

LUZ JMQ; QUEIROZ AA; OLIVEIRA RC. 2014. Teor crítico foliar de nitrogênio na batata 'Asterix' em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira* 32: 225-229.

Teor crítico foliar de nitrogênio na batata 'Asterix' em função de doses de nitrogênio

José MQ Luz¹; Angélica A Queiroz²; Roberta C Oliveira¹

¹UFU-ICIAAG, Bl. 2E, Campus Umuarama, 38400-902 Uberlândia-MG; ²IFTM, Fazenda Sobradinho s/n, 38400-974 Uberlândia-MG; jmagno@umuarama.ufu.br; angelaraujobr@yahoo.com.br; robertacamargoss@gmail.com

RESUMO

A alta resposta da batateira à adição de nutrientes ao solo requer atenção especial aos aspectos relacionados à fertilidade, especialmente o nitrogênio (N), por ser o nutriente que ocasiona maior impacto na produtividade. Com o objetivo de identificar o teor crítico de N na cultura da batata em função das suas doses, realizou-se um experimento em Perdizes-MG, entre os meses de julho e novembro de 2010 com a cultivar Asterix. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco doses de N (0, 70, 140, 210 e 280 kg ha⁻¹) e quatro repetições. As mesmas foram parceladas, sendo 20% da dose aplicada no momento do plantio e 80% em cobertura, juntamente com a operação da amontoa, 30 dias após o plantio. O restante da adubação foi composta por 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 300 kg ha⁻¹ de K₂O, combinados com 30 kg ha⁻¹ de uma fonte de micronutrientes. Cerca de cinquenta dias após o plantio, foi feita uma amostragem de folhas, as quais foram submetidas à análise do teor de N foliar. No final do ciclo da cultura os tubérculos foram colhidos, pesados e calculada a produtividade em kg ha⁻¹. O teor crítico foi determinado em função das doses aplicadas, da produtividade obtida e do teor foliar de N. A dose de N estimada que proporciona a maior produtividade de tubérculos de batata é 173 kg ha⁻¹, com produtividade de 21,8 t ha⁻¹ de tubérculos. Considerando a dose para obter 90% da produtividade (155,7 kg ha⁻¹), o teor de N foliar crítico estimado é de 67,6 g kg⁻¹.

Palavra-chave: *Solanum tuberosum*, adubação nitrogenada, produtividade, teor de nitrogênio foliar.

ABSTRACT

Critical leaf nitrogen content in potato 'Asterix' depending on nitrogen doses

The high response of potato to the addition of nutrients to the soil, requires special attention to aspects related to fertility, especially nitrogen (N), because it is the nutrient that causes the greatest impact on productivity. In order to identify the critical content of N in potato in response to the nitrogen doses, we installed an experiment in Perdizes, Minas Gerais state, Brazil, from July to November 2010 using the cultivar Asterix. The experimental design was randomized blocks with five N levels (0, 70, 140, 210 and 280 kg ha⁻¹) and four replications. The N doses were split, applying 20% at planting date and 80% on coverage, along with the operation of ridging thirty days after planting. The rest of fertilization consisted of 400 kg ha⁻¹ P₂O₅ and 300 kg ha⁻¹ K₂O, combined with 30 kg ha⁻¹ of a source of micronutrients. About fifty days after planting date we obtained one sample of leaves of the plots, which were subjected to analysis of N content in leaf tissue. At the end of the crop cycle harvested tubers were weighed and calculated the productivity of the floor area of the parcels being converted into kg ha⁻¹. The critical level was determined as a function of the applied doses, the estimated yield and foliar N. The estimated N that provides the highest yield of potato tubers is 173 kg ha⁻¹, the obtained yield corresponding to 21.8 t ha⁻¹ of tubers. Considering the dose to obtain 90% of the yield (155.7 kg ha⁻¹), the critical leaf N content is estimated to be 67.6 g kg⁻¹.

Keywords: *Solanum tuberosum*, nitrogen fertilizer, productivity, nitrogen leaf level.

(Recebido para publicação em 14 de janeiro de 2013; aceito em 20 de março de 2014)

(Received on January 14, 2013; accepted on March 20, 2014)

A batata (*Solanum tuberosum*) é considerada a principal hortaliça, tanto em área cultivada como em preferência alimentar. Suas características agrônômicas (exigências e complexidades) fazem com que a cultura seja um desafio aos profissionais da área de produção de alimentos (Filgueira, 2002).

Atualmente, ocupa o terceiro lugar entre os alimentos mais consumidos no mundo (Embrapa, 2011), sendo cultivada em mais de 130 países (CIP, 2011). No Brasil, os principais estados produtores são Minas Gerais, Paraná,

São Paulo, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás e Santa Catarina (IBGE, 2010).

Altos rendimentos produtivos são alcançados através do investimento em manejo de irrigação, adubação, qualidade da batata-semente e controle de pragas e doenças (Marouelli, 2006). A alta resposta da cultura à adição de nutrientes ao solo, especialmente N, P e K (Cardoso *et al.*, 2007) requer uma atenção especial aos aspectos envolvidos à fertilidade.

Dentre os nutrientes que geram impactos na produtividade, o N tem

elevado destaque, devido à relação direta com a fotossíntese e crescimento vegetativo da planta (Yin *et al.*, 2003). O fornecimento de N influencia o crescimento das plantas, a produção e a qualidade dos tubérculos, e como a fertilização nitrogenada é relativamente barata comparada aos demais insumos, muitos produtores aumentam a dose da adubação nitrogenada na cultura.

O nitrogênio é móvel nos solos, portanto, está sujeito a processos de perdas por lixiviação, volatilização, desnitrificação, entre outros (Tasca, 2009).

Dessa forma, é importante observar o manejo a fim de minimizar as perdas, fornecendo-o em condições que as plantas possam absorvê-lo de forma rápida e prontamente disponível.

É imprescindível adotar adequado suprimento na época e nas quantidades necessárias, visto que tanto o excesso quanto a deficiência de nutrientes são prejudiciais ao desenvolvimento das plantas. No caso do N, o excesso possibilita problemas fisiológicos como o embonecamento e coração oco, e a deficiência pode facilitar a proliferação de patógenos causadores de doenças como a pinta preta (Filgueira, 1999). Zvomuya *et al.* (2003) destacam que o estímulo ao crescimento vegetativo promovido por excesso de N, reduz o período de tuberculização e, conseqüentemente, ocasiona menores produtividades.

Para o estabelecimento de um programa apropriado de adubação é necessário identificar os principais problemas inerentes à nutrição da planta e, posteriormente, determinar quais nutrientes são limitantes, suas quantidades, épocas e formas de aplicação corretas.

As análises químicas do solo e da planta auxiliam no diagnóstico do estado nutricional das culturas, porém apresentam limitações. A análise do solo caracteriza apenas a disponibilidade de nutrientes, sendo assim impreciso e instável (Coelho, 2011), ao passo que a análise de tecidos fornece indicações sobre o estado nutricional da planta, permitindo interpretações mais rápidas, pois a amostragem e o tempo para as análises podem ser menores (Olivier & Goffart, 2006). Resultados de análises de tecidos podem ser interpretados após comparações com padrões obtidos de populações de plantas altamente produtivas, da mesma espécie e variedade (Malavolta *et al.*, 1997).

Entre os critérios para interpretar os resultados da análise química, o teor crítico é o mais utilizado. As maiores vantagens do uso de níveis críticos são a facilidade de interpretação dos resultados e a independência entre os níveis (a concentração de um nutriente não afeta a classificação do outro). Entretanto, apresenta como desvantagens a impossibilidade de determinar o grau da deficiência ou do excesso e ainda, a

limitação em identificar qual o nutriente mais problemático, quando mais de um nutriente é limitante (Martinez *et al.*, 1999).

Malavolta & Cruz (1971) definiram a concentração crítica como a faixa de concentração de um elemento na folha abaixo da qual a produção é limitada e acima da qual a adubação não é econômica.

Para atingir a produção máxima de uma cultura são necessárias aplicações de doses de fertilizantes que, às vezes, não são econômicas. Frequentemente, consideram-se doses que proporcionam 80 a 90% do rendimento máximo, as quais se aproximam do rendimento máximo econômico (Faquin *et al.*, 1995). Dessa forma, no cálculo do teor crítico de N foliar nas plantas de batata, considerou-se como a produção econômica 90% da produção máxima.

O teor crítico é definido como sendo o teor (ou faixa de teores) do nutriente na folha abaixo do qual a produção (ou crescimento) é reduzida e acima não é econômica. Na realidade, o teor crítico refere-se a uma faixa e não a um ponto, e nessa faixa, encontram-se os teores desejáveis dos nutrientes para se obter a máxima produção econômica (Faquin, 2002).

Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar o teor crítico foliar de N na cultura da batata, cv. Asterix, em função da adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Perdizes (19°21'10"S, 47°17'34"O), no estado de Minas Gerais, entre julho e novembro de 2010, sendo que os tubérculos foram colhidos cerca de 100 dias após o plantio da cultivar Asterix (destinada à indústria).

O clima da região do município de Perdizes é caracterizado como tropical de altitude, com média anual de 20,4°C e precipitação de 119,8 mm durante a condução do experimento.

O solo do local é classificado como Latossolo vermelho distrófico, apresentando textura argilosa, com cerca de 60% de argila. A análise química do solo foi determinada segundo método descri-

to pela Embrapa (1999), e apresentou: P= 19,8 mg dm⁻³; K= 90 mg dm⁻³; pH H₂O= 5,7; Ca²⁺= 3,2 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺= 0,9 cmol_c dm⁻³; Al³⁺= 0,0 cmol_c dm⁻³; T= 7,7 cmol_c dm⁻³; SB= 4,3 cmol_c dm⁻³.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco doses de N e quatro repetições, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos consistiram nas doses: 0, 70, 140, 210 e 280 kg ha⁻¹ de N. As quantidades de fósforo e de potássio aplicados ao solo foram fixadas de acordo com as recomendações da Comissão de fertilidade dos solos de Minas Gerais (CFEMG, 1999): 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 300 kg ha⁻¹ de K₂O. Cada parcela foi constituída por seis linhas, espaçadas em 0,75 m entre linhas, com seis metros de comprimento, totalizando 27 m² de área total por parcela. As avaliações foram realizadas nas duas linhas centrais, que compreendiam a área útil da parcela, desprezando duas linhas de cada lado dos blocos e meio metro inicial e final de cada parcela, que eram as bordaduras, tendo como área útil da parcela 7,5 m².

As doses de N estudadas foram parceladas, sendo 20% aplicadas no sulco, no momento do plantio, e 80% restantes, aplicadas em cobertura, juntamente com a realização da amontoa (30 dias após o plantio).

As fontes de N, P e K utilizadas foram respectivamente superfosfato simples, com 17% de P₂O₅; ureia com 43% de N, e cloreto de potássio, com 57% de K₂O. Além dos macronutrientes citados, foram adicionados ao solo (no sulco de plantio) 30 kg ha⁻¹ de uma fonte de nutrientes composta por 2,7% de Ca, 8,2% de S, 12% de Zn e 6% de B.

O preparo do solo foi realizado de acordo com o recomendado para a cultura da batata, por meio de uma aração seguida de gradagem destorroadora/niveladora e, posteriormente, abertura dos sulcos.

A adubação foi realizada de forma manual, sendo incorporada posteriormente no sulco de plantio, onde foram plantadas as batatas-semente da cultivar Asterix do tipo I (tubérculos com diâmetro de 50 a 60 mm).

A irrigação foi por pivô central e as plantas receberam, aproximadamente, 500 mm durante o ciclo, ficando próximo do volume de água indicado para

cultura, que varia de 450 a 550 mm (Filgueira, 2002).

O tratamento fitossanitário foi o mesmo usado na lavoura comercial, sendo aplicados apenas produtos registrados para a cultura da batata e nas doses recomendadas. Foram feitas pulverizações, durante todo o ciclo da cultura, na área estudada desde o plantio até a colheita.

Foi realizada, cerca de 50 dias após o plantio (DAP), a amostragem de folha, que consistiu na coleta do terceiro trifólio completamente desenvolvido, onde 20 folhas foram coletadas por parcela, acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas ao laboratório. As amostras de tecido foliar foram compostas por folhas completas (limbo+pecíolo), segundo o preconizado por CFEMG (1999).

As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar ($65 \pm 5^\circ\text{C}$) e após a secagem, foram moídas e submetidas à determinação química do nutriente N, conforme metodologia proposta em Embrapa (1999).

Para a determinação dos níveis críticos de N na matéria seca das folhas, adotou-se o critério utilizado por Mesquita Filho *et al.* (1996), que consiste em correlacionar 90% da produção máxima da cultura com a quantidade na planta, considerando que os demais nutrientes estavam em níveis adequados.

Ao final do ciclo da cultura, cerca de 90 DAP, os tubérculos da área útil das parcelas foram colhidos (manualmente) e pesados e os valores então extrapolados para kg ha^{-1} , obtendo assim a produtividade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, pelo teste F, a 5%. A partir das médias foram feitas regressões polinomiais com auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de tubérculos foi influenciada pelas doses de N aplicadas no solo, ajustando-se ao modelo quadrático, concordando com o obtido por Gil (2001), que avaliou produtividade de tubérculos de batata em função de doses N em pré-plantio e cobertura, de

0 a 360 kg ha^{-1} e com Coelho (2011) que também estudando doses de N (0, 50, 100, 200 e 300 kg ha^{-1}) e épocas de cultivo com a cultivar Ágata, verificou que tanto a produtividade comercial quanto a produtividade total de tubérculos aumentaram com as doses de N seguindo o modelo quadrático. A produtividade de tubérculos aumentou com as doses de N estudadas até a dose máxima de 173 kg ha^{-1} , com a qual a produtividade foi de $21,8 \text{ t ha}^{-1}$ de tubérculos (Figura 1). Concentrações de fertilizante acima da citada, além de elevar o custo de produção, reduzem o desenvolvimento das plantas, uma vez que, o aumento do nutriente disponível passa a ser excessivo, gerando um desequilíbrio, como produção de folhas em demasia e o alongamento do período de crescimento e maturação, o que implica na redução do período de tuberação e conseqüente menor armazenamento de amido nos tubérculos, o que resulta em menor produtividade (Zvomuya *et al.*, 2003).

Na literatura são relatados diversos intervalos de doses que proporcionam produtividades satisfatórias. Kolbe & Beckmann (1997) em seu trabalho, citam a faixa de 70 a 330 kg ha^{-1} de N, Fontes (1997) restringiu para 60 a 250 kg ha^{-1} de N, já para o estado de Minas Gerais, a recomendação proposta por Fontes (1999) é de 190 kg ha^{-1} de N. Logo, pode-se observar que a produtividade máxima encontrada neste trabalho

está de acordo com trabalhos anteriores, sendo pouco menor que a recomendação do estado de Minas Gerais em que foi realizado o estudo.

Levando em consideração Malavolta *et al.* (1997), o teor crítico para N considerando 90% da produtividade de tubérculos, obteve-se no presente trabalho, produtividade de tubérculos de batata de $19,62 \text{ t ha}^{-1}$ na dose de $155,7 \text{ kg ha}^{-1}$.

De acordo com Silva *et al.* (2007) que, estudando modelos estatísticos para descrever a produtividade de batata em função da adubação nitrogenada, encontraram no modelo quadrático a dose máxima estimada de 178 kg ha^{-1} de N, propiciando a máxima produtividade de $40,72 \text{ kg ha}^{-1}$ de tubérculos, cultivar Monalisa. A dose máxima econômica de N foi de 163 ou 171 kg ha^{-1} no cenário desfavorável ou favorável de preços da batata, respectivamente. Vale ressaltar que, no presente trabalho o cultivo de tubérculos da cultivar Asterix, a dose de N considerada máxima foi de 173 kg ha^{-1} , muito próxima daquele encontrada por Silva *et al.* (2007).

Já Andriolo (2006), em estudo com a cultivar Asterix, observou produtividade de tubérculos 2,41 vezes superior à encontrada neste trabalho, com a aplicação de N até 183 kg ha^{-1} . Essa discrepância entre as produtividades observadas pode estar relacionada a reflexos de outros fatores, agrônômicos e climáticos, que

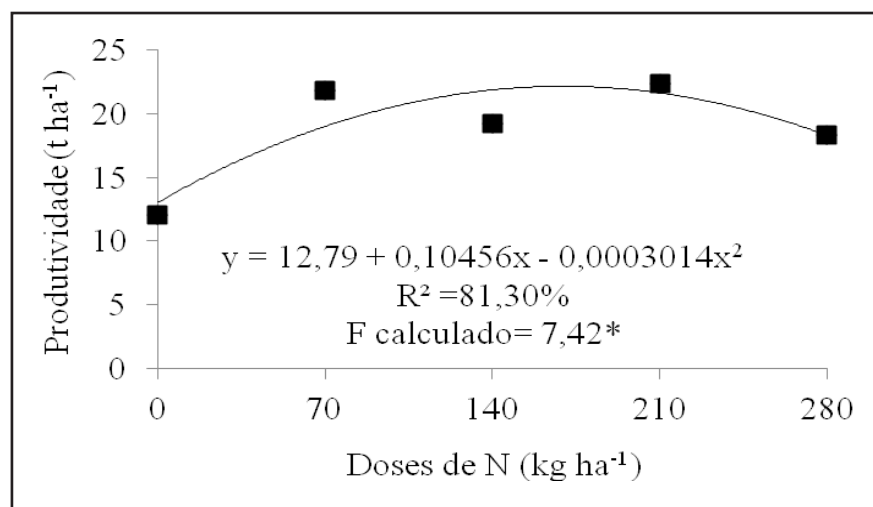


Figura 1. Produtividade de tubérculos de batata, cultivar Asterix, em função das doses de N aplicadas no sulco de plantio (tuber yield of potato cultivar Asterix depending on N rates applied at planting). Uberlândia, UFU, 2011.

*significativo ao nível de 5% de probabilidade ($1 < p < 0,05$) [*significant at 5% ($1 < p < 0,05$)].

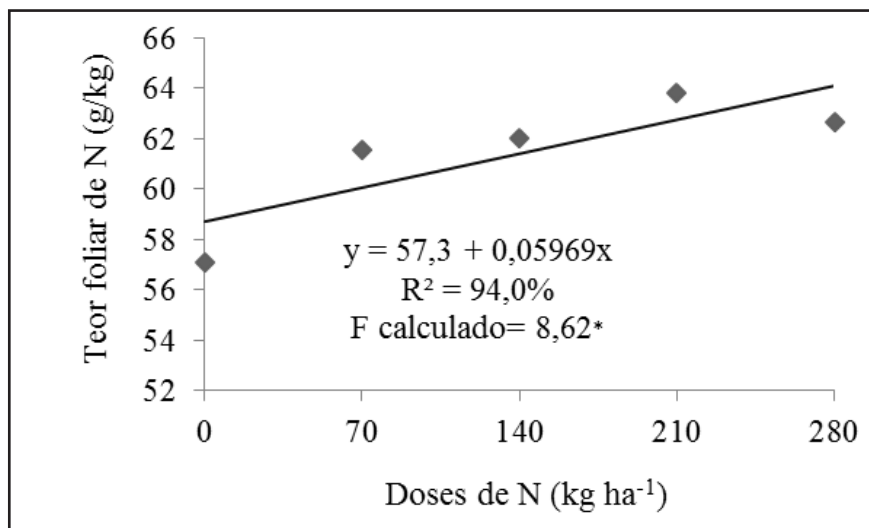


Figura 2. Teor foliar de nitrogênio na batata, cultivar Asterix, em função das doses de N aplicadas no sulco de plantio (nitrogen content in leaves of potato cultivar Asterix depending on N rates applied at planting). Uberlândia, UFU, 2011.

*significativo ao nível de 5% de probabilidade ($1 < p < 0,05$) [*significant at 5% ($1 < p < 0,05$)].

atuaram de forma distinta nas regiões em que foram desenvolvidos os ensaios.

O incremento na produtividade de tubérculos de batata com o aumento da dose de N, também foi encontrado por Coelho *et al.* (2010), atingindo produtividades máximas de 45,06 e 46,50 kg ha⁻¹ de tubérculos, com doses de 297 e 250 kg ha⁻¹ de N para as cultivares Ágata e Asterix, respectivamente.

Cardoso *et al.* (2007), analisando doses e parcelamento de nitrogênio e potássio, verificaram efeito significativo dos parâmetros avaliados na produtividade de tubérculos da cultivar Vivaldi. A maior dose de N e K (175 kg ha⁻¹ de N e 350 kg ha⁻¹ de K) proporcionou incremento na produtividade de tubérculos, especialmente os graúdos, sendo o parcelamento de 50% da dose aplicada no plantio e 50% na tuberização, a que possibilitou melhor resposta.

Em relação ao teor foliar de N, houve resposta crescente com o aumento das doses de N. A disponibilidade do nutriente no solo foi aumentada e as plantas de batata absorveram em maior quantidade; conseqüentemente, o seu transporte para as folhas foi maior e de forma linear. O teor foliar de N passou de 57,0 g kg⁻¹ na dose 0 kg ha⁻¹ de N para 67,6 g kg⁻¹, na dose de 173 kg ha⁻¹ (Figura 2), dose que proporcionou a maior produtividade de tubérculos. Ademais,

o teor de 67,6 g kg⁻¹ considerado o teor crítico de N para as plantas de batata, refletiu em aumento de 15,6% do teor foliar de N.

Segundo a CFEMG (1999) a faixa de teor crítico do N para a cultura da batata é de 45,0 a 60,0 g kg⁻¹. Observando-se os dados da figura 2, pode-se notar que mesmo na testemunha, onde não houve fertilização com N, o teor de N nas folhas era relativamente alto, de 57,0 g kg⁻¹, isso se deve ao histórico da área, pois a cultura anterior tinha sido a cultura da soja.

Em estudo de Coelho *et al.* (2010), o teor crítico de N associado à dose de N que propiciou a produção de máxima eficiência econômica foi de 75,2 g kg⁻¹ para Asterix. A máxima dose utilizada no presente trabalho (280 kg ha⁻¹) refletiu em um teor crítico próximo ao relatado por esses autores (74 g kg⁻¹).

Os valores de teor crítico de N obtidos nesta pesquisa são superiores ao relatado por Busato (2007), que obteve teor crítico de 32 e 54 g kg⁻¹ de N em cultivares Ágata e Asterix, respectivamente.

Conclui-se que a dose de N estimada que proporciona a maior produtividade de tubérculos de batata é de 173 kg ha⁻¹, com produtividade de 21,8 t ha⁻¹ de tubérculos. Considerando a dose para

obter 90% da produtividade (155,7 kg ha⁻¹), o teor de N foliar crítico estimado nesta dose é de 67,6 g kg⁻¹.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (CREA-MG) e Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa e à UFU pela estrutura física e profissional.

REFERÊNCIAS

- ANDRIOLO JL. 2006. Sistema hidropônico fechado com subirrigação para produção de minitubérculos de batata. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO E PREVISÃO DE EPIFITIAS EM BATATA, 2006. *Anais...* Santa Maria: UFSM-CCR, Depto. Fitotecnia, 26-40.
- BUSATO C. 2007. *Características da planta, teores de nitrogênio na folha e produtividade de tubérculos de cultivares de batata em função de doses de nitrogênio*. Viçosa: UFV. 129 p. (Dissertação mestrado).
- CARDOSO AD; ALVARENGA MAR; MELO TL; VIANA AES. 2007. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. *Ciência e Agrotecnologia* 31: 1729-1736.
- CIP - Centro Internacional de la Papa. 2011. 30 de maio. *50 potato facts*. Disponível em <http://www.cipotato.org/publications/pdf/004495.pdf>
- COELHO FS. 2011. Uso do clorofilômetro como ferramenta de manejo da adubação nitrogenada da cultura da batata. Viçosa: UFV. (Tese doutorado).
- COELHO FS; FONTES PCR; PUIATTI M; NEVES JCL; SILVA MCC. 2010. Doses de nitrogênio associada à produtividade de batata e índices do estado de nitrogênio na folha. *Revista Brasileira Ciência do Solo* 34: 1175-1183.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS. 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação*. Viçosa, 176p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1999. *Manual de análise química dos solos, plantas e fertilizantes*. Seropédica: Embrapa Solos, 370p.
- EMBRAPA. 2011. *Produção de Batata no Rio Grande do Sul*. Sistemas de Produção. 19. Versão Eletrônica. Disponível em: http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/sistema19_novo/autores.htm. Acesso em: 11 de julho de 2012.
- FAQUIN V. 2002. *Diagnose do estado nutricional das plantas*. Curso de pós-graduação; "Lato Sensu" à distância. (Fertilidade do solo e nutrição de plantas no agronegócio). Fundação de apoio ao ensino, pesquisa e extensão.

- Lavras: UFLA. 77p.
- FAQUIN V; HOFFMANN CR; EVANGELISTA AR. 1995. O potássio e o enxofre no crescimento da brachiaria e do colônio em amostras de um Latossolo da região noroeste do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 19: 87-94.
- FERREIRA DF. 2008. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium* 6: 36-41.
- FILGUEIRA FAR. 1999. Práticas culturais adequadas em bataticultura. *Informe Agropecuário* 20: 34-41.
- FILGUEIRA FAR. 2002. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 2 ed. Viçosa: UFV. 412 p.
- FONTES PCR. 1997. *Preparo do solo, nutrição mineral e adubação da batateira*. Viçosa: UFV. 42p.
- FONTES PCR. 1999. Batata. In: RIBEIRO AC; GUIMARÃES PTG; ALVAREZ VVH. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação*. Viçosa: UFV. 359p.
- GIL PT. 2001. *Índices e eficiência de utilização de nitrogênio pela batata influenciados por doses de nitrogênio em pré-plantio e em cobertura*. Viçosa: UFV. 81p. (Dissertação mestrado).
- IBGE. 2010. *Produção agrícola municipal*. Rio de Janeiro: IBGE. 37: 1-91.
- KOLBE H; BECKMANN SE. 1997. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum*). I. leaf and stem. *Potato Research* 40: 111-129.
- MALAVOLTA E; CRUZ VF. 1971. A meaning for foliar diagnosis. In: SAMISH RM (ed). *Recent advances in plant nutrition*. New York: Gordon & Breach Science. v. 1.
- MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA SA. 1997. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafós. 308p.
- MARQUELLI WA; GUMARÃES TG. 2006. *Irrigação na cultura da batata*. Itapetininga: Associação Brasileira da Batata, 66 p.
- MARTINEZ HEP; CARVALHO JG; SOUZA RB. 1999. Diagnose foliar. In: RIBEIRO AC; GUIMARÃES PTG; ALVAREZ VENEGAS VH. (eds). *Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. p. 143-168.
- MESQUITA FILHO MV; SOUZA AF; SANTOS FF; OLIVEIRA SA. 1996. Resposta da mandioquinha-salsa à adubação com bórax em um latossolo vermelho-escuro distrófico de cerrado. *Horticultura Brasileira* 14: 45-48.
- OLIVIER M; GOFFART JP. 2006. Threshold value for chlorophyll meter as decision tool for nitrogen management of potato. *Agronomy Journal* 98: 496-506.
- SILVA MCC; FONTES PCR; MIRANDAGV. 2007. Modelos estatísticos para descrever a produtividade de batata em função da adubação nitrogenada. *Horticultura brasileira* 25: 360-364.
- TASCA FA. 2009. *Volatilização de amônia a partir da aplicação de duas fontes de nitrogênio, em laboratório*. Santa Catarina: UDESC. 51p. (Dissertação mestrado).
- YIN X; LANTINGA EA; SHAPENDONK HCM; ZHONG X. 2003. Some quantitative relationships between leaf area index and canopy nitrogen content and distribution. *Annals of Botany* 91: 893-903.
- ZVOMUYA F; ROSEN CJ; RUSSELLE MP; GUPTA SC. 2003. Nitrate leaching and nitrogen recovery following application of polyolefin-coated urea of potato. *Journal of Environ. Qual.* 32: 480-489.