

CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DA BATATA-DOCE: UMA REVISÃO

DOI: <http://dx.doi.org/10.31072/rcf.v8i2.569>

FERTILIZATION AND NUTRITION OF SWEET POTATO: A REVIEW

Lucas Oliver Ferreira de Oliveira¹; Edimar Rodrigues Soares²; Samira Furtado de Queiroz³;
Esmeralda Ochoa Martínez⁴; Márcio Silveira da Silva⁵; Adriana Ema Nogueira⁶; Eldânia
Soares Ferreira⁷; Antônia de Fátima Galdino da Silva Vezarro⁸.

RESUMO: A batata-doce é uma cultura importante para alimentação da população, sendo rica em proteínas, fibras, nutrientes como potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), e compostos bioativos. É cultivada em geral por pequenos produtores. No Brasil, a produtividade obtida é muito inferior ao potencial produtivo da cultura. A nutrição e adubação da cultura da batata-doce é um tema bastante complexo e contraditório. O objetivo deste trabalho foi analisar os trabalhos existentes na literatura a respeito desse tema, visando melhorar a compreensão das questões relacionadas a adubação e nutrição e da batata-doce. Por meio dessa revisão, conclui-se que a batata-doce tem alta capacidade de produção, mesmo em condições de baixa fertilidade do solo. Porém novas pesquisas são necessárias, já que muitos resultados obtidos até a atualidade são ainda controversos. Nesse sentido, o presente trabalho sugere algumas práticas que podem auxiliar a obtenção de altas produtividades: evitar utilizar doses de nitrogênio (N) maiores que 150 kg ha⁻¹; parcelar a adubação nitrogenada em 33% no plantio, 33% aos 30 dias após o plantio (DAP) e 33% aos 60 DAP; procurar equilibrar as doses de N e K, evitando aplicar doses de N muito mais altas que a de K; não utilizar doses de P maiores que 200 kg ha⁻¹; em solos com baixo teor de B, aplicar 1 a 2 kg ha⁻¹ de boro

¹ Discente do curso de Agronomia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente. E-mail: oliver.ferreira.agro@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3810-8856>;

² Prof. Dr. do curso de Agronomia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, RO. E-mail: soares-agro@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3895-0234>;

³ Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Ciência do Solo, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, Campus de Jaboticabal, SP. Bolsista da CAPES. E-mail: samirafurtado26@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2362-4716>;

⁴ Pesquisadora Dra. do Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, Matamoros, Cohauila, México. E-mail: esme0909@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9868-058X>;

⁵ Discente do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Ciência do Solo, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, Campus de Jaboticabal, SP. E-mail: marciode@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4698-5541>;

⁶ Professora Ms. do curso de Agronomia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, RO. E-mail: agronomia@faema.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2599-5174>;

⁷ Professora Ms. substituta da Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT, Pontes e Lacerda, MT. E-mail: ferreira_daniasoares@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2710-4198>;

⁸ Professora Ms. do curso de Agronomia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes, RO. E-mail: antoniavza@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6854-0554>.

(B). Em solos com alta fertilidade, a adubação orgânica com doses de 25-30 t ha⁻¹ de esterco bovino é suficiente para a obtenção de boas produtividades.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* L. Fertilidade do solo. Fertilizantes. Adubação orgânica. Adubação mineral.

ABSTRACT: *The sweet potato is an important food for the population, being rich in proteins, fibers, nutrients such as K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, and bioactive compounds. It is usually cultivated by small producers. In Brazil, the productivity obtained is much lower than the productive potential of the crop. The nutrition and fertilization of the sweet potato crop is a very complex and contradictory theme. The objective of this work was to analyze the existing works in the literature regarding this theme, aiming to contribute to a better understanding of the issues related to fertilization and nutrition of sweet potato. Through this review, it can be concluded that sweet potatoes have high production capacity, even under conditions of low soil fertility. But new research is needed, as many results to date are still controversial. In this sense, the present work suggests some practices that can help to obtain high productivity: to avoid using doses of nitrogen (N) greater than 150 kg ha⁻¹; to partition nitrogen fertilization by 33% at planting, 33% at 30 days after planting (DAP) and 33% at 60 DAP; seek to balance doses of N and K, avoiding doses of N much higher than that of K; do not use P doses greater than 200 kg ha⁻¹; in soils with low B content, apply 1 to 2 kg ha⁻¹ of boron (B). In soils with high fertility, the organic fertilization with doses of 25-30 t ha⁻¹ of bovine manure is enough to obtain good yields.*

Keywords: *Ipomoea batatas* L. Soil fertility. Fertilizers. Organic fertilization. Mineral fertilization.

INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) teve sua origem na América Central e do Sul. A China é o maior produtor representando 76% da produção mundial, tendo produzido em 2011 75.567.929 toneladas⁽¹⁾.

Possui alta variabilidade genética podendo ser destinada à alimentação humana e animal, e à produção de etanol^(2,3). Suas folhas também são sugeridas à alimentação humana com intuito de reduzir a desnutrição, principalmente em países subdesenvolvidos, pois é rica em

proteínas, fibras, nutrientes como K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, além de compostos bioativos⁽⁴⁾.

É uma cultura importante como suprimento alimentar de populações mais pobres. Tem um baixo custo de produção, é rústica, tolerante a seca, e um alto potencial produtivo, sendo cultivada por pequenos produtores^(6,7). Apesar de sua alta capacidade de produção, podendo chegar a 40 t ha⁻¹⁽⁸⁾, a produção brasileira fica em torno de 12 t ha⁻¹. Isso se deve, principalmente ao baixo nível tecnológico empregado pelos produtores, que, em geral, não fazem um manejo adequado do

solo, não utilizando técnicas de calagem e adubação, necessárias para garantir um alto rendimento da cultura⁽⁵⁾.

Por outro lado, de acordo com Fageria e Baligar⁽⁹⁾, a batata-doce tem uma eficiente capacidade de utilização dos nutrientes, devido aos seus diversos mecanismos morfofisiológicos. Os autores citam que esta cultura tem um sistema radicular extensivo, tornando-a eficiente. Possui uma alta relação raiz/parte aérea e, quando em situação de baixa disponibilidade de nutrientes, suas raízes são hábeis em modificar a rizosfera para superar situações adversas. Além disso, as raízes da batata-doce podem se associar com microrganismos que fixam nitrogênio atmosférico. Quando as concentrações de nutrientes nos tecidos estão baixas, a planta é capaz de manter o metabolismo inalterado, além de possuir uma alta taxa fotossintética.

A adubação e a nutrição da batata-doce é um tema ainda bastante complexo, devido a todos esses mecanismos morfofisiológicos que a cultura apresenta. Diante disso, esse trabalho teve por objetivo analisar a literatura existente a respeito desse tema, visando melhorar a compreensão das questões relacionadas a adubação e nutrição da batata-doce.

2 ADUBAÇÃO MINERAL COM MACRO E MICRONUTRIENTES NO POTENCIAL PRODUTIVO DA BATATA-DOCE

De forma geral, as culturas com raízes tuberosas, como a batata-doce, necessitam de uma alta disponibilidade de nutrientes no início de seu desenvolvimento devido a elevada taxa de crescimento e o ciclo de produção curto⁽¹⁰⁾.

O N é um dos nutrientes mais exigidos na maior parte das hortaliças⁽¹¹⁾. Como seu fornecimento através da mineralização da matéria orgânica não supri as necessidades das plantas, o seu fornecimento através da adubação mineral completa a capacidade de fornecimento dos solos⁽¹²⁾.

Casali⁽¹³⁾ recomenda que sejam aplicados 60 kg ha⁻¹ de N para a batata-doce no estado de Minas Gerais, com o parcelamento de 50% da dose no plantio e o restante em cobertura 30 dias após o plantio das ramas. Já no manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e SC⁽¹⁰⁾, a recomendação de adubação nitrogenada varia de acordo com o teor de matéria orgânica do solo, conforme tabela 1. Nesse caso, recomenda-se aplicar 10 kg ha⁻¹ do total de N no plantio, e o restante, aproximadamente 30 dias após a brotação, em cobertura, quando utilizada a

batata, ou 30 dias após o transplante, quando utilizadas mudas.

Tabela 1 - Recomendação de adubação nitrogenada para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina⁽¹⁰⁾.

Teor de matéria orgânica no solo	Nitrogênio
%	kg ha ⁻¹ de N
<2,5	70
2,5-5,0	40
>5,0	30

De acordo com Monteiro e Peressin⁽¹⁴⁾, no estado de São Paulo, é recomendado a aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N no plantio, e de 30 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Segundo estes mesmos autores, a adubação com N-P-K pode ser dispensada se o cultivo for feito em rotação após outras culturas que foram adubadas anteriormente.

Observa-se que nas três recomendações as doses de N recomendada para a cultura são baixas. Isto talvez se deva ao fato de que de acordo com alguns autores, a batata-doce é uma cultura bastante eficiente na utilização do N. Hill et al. ⁽¹⁵⁾ relata que a exigência em nitrogênio pela batata-doce é alta, embora a cultura consiga produzir razoavelmente bem em solos de baixa fertilidade. Esta cultura pode ainda realizar forte associação simbiótica com certas bactérias. Desta forma, Yoneyama, Terakado, Masuda ⁽¹⁶⁾, relataram que 40% da absorção de N pela batata-doce pode ser derivada da fixação biológica do

N atmosférico, embora, haja uma grande variação em função da cultivar utilizada.

Gonçalves Neto et al. ⁽¹⁷⁾ testaram, nas condições dos solos tropicais brasileiros, 36 clones e três genótipos de batata doce e verificaram produtividades que variaram de 0 a 51 t ha⁻¹. Os autores ressaltaram que as altas produtividades obtidas por alguns cultivares podem ser explicadas pelo fato da colheita ter sido realizada mais tardiamente aos 7 meses, quando corriqueiramente ocorre entre quatro e cinco meses.

É interessante notar que estes autores trabalharam com uma dose de 40 kg ha⁻¹ de N no plantio e 450 kg ha⁻¹ de N aos 60 DAP, que é uma dose relativamente alta, demonstrando que a cultura pode alcançar altas produtividades com doses elevadas de N. Resende ⁽¹⁸⁾ também obteve maiores produtividades com a colheita mais tardia com uma média de incremento de produtividade de 21 t ha⁻¹ para cinco cultivares em função da colheita aos 200 DAP comparada aos 150 DAP.

Hartemink et al. ⁽¹⁹⁾ verificaram que a produção (em base fresca) passou de 4,4 t ha⁻¹ na testemunha para 6,5 t ha⁻¹ com a dose de 100 kg ha⁻¹ de N, e foi reduzida a 1,5 t ha⁻¹ com a dose de 400 kg ha⁻¹ de N. Esse trabalho foi conduzido em solo de alta fertilidade com teor de carbono

orgânico de 23,8 g kg⁻¹, e as doses utilizadas foram 0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, parceladas aos 35, 62 e 119 dias após o DAP. No entanto, a parte aérea da planta aumentou de 19,1 t ha⁻¹ na testemunha para 45,3 t ha⁻¹ na dose de 400 kg ha⁻¹ de N. Esses resultados sugerem que altas doses de N podem promover um desenvolvimento vegetativo exagerado nas plantas, prejudicando a produtividade.

Por outro lado, Bourke⁽²⁰⁾ verificaram que a produtividade aumentou de 5,9 t ha⁻¹ na testemunha para 10,3 t ha⁻¹ com 225 kg ha⁻¹ de N. Para o K, a produção foi incrementada em 4,3 t ha⁻¹ do tratamento controle para a dose de 375 kg ha⁻¹ de K. Os autores avaliaram a influência da adubação com N e K no número de tubérculos por planta e na massa seca por tubérculo dos 50 aos 150 DAP. As doses de N proporcionaram redução no número de tubérculos por plantas até 90 DAP, sem interferência significativa após esta data. Todavia ocorreu aumento significativo na média de massa seca de tubérculos dos 130 a 150 DAP. O K aumentou o número de tubérculos por planta até 150 DAP, porém não promoveu diferenças significativas para a massa seca de tubérculos durante todo o ciclo da cultura. Os resultados obtidos por esses autores indicam que a cultura provavelmente exija

maiores quantidades de K ao final do ciclo da cultura, já que as doses de N proporcionam incrementos significativos já a partir dos 90 DAP na massa seca total das plantas, enquanto que para o K só houve incremento significativo aos 150 DAP.

Oliveira et al. ⁽²¹⁾ trabalharam com doses de ureia de 0, 115, 230; 345 e 460 kg ha⁻¹ equivalentes a aproximadamente 0, 52, 103, 155 e 207 kg ha⁻¹ de N, em um solo com baixo teor de matéria orgânica (8,11 g dm⁻³). A máxima produtividade (18,8 t ha⁻¹) de raízes comerciais foi alcançada com 152,55 kg ha⁻¹ de N. Vale destacar que também foi realizada a aplicação no plantio de 20 t ha⁻¹ de esterco bovino, o que certamente contribuiu para o fornecimento de N à cultura. Neste trabalho, houve o parcelamento do N em cobertura, sendo aplicados 50% do nutriente aos 30 DAP e o restante aos 60 DAP, sem nenhuma aplicação de N via fertilizante mineral no plantio.

Conforme já citados anteriormente as recomendações de aplicação de N para a batata doce é aplicar uma parte no plantio e o restante aos 30 DAP. Todavia, o ciclo da cultura por chegar a 4, 5, ou até 7 meses como já citado, o que nos leva a indagar se não seria necessário um maior parcelamento da adubação nitrogenada, tendo em vista que este é um nutriente

sujeito a perdas por lixiviação no perfil do solo.

Bourke ⁽²⁰⁾ constataram que o acúmulo de massa seca total da planta de batata-doce aumenta drasticamente a partir dos 50 até os 130 DAP, passando a decrescer após esse período. A massa seca de folhas aumentou até os 70 DAP, estabilizando e passando a decrescer a partir dos 90 DAP. A massa seca do caule aumentou até os 90 DAP, sem grandes incrementos até os 130 DAP, e decrescendo após esse período. A massa seca de tubérculos aumentou expressivamente dos 70 até os 150 DAP. Este fato pode explicar a redução na produtividade no trabalho de Hartemink et al.⁽¹⁹⁾, pois os autores aplicaram a última parcela da adubação nitrogenada aos 120 DAP, o que pode ter interferido no desenvolvimento da planta promovendo crescimento vegetativo exacerbado, quando a prioridade da planta deveria ser o crescimento dos tubérculos. Com isso, reforça-se também a ideia da necessidade do fornecimento de K ao final do ciclo, tendo em vista a importância da translocação de açúcares nessa fase da planta.

Alves et al.⁽²²⁾ concluíram que o sulfato de amônio foi mais eficiente em aumentar os rendimentos da batata-doce que a ureia, sendo este resultado atribuído

pelos autores a presença do enxofre (S) na formulação do mesmo. A dose de N utilizada em cobertura foi de 80 kg ha⁻¹, tendo sido aplicado também 15 t ha⁻¹ de esterco bovino no plantio. As melhores produtividades foram obtidas com parcelamento do N em 33% no plantio, 33% aos 30 DAP e 33% aos 60 DAP, com 25,8 t ha⁻¹ para o sulfato de amônio e 23,9 t ha⁻¹ para ureia. Estes resultados confrontam as três recomendações de adubação para os Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Santa Catarina, no que diz respeito ao parcelamento do N.

Ao contrário destes autores, Ankumah et al.⁽²³⁾ utilizando quatro cultivares de batata-doce e uma dose de N de 90 kg ha⁻¹, obtiveram maiores produtividades quando o fertilizante foi aplicado todo aos 20 DAP, do que quando dividido aos 20, 40, 60 e 80 DAP. Os autores ainda verificaram ainda que o incremento em função da adubação nitrogenada (única aplicação) comparado ao controle em uma das cultivares chegou a aproximadamente 21 t ha⁻¹ quando utilizada ureia e 19 t ha⁻¹ com nitrato de amônio, sendo que também não foi observada diferença significativa entre estas duas fontes utilizadas. Por meio desse trabalho, concluíram ainda, que as cultivares precoces foram mais produtivas

e tiveram maior eficiência fisiológica, embora as cultivares tardias tenham sido mais eficientes na recuperação do N aplicado. Desta forma, os autores ressaltaram que a diferença na eficiência de utilização de N pode estar relacionada ao genótipo e ao comprimento do ciclo das cultivares, sendo que o ciclo é um fator importante a ser considerado na recomendação para adubação da batata doce.

Nos estudos desenvolvidos por Alves et al. ⁽²²⁾ é possível verificar que tanto a aplicação de 100% da dose no plantio ou 100% aos 60 DAP, independente da fonte prejudica a produtividade da cultura, demonstrando que a alta disponibilidade de N tanto no início quanto mais próxima do fim do ciclo pode ser prejudicial. Isto justifica o parcelamento do N em três aplicações e os melhores resultados obtidos por estes autores com este tratamento, pois assim não falta nitrogênio para o desenvolvimento da cultura, porém não deixa quantidade altas de N disponível que possam promover o seu crescimento vegetativo em excesso.

A aplicação de N via e via foliar solo (doses de 0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N) foi testada por Oliveira et al. ⁽²⁴⁾. No plantio também foram aplicados 20 t ha⁻¹ de esterco bovino e as doses de N tanto no solo como foliar, divididas 50% aos 30

DAP e 50% aos 60 DAP. A produtividade máxima (19,1 t ha⁻¹) foi obtida com a dose de 154 kg ha⁻¹ de N e a dose mais econômica foi 144 kg ha⁻¹ de N, enquanto que, para a aplicação via foliar não houve resposta significativa, com produtividade média de 12,6 t ha⁻¹. Os autores creditaram os resultados obtidos com a adubação foliar à volatilização do N. Entretanto, cabe ressaltar que provavelmente as plantas não tenham conseguido absorver todo nutriente parcelado em apenas duas aplicações. Nesse sentido, são necessários mais estudos relacionados às adubações foliares de N na cultura.

Conceição, Lopes e Fortes⁽²⁵⁾ trabalhando com duas cultivares, observaram que, a partir dos 90 DAP, ocorre o maior incremento de massa seca dos tubérculos com conseqüente redução na massa seca das folhas e caule. Esse padrão de desenvolvimento da planta também foi observado por Bourke ⁽²⁰⁾.

Echer, Dominato e Creste⁽²⁶⁾, conduziram um experimento com o intuito de avaliar a marcha de absorção de nutrientes da cultura. Nesse trabalho, houve somente a aplicação de adubo NPK no plantio, fornecendo 10 kg ha⁻¹ de N, 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 25 kg ha⁻¹ de K₂O. O teor de matéria orgânica no solo era de 10 g dm⁻³ e saturação por bases de 63%. A

ordem de extração de macronutrientes pela planta de batata-doce foi: N>K>Ca>Mg>P>S, com 350; 225; 174; 42; 41 e 39 kg ha⁻¹, respectivamente. Nota-se que mesmo com a pouca quantidade de N fornecida, a cultura extraiu uma alta quantidade de N, embora a produtividade obtida tenha sido baixa (6,3 t ha⁻¹). Como a quantidade de N fornecida a cultura foi pouca, e levando ainda em consideração a alta capacidade da cultura em obter N de outras fontes que não a inorgânica, cabe nos indagar se a quantidade extraída de nutrientes reflete a real necessidade da cultura.

O K é um importante nutriente para a cultura da batata-doce, sendo que este está envolvido nos processos de divisão celular, de iniciação da raiz tuberosa e o seu espessamento, da fotossíntese, da formação de hidratos de carbono, da translocação de açúcares, além de e influenciar a atividade enzimática⁽²⁹⁾.

As tabelas 2, 3 e 4 apresentam as recomendações para adubação potássica e fosfatada para os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Tabela 2 - Recomendação para adubação potássica e fosfatada para o Estado de São Paulo.

P resina, mg dm ⁻³			K+ trocável, mmol _c dm ⁻³		
0-6	7-15	>15	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
Batata-doce para mesa					
kg ha ⁻¹ de P2O5			kg ha ⁻¹ de K2O		
100	80	60	120	90	60
Batata-doce forrageira e industrial					
80	60	40	100	70	40

Fonte: Monteiro e Peressin⁽¹⁴⁾.

Analisando as recomendações para esses diferentes estados, verifica-se que para o P, embora os extratores sejam os mesmo para Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Minas Gerais, as recomendações para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina são bem menores que

para Minas Gerais. Já no caso do K as recomendações são mais altas para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina do que São Paulo e Minas Gerais.

Tabela 3 - Recomendação para adubação fosfatada e potássica para o Estado de Minas Gerais.

Disponibilidade de P ou de K	Dose total	
	P2O5	K2O
	kg ha ⁻¹	
Baixa	180	90
Média	120	60
Boa	60	30
Muito boa	0	0

Fonte: Casali ⁽¹³⁾.

Tabela 4 - Recomendação para adubação fosfatada e potássica para os Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Interpretação do teor de P ou de K no solo	FÓSFORO	POTÁSSIO
		kg ha ⁻¹
Muito Baixo	50	220
Baixo	50	180
Médio	50	120
Alto	50	80
Muito alto	≤50	≤60

Fonte: Rolas ⁽¹⁰⁾.

Estudando a eficácia da utilização de K pela batata-doce em um solo com baixo teor de K, George, Lu e Zhou⁽³⁰⁾ testaram doses de 0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹ de K₂O. A máxima produtividade e o máximo teor de caroteno foram obtidos com a dose de 300 kg ha⁻¹, enquanto os teores de proteína e brix não foram influenciados pela adubação. Neste trabalho, o acúmulo de K nas raízes representou 65% do total acumulado, tendo as folhas representado 10,5%, e o caule 18,17%. Constataram ainda que o índice de eficiência de utilização (produção de raízes por unidade de K na planta toda) variou significativamente em função do genótipo utilizado.

No experimento de Echer, Dominato e Creste⁽³¹⁾, as raízes (tuberosas + raiz) representaram apenas 38,4% do total de K

acumulado, enquanto as folhas, 36,8%, e o caule, 24,8%, ficando evidente a diferença na distribuição de K nas partes plantas nos dois experimentos.

De acordo com Saric⁽³²⁾, genótipos com baixa concentração de nutrientes minerais na parte aérea e com alta taxa fotossintética são mais econômicos, uma vez que esses genótipos exigem menor quantidade de fertilizantes minerais para produzir altas produções. Os autores enfatizam ainda que existem diferenças significativas na concentração de K e acúmulo nas diferentes partes da planta entre genótipos de batata-doce, e que é possível desenvolver variedades com alta produção de biomassa e acúmulo de K mais baixo em toda a planta.

No trabalho de George, Lu, e Zhou⁽³⁰⁾, todo o K foi aplicado no plantio.

Em nenhum dos manuais de recomendação citados anteriormente, é recomendado parcelamento da adubação potássica. Brito et al.⁽³³⁾, testaram doses de K (0, 50, 100, 150, 200, e 250 kg ha⁻¹), em um solo arenoso com baixo teor de potássio. As doses foram divididas em 50% no plantio, 25% aos 30 DAP, e 25% aos 60 DAP. A produtividade total de raízes comerciais (8,4 t ha⁻¹) foi obtida com a dose de 173 kg ha⁻¹ de K₂O. A dose mais econômica estimada foi de 163 kg ha⁻¹.

Porém, cabe observar que a produtividade máxima obtida foi baixa, tendo em vista o potencial produtivo da cultura. Deve-se levar em conta que o solo trabalhado tinha um baixo teor de matéria orgânica (15,8 g dm⁻³), e foram sido aplicados no plantio 20 t ha⁻¹ de esterco bovino e 20 kg ha⁻¹ de N, parcelados aos 30 e 60 DAP. Desta forma, o N pode ter sido um fator limitante da produção devido à baixa quantidade fornecida desse nutriente.

Foloni et al.⁽³⁴⁾, avaliaram a resposta da batata-doce a combinação de doses de K₂O (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) e doses de N (0, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹) em um solo com baixo teor de K (0,8 mmol_c dm⁻³) e 10 g dm⁻³ de matéria orgânica. Deve-se ressaltar que no plantio foram aplicados 10 kg ha⁻¹ de N, 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 25 kg

ha⁻¹ de K₂O, sendo assim as doses reais de N foram 0, 40, 70, e 130 kg ha⁻¹ e K foram 0, 55, 85 e 155 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo que a cobertura foi realizada aos 39 DAP. O máximo rendimento da batata-doce (24,9 t ha⁻¹ de raízes tuberosas comercializáveis) foi alcançado com a dose combinada de 112 kg ha⁻¹ de N e 155 kg ha⁻¹ de K₂O. É possível verificar no trabalho destes autores que quando as doses de K₂O foram 0 e 55 kg ha⁻¹, não houve resposta a adubação nitrogenada.

Quando a dose de K₂O foi de 85 kg ha⁻¹, ocorreu incremento até a dose de 70 kg de N, e nas doses de 100 e 120 de N, houve decréscimo na produtividade. Podemos inferir assim que, a adubação potássica potencializou a adubação nitrogenada, sendo que quando a dose de N ultrapassou muito a dose de potássio, a produção da cultura foi prejudicada. Outro resultado relevante desse trabalho é que nas doses 0, 30 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, não foi notada influência da adubação nitrogenada na produção de tubérculos não comercializáveis, enquanto na dose de 155 kg de K₂O ha⁻¹, as doses de N promoveram redução linear na produção de tubérculos a serem descartados.

Estes resultados corroboram com Cantarella⁽³⁵⁾, o qual afirma que, as interações mais comuns, no manejo da adubação mineral, para a cultura da

batata-doce são as que ocorrem entre N e K. Nessa relação, o suprimento balanceado de N e K frequentemente aumenta a resposta a ambos, da mesma forma que a não adição de um deles, em solos deficientes, pode levar a decréscimos na resposta do outro. Salienta-se, portanto, a necessidade de pesquisas que combinem a aplicação destes dois nutrientes principalmente com doses mais altas que as testadas por Foloni et al.⁽³⁴⁾.

No diz respeito ao P, a batata-doce é bastante eficiente na absorção deste nutriente. Todavia, devido à deficiência deste nutriente que, em geral, é comum nos solos brasileiros, tem-se a necessidade de aplicar maiores quantidades deste macronutriente na forma prontamente disponível e em época adequada (36).

Trabalhando com doses de fósforo (0, 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅), Oliveira et al. (37) estimaram a máxima produtividade de raízes comerciais de batata doce, em 18,9 t ha⁻¹, com a dose de 231 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Para o P, a dose mais econômica foi de 194 kg ha⁻¹, correspondendo a 84% da dose responsável pela máxima produtividade, sendo que esta correlacionou-se com o teor de P₂O₅ no solo de 20 mg dm⁻³ (Mehlich-1). Esta dose é semelhante a

recomendação de Casali⁽¹³⁾ de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para solos com baixo teores de P. O teor de amido também foi influenciado pelas doses de P com a máxima concentração obtida com a dose de 293 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Resultados semelhantes a esses também foram obtidos por Oliveira et al.⁽³⁸⁾ e Oliveira et al.⁽³⁹⁾.

Tong et al.⁽⁴⁰⁾ avaliaram o efeito de fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus intraradices* e *Glomus mosseae*) na produção de massa seca de batata-doce, na concentração de betacaroteno e de N, P, K, Cu e Zn em função da aplicação de alta (150 mg dm⁻³) ou baixa (50 mg dm⁻³) dose de P. Com o baixo fornecimento de P, observaram que a inoculação da espécie *Glomus intraradices* aumentou significativamente a massa seca de tubérculos. Com o fornecimento da maior quantidade de P, não houve influência dos fungos micorrízicos na massa seca da parte aérea, raiz e tubérculos, entretanto esta dose de P proporcionou maior produção de massa seca de tubérculos que a dose de 50 mg dm⁻³ de P. Independente da dose de P utilizada, os tratamentos com fungos aumentaram as concentrações de P na massa seca da parte aérea, raiz e tubérculos de batata-doce. Na raiz, nos tratamentos com a dose mais baixa de P, a presença dos fungos proporcionou a obtenção de

concentrações desse nutriente semelhantes aos tratamentos com a maior dose.

A concentração de N foi aumentada apenas nas raízes e somente nos tratamentos com dose maior de P. Os teores de K não foram influenciados, independente da adubação fosfatada. Foi observado que a maior parte do Zn ficou concentrado na raiz da planta, sendo que este teve sua concentração aumentada na parte aérea das plantas e raízes quando aplicado 50 mg dm^{-3} de P no solo, mas não nos tubérculos. Com 150 mg dm^{-3} aplicados via solo, as concentrações de Zn foram incrementadas pela inoculação em ambas as partes da planta. Em relação ao Cu, a inoculação teve apenas um pequeno efeito sobre a concentração no tubérculo em ambos os níveis de fornecimento de P. A concentração de beta caroteno nos tubérculos foi aumentada significativamente com a dose de 50 mg dm^{-3} de P via solo, em função da inoculação. Nos tratamentos sem inoculação, o aumento da dose de P também aumentou significativamente a concentração de beta caroteno.

Esses resultados são bastante relevantes, tendo em vista que a batata-doce possui grandes quantidades de beta caroteno que é um precursor da vitamina A no organismo humano ⁽⁴¹⁾, além de ser um

poderoso antioxidante protegendo as células do corpo humano contra os radicais livres⁽⁴²⁾. Isto indica um notável potencial de fungos micorrízicos para melhorar concentrações de betacaroteno em tubérculos de batata-doce em solos de baixa disponibilidade de P, visando satisfazer as exigências de um mercado de alimentos voltada para a saúde humana ⁽⁴⁰⁾.

O calcário é corretivo da acidez do solo e também considerado uma eficiente fonte de Mg e de Ca para as plantas. A recomendação de Casali⁽¹³⁾ é elevar a saturação por bases a 60 % e o teor de Mg do solo a um mínimo de $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Monteiro e Peressin⁽¹⁴⁾, recomendam elevar a saturação por bases a 60% e o teor de Mg do solo a $4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Apesar destas recomendações, há uma carência muito grande de trabalhos que avaliem o real efeito da calagem na nutrição e produtividade da batata-doce. O Ca foi o nutriente mais acumulado nas raízes e o terceiro mais acumulado nas folhas e nas raízes tuberosas no trabalho de Echer, Dominato e Creste⁽²⁶⁾.

Da mesma forma também são escassos trabalhos que avaliem o efeito do S nesta cultura. De acordo com Raj et al.⁽²⁷⁾, teores de S-SO_4^{2-} de 0 a 4 mg dm^{-3} no solo são considerados baixos, de 5 a 10 mg dm^{-3} , médios e maiores que 10 mg

dm⁻³, alto. Os autores ressaltam que esses teores referem-se à camada arável, sendo que pode haver quantidades de sulfatos presente abaixo desta camada, necessitando assim levar em conta os teores na camada de 20 a 40 cm de profundidade, quando se desejar ter uma diagnose mais apurada sobre a disponibilidade de S nos solos.

No trabalho de Echer, Dominato e Creste⁽²⁶⁾, a ordem decrescente de exportação de nutrientes foi N>K>Ca>P>S>Mg, com 129; 81; 23; 16; 9,6 e 7,4 kg ha⁻¹, respectivamente, para a cultivar Canadense. Thumé et al.⁽⁴³⁾ trabalharam com combinações de N-P-K em três cultivares de batata-doce voltadas para a produção de etanol. A sequência média de exportação de nutrientes foi de K>N>P>Ca>Mg>S com 271; 197; 18; 17; 16 e 11 kg ha⁻¹, respectivamente para a cultivar Amanda. Para a cultivar Carolina Vitória, obteve-se a seguinte sequência K>N>P=Ca>Mg>S com 227; 163; 20; 20; 15 e 10 kg ha⁻¹, respectivamente. E, para a

'Duda', K>N>Ca>Mg>P>S com 193; 170; 16; 13; 12 e 7 kg ha⁻¹, respectivamente.

Nota-se que para a cultivar Duda, o Mg passa a ser o quarto nutriente mais exportado, enquanto o P passa de terceiro a quinto, em relação às outras cultivares. Também, comparado ao trabalho de Echer, Dominato e Creste (26), o K foi o nutriente mais exportado pelas três cultivares, enquanto no trabalho deste foi o N.

Lorenzi, Monteiro e Miranda Filho⁽⁴⁴⁾ recomendam que para a diagnose foliar da cultura, deve-se amostrar 15 plantas, aos 60DAP, retirando as folhas mais recentes, totalmente desenvolvidas. As faixas de teores adequados de macro e micronutrientes são apresentadas na **Tabela 5**. A mesma recomendação é feita no manual de Adubação e calagem do Rio Grande do Sul e Santa Catarina⁽¹⁰⁾, com uma única diferença que os teores de macronutrientes são apresentados em porcentagem.

Tabela 5 - Faixas de teores adequados de macro e micronutrientes em folhas de batata-doce.

Macronutrientes g kg ⁻¹					
N	P	K	Ca	Mg	S
33-45	2,3-5,0	31-45	7-12	3-12	4-7
Micronutrientes mg kg ⁻¹					
B	Cu	Fe	Mn	Zn	
25-75	10-20	40-100	40-250	20-50	

Fonte: Lorenzi, Monteiro e Miranda Filho⁽⁴⁴⁾.

No trabalho de Thumé et al.⁽⁴³⁾, estes autores colheram aos 90DAP, duas folhas totalmente expandidas, localizadas no terço médio das ramas em cada planta da área amostral de acordo com o recomendado por Jones, Wolf e Mills (45). Para as cultivares Amanda e Duda, a média dos teores foliares de macronutrientes ficaram todas abaixo do considerado adequado por Lorenzi, Monteiro e Miranda Filho (44). Para a 'Carolina Vitória' apenas os teores de Ca e Mg ficaram na faixa adequada. Salienta-se que os teores de K e S ficaram bem abaixo do recomendado, sendo que para o K foram realizadas adubações dos tratamentos com N-P-K e o teor deste nutriente no solo era médio, indicando que este nutriente esteve disponível a cultura. Já para o S, os autores não apresentaram o teor do mesmo no solo estudado.

A coleta das folhas aos 90 DAP, como realizado no trabalho citado acima, parece mais adequada do que a recomendada por Lorenzi, Monteiro e Miranda Filho (44), tendo em vista que este é o momento em que se iniciam os incrementos mais expressivos na massa seca de tubérculos, como já discutido anteriormente.

Os teores observados para Cu e Zn para as 'Amanda e Duda' no trabalho de Thumé et al.⁽⁴³⁾ ficaram abaixo do

considerado adequado por Lorenzi, Monteiro e Miranda Filho⁽⁴⁴⁾, conforme apresentado na Tabela 5, enquanto que os teores de Fe e Mn estavam na faixa considerada adequada. Na cultivar Carolina Vitória, os teores tanto de Fe, Mn, Zn e Cu encontraram-se na faixa adequada. Com isso, nota-se a variação dos teores foliares de micronutrientes em função do genótipo utilizado.

Para o cultivar 'Duda', o nível crítico foliar de N, foi inferior aos observados para os demais cultivares. Por outro lado, o nível crítico foliar de K nas folhas desse mesmo cultivar apresentou valores superiores aos dos outros cultivares. Para os cultivares 'Amanda' e "Duda", não foi possível o ajustamento a um modelo matemático, para os teores foliares de P. Para o cultivar 'Carolina Vitória', obteve-se nível crítico foliar de 1,8 g kg⁻¹.

No trabalho de Echer, Dominato e Creste⁽²⁶⁾, nota-se que o Mn foi o micronutriente acumulado em maior quantidade pela planta, sendo que este foi o mais acumulado nas ramas e nas raízes tuberosas das plantas. A ordem de extração e também de exportação de nutrientes foi de Mn>B>Zn>Fe>Cu. Em geral, culturas produtoras de raízes como a cenoura, costumam apresentar o Fe como o micronutriente mais extraído do solo⁽⁴⁶⁾. Como neste estudo os teores de

Fe, Mn e Zn estavam altos no solo de acordo com a interpretação proposta por Raij et al.⁽²⁷⁾, provavelmente o alto acúmulo de Mn seja uma característica específica da batata-doce.

Como visto o B foi o segundo micronutriente mais exigido pela cultura. De acordo com Abreu et al.⁽⁴⁷⁾, a matéria orgânica é principal fonte de B as plantas. Em solos altamente intemperizados, e principalmente nos arenosos, quando em condições de alta pluviosidade, tendem a apresentar teores de matéria orgânica baixos e, conseqüentemente baixa disponibilidade de B⁽⁴⁸⁾.

Echer et al.⁽²⁶⁾, testaram os efeitos da adubação potássica (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O) em conjunto com a aplicação de B (0, 1, 2 e 3 kg ha⁻¹ de B), na produtividade da batata-doce. Quando não foi aplicado boro, notou-se resposta à adubação potássica até a dose de 138 kg ha⁻¹ de K₂O, com máxima produtividade de 21 t ha⁻¹. Todavia, quando a dose aplicada foi de 1 kg ha⁻¹ de B, a produtividade máxima (22,5 t ha⁻¹), foi alcançada com a dose de 103,96 kg de K₂O por ha⁻¹. Esses resultados sugerem um efeito sinérgico entre o potássio e o boro, pois a adição de um potencializou a utilização de outro. Com a aplicação de 2 kg ha⁻¹ de B, foi obtida a maior produtividade (27,7 t ha⁻¹), aliada à adubação potássica com a dose

de 200 kg de K₂O ha⁻¹. Cabe ressaltar que no plantio os autores aplicaram 25 kg de K₂O, portanto, esta quantidade deve ser levada em consideração, sendo assim a maior produtividade foi obtida então com 225 kg ha⁻¹ de K₂O. É interessante observar que o teor de B nas folhas quando obteve-se a máxima produtividade foi de 83 mg dm⁻³, estando um pouco acima da faixa considerada adequada por Lorenzi, Monteiro e Miranda Filho⁽⁴⁴⁾. O'Sullivan, Asher e Blamey⁽⁴⁹⁾ relatam que os teores foliares de B adequados variam de 50-200 mg kg⁻¹, podendo ocorrer problemas de fitotoxicidade quando ocorrem concentrações superiores a 220 mg kg⁻¹.

3 ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO POTENCIAL PRODUTIVO DA BATATA-DOCE

O esterco bovino é um dos adubos orgânicos mais utilizados no Brasil, principalmente em solos pobres em matéria orgânica. O emprego de adubos orgânicos pode beneficiar as hortaliças, tanto em produtividade, como em qualidade dos produtos obtidos⁽¹¹⁾. A utilização de biofertilizantes também é uma prática que pode beneficiar o cultivo de hortaliças, sendo estes de baixo custo de obtenção e preparados a partir da digestão anaeróbica ou aeróbica de materiais orgânicos⁽⁵⁰⁾.

Casali⁽¹³⁾ recomenda, para o estado de Minas Gerais, aplicar em solos arenosos, 10 t ha⁻¹ de esterco de curral curtido ou de composto orgânico, ou 2,5 t ha⁻¹ de esterco de aves curtido, ou 1,0 t ha⁻¹ de torta de mamona fermentada. Enquanto que, nos manuais de recomendação de adubação e calagem para Rio Grande do Sul e Santa Catarina⁽¹⁰⁾ e de São Paulo⁽¹⁴⁾, não há recomendação de utilização de adubação orgânica.

Oliveira et al.⁽⁵¹⁾ trabalharam com doses de esterco bovino, na presença e ausência de biofertilizante. A aplicação do biofertilizante junto com esterco bovino promoveu incremento no número, na massa seca e na produção de raízes comerciais por planta, porém, a produção total de raízes foi bastante semelhante. As produtividades máximas estimadas de raízes comerciais (15,2 e 12,9 t ha⁻¹) foram alcançadas com 25,5 e 21,3 t ha⁻¹ de esterco bovino, na presença e ausência de biofertilizante, respectivamente. Como o esterco bovino foi aplicado todo no plantio e a aplicação do biofertilizante foi feita aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAP, a opção apenas pelo esterco pode ser mais viável, tendo em vista o aumento do custo com mão de obra quando se utiliza o biofertilizante. Vale ressaltar que no solo utilizado neste trabalho (Neossolo Regolítico), os teores

de P e K, segundo a classificação de Casali⁽¹³⁾, eram considerados adequadas com 43 e 75 mg dm⁻³, respectivamente. Isto indica que em solo mais férteis, a adubação mineral pode ser dispensada, tendo em vista que a adubação orgânica permite a obtenção de produtividades satisfatórias, tomando o cuidado, de fazer um monitoramento da área para detectar quando for necessário realizar a adubação de manutenção.

Oliveira et al.⁽⁵²⁾, trabalharam com três fontes de adubo orgânico (bovino, caprino - 0, 10, 20, 30, 40 e 50 t ha⁻¹; e de galinha - 0, 5, 10, 15, 20 e 25 t ha⁻¹). Para o esterco bovino e de galinha, contrariando os resultados obtidos por Oliveira et al. (51), não houve efeito das doses na produtividade de raízes comerciais de batata-doce, com produtividade média de 7,8 e 8,8 t ha⁻¹, respectivamente. Já para os teores de amido, todos os adubos incrementaram significativamente a concentração. Neste trabalho, também foi utilizado um Neossolo Regolítico com teor de K considerado adequado no solo, porém o teor de P no solo era muito baixo, o que de certa forma, apesar dos autores não terem enfatizado isso, possa ter sido uma fator limitante da produção da cultura, embora o mesmo não tenha ocorrido com o esterco de caprino.

Santos et al.⁽⁵³⁾ também estudaram o efeito da adubação orgânica com esterco bovino na cultura da batata-doce. O solo utilizado também foi Neossolo Regolítico com baixo teor de matéria orgânica e teores médios de P e K. A produtividade máxima de raízes comerciais (14,2 t ha⁻¹) foi obtida com 30 t ha⁻¹ de esterco, correspondendo a um aumento de 154% em relação a dose zero. Os autores verificaram que a dose de 30 t ha⁻¹ também foi a dose considerada mais econômica. Como o insumo proporcionou aumento de 8,57 t ha⁻¹. Deduzindo-se o custo de aquisição de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, equivalente a 3,0 t de raízes, obteve-se uma receita prevista de 5,57 t ha⁻¹ de raízes comerciais.

No trabalho de Santos, Brito e Santos⁽⁵⁴⁾, as doses de esterco de galinha (0, 3, 6, 9 e 12 t ha⁻¹) promoveram incremento linear na produção de raízes miúdas, graúdas e total de batata-doce. Nestes dois últimos trabalhos citados, os experimentos também foram implantados em Neossolo Regolítico que possuía baixo teor de matéria orgânica e teores médios de K e P.

Pereira Junior et al.⁽⁵⁵⁾ trabalharam com dose de 30 ha⁻¹ de esterco bovino, avaliando o efeito do parcelamento da adubação na produtividade da cultura. O parcelamento de um terço no plantio, um

terço aos 30 e um terço aos 60 permitiu a obtenção de maior massa de raízes comerciais por plantas, rendimento total de raízes (19 t ha⁻¹) e produção de raízes comerciais (16 t ha⁻¹). Nota-se ainda que com a aplicação do adubo orgânico todo no plantio, a massa média da raiz comercial foi de 97 g, sendo por tanto a que ficou mais próxima de 80 g, que é a massa média necessária para ser considerada como apta ao comércio⁽³⁶⁾. Este tratamento obteve ainda a maior produção de raízes não-comercializáveis (2 t ha⁻¹).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nutrição e adubação da cultura da batata-doce doce é um tema bastante complexo, sendo que esta demonstra ter tem uma alta capacidade de produção, mesmo em condições de baixa fertilidade do solo. Porém muito ainda tem a ser estudado, tendo em vista que muitos resultados obtidos até atualidade são ainda contraditórios.

Entretanto, a seguir são apresentadas algumas sugestões respeito do manejo nutricional da cultura que podem para a obtenção de maiores produtividades:

Evitar utilizar doses de N maiores que 150 kg ha⁻¹.

Parcelar a adubação nitrogenada: 33% no plantio, 33% aos 30 DAP e 33% aos 60 DAP.

Procurar equilibrar as doses de N e K, evitando aplicar doses de N muito mais altas que a de K₂O.

Não utilizar doses de P maiores que 200 kg ha⁻¹.

Em solos com baixo teor de B, aplicar 1 a 2 kg de B ha⁻¹.

Em solos com boa fertilidade, a adubação orgânica com esterco bovino é suficiente para a obtenção de boas produtividades com doses de 25-30 t ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

1. FAO (Food and Agriculture Organization). Food and agricultural commodities production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011.
2. Souza AB. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto a atributos agronômicos desejáveis. Ciênc. agrotec. 2000; 24(4): 841-845.
3. Cardoso AD, Viana AES, Ramos PAS, Matsumoto SN, Amaral CLF, Sedyana T, Morais OM. Avaliação de batata-doce em Vitória da Conquista. Hortic. bras. 2005; 23(4): 911-914.
4. Silveira MA, Alvim TC, Dias LD, André CMG, Tavares IB, Santana WR, Souza FR. A cultura da batata-doce como fonte de matéria-prima para produção de etanol. Palmas: UFT; 2007. p. 45.
5. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Sistema de informação. [22 de junho 2012]. Disponível em: <http://ibge.gov.br/estados/temas>.
6. Gonçalves Neto AC, Maluf WR, Gomes LAA, Gonçalves RJS, Silva VF, Lasmar A. Aptidões de genótipos de batata-doce para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal. Pesqui. agropec. bras. 2011; 46(11): 1513-1520.
7. Neiva IP, Andrade Júnior VC, Viana DJS, Figueiredo JA, Mendonça Filho CV, Parrella R AC, Santos JB. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce do banco de germoplasma da UFVJM, Diamantina. Hortic. bras. 2011; 29: 537-541.
8. Sun H, Mu T, Xi L, Zhang M, Chen J. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. Food Chemistry. 2014; 156: 380-389.
9. Fageria NK, Baligar VC. Screening crop genotypes for mineral stresses. In: WORKSHOP ON ADAPTATION OF PLANTS TO SOIL STRESS. Lincoln: University of Nebraska; 1993. p.142- 159.
10. Rolas. Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 10 ed. Porto Alegre; 2004. p. 400.
11. Filgueira FAR. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2 ed. Viçosa: UFV; 2000. p. 412.
12. Malavolta E. Pesquisa com nitrogênio no Brasil—passado, presente e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE NITROGÊNIO EM PLANTAS, 1Anais. Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal. Itaguai; 1990. p. 89-177.

13. Casali VWD. Batada-doce. In: Ribeiro AC, Guimarães PTG, Alvarez VVH. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais: Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais; 1999. p.175.
14. Moteiro DA, Peressin VA. Batata-doce e Cará. IN: Raij B Van, Cantarella H, Quaggio JA, Furlani AMC. Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2ª ed. Campinas: IAC; 1997. p. 221-230.
15. Hill HA, Hortense D, Hanh SK, Mulongoy K, Adeyeye SO. Sweet Potato Root and Biomass Production with and without Nitrogen Fertilization. *Agron J.* 1990; 82(6): 1120-1122.
16. Yoneyama T, Terakado JE Masuda T. Natural abundance of ^{15}N in sweet potato, pumpkin, sorghum and castor bean: possible input of N_2 -derived nitrogen in sweet potato. *Biol Fertil Soils.* 1998; 26(2): 152–154.
17. Gonçalves Neto AC, Maluf WR, Gomes LAA, Maciel GM, Ferreira RPD, Carvalho RC. Correlação entre caracteres e estimação de parâmetros populacionais para batata-doce. *Hortic. bras.* 2012; 30(4): 713-719.
18. Resende GM. Características produtivas de cultivares de batata-doce em duas épocas de colheita, em Porteirinha - MG. *Hortic. bras.* 2000; 18(1): 68-71.
19. Hartemink AE, Johnston M, O'Sullivan JN, Paloma S. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. *Agric Ecosyst Environ.* 2000; 79(2-3): 271–280.
20. Bourke RM. Influence of nitrogen and potassium fertilizer on growth of sweet potato (*Ipomoea batatas*) in Papua New Guinea. *Field Crops Res.* 1985; 12: 363-375.
- 21 Oliveira AP, Silva JEL, Pereira WE, Barbosa LJNI. Produção de batata-doce e teor de amido nas raízes em função de doses de P_2O_5 . *Act Sci Agron.* 2005; 27(4): 747-751.
22. Alves AU, Oliveira AP, Alves EU, Oliveira ANP, Cardoso EA, Matos BF. Manejo da adubação nitrogenada para batata-doce: fontes e parcelamento de aplicação. *Ciênc. agrotec.* 2009; 33(6): 1554-1559.
23. Ankumah RO, Khan V, Mwamba K Kpomblekou-A K. The influence of source and timing of nitrogen fertilizers on yield and nitrogen use efficiency of four sweet potato cultivars. *Agric Ecosyst Environ.* 2003; 100: 201–207.
24. Oliveira AP, Moura MF, Nogueira DH, Chagas NG, Braz MSS, Oliveira MRT, Barbosa JA. Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar. *Hortic. bras.* 2006; 24(3): 279-282.
25. Conceição MK, Lopes Nei F, Fortes GR. Partição de matéria seca entre órgãos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam), cultivares abóbora e da costa. *Rev. Bras. Agrocienc.* 2004; 10(3): 313-316.
26. Echer FR, Dominato JC, Creste JE. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. *Hortic. bras.* 2009; 27(2): 176-182.
27. Raij B Van, Cantarella H, Quaggio JA, Furlani AMC. (Eds.) Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2ª ed. Campinas: IAC; 1997. p .221-230.
28. Lorenzi JO, Monteiro DA, Miranda Filho HS. Raízes e tubérculos. IN: Raij B Van, Cantarella H, Quaggio JA, Furlani AMC. (Eds.) Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2ª ed. Campinas: IAC; 1997. p. 221-230.
29. Saurbeck BC, Helal HM. Factors affecting the nutrient efficiency of plants. In: Bassam NEL, et al. (Eds.), Genetic

Aspects of Plant Mineral Nutrition. Martinus Nijhoff, Dordrecht; 1990. p. 361–372.

30. George MS, Lu G, Zhou W. Genotypic variation for potassium uptake and utilization efficiency in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Field Crops Res.* 2002; 77(1): 7–15.

31. Echer FR, Dominato JC, Creste JE, Santos DH. Fertilização de cobertura com boro e potássio na nutrição e produtividade da batata-doce. *Hortic. bras.* 2009; 27(2): 171-175.

32. Saric MR. Theoretical and practical approaches to the genetic specificity of mineral nutrition of plants. In: Saric MR, Loughman BC. (Eds.), *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. Martinus Nijhoff: Dordrecht; 1983. p. 1-16.

33. Brito CH, Oliveira AP, Alves AU, Dorneles KSM, Santos JF, Nóbrega, JPR. Produtividade da batata-doce em função de doses de K₂O em solo arenoso. *Hortic. bras.* 2006; 24(3): 320-323.

34. Foloni JSS, Corte AJ, Corte JRN, Echer FR, Tiritan CS. Adubação de cobertura na batata-doce com doses combinadas de nitrogênio e potássio. *Semina: Ciênc. Agrár.* 2013; 34(1): 117-126.

35. Cantarella H. Nitrogênio. In: Novais RF, Alvarez VVH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti RB, Neves JCL. (Ed.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS; 2007. p. 376-470.

36. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. *Cultivo da Batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam)*. 3.ed. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária, 1995. (EMBRAPA- CNPH. Instruções Técnicas, 7).

37. Oliveira AP, Oliveira MRT, Barbosa JA, Silva GG, Nogueira DH, Moura MF, Braz MSS. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de ureia. *Hortic. bras.* 2005; 23(4): 925-928.

38. Oliveira AP, Silva JEL, Pereira WE, Barbosa LJN. Produção da batata-doce em função de doses de P₂O₅ em dois sistemas de plantio. *Hortic. bras.* 2005; 23(3): 768-772.

39. Oliveira AP, Silva JEL, Pereira WE, Barbosa LJN, Oliveira ANP. Características produtivas da batata-doce em função de doses de P₂O₅, de espaçamentos e de sistemas de plantio. *Ciênc. agrotec.* 2006; 30(4): 611-617.

40. Tong Y, Gabriel-Neumann E, Ngwene B, Krumbein A, Baldermann S, Schreiner M, George E. Effects of single and mixed inoculation with two arbuscular mycorrhizal fungi in two different levels of phosphorus supply on β -carotene concentrations in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) tubers. *Plant and Soil.* 2013; 372(1-2): 361–374.

41. Low JW, Arimond M, Osman N, Cunguara B, Zana F, Tschirley DA. food-based approach introducing orange-fleshed sweet potatoes increased vitamin A intake and serum retinol concentrations in young children in rural Mozambique. *The Journal Nutrition.* 2007; 137(5): 1320–1327.

42. Tanaka T, Shnimizu M, Moriyaki H. Cancer chemoprevention by carotenoids. *Molecules.* 2012; 17(3): 3202–3242.

43. Thumé MA, Dias LE, Silveira MA, Assis IR. Níveis críticos foliares de nutrientes de três cultivares de batata-doce, selecionados para a produção de etanol. *Rev. Ceres.* 2013; 60(6): 863-875.

44. Lorenzi JO, Monteiro DA, Miranda Filho HS. Raízes e tubérculos. IN: Raij, B. Van, Cantarella H, Quaggio JA, Furlani AMC. *Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo*. 2ª ed. Campinas: IAC; 1997. p.221-230.

45. Jones JBJR, Wolf B, Mills HA. *Plant Analysis handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Georgia, Micro-Macro Publishing; 1991. p. 213.

46. Furlani AMC, Furlani OC, Bataglia OC, Hiroce R, Gallo JR, Bernardi JB, Fornasier JB, Campos HR Composição Mineral de Diversas Hortaliças. 37(5): Bragantia; 1978.
47. Abreu CA, Lopes AS, Santos G. Micronutrientes. In: Novais RF, Alvarez VVH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti RB, Neves JCL. Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS/UFV; 2007. p. 645-736.
48. Dechen AR, Nachtigall GR. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: Novais RF, Alvarez VVH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti RB, Neves JCL. Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS/UFV; 2007. p. 92-132.
49. O'Sullivan JN, Asher CJ, Blamey FPC. Nutrient disorders of sweet potato. ACIAR [Monograph] nº. 48, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. 1997.
50. Fernandes MCA, Leal MAA, Ribeiro RLD, Araújo ML, Almeida DL. Cultivo protegido do tomateiro sob manejo orgânico. A Lavoura. Rio de Janeiro. 2000; (634): 44-45.
51. Oliveira AP, Barbosa AHD, Cavalcante LF, Pereira EP, Oliveira NA. Produção da batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante. Ciênc. Agrotec. 2007; 31(6): 1722-1728.
52. Oliveira AP, Godim PC, Silva OPR, Oliveira NA, Godim SC, Silva JA. Produção e teor de amido da batata-doce em cultivo sob adubação com matéria orgânica. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient. 2013; 17(8): 830–834.
53. Santos JF, Oliveira AP, Alves AU, Dornelas CSM, Brito CH, Nóbrega JPR. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. Hortic. bras. 2006; 24(1): 103-106.
54. Santos JF, Brito CH, Santos MCCA. Avaliação da produção de batata-doce em função de níveis de adubação orgânica. Acta Sci. Agron. 2010; 32(4): 663-666.
55. Pereira Júnior LR, Oliveira AP, Gama JSN, Campos VB, Prazeres SS. Parcelamento do esterco bovino na produção de batata-doce. Revista Verde. 2008; 3(3): 12- 16.

Como citar (Vancouver)

Oliveira LOF, Soares ER, Queiroz SF, Martinez EO, Silva MS, Nogueira AE et al. Adubação e nutrição da batata-doce: uma revisão. Rev Cien Fac Educ e Meio Ambiente [Internet]. 2017;8(2):70-90. DOI: <http://dx.doi.org/10.31072/rcf.v8i2.569>