



# NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS



Editores:  
Renato de Mello Prado  
Arthur Bernardes Cecílio Filho

2016 Renato de Mello Prado  
Arthur Bernardes Cecílio Filho

Diagramação: Flávia Maria Martucci Vidureto  
Impressão: Gráfica e Editora Santa Terezinha  
Revisão Gramatical: Vitório Barato Neto

Pedidos: FUNEP - Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão  
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/nº  
CEP: 14884-900 – Jaboticabal – SP  
www.funep.org.br

Prado, Renato de Mello.

P896n Nutrição e adubação de hortaliças / Renato de Mello Prado, Arthur Bernardes Cecílio Filho. – Jaboticabal: FCAV/CAPES, 2016.

600 p.

Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-61848-15-6

1. Plantas-Nutrição. 2. Hortaliça-Diagnose foliar. I. Cecílio Filho, Arthur Bernardes. II. Título.

CDU 631.81

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Não é permitida a reprodução total ou parcial desta obra sem a autorização expressa do editor.

Tiragem: 1.000 exemplares

## REALIZAÇÃO

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus Jaboticabal

GENPLANT: Grupo de Estudos em Nutrição de Plantas da UNESP

## APOIO

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

- SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, M.R.; VIDIGAL, S.M.; PINTO, C.L.O.; JACOB, L.L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.588-594, 2014.
- SEDIYAMA, M.A.N.; VIDIGAL, S.M.; SANTOS, M.R.; SALGADO, L.T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.294-299, 2009.
- SILVA, Ê.F.F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. 2002. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SONNEVELD, C. La nutrición mineral y salinidad en los cultivos sin suelo: su manejo. In: URRESTARAZU-GAVILÁN, M. **Tratado de cultivo sin suelo**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2004. p.305-367.
- SORIA, C.B.; OLIVERT, J. M.A. **Cultivo sin suelo de hortalizas: aspectos prácticos y experiencias**. Valencia: Generalitat Valenciana, 2002. 111 p.
- STEINER, A.A. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. **Plant and Soil**, v.15, p.134-155, 1961.
- TRANI, P.E.; CARRIJO, O.A. **Fertirrigação em hortaliças**. Campinas: Instituto Agronômico, 2004. 53 p.
- TRANI, P.E.; MELO, A.M.T.; PASSOS, F.A.; TAVARES, M.; NAGAI, H.; SCIVITTARO, W. Hortaliças. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p. 173.
- URRESTARAZU, M. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. In: URRESTARAZU-GAVILÁN, M. **Tratado de cultivo sin suelo**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2004a. p.3-47.
- URRESTARAZU, M. La disolución de fertirrigación. In: URRESTARAZU-GAVILÁN, M. **Tratado de cultivo sin suelo**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2004b. p.263-303.
- WAMSER, A.F. **Concentrações de nitrogênio e potássio na solução nutritiva do pimentão cultivado em substrato sem drenagem**. 2014. 73 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal.
- WINSOR, G.W.; SCHWARZ, M. **Soilless culture for horticultural crop production**. Roma: FAO, 1990. 188 p.

## Capítulo 20

# NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DA CULTURA DA BATATA-DOCE

*José Hortêncio Mota<sup>1</sup>*

*Geraldo Milanez de Resende<sup>2</sup>*

*Jony Eishi Yuri<sup>2</sup>*

*Rovilson José de Souza<sup>3</sup>*

### 20.1 Introdução

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) pertence à família Convolvulaceae, originária de regiões tropicais, produzindo um caule rastejante e raízes tuberosas (FILGUEIRA, 2008).

É uma espécie que possui sistema radicular ramificado, o que a torna eficiente na absorção de nutrientes. Contudo, sua resposta à adubação depende das condições do solo. Quando cultivada em solos com média a alta fertilidade natural, geralmente não há resposta à adubação. No entanto, em solos pouco férteis, o uso de fertilizantes minerais e orgânicos proporciona incremento significativo na produtividade (MONTEIRO et al., 1997).

A batata-doce é uma cultura que prefere solos sem compactação, ou textura média a arenosa e bem drenados, favorecendo o desenvolvimento

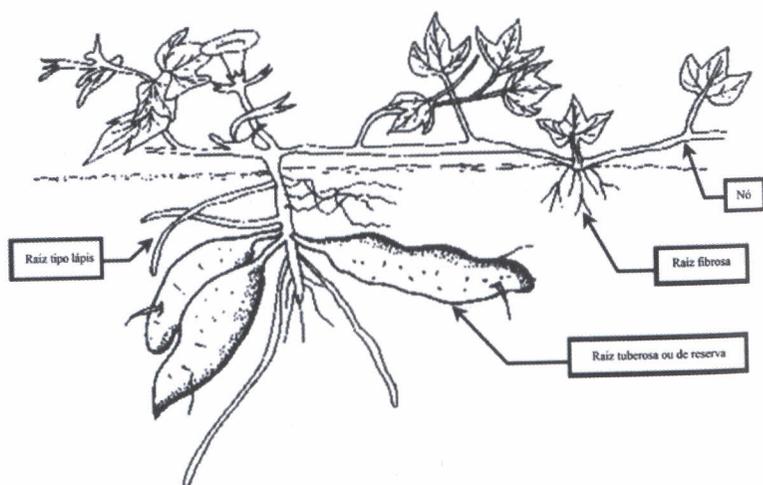
<sup>1</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Professor da Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí CAJ, Rodovia BR 364, Km 192, Caixa Postal 03, CEP 75800-000, Jataí, GO, hortenciomota@terra.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Semiárido, Rodovia BR-428, Km 152, s/n, Zona Rural, CEP 56302-970. Petrolina, PE, chadm@cpsa.embrapa.br; jony.yuri@embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Professor da Universidade Federal de Lavras, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, Campus Universitário, Viçosa, MG, CEP 36570-900. Lavras, MG. rovilson@dag.ufla.br

das raízes, tendo valor pH de 5,5 a 6,5. A capacidade produtiva é reduzida em solos ácidos e alcalinos, e também em solos textura argilosa e baixa aeração, sendo que em solos de alta fertilidade, textura argilosa e úmidos, o desenvolvimento das folhas e caules é muito vigorosos, mas o rendimento e a qualidade das raízes apresentam baixo valor econômico. As raízes de melhor qualidade são obtidas em solos textura arenosa e poucos férteis, porém ocorre baixa produtividade nestes solos (MONTES, 1998).

Após o plantio das mudas de batata-doce, há a formação de raízes que, dependendo das condições do solo, desenvolvem-se em raízes grossas ou delgadas (Figura 1). Em condições favoráveis, as raízes grossas crescem a partir dos nós formando as raízes tuberosas ou de reserva. Em condições de solo compactado e seco, as raízes jovens começam a desenvolver, mas é interrompido, e as raízes tornam-se muito finas semelhantes ao diâmetro de um lápis. Em solos com altos teores de nitrogênio e baixa concentração de oxigênio, são formadas raízes finas, que se desenvolvem em raízes fibrosas (FLIERT, BRAUN, 2001).



**Figura 1** - Esquema ilustrando tipos de raízes de batata-doce. Fonte: Adaptado de Fliert e Braun (2001).

## 20.2 Necessidades nutricionais da batata-doce

As exigências minerais da cultura obedecem à seguinte ordem decrescente: potássio, nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio. A resposta da planta à adubação depende das condições do solo sendo que, quando é cultivada em solos de média e elevada fertilidade, não apresenta efeito pronunciado na produtividade. Já em solos de baixa fertilidade, o uso de fertilizantes químicos e orgânicos proporciona incrementos na produtividade.

A quantidade de nutrientes extraídos pela raiz da batata-doce foi relatado pela FAO (2006) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Quantidades de macronutrientes e micronutrientes extraídas pela raiz da batata-doce.

Macronutrientes*	Quantidade extraída		
	(kg ha <sup>-1</sup> )	Micronutrientes* (kg ha <sup>-1</sup> )	
N	23,0	Fe	0,49
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11,7	Mn	0,11
K <sub>2</sub> O	31,2	Zn	0,59
MgO	4,3	Cu	0,17
CaO	4,1	B	0,11
S	5,2	Mo	0,82
Cl	1,2		

Fonte: FAO (2006); \* Considerando 10 t ha<sup>-1</sup>

A cultura da batata-doce tem sido indicada como uma planta rústica, pouco exigente em nutrientes, razão pela qual tem sido cultivada sem adubação ou com uso dos resíduos de adubações dos cultivos anteriores. Existem relatos de produtores que consideram “batata-doce prefere terra pobre”; na verdade, ocorre uma notável habilidade das raízes desta planta em utilizar formas menos aproveitáveis de P, devido a uma associação com micorrizas. Quando são aplicados fertilizantes minerais, essa vantagem natural é perdida (FILGUEIRA, 2008).

De acordo com Fliert e Braun (2001), os nutrientes mais exigidos pela batata-doce são o potássio e o nitrogênio. Outros nutrientes importantes para a cultura são o fósforo (P), o enxofre (S), o magnésio (Mg) e o ferro (Fe) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Acúmulo médio de nutrientes nas raízes de reserva da batata-doce.

Nutriente	kg por t de raiz
K	5 - 6
N	3 - 5
P	0,6 - 1
S	Baixo
Mg	Baixo
Fe	Baixo

Fonte: Adaptado de Fliert e Braun (2001)

### Potássio

Para a maioria das hortaliças tuberosas, o potássio (K) é o primeiro nutriente em ordem de extração, e, no caso específico da batata-doce, havendo alta resposta da cultura à fertilização potássica (FILGUEIRA, 2008).

Na planta o K desempenha importante papel como constituinte ou ativador enzimático. É essencial nos processos de fotossíntese, respiração, sínteses, fixação simbiótica do nitrogênio, abertura e fechamento dos estômatos, transporte de carboidratos e outros produtos.

O K atua no controle osmótico das células. As plantas deficientes em potássio apresentam menor turgor da célula, pequena expansão celular, maior potencial osmótico, abertura e fechamento dos estômatos de forma irregular (MALAVOLTA et al., 1997; MENGEL; KIRKBY, 2001). Outro efeito atribuído ao K é de que plantas bem nutridas são mais resistentes a secas e geadas, em razão da maior retenção de água (SILVEIRA; MALAVOLTA, 2000).

O elemento também é importante para acelerar o crescimento das

folhas, atuar na formação de raízes reservas, melhorar a resistência a enfermidades e aumentar o conteúdo de vitamina A (FLIERT; BRAUN, 2001).

O crescimento limitado das ramas, internódios curtos e folhas menores são os sintomas precoces de deficiência de K. Os sintomas da desordem nutricional verificados na planta seriam: a) limbo da folha que fica verde mais escuro, especialmente às margens, e os pecíolos encurtam e são menos pigmentados; b) manchas pequenas, brilhantes, marrons podem aparecer no lado inferior das folhas como resultado da ruptura das células embaixo da epiderme; c) clorose internerval e bronzeamento ocorrem nas folhas mais velhas, enquanto a extremidade do limbo se estende ao redor das margens da base; d) cloroses e bronzeamentos podem atingir a nervura central, e as folhas podem ficar enrugadas.

Acrescenta-se que as deficiências severas do presente nutriente podem resultar em clorose geral das folhas, com uma coloração verde-escura na base das folhas e ao longo das nervuras secundárias. Observa-se áreas cloróticas, eventualmente, ficam marrons e necróticas, e podem cair, dando às folhas um aspecto rasgado. A deficiência também está associada com menor massa de raízes das plantas.

O aumento na disponibilidade de K tende a causar aumento no conteúdo de caroteno das raízes tuberosas. A toxicidade de K não é geralmente um problema. Porém, concentrações altas podem reduzir o conteúdo de sólidos, os quais podem levar a uma redução da matéria seca e firmeza em produtos processados (SOUZA et al., 2003).

De acordo com Fliert e Braun (2001), a batata-doce tem uma necessidade relativamente alta de K, melhor desenvolvimento das raízes ocorre quando há adubação de N e K na proporção 1:3.

A adubação potássica deve ser recomendada de acordo com a análise do solo, pois a aplicação deste nutriente em excesso pode levar a sua lixiviação no perfil do solo. O cloreto de potássio é a fonte de K mais utilizada na adubação (COUTINHO et al., 1993). Ainda segundo os autores, o K diminui a incidência de pragas e doenças em 65% dos casos avaliados desde que tenha disponibilidade adequada no ambiente de cultivo.

A cultura tem apresentado, experimentalmente, respostas benéficas à adição de potássio, especialmente em solos localizados em áreas de Cerrado, superiores às aquelas obtidas com aplicação de fósforo, algo inco-

num em olericultura. Aliás, sabe-se que K é o nutriente utilizado em maior quantidade pela cultura, tendo benefícios na formação das raízes tuberosas e no sabor (FILGUEIRA, 2008).

Tem sido observada alta correlação entre o índice de produção e o conteúdo de K aos 40 e 100 dias após o plantio. O efeito mais importante do K é no engrossamento das raízes, tornando-as maiores e com maior volume (CHAVES; PEREIRA, 1986), o que, de certa maneira, poderia estar relacionado com a classificação do produto para fins de comercialização.

### Nitrogênio

Além de participar da formação dos aminoácidos e proteínas, o nitrogênio (N) participa estruturalmente em bases nitrogenadas e ácidos nucleicos, enzimas e coenzimas, vitaminas, glico e lipoproteínas, pigmentos e produtos secundários e de processos bioquímicos envolvidos na absorção iônica, fotossíntese, respiração, síntese, multiplicação e diferenciação celulares e também é constituinte essencial da molécula de clorofila (MALAVOLTA et al., 1997).

O nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelas hortaliças (FILGUEIRA, 2008). Em solos com deficiência de N, as folhas das plantas começam a ficar cloróticas, o que faz com a planta reduza sua produtividade. Mas quando há aplicação em excesso deste nutriente, a planta vegeta excessivamente, produzindo menos frutos, e as raízes transpiram demasiadamente, ficando sujeitas à seca e ao ataque de pragas e doenças (MALAVOLTA et al., 2002).

Na cultura da batata-doce, o N atua aumentando o conteúdo de proteínas nas raízes reservas, também estimula o crescimento das folhas e aumenta o tamanho das folhas e raízes reservas (FLIERT; BRAUN, 2001).

No caso da cultura da batata-doce o uso de altas doses de N provoca crescimento desordenado da parte aérea em detrimento da formação de raízes tuberosas (CHAVES; PEREIRA, 1985; HARTEMINK et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2006; ALVES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010), refletindo em produção muito baixa.

Em condições de deficiência de nitrogênio na cultura tem-se surgimento de diversos sintomas: a) as folhas da planta adquirem uma coloração verde-clara uniforme e um pequeno crescimento das ramas; b) as

folhas velhas ficam com margens vermelhas, e limbo amarelado, desenvolvendo um matiz avermelhado, que, eventualmente se tornam marrons; c) as ramas das plantas mais velhas podem desenvolver uma cor avermelhada; d) os pecíolos ficam mais curtos que o normal; e) folhas mais velha frequentemente caem prematuramente. Estes sintomas de deficiência de N geralmente progridem da base da planta para as extremidades das ramas. Em condições de deficiência tardia, as folhas mais jovens perto do ápice das ramas são pequenas. As raízes que se formaram em condições de deficiência de N podem ter cor anormal, por exemplo, cultivares de pele clara podem desenvolver peles bronzeadas, assim como as raízes podem ficar fibrosas (FLIERT; BRAUN, 2001).

Segundo Filgueira (2008), no cultivo de batata-doce, é necessária a aplicação de esterco bovino associado a doses de N, assegurando melhor desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, das raízes, pelo crescimento vegetativo, e elevando o potencial produtivo da cultura.

A superioridade da combinação esterco bovino e N demonstra a possibilidade de se estabelecer alternativa mais viável de adubação para a batata-doce, especialmente para os locais em que o esterco bovino seja disponível a baixo custo. A estratégia consiste na utilização de N em cobertura, em doses que maximizam a produtividade, sendo o esterco bovino adicionado em quantidade complementar na adubação de plantio (LEONARDO et al., 2014).

A utilização de matéria orgânica, em conjunto com a adubação mineral, aumenta a absorção de nutrientes pelas plantas e melhora as características físicas do solo, beneficiando os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, permitindo a melhoria no desenvolvimento da planta, aumentando a capacidade de retenção de água no solo (SANTOS et al., 2009; PIMENTEL et al., 2009).

As poucas informações a respeito da aplicação de doses de N na cultura da batata-doce indicam que sua aplicação deve ser fracionada, sendo aplicados 50% no plantio, e o restante em 30 dias, em cobertura, após o plantio das ramas (CASALI, 1999).

De acordo com a Silva et al. (2008), para evitar o excesso de N, a aplicação de fertilizante nitrogenado só deve ser feita quando houver início dos sintomas de deficiência do nutriente que é o amarelecimento das folhas

mais velhas. Esta atenção deve ser dada antes que as plantas atinjam 45 dias, pois a partir desse período torna-se mais difícil realizar qualquer operação na lavoura, devido ao entrelaçamento das ramas. Existe preocupação do excesso da fertilização nitrogenada na cultura pois pode induzir um intenso crescimento da parte aérea, em detrimento, da formação de raízes tuberosas (OLIVEIRA et al., 2006).

### Fósforo

O fósforo (P) desempenha um papel fundamental nas transformações energéticas dos processos vitais da planta, tais como absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses, ácidos nucleicos, lipídeos, armazenamento e fornecimento de energia (ATP). A rápida redistribuição do P de órgãos mais velhos para os mais novos quando ocorre à carência do elemento, faz com que as folhas mais velhas sejam as primeiras a mostrar os sintomas de deficiência. O fosfato está presente nos fosfolipídios, nucleotídeos, ácido fítico e coenzimas, promovendo a absorção do molibdato, regulando muitos processos enzimáticos e atuando como ativador de enzimas (SOUZA et al., 2003).

Segundo Raij (1991), a adubação, com doses adequadas de fósforo, estimula o desenvolvimento radicular, sendo importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas.

A batata-doce é eficiente na absorção do P, mas devido à deficiência comum dos solos brasileiros deste elemento, é necessário aplicar maiores quantidades do elemento na forma prontamente disponível e em época adequada (SILVA; LOPES, 1995) no momento em que for realizar o plantio das ramas. Quando aplicado corretamente, é o nutriente que pode ocasionar melhores respostas na produção da batata-doce. No entanto, os experimentos realizados no Centro Sul, indicam que a resposta da cultura à adubação fosfatada tem sido variada (FILGUEIRA, 2008).

Quando há deficiência de fósforo na cultura da batata-doce há um atraso no crescimento e, nas folhas velhas surgem áreas cloróticas com manchas necróticas, ocorrendo desfolha prematura, reduzindo a produção de raízes comerciais (FOLQUER, 1978).

Segundo Casali (1999), a aplicação de fósforo ( $P_2O_5$ ) no solo deve ser de 180; 120; 60 e 0 kg ha<sup>-1</sup> para solos de baixa, média, boa e muito boa

disponibilidade de P, respectivamente.

Os requerimentos de P na cultura da batata-doce são menores quantitativamente em relação às doses de K e N. De acordo com Amma e Gonzalez (1990), a aplicação de fósforo na batata-doce varia de 20 a 150 kg ha<sup>-1</sup>, dependendo das condições de fertilidade, tipo de solo e material genético utilizado.

### Cálcio

O cálcio (Ca) é o componente dos pectatos que são constituintes da parede celular. Participa dos processos de estrutura e funcionamento de membranas, absorção iônica e ativação enzimática. Por ser um elemento imóvel no floema, não ocorre sua redistribuição na planta (SOUZA et al., 2003).

Os sintomas de deficiência de Ca aparecem primeiro no início do crescimento, causando redução no crescimento da planta. Pequenas manchas cloróticas aparecem na superfície das folhas, e elas, eventualmente, tornam-se necróticas e desenvolvem uma textura coreácea quando a deficiência não é corrigida. As folhas novas com deficiência são verde-claras e tornam-se avermelhadas, enquanto folhas próximas da base da planta adquirem o tom marrom, e os pecíolos desenvolvem pequena pigmentação. As ramificações laterais apresentam folhas pequenas amarelas e com desenvolvimento reduzido. Como outras deficiências nutricionais, as folhas mais velhas frequentemente caem. Os meristemas apicais podem cessar a atividade e morrer, isto leva a um desenvolvimento de brotos axilares que, subsequentemente, seguem a mesma degeneração. As raízes fibrosas são produzidas por plantas deficientes e são frequentemente macias, descoradas, pequenas e desuniformes (SOUZA et al., 2003).

A calagem, aplicada isoladamente, não eleva a produtividade, revelando-se desnecessária quando o valor pH do solo é superior a 5,0. Verifica-se que solos de fertilidade mediana satisfazem as modestas necessidades nutricionais desta cultura rústica. Todavia, em solos de baixa fertilidade, a cultura responde a fertilização orgânica, bem como à fosfatagem. O efeito de fosfatos naturais de baixo custo, como a apatita, é notável (FILGUEIRA, 2008).

### Magnésio

O magnésio (Mg) é um constituinte estrutural da molécula de clorofila e ativador de numerosas enzimas, envolvidas no metabolismo de carboidratos, de gorduras e de proteína. É um nutriente móvel na planta, por isso os sintomas aparecem primeiramente nas folhas mais velhas como clorose internerval (SOUZA et al., 2003).

Nos solos ácidos, o uso de calcários magnesianos ou dolomíticos como corretivos é, em geral, suficiente para fornecer à planta o Mg de que necessitam, embora, para isso, as doses do nutriente tenham de ser quase sempre maiores que os correspondentes aos produtos solúveis em água (SOUZA et al., 2003).

Os sintomas de deficiência de Mg iniciam como uma clorose internerval que progride das margens para a nervura central das folhas mais velhas. A nervura fica verde escura, mas, desde que Mg é altamente móvel na planta, as folhas novas aparecem normais durante certo tempo, depois começam a apresentar os sintomas visíveis quando mais velhas. Os ramos novos são azul-claros ou verde-claros. Mais tarde, o crescimento de ramos é retardado, internódios são mais curtos, e folhas são menores. Folhas jovens enrolam nas margens, e clorose internerval desenvolve-se eventualmente em folhas velhas e jovens, às vezes acompanhadas por um tom rosa. A porção clorótica das folhas pode tornar-se necrótica se a deficiência não for corrigida. Geralmente, deficiência de Mg não afeta o crescimento da raiz tuberosa (SOUZA et al., 2003).

A correção da deficiência que se apresenta nas culturas, de forma geral, pode ser feita por meio da aplicação foliar de Mg, comumente como sulfato de magnésio em solução a 1-2%. Pode-se admitir a necessidade média das culturas brasileiras de cerca de 20 kg de MgO (SOUZA et al., 2003).

### Enxofre

O enxofre (S) está relacionado com a síntese de proteína, sendo componente da estrutura de alguns aminoácidos. A deficiência de S ocorre com mais frequência nas áreas com alta precipitação, em solos de textura arenosa, com baixos teores de matéria orgânica, onde há perdas por lixiviação. A deficiência de S não é muito comum, devido ao uso de fertilizantes

que contêm este elemento, como superfosfato simples e sulfato de amônio (SOUZA et al., 2003).

O crescimento de ramos e a produção de raiz de batata-doce, que crescem em condições de deficiência de S são frequentemente semelhantes às produzidas em solos com suficiente teor de S, e os sintomas da deficiência podem ser sutis. As folhas mais velhas em plantas deficientes do nutriente iniciam-se com um verde-claro, passando para verde-amarelo e progredindo para amarelo intenso. As nervuras podem ser delimitadas por uma coloração verde que depois se tornam cloróticas. Além disso, as folhas ficam pequenas, e quando mais velhas podem adquirir um tom roxo ao longo das margens. Há um extenso desenvolvimento de raízes fibrosas e podem apresentar um formato arredondado (SOUZA et al., 2003).

### Boro

O boro (Bo) tem efeito regulador no metabolismo e na translocação de carboidratos e está associado com a divisão celular e a estrutura das paredes das células. O nutriente também participa da síntese de ácidos nucleicos (DNA e RNA) e de fitormônios. A translocação de B na planta é muito baixa, por isso os sintomas de deficiência manifestam-se nos pontos de crescimento, nas áreas de diferenciação e nos órgãos com maior expansão celular (SOUZA et al., 2003).

A deficiência de B frequentemente acontece, em solos de textura arenosa. Os sintomas de deficiência do micronutriente ocorre: a) nas ramos e na folhagem aparecem primeiro, mas no final da estação de crescimento, quando as folhas apresentam as margens mosqueadas; b) o crescimento da gema terminal das ramos é restringido e torcido, e os internódios são mais curtos; c) a necrose da folha marginal, queda prematura e também um enrolando dos pecíolos podem ocorrer; d) nas raízes são diagnosticados como mancha marrom interna e queimadura, semelhantes aos sintomas associados com a cortiça interna, ocorrendo em qualquer lugar dentro da raiz, mas são mais comuns próximas ao anel vascular. As manchas são marrons, variam em tamanho e têm margens indefinidas. Em algumas cultivares, sintomas de queimaduras desenvolvem também à superfície da raiz tuberosa e têm a coloração púrpura marrom (SOUZA et al., 2003).

Em solos com baixa fertilidade como é o caso dos solos da região

dos Cerrados, recomenda-se aplicar 10 a 20 kg ha<sup>-1</sup> de bórax, devendo preocupar-se com a toxicidade deste fertilizante caso tenha sido usado em cultivos anteriores (SILVA et al., 2008).

### Ferro

O ferro (Fe) está ligado à síntese de clorofila e atua no transporte de elétrons e no metabolismo oxidativo. As condições que predisõem a carência de Fe são a excessiva calagem induzindo alto valor pH, solos alagados e excesso de metais pesados, tais como Cu, Cd e Zn, e solos com alto teor de matéria orgânica na presença de alta umidade (SOUZA et al., 2003).

Os sintomas de deficiência de Fe podem ser severos nas plantas. Em plantas deficientes verifica-se uma distinta área amarela ou clara entre as nervuras, as quais eventualmente se tornam cloróticas. O limbo das folhas jovens fica amarelo muito pálido precocemente, quase branco no ponto apical de crescimento. As ramas são notadamente raquíticas, e as plantas não produzem raízes tuberosas ou se houver produção das mesmas, a cor da casca pode ser alterada (SOUZA et al., 2003).

### Manganês

A deficiência de manganês (Mn) resulta em severa desordem na estrutura dos cloroplastos, indicando que o elemento tem funções na formação da clorofila e na integridade dos cloroplastos. É também ativador de enzimas e está relacionado com oxirredução. As condições que predisõem a deficiência são solos de turfa, solos minerais calcários, com valor pH acima de 6,5 e baixa drenagem do solo (SOUZA et al., 2003).

O primeiro sintoma de deficiência de Mn ocorre em folhas de batata-doce jovens as que apresentam uma coloração amarelo-pálida. A clorose internerval desenvolve-se da base ao ápice destas folhas, mas as nervuras permanecem verde-escuras. Os internódios são mais curtos, e as folhas, menores. No geral, os sintomas são semelhantes à clorose causada pela deficiência de Fe, mas menos severa. Normalmente, não há um efeito pronunciado nas raízes tuberosas.

Salienta-se que a toxicidade de Mn pode ser um fator limitante na produção de batata-doce. O excesso de Mn provoca alto teor do nutriente

na folha e induz uma clorose internerval seguida ocasionalmente de necrose. Os sintomas aparecem inicialmente na estação de crescimento e são muito evidentes em folhas completamente desenvolvidas, sendo menos pronunciados em folhas em crescimento (jovens) e em folhas mais velhas (SOUZA et al., 2003).

### Alumínio

Os efeitos das concentrações tóxicas de alumínio (Al) acontecem em solos com baixo valor pH, especialmente em solos originários de bauxitas nos trópicos. Como outras culturas, os efeitos tóxicos de alumínio geralmente aparecem nas raízes antes de quaisquer outros efeitos nos pontos de crescimento. As raízes ficam grossas, de crescimento reduzido e normalmente não se ramificam. As raízes de algumas cultivares de batata-doce sensíveis podem adquirir uma coloração marrom sob toxicidade de alumínio. As raízes de crescimento e laterais são particularmente sensíveis. Há poucos relatos na literatura sobre danos causados pelo Al em folhas, ou ramas de batata-doce, porém, o tamanho da folha e do pecíolo geralmente é reduzido. As cultivares varia quanto à tolerância a toxicidade de Al (SOUZA et al., 2003).

## 20.3 Adubação química

Quanto à adubação química da batata-doce, os dados na literatura são escassos, pois a cultura tem um conceito popular de que não necessita de adubação devido à sua rusticidade. Existem poucos produtores que adotam as técnicas de recomendação de calagem ou adubação segundo as necessidades da cultura (SOUZA et al., 2003).

A adubação deve ser baseada em resultados de pesquisas locais ou regionais e, com apoio da análise do solo e também no potencial de colheita da cultura. Os resultados de pesquisas indicam que esta recomendação produz altos rendimentos quando empregada em conjunto com a análise de fertilidade do solo e o monitoramento anual dos nutrientes presentes na seiva do pecíolo (TRAYNOR, 2005).

De acordo com Traynor (2005), a estimativa de remoção de nutrien-

tes pela cultura da batata-doce, em kg por ha, é de N: 100; P: 90; K: 200; Ca: 200. Portanto, todo o P pode ser aplicado no plantio, juntamente com 50 kg de N e 50 kg de K. As quantidades restantes de N e de K devem ser divididos em duas aplicações, entre 4 e 6 semanas e entre 10 e 12 semanas após o plantio. O autor acrescenta ainda indicação com os intervalos ideais para a aplicação dos nutrientes na cultura da batata-doce (Tabela 3).

**Tabela 3** - Intervalos ideais para a adubação da cultura da batata-doce.

Fertilizantes	Início crescimento (0-10 semanas)	Crescimento médio (10-15 semanas)	Crescimento tardio (15-20 semanas)
Nitrogênio (ppm)	2000-3000	1000-2000	500-1000
Fósforo (ppm)	100-200	100-200	100-200
Potássio (ppm)	3000-4500	3000-4500	2500-4000
Cálcio (ppm)	300-700	300-700	300-700
Magnésio (ppm)	300-700	300-700	300-700

Fonte: Traynor (2005)

Casali (1999) recomenda que a fertilização NPK na batata-doce (Tabela 4) e acrescenta a importância em elevar a saturação por bases a 60% e o teor de magnésio do solo a um mínimo de  $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  para uma produtividade esperada de  $20.000 \text{ kg ha}^{-1}$  ou 909 caixas de raízes.

**Tabela 4** - Recomendação de adubação com NPK na cultura da batata-doce.

Disponibilidade de P e K	Dose total ( $\text{kg ha}^{-1}$ )		
	$\text{P}_2\text{O}_5$	$\text{K}_2\text{O}$	N
Baixa	180	90	60
Média	120	60	60
Boa	60	30	60
Muito boa	0	0	60

Fonte: Casali (1999)

Já Murillo (2009) recomenda que a fertilização da batata-doce para expectativa de rendimento de raízes comerciais de  $30.000 \text{ kg ha}^{-1}$  seja feita de forma gradual, à medida que a cultura se desenvolve (Tabela 5).

**Tabela 5** - Indicação de nutrientes para adubação da cultura da batata-doce.

Elemento	Dose ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
N	
$\text{P}_2\text{O}_5$	188
$\text{K}_2\text{O}$	98
Ca	304
Mg	181
S	65
B	49
	3,2

Fonte: Murillo (2009)

## 20.4 Adubação orgânica

A adubação orgânica compreende o uso de produtos naturais resultantes da decomposição de certos materiais misturados, vegetal e animal, ou que tem a maior capacidade para melhorar a fertilidade do solo e sua estrutura, reter a umidade, ativar sua capacidade biológica e melhorar a produtividade das culturas (SUQUILANDA, 1996).

A matéria-orgânica desempenha um papel vital na melhoria do cultivo do solo, sendo que entre as vantagens do uso da adubação orgânica, citam-se, conforme Souza et al. (2003):

- Eleva a capacidade de troca de cátions, notadamente em solo de textura arenosa ou intemperizados;
- Contribui para maior agregação das partículas do solo;
- Reduz a plasticidade e a coesão do solo, favorecendo as operações de preparo, bem como a amontoa e os cultivos;
- Aumenta a capacidade de retenção de água;
- Concorre para maior estabilidade da temperatura do solo;
- Aumenta a disponibilidade de nutrientes devido ao processo de minera-

lização;

- Contribui para a diminuição da adsorção do fósforo no solo;
- É a principal fonte de nutrientes e energia para os microrganismos do solo;
- Ajuda a estabilizar o valor pH do solo, evitando alterações bruscas;
- Fornece macronutrientes e principalmente micronutrientes à planta.

A aplicação de matéria orgânica melhora as características do solo, principalmente a aeração, a retenção da umidade e a disponibilidade de micronutrientes, entretanto; há recomendação de quando houver teor de matéria orgânica superior a 3%, não utilizar adubos orgânicos no plantio (SOUZA et al., 2003).

Na produção de hortaliças, tem-se observado efeito benéfico da adubação orgânica sobre a produtividade e a qualidade dos produtos, quando comparada à adubação exclusivamente mineral, sendo o esterco bovino a fonte de adubo orgânico mais utilizado pelos oleicultores (FILGUEIRA, 2008). Isso porque, no solo, exerce múltiplas ações diretas e indiretas. Seu efeito direto está relacionado com a presença de todos os elementos essenciais em quantidades pequenas, mas significativas em vista de grandes doses que são usadas, enquanto seu efeito indireto se relaciona com as melhorias estruturais do solo (MALAVOLTA et al., 2002).

A resposta da batata-doce à adubação orgânica depende das condições do solo. Quando cultivada em solos com fertilidade natural de média a alta, geralmente não há resposta a essa adubação, porém em solos pouco férteis, o uso de fertilizantes orgânicos proporciona incremento em sua produtividade (SANTOS et al., 2006).

Em solos com alta disponibilidade de nutrientes, ocorre crescimento intenso da parte aérea em detrimento da formação de raízes tuberosas, sendo que as cultivares respondem de modo distinto à aplicação destes (OLIVEIRA et al., 2010).

A adubação orgânica deve ser de acordo com a disponibilidade deste insumo pelos produtores, na quantidade de 10 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino, curtido, ou 2,5 t ha<sup>-1</sup> de esterco de aves curtido, ou ainda 1,0 t ha<sup>-1</sup> de torta de mamona fermentada, para solos de textura arenosa ou com baixo teor de matéria orgânica (CASALI, 1999).

## 20.5 Referencias

- ALVES, A.U.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.N.P.; CARDOSO, E.A.; MATOS, B.F. Manejo da adubação nitrogenada para a batata-doce: fontes e parcelamento de aplicação. *Ciência e Agrotecnologia*, v.33, p.1554-1559, 2009.
- AMMA, A.T.; GONZALEZ, J.A. Cultivo de la batata, requerimientos edáficos, nutrición mineral, fertilización. In: Curso Internacional sobre el cultivo de batata, 2., 1990. San Pedro. *Anais...* San Pedro: INTA: CIP, 1990. 27p.
- CHAVES, L.H.G.; PEREIRA, H.H.G. *Nutrição e adubação de tubérculos*. Campinas: Fundação Cargill, 1995. 97p.
- CASALI, V.W.D. Batata-doce. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.; V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.180.
- COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W.; SOUZA, E.C.A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M.E. CASTELLANE, P.D. CRUZ, M.C.P., (Coords.) **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 85-140.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Near East fertilizer-use manual**. Rome, Italy: FAO, 2006. 164p.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- FLIERT, E. van de.; BRAUN, A.R. (Eds.) **Escuela de campo de agricultores para el manejo integrado del cultivo de camote**: guía de campo y manual técnico. Bogor, Indonesia: CIP, 2001. 106 p.
- FOLQUER, F. **La batata (camote): estudio de la planta y suproducción comercial**. San José, Costa Rica: IICA, 1978. 144p.
- HARTEMINK, A.E.; JOHNSTON, M.; O'SULLIVAN, J.N.; POLOMAD, S. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.79, p.271-280, 2000.
- LEONARDO, F.A.P.; OLIVEIRA, A.P.; PEREIRA, W. E.; SILVA, O.P.R.; BARROS, J.R.A. Rendimento da batata-doce adubada com nitrogênio e esterco bovino. *Revista Caatinga*, v.27, p.18-23, 2014.
- MALAVOLTA, E.; GOMES, F.P.; ALCARDE, J.C. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 5 ed. Bern, Switzerland: International Potash Institute, 2001. 849p.
- MONTES, A. **Cultivos de hortalizas en el trópico**. Tegucigalpa, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, 1998. 208p.
- MONTEIRO, F.A.; DECHEN, A.R.; CARMELO, Q.C.A. Nutrição mineral e qualidade de produtos agrícolas. In: ABEAS. **Curso de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: ABEAS/ESALQ, 1997. 27p.
- MURILLO, J.C.B. **Manual del cultivo de camote: proyecto de desarrollo de lacadena de valor y conglomerado agrícola**. [S.l.]: Chemonics International Inc., 2009. 19p. Disponível em: <<http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENFO1B715.pdf>> Acesso em: 20 set. 2015.
- OLIVEIRA, A.P.; MOURA, M.F.; NOGUEIRA, D.H.; CHAGAS, N.G.; BRAZ, M.S.S. OLIVEIRA, M.R.T.; BARBOSA, J.A. Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.279-282, 2006.
- OLIVEIRA, A. P.; SANTOS, J. F.; CAVALCANTE, L.F.; PEREIRA, W.E.; SANTOS, M. C. C. A.; OLIVEIRA, A. N. P.; SILVA, N. V. Yield of sweet potato fertilized with cattle manure and biofertilizer. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.277-281, 2010.

- PIMENTEL, M.S.; LANA, A.M.Q.; DE-POLLI, H. Rendimentos agrônômicos em consórcio de alface e cenoura adubadas com doses crescentes de composto orgânico. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, p.106-112, 2009.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba. Ceres, 1991, 343p.
- SANTOS, J.F.; SOUZA, M.R.; SANTOS, M.C.C.A. Resposta da batata-doce (*Ipomoea batatas*) à adubação orgânica. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.3, p.13-16, 2009.
- SILVA, J.B.C.; LOPES, C.A. **Cultivo da batata-doce**. 3 ed. Brasília: EMBRAPA/CNPQ, 1995. 18p. (Instruções técnicas, 7)
- SILVA, J.B.C.; LOPES, C.A.; MAGALHÃES, J.S. (Eds.) **Batata-doce** (*Ipomoea batatas*). Brasília: EMBRAPA/CNPQ, 2008. (Sistema de Produção, 6.) Jun. 2008. Disponível em: <[https://sistemas-deproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batata-doce/Batata-doce\\_Ipomoea\\_batatas/nutricao\\_adubacao.html](https://sistemas-deproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batata-doce/Batata-doce_Ipomoea_batatas/nutricao_adubacao.html)>. Acesso em: 15 dez. 2015.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; MALAVOLTA, E. **Nutrição e adubação potássica em Eucalyptus**. Piracicaba: 2000. 12p. (Informações Agrônômicas, 91).
- SOUZA, R.J.; RESENDE, G.M.; YURI, J. E. MOTA, J.H. **Cultura da batata-doce**. Lavras: UFLA, 2003. 70p.
- SUQUILANDA, M. **Agricultura orgânica - alternativa tecnológica del futuro**. Quito, Ecuador: UPS/Fundagro, 1996. 654p.
- TRAYNOR, M. **Sweet potato production guide for the top end**. Darwin, Australia: NT DPI, 2005.13p.