

colhida a planta inteira, ficando poucos restos da cultura no terreno. Apesar da importância da cultura, os resultados de pesquisa sobre adubação e nutrição mineral são escassos.

Um programa de adubação bem planejado consta das seguintes etapas:

- avaliação da fertilidade pelas análises químicas de amostras do solo. Com os resultados das análises, podem-se calcular a correção e a adubação, conforme as recomendações para a cultura, procurando obter a produtividade máxima econômica, que fica em torno de 80% a 90% da produtividade máxima física;
- diagnose foliar.

ANÁLISE DO SOLO

Para que os objetivos do manejo de fertilidade do solo e nutrição de plantas sejam alcançados de forma racional, é imprescindível a utilização da análise do solo. A primeira etapa deste processo constitui na amostragem criteriosa do solo.

Amostragem do solo

Para retirar as amostras do solo, deve-se dividir a área em glebas homogêneas considerando-se:

- vegetação;
- topografia (topo, meia-encosta, baixada);
- características do solo (textura, cor, drenagem);
- histórico da área (cultura anterior, adubação).

Devem-se coletar amostras simples em número de 20 a 30, as quais formarão uma única amostra composta (volume de ¼ de litro) representativa de, no máximo, 10 hectares de área. A profundidade da coleta deve ser de 0 - 20 cm, removendo os restos vegetais da superfície. Quando há rotação de culturas e maiores doses de adubação, a amostragem deve ser anual. Quando se trabalha com cultura anual, como a da batata, de ciclo curto, e a área permanece em pousio no inverno, a amostragem pode ser feita a cada três anos. As amostras são então encaminhadas ao laboratório com as informações necessárias. A amostragem pode ser feita em qualquer época do ano, no entanto, recomenda-se que seja feita no período em que o solo ainda mantém umidade suficiente para lhe conferir friabilidade, o que facilitará a coleta das amostras. As amostras simples devem ser reunidas em recipiente limpo, preferencialmente de plástico. A amostra composta pode ser seca à sombra e não se recomenda peneirar o solo da amostra. O volume da amostra composta pode ser acondicionado em saco plástico limpo e enviado ao laboratório. Deve ser devidamente identificada, para que os resultados possam ser relacionados com as respectivas glebas.

De posse dos resultados das análises das amostras de solo, deve-se fazer a recomendação da correção e da adubação do solo. Para a recomendação, os técnicos e/ou produtores contam com a existência de Tabelas de Recomendação, obtidas por

trabalhos de pesquisa ou adaptação daquelas já existentes.

CALAGEM

A calagem em solos ácidos constitui prática obrigatória. Pode ser realizada com dois objetivos fundamentais: correção da acidez, que diminui os efeitos tóxicos das altas concentrações de alumínio (Al), manganês (Mn) e correção das deficiências de Ca e Mg. Além disso, aumenta a eficiência de utilização dos macronutrientes.

Em programa de calagem, três aspectos devem ser considerados: necessidade de calagem (NC) (quantidade), qualidade do calcário e aplicação.

Necessidade de calagem

A dosagem de calagem adequada (t/ha) é estabelecida com base na análise do solo, sobre a qual se aplica um critério técnico de recomendação. Em Minas Gerais, são utilizados os métodos da neutralização do Al^{3+} trocável e elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e o método de saturação por bases (V).

Neutralização do Al^{3+} trocável e elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+}

Neste método são consideradas as exigências da cultura e as características do solo. Considera-se a tolerância da cultura à acidez trocável por meio da máxima saturação por Al^{3+} tolerada pela cultura (mt), da capacidade tampão do solo (Y) e observa-se ainda a necessidade de elevar a disponibilidade de Ca^{2+} e Mg^{2+} .

Em muitos solos altamente intemperizados, além da acidez, a produtividade é limitada pela deficiência generalizada em nutrientes. De acordo com Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999) a NC estimada com base nos teores de Al^{3+} e $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ trocáveis é calculada pela seguinte fórmula:

$$NC = CA + CD$$

em que:

CA = correção da acidez até certo valor de mt e conforme a textura do solo;

CD = correção da deficiência de Ca e de Mg, assegurando um teor mínimo desses nutrientes.

Para a cultura da batata o valor de mt = 15

O valor de Y, conforme a textura do solo, é apresentado no Quadro 2.

O valor de Y pode também ser determinado, conforme o valor do fósforo remanescente (P-rem), que é dado pela análise do solo (Quadro 3).

Assim, tem-se:

$$CA = Y [Al^{3+} - (mt \cdot t/100)]$$

em que:

Y = varia conforme a textura (Quadro 2);

Al^{3+} = acidez trocável em $cmol_c/dm^3$ (dada pela análise do solo);

mt = máxima saturação por Al^{3+} em % tolerada pela cultura.

Para batata mt = 15

t = capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva em $cmol_c/dm^3$ (dada pela análise do solo).

Quando o valor de CA for negativo, este deve ser considerado como zero (0).

Portanto, tem-se:

$$CD = X - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

em que:

X = é um valor variável, conforme a necessidade de Ca e de Mg pelas culturas.

Para a cultura da batata X = 2.

Quando o valor de CD for negativo, este deve ser considerado igual a zero.

Saturação por bases

Este método é utilizado, quando se pretende, com a calagem, elevar a saturação por bases (V%) a determinado valor de acordo com a cultura. Para a cultura da batata o valor de V = 60%.

Tem-se:

$$NC = T(V_e - V_a) / 100$$

em que:

NC = necessidade de calagem (t/ha);
T = CTC a pH 7,0 (dado pela análise de solo em $cmol_c/dm^3$);

V_a = saturação por bases apresentada pelo solo dada pela análise do solo em %;

V_e = saturação por bases esperada. Para a batata é de 60%.

Quanto à recomendação pelo método de saturação de bases, há autores que

QUADRO 2 - Capacidade tampão do solo (Y) conforme a textura

Solo	Argila (%)	Y
Arenoso	0 - 15	0,0 - 1,0
Textura média	15 - 35	1,0 - 2,0
Argiloso	35 - 60	2,0 - 3,0
Muito argiloso	60 - 100	3,0 - 4,0

QUADRO 3 - Valores de Y determinado, conforme o valor de P-rem

P-rem (mg/L)	Y (valor)
0 a 4	4,0 a 3,5
4 a 10	3,5 a 2,9
10 a 19	2,9 a 2,0
19 a 30	2,0 a 1,2
30 a 44	1,2 a 0,5
44 a 60	0,5 a 0,0

NOTA: P-rem - Fósforo remanescente.

indicam como adequado $V = 50\%$. Contudo, este porcentual de V é calculado em laboratório em condições especiais, e ao se realizar a calagem no campo, raramente se atinge o valor proposto, pois, além de outros fatores ambientais, a adubação nitrogenada provoca acidificação do solo. Assim, dá-se preferência a um valor de $V = 60\%$.

Qualidade do calcário a ser aplicado

Após calcular a NC, deve-se fazer a correção do valor encontrado de acordo com o poder de neutralização (PN) e a reatividade (RE) do calcário. O PN avalia o teor de materiais neutralizantes e a RE é dada pela granulometria, que indica a capacidade e a velocidade de reação do corretivo e seu efeito residual. Pela legislação fica estabelecido que um calcário deve apresentar para comercialização os valores mínimos de $PN = 67\%$ e $RE = 45\%$. Estas duas características são fornecidas pelo Laboratório, na análise do calcário. Para a batata, deve-se dar preferência ao calcário dolomítico que contém mais Mg, visto que é uma cultura exigente a este nutriente. Ao combinar o PN com a RE de um calcário, tem-se o poder relativo de neutralização total (PRNT), que estima o quanto de calcário irá reagir com um período de aproximadamente três anos, conforme a fórmula:

$$PRNT = \frac{PN \cdot RE}{100}$$

Ao considerar a eficiência do calcário, o produtor deve levar em consideração os aspectos técnico e econômico. Para a cultura da batata, devem-se escolher corretivos com maior RE (granulometria mais fina), pois sua ação é mais rápida. Quanto ao aspecto econômico, considera-se, além do produto, o transporte, sendo mais econômico o que apresentar menor custo por unidade de PRNT:

$$\text{Custo por unidade de PRNT} = \frac{\text{custo / t do produto colocado na propriedade}}{\text{PRNT do produto}}$$

Aplicação de calcário

Para uma boa aplicação de calcário é necessário que o corretivo seja distribuído de maneira uniforme e incorporado ao solo.

MACRONUTRIENTES, BORO E ZINCO

No estado de Minas Gerais, os solos predominantes são os Latossolos, que, por sua topografia e características físicas adequadas, podem ser aptos para uma agricultura altamente tecnificada. Entretanto, em virtude da deficiência generalizada de nutrientes como P, Ca, Mg, B, Zn, e da elevada acidez que apresentam em todo perfil, é imprescindível que sejam corrigidos e adubados adequadamente, para que se possam obter altas produtividades. Este fato reflete a importância da calagem e da adubação, as quais representam cerca de 30% do custo de produção.

Não basta fazer uso do calcário, uma vez que as adubações de manutenção (plantio e cobertura) são componentes importantes no manejo da fertilidade do solo. Uma planta cultivada em solo com equilíbrio entre os nutrientes possui maior resistência à deficiência hídrica, ataque de pragas e doenças. As produtividades são maiores, com produtos de maior qualidade e maior retorno econômico.

Sintomas de deficiência, toxidez e funções de nutrientes

Nitrogênio

Plantas deficientes em N são cloróticas de crescimento lento, folhas eretas, coloração verde-pálida. Em caso de deficiência severa pode haver queda das folhas. A clorose manifesta-se principalmente nas folhas velhas (Fig. 1). Ocorre geralmente quando a adubação nitrogenada não é adequada, em solos arenosos ácidos e pobres em matéria orgânica (MO).

Deficiência de N torna a planta suscetível à pinta-preta. Contudo, o excesso (Fig. 2) provoca um crescimento exagerado da parte aérea, criando uma condição



Figura 1 - Adubação completa (direita) e ausência de nitrogênio (esquerda)



Figura 2 - Adubação completa (direita) e com excesso de nitrogênio (esquerda)

favorável ao aparecimento da requeima, canela-preta, podridão-mole e murcha-bacteriana. O número de lavouras condenadas pela presença de murcha-bacteriana no Brasil é de, aproximadamente, 20%, com incidência mais baixa em áreas novas e cultivos de inverno. As ramas ficam mais quebradiças, facilitando o aparecimento de ferimentos por onde penetram patógenos como a *Erwinia* (podridões). Solo com alto teor de MO favorece o aparecimento de sarna-comum, se o pH estiver acima de 5,5. O excesso retarda o amadurecimento das plantas, provoca distúrbio fisiológico (embonecamento) e pode contribuir também para a formação de tubérculos grandes com a ocorrência do coração-oco da batata.

Os elementos exercem funções específicas na vida das plantas. O N tem função estrutural, isto é, faz parte da molécula de diversos compostos orgânicos como as proteínas. Exerce funções nos processos vitais como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular.

Fósforo

A deficiência de P retarda o crescimento, particularmente nos estádios iniciais da cultura. Os folíolos não se expandem normalmente, enrugam-se, são verdes mais escuros, sem brilho e curvam-se para cima (Fig. 3). Em caso de deficiência severa, pode aparecer a cor púrpura na parte abaxial das folhas inferiores. Não é comum verificar sintomas de excesso de P em batateiras (Fig. 4). Esse nutriente exerce grande efeito no desenvolvimento do sistema radicular, estimulando a formação e o crescimento das raízes secundárias, que têm importante função na absorção de água e nutrientes (Fig. 5 e 6). Além disso, apresenta importante relação com outros nutrientes, contribuindo para melhor aproveitamento do K pelas plantas e controlando os efeitos que um excesso de N e Ca no solo podem produzir. É um nutriente importante para obtenção de alta produtividade, estimula a tuberação, acelera a maturação e aumenta a produção de tubérculos graúdos.



Figura 3 - Adubação completa (direita) e ausência de fósforo (esquerda)



Figura 4 - Adubação em excesso de fósforo (esquerda) e completa (direita)



Figura 5 - Sistema radicular da batateira com adubação completa



Figura 6 - Sistema radicular da batateira na ausência de fósforo

Apesar de o P ser um nutriente absorvido em quantidade menor que o N e o K, sua adubação tem sido em quantidade elevada por causa da baixa disponibilidade desse elemento nos solos brasileiros.

Potássio

A deficiência de K induz um menor crescimento das plantas, encurtamento de entrenós, ocorrência de folhagem com aparência murcha e de folhas arqueadas para baixo. As margens e os ápices das folhas mais velhas, inicialmente amareladas, adquirem coloração amarronzada e, finalmente, tornam-se necrosadas (Fig. 7). Há também o aparecimento de manchas negras pequenas entre as nervuras e as margens dos folíolos e menor produção de tubérculos. O K é essencial para

formação do amido (fécula) da batata, o qual melhora as qualidades culinárias e de conservação dos tubérculos armazenados. É amplamente distribuído dentro das células e, por existir primariamente na forma iônica, deve servir como catalisador ou cofator de uma ou mais das muitas reações enzimáticas das células vivas. Está relacionado com quase todas as funções fisiológicas que ocorrem na planta. Na fotossíntese pode determinar maior utilização da luz, principalmente em dias com baixa luminosidade. A deficiência de K induz a uma maior intensidade de resposta e, quando a deficiência é extrema, há maior acúmulo de carboidrato na planta.

As aplicações de K diminuem a suscetibilidade da planta às doenças fúngicas da parte aérea ocasionadas por *Phytophthora infestans* (requeima) e por *Alternaria solani* (pinta-preta) (Fig. 8).



Figura 7 - Adubação completa (direita) e ausência de potássio (esquerda)



Figura 8 - Deficiência de potássio associada a doenças fúngicas

Cálcio

A deficiência de Ca provoca amarelamento da margem das folhas mais novas, folhas tortas e murchamento, manchas necróticas internervais e deformação dos tubérculos. Promove redução no crescimento das plantas (morte de gemas apicais – raízes e brotos) com ramificação dos brotos, caules finos, folíolos finos e sinuosos, arqueados para cima, clorose marginal e necrose, formação precoce de tubérculos pequenos, com deformações (projeções e depressões) e sintomas que aparecem primeiro nos tubérculos (Fig. 9 e 10).

Baixos teores de Ca nos tubérculos têm sido associados à maior suscetibilidade à podridão-mole, causada por *Erwinia*, e a manchas internas marrons, mancha chocolate, e necrose dos tubérculos. Contudo, a elevação do pH acima de 6,0 aumenta a suscetibilidade da planta a certos patógenos do solo.

Considerando que o Ca exerce importante papel durante a divisão celular, na formação da placa celular, e que a formação da periderme é um processo que envolve divisão celular, espera-se que a disponibilidade desse elemento afete a formação dessa camada protetora, contribuindo de modo significativo para redução das perdas pós-colheita.

Na ausência de Ca, o crescimento das raízes, tanto no sentido longitudinal como no sentido lateral, é prejudicado (Fig. 11). O sistema radicular com adubação completa pode ser observado na Figura 5.

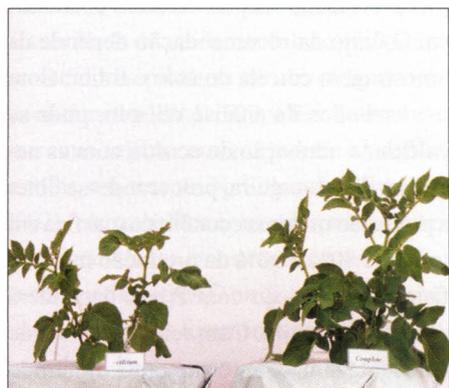


Figura 9 - Adubação completa (direita) e ausência de cálcio (esquerda)



Figura 10 - Ausência de cálcio

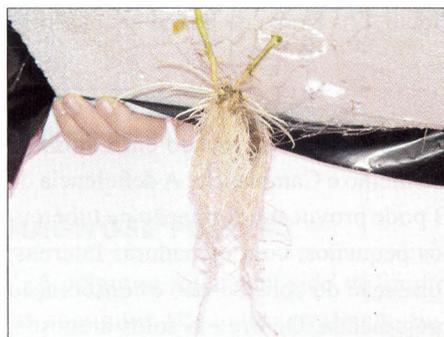


Figura 11 - Sistema radicular da batateira em ausência de cálcio

Magnésio

Sintomas de deficiência de Mg têm sido constatados em condições de campo. As plantas com deficiência de Mg apresentam um amarelecimento acentuado nas regiões internervurais, principalmente nas folhas mais velhas. Com o evoluir da deficiência as referidas zonas internervurais podem apresentar lesões necróticas; folhas mais grossas, quebradiças e curvadas para cima (Fig. 12 e 13). Ocorre geralmente em solos arenosos ácidos e com altos teores de potássio (K⁺) e amônio (NH₄⁺). Altos níveis de K no solo induzem à deficiência de Mg, que é um componente da clorofila determinante para o processo fotossintético.

Enxofre

Geralmente, não ocorre deficiência de S, pois este é fornecido nas fórmulas NPK que incluem o superfosfato simples. Também o sulfato de amônio fornece o S de forma adequada. A deficiência de S aparece primeiramente nos órgãos mais



Figura 12 - Adubação completa (direita) e ausência de magnésio (esquerda)



Figura 13 - Ausência de magnésio

novos, como as folhas das pontas da planta (amarelecimento). O S é componente estrutural de aminoácidos, participa dos processos de fotossíntese, respiração, síntese de proteínas dentre outros. A falta de S provoca uma série de distúrbios metabólicos: diminuição da fotossíntese e da atividade respiratória; diminuição na fixação livre e simbiótica do N₂ do ar (Fig. 14 e 15).



Figura 14 - Adubação completa (direita) e ausência de enxofre (esquerda)



Figura 15 - Planta de batata em ausência de enxofre

Hugo Adelaide de Mesquita



Figura 17 - Planta de batata em ausência de boro

Hugo Adelaide de Mesquita



Figura 18 - Adubação completa (direita) e ausência de zinco (esquerda)

Hugo Adelaide de Mesquita

Boro

A deficiência de B é o único caso de deficiência de micronutrientes em batata, para o qual houve comprovação experimental no Brasil, e cuja correção elevou a produtividade. Deficiências temporárias de B podem ocorrer quando as condições ambientais estão desfavoráveis (quente e seco ou frio e seco), uma vez que este micronutriente tem baixa mobilidade dentro da planta. Os sintomas de deficiência de B são folhas pequenas com clorose irregular ou sem clorose, deformadas, mais grossas e quebradiças (Fig. 16 e 17). O B favorece a absorção e o transporte do Ca, influenciando no transporte de carboidratos e, portanto, no crescimento da planta. Participa da síntese dos ácidos nucleicos e proteínas. Tem efeito na qualidade e produtividade do tubérculo, sendo que sua aplicação na dosagem correta aumenta a concentração de ácido ascórbico (vitamina C) e a produtividade

de, fato este comprovado em Latossolo Vermelho e Cambissolo. A deficiência de B pode provocar a formação de tubérculos pequenos, com rachaduras internas, formação do coração-oco e conservação prejudicada. Ocorre em solos arenosos, ácidos, com excesso de K e com calagem excessiva (pH alcalino).

Zinco

Sintomas de deficiência de Zn podem ocorrer pela baixa disponibilidade desse nutriente em solos brasileiros e pelas adubações elevadas com P. Aparecem nas folhas apicais, que são menores com posição ereta; as margens dos folíolos apresentam-se curvadas para cima, há encurtamento de internódios, com redução no crescimento da planta (Fig. 18 e 19). Pode surgir em solos pesadamente adubados com P (fosfato de zinco insolúvel), com muita MO e com excesso de calagem (pH alcalino). Todavia, por causa das pulverizações com fungicidas Mancozeb e Maneb (Zn), que são fontes deste micronutriente, os sintomas típicos de sua deficiência não têm sido observados. O Zn participa do processo da respiração e da síntese de proteínas, influi no crescimento vegetativo, melhora a produtividade e a resistência ao frio, apresentando baixa mobilidade dentro da planta.

Os efeitos dos nutrientes (NPK) sobre a qualidade dos tubérculos são apresentados no Quadro 4.



Figura 19 - Planta de batata em ausência de zinco

Hugo Adelaide de Mesquita

RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO

A adubação da batata, geralmente utilizada pela maioria dos produtores, é feita para não ocorrer deficiências, levando este procedimento a tornar a produção mais onerosa. Constitui regra geral entre os produtores de batata, adubar a cultura sem adequar a dose ideal de fertilizante com a produtividade máxima física ou econômica. O êxito da recomendação depende da amostragem correta do solo e foliar. Com os resultados da análise de solo, pode-se calcular a adubação de acordo com as necessidades da cultura, procurando-se obter a produção máxima econômica que fica em torno de 80% a 90% da produção máxima física. A adubação com P e K dependerá da análise do solo. Com relação ao N, que apresenta um comportamento dinâmico no solo, as formas (NO_3^- e NH_4^+) aproveitáveis, não são incluídas na análise de



Figura 16 - Adubação completa (direita) e ausência de boro (esquerda)

Hugo Adelaide de Mesquita

QUADRO 4 - Efeito dos nutrientes NPK sobre as características dos tubérculos de batata

Características dos tubérculos	N	P	K
Tamanho	+	0	+
Peso	+	+	+
Suscetibilidade a danos mecânicos	+	-	-
Teor de matéria seca	-	+	-
Teor de amido	-	+	-
Gravidade específica	-	+	-
Teor de proteínas	+	-	+ -
Açúcares redutores	0 +	+	-
Lipídeos	?	?	+
Fibras	?	?	+
Teor de vitamina C	- 0	+	+
Alcaloides	-	?	+
Escurecimento após a fritura	0 +	0 -	0 -
Perdas no armazenamento	+	?	-

FONTE: Perrenoud (1993).

NOTA: + Aumenta; - Decresce; 0 Sem efeito; ? Não determinado.

rotina, ficando a recomendação com base na experiência do técnico.

Um ajuste na adubação com N pode ser conseguido pelo monitoramento e diagnóstico do estado nutricional das plantas pela análise foliar. A análise dos teores de nutrientes na matéria seca (MS) das folhas é feita tradicionalmente e, após obtidos os resultados, fazem-se a interpretação e a recomendação de adubação. Contudo, a análise foliar apresenta a limitação do tempo, desde a amostragem foliar até a obtenção dos resultados, ficando muitas vezes impraticável a correção, por causa do ciclo curto da cultura.

A pesquisa tem trabalhado para aprimorar a avaliação do estado nutricional das plantas, principalmente com relação ao N, cujo diagnóstico do teor no solo não entra na rotina. Trabalhos na avaliação do teor de N têm sido conduzidos procurando avaliar a intensidade do verde nas folhas, por meio de medidores portáteis de clorofila, como clorofilômetro SPAD-502, a fim de estabelecer uma relação entre o teor de clorofila na folha e o teor de N. Segundo Gil et al. (2002), em trabalhos com diferentes doses de N, foram feitas amostragens para verificar se os índices SPAD na quarta folha e em folhas mais velhas foram influenciados pelas doses de N. Porém, como atingiram valores diferentes, foi evidenciada a necessidade de padronizar a época e a folha a ser amostrada.

DIAGNOSE FOLIAR

A diagnose foliar tem sido utilizada nas seguintes situações: avaliação do estado nutricional, possibilidade de resposta às adubações e constatação da ocorrência de deficiências ou toxidez de nutrientes. O primeiro passo da diagnose foliar consiste na amostragem do tecido vegetal, sendo a folha o órgão que deve ser coletado. A amostragem deve ser realizada em talhões homogêneos, época apropriada, retirando-se folhas com pecíolos de posições definidas na planta. Para a cultura da batata deve ser amostrada a folha mais desenvolvida, na época da amontoa, sendo coletadas 30 folhas/talhão. Não se deve realizar

amostragem foliar quando, nas semanas antecedentes, fez-se uso de adubação no solo ou foliar, aplicaram-se defensivos, ou após períodos de chuva.

O segundo passo consiste no preparo e remessa da amostra ao laboratório. Se possível, a amostra deve chegar ao laboratório ainda verde, no mesmo dia da coleta, acondicionada em saco plástico e transportada à baixa temperatura. Caso contrário, deve ser acondicionada em saco de papel reforçado e identificado. A identificação deve conter o tipo de cultura, a localidade, a data da coleta, os nutrientes para analisar e o endereço para resposta.

O terceiro passo consiste na interpretação dos resultados. Para a cultura da batata, os valores de referência para os nutrientes estão apresentados no Quadro 5.

APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES

A resposta da batateira aos fertilizantes é afetada por diversos fatores, como cultivares, densidade de plantio, cultura antecessora, época de plantio, fertilidade do solo, isto é, pelo manejo da cultura. Uma cultivar exigente, plantada em densidade alta e em área cuja cultura antecessora foi uma gramínea, deverá receber mais N, do que se plantada em densidade mais baixa, após o cultivo de leguminosas. Com o uso de tecnologia mais avançada com cultivares mais produtivas, irrigação, controle de

QUADRO 5 - Faixa de suficiência dos nutrientes na folha mais desenvolvida de uma batateira com 30 cm de altura

Nutriente	Faixa		
	Baixa	Suficiente	Alta
N (g/kg)	35,0 - 44,9	45 - 60	60
P (g/kg)	2,2 - 2,8	2,9 - 5,0	6
K (g/kg)	85,0 - 92,9	93 - 115	115
Ca (g/kg)	6,5 - 7,5	7,6 - 10	10
Mg (g/kg)	7,0 - 9,9	10 - 12	12
B (mg/kg)	18 - 24	25 - 50	50
Cu (mg/kg)	5 - 6	7 - 20	20
Fe (mg/kg)	40 - 49	50 - 100	100
Mn (mg/kg)	20 - 29	30 - 250	250
Zn (mg/kg)	35 - 44	45 - 250	250

FONTE: Jones Junior, Wolf e Mills (1991).

pragas e doenças, a adubação deve considerar, além da calagem e aplicação de NPK, o uso de micronutrientes como B e Zn.

Quantidade de NPK

De posse dos dados da análise de solo, o produtor deve calcular a quantidade de NPK a ser aplicada. As quantidades de P e K a aplicar variam, conforme os teores encontrados no solo. As classes de interpretação da disponibilidade de P e K variam com a textura do solo (teor de argila) ou com o valor de P-rem. Os valores dessas classes (baixa, média, boa e muito boa) estão apresentados no Quadro 6.

Para uma produtividade esperada de 30 t/ha no espaçamento de 80 x 30 cm, uma proposta considerando-se apenas a fertilidade do solo é apresentada no Quadro 7.

No que se refere ao parcelamento dos nutrientes no ciclo da cultura, uma sugestão é feita no Quadro 8.

Aplicar parte dos fertilizantes NPK no sulco, por ocasião do plantio. Aplicar o restante, antes de realizar a prática da amontoa. Caso haja duas operações de amontoa, recomenda-se parcelar a adubação de cobertura em duas partes iguais. Em plantios de inverno no sul de Minas Gerais,

QUADRO 7 - Adubação mineral NPK

Disponibilidade de P ou K	Dose total (kg/ha)		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
Baixa	420	350	190
Média	300	220	190
Boa	120	150	190
Muito boa	50	(1)0	190

(1) Pode-se adicionar 150 kg/ha de K₂O para repor a quantidade retirada pela batata colhida.

QUADRO 8 - Parcelamento da adubação NPK

Nutriente	% do total indicado	
	Plantio	Adubação de cobertura
N	20	80
P	80	20
K	20	80

levantamentos feitos mostram que a adubação média em kg/ha tem sido de 249 kg de N, 555 kg de P₂O₅ e 297 kg de K₂O, para obtenção de uma produtividade média de 23,6 t/ha. Observa-se que esta adubação é superior à dose máxima recomendada mesmo quando os teores de P e K são baixos (Quadro 7). O método mais eficiente de adubação para Ca e Mg é por meio da calagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sugestões de adubação são referenciais e devem ser ajustadas em função do sistema de produção. Em um programa de fertilização para a cultura da batata (meta de produção 30 t/ha), alguns pontos a ser considerados, segundo Fontes (1997), são apresentados a seguir.

- a) a incorporação de gramíneas ao solo, antes do plantio, acarreta a necessidade de adubar com maior quantidade de N que a incorporação de leguminosas, que tem valor de substituição aproximado de 50 a 100 kg/ha de N;
- b) solos com alto teor de MO (> 3,0%) necessitam receber menores quantidades de adubo nitrogenado;
- c) o parcelamento de N até o período de florescimento não afeta a produção da batateira;
- d) o P é um elemento pouco móvel ou imóvel no solo;
- e) N e K adicionados ao solo podem ser lixiviados, dependendo da classe do solo, da precipitação, das concentrações existentes e adicionadas, do sistema radicular presente e das quantidades extraídas pela batateira;

QUADRO 6 - Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo ou do valor de P-rem e para o potássio

Característica	Classificação				
	Muito baixo (mg/dm ³)	Baixo (mg/dm ³)	Médio (mg/dm ³)	Bom (mg/dm ³)	Muito bom (mg/dm ³)
Fósforo (P) disponível					
Argila (%)					
60 - 100	≤ 2,7	2,8 - 5,4	5,5 - 8,0	8,1 - 12,0	> 12,0
35 - 60	≤ 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 12,0	12,1 - 18,0	> 18,0
15 - 35	≤ 6,6	6,7 - 12,0	12,1 - 20,0	20,1 - 30,0	> 30,0
0 - 15	≤ 10,0	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
P-rem (mg/L)					
0 - 4	≤ 3,0	3,1 - 4,3	4,4 - 6,0	6,1 - 9,0	> 9,0
4 - 10	≤ 4,0	4,1 - 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 12,5	> 12,5
10 - 19	≤ 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 11,4	11,5 - 17,5	> 17,5
19 - 30	≤ 8,0	8,1 - 11,4	11,5 - 15,8	15,9 - 24,0	> 24,0
30 - 44	≤ 11,0	11,1 - 15,8	15,9 - 21,8	21,9 - 33,0	> 33,0
44 - 60	≤ 15,0	15,1 - 21,8	21,9 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
Potássio (K) disponível					
	≤ 15	16 - 40	41 - 70	71 - 120	> 120

FONTE: Alvarez V. et al. (1999).

NOTA: P-rem - Fósforo remanescente.

- f) a eficiência da utilização do fertilizante nitrogenado na produção dos tubérculos é de 50%;
- g) estimam-se em 3,12 g de N/kg de matéria fresca dos tubérculos;
- h) quantidades elevadas de N e K no sulco de plantio aumentam, pelo menos momentaneamente, a concentração salina da solução do solo, havendo, provavelmente fortes interações iônicas que interferem na absorção de íons e de água pela planta;
- l) doses adequadas de NPK têm efeito benéfico sobre a produção de batata, passando a ser prejudicial, quando em excesso;
- j) diferentes fontes de NPK, nas mesmas concentrações, proporcionarão semelhantes produções de tubérculos;
- k) é possível correlacionar a produção de batata com os teores de P e de K no solo e caracterizar as classes de fertilidade em função dos teores existentes;
- l) é necessário considerar a relação de preços do fertilizante e da batata na definição da dose a ser utilizada;
- m) é necessário considerar a produção classificada (ponderando a produção obtida), estabelecendo as doses adequadas de P e K;
- n) teores de P e K na batateira podem ser usados como índices do estado nutricional;
- o) é baixa a eficiência de recuperação de NPK pela cultura da batata em Minas Gerais e, provavelmente, no Brasil.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo apoio ao projeto de pesquisa que gerou informações apresentadas neste artigo.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V.H. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de**

corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

FONTES, R.R. Preparo e adubação do solo. In: LOPES, C.A.; BUSO, J.A. (Ed.). **Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.10-12. (EMBRAPA-CNPQ. Instruções Técnicas, 8).

GIL, P.T. de et al. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.611-615, dez. 2002.

JONES JUNIOR, J. B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook**. Georgia: Micro-Macro, 1991. 213p.

PERRENOUD, S. **Potato: fertilizers for yield and quality**. Bern: International Potash Institute, 1993. 94p. (IPI. Boletim, 8).

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais:** 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais:** 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.43-60.

CANTARUTTI, R.B.; ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Amostragem do solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais:** 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.13-20.

FAO anuncia comemorações no Ano Internacional da Batata. **Batata Show**, Itapetininga, ano 8, n.20, p.58-60, mar. 2008.

FIGUEROA, C.; CERETTA, C.A. Fontes orgânicas de nutrientes em sistemas de produção de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1788-1793, nov./dez. 2006.

FONTES, P.C.R. Batata. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais:** 5ª aproxima-

ção. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.179.

FONTES, P.C.R. Calagem e adubação da cultura da batata. **Informe Agropecuário**. Batata: produtividade com qualidade, Belo Horizonte, v.20, n.197, p.42-52, mar./abr. 1999.

FONTES, P.C.R. et al. Características físicas do solo e produtividade da batata dependendo do sistema de preparo do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, p.355-359, jul./set. 2007.

FONTES, R.L.F.; ABREU, C.A.; ABREU, M.F. Disponibilidade e avaliação de elementos aniônicos. In: FERREIRA, M.E. et al. (Ed.). **Micro-nutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: POTAFOS, 2001. p.187-198.

MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G. de; SOUZA, R.B. de. Diagnóstico foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais:** 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.143-168.

MESQUITA, H.A. de et al. Produção e qualidade da batata em resposta ao boro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.385-392, mar./abr. 2007.

MESQUITA, H.A. de et al. Teores de nutrientes na parte aérea da batateira em resposta ao boro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.6, p.1872-1878, nov./dez. 2008.

OLIVEIRA, M. do R.G. de; PORTAS, C.A.M. Fisiologia e nutrição mineral. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. da. (Ed.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. cap. 2, p.15-49. Anais do Simpósio sobre Nutrição e Adubação de Hortaliças.

SILVA, M.C. de C.; FONTES, P.C.R. Manejo integrado da adubação nitrogenada na cultura da batata. **Batata Show**, Itapetininga, ano 8, n.21, p.48-49, ago. 2008.

SILVA, M.C. de C.; FONTES, P.C.R.; MIRANDA, G.V. Produção de batata em função de doses de nitrogênio em época seca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.384, ago. 2005. Suplemento. Resumo. 45º Congresso Brasileiro de Olericultura, 15º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais e 2º Congresso Brasileiro de Cultura de tecidos de Plantas.

VIEIRA, F. de C.; SUGIMOTO, L.S. Importância da adubação na cultura da batata. **Batata Show**, Itapetininga, ano 2, n.5, set. 2002.