



ARTIGO ORIGINAL

Guilherme Henrique Martins Rodrigues Ribeiro<sup>1\*</sup>  
César Augusto Brasil Pereira Pinto<sup>2</sup>  
Marcio Lisboa Guedes<sup>2</sup>  
Izabel Cristina Rodrigues de Figueiredo<sup>3</sup>  
Carolina Mariane Moreira<sup>4</sup>  
Cláudio Carlos Fernandes Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Buri, SP, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, MG, Brasil

<sup>3</sup> Plantar AS, Curvelo, MG, Brasil

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Poços de Caldas, Poços de Caldas, MG, Brasil

\*Autor Correspondente:

E-mail: ghmrribeiro2@yahoo.com.br

**PALAVRAS-CHAVE**

*Solanum tuberosum* L.  
Responsividade  
Adubação

**KEYWORDS**

*Solanum tuberosum* L.  
Responsiveness  
Fertilizing

## Resposta de genótipos de batata de uso doméstico e indústria a doses de fertilizante formulado

*Response potato genotypes of domestic use and industry to doses of fertilizer formulated*

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de diferentes genótipos, com relação a produtividade, teor de matéria seca e tamanho de tubérculos, em diferentes doses de fertilizante formulado 04-14-08. Para o estudo foram utilizados sete genótipos de batata, sendo quatro clones avançados, e três cultivares, e três doses de fertilizante formulado 04-14-08, 0, 2 e 4 t ha<sup>-1</sup>. Realizaram-se quatro experimentos em diferentes localidades do Sul de Minas Gerais, sendo dois na safra da seca, um na de inverno e outro na das águas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com três repetições e foram avaliados produtividade total e comercial, com tubérculos maiores que 45 mm, além do peso específico. Observou-se que a produtividade na dose controle (0 t ha<sup>-1</sup>) foi influenciada pela fertilidade do solo. Para a maioria dos genótipos avaliados não houve benefício no aumento da dose de fertilizante de 2 para 4 t ha<sup>-1</sup> tanto para os caracteres de produção quanto para os de qualidade dos tubérculos. Na dose de 2 t ha<sup>-1</sup> os genótipos apresentaram maior eficiência de uso do fertilizante. Alguns genótipos apresentaram responsividade ao aumento da dose de fertilizante, para produtividade de tubérculos. Concluiu-se que cada genótipo responde de maneira diferenciada, mas a dose de 2 t ha<sup>-1</sup> apresenta melhor relação custo benefício.

**ABSTRACT:** This work was conducted in the southern region of Minas Gerais, an important potato producing region in Brazil, to evaluate the response of genotypes to doses of formulated fertilizer. For this study, seven potato genotypes and three doses of 04-14-08 fertilizer formulated were used. Four experiments were carried out in different locations and seasons covering the main planting seasons. The tests were conducted in a randomized complete block design with three replications and evaluated for yield and tuber quality. It was observed that for most genotypes there was no benefit in increasing the dose of fertilizer from 2 to 4 t ha<sup>-1</sup> for both the characters and for the production of tuber quality. At the rate of 2 t ha<sup>-1</sup> genotypes showed higher efficiency of fertilizer use. Some individuals showed responsiveness to increasing the dose of fertilizer for tuber yield. It was concluded that each genotype responds differently, but the rate of 2 t ha<sup>-1</sup> shows better cost benefit ratio.

## 1 Introdução

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) caracteriza-se pela elevada utilização de insumos, como defensivos e fertilizantes, e um alto custo de produção. O custo de produção da cultura no país é um dos mais altos comparativamente com Estados Unidos, Canadá e países da Europa. Os componentes que mais oneram este custo são a batata-semente e os insumos, sendo os fertilizantes de maior peso, correspondendo 12 a 17% do custo total (Deleo & Ramos, 2012).

A importância dos fertilizantes em qualquer cultivo é indiscutível, porém o ajuste da dosagem às necessidades da cultura garante melhor utilização dos recursos e maior retorno financeiro. As recomendações atuais para adubação da cultura são baseadas em análises de solo (Cogo et al., 2006), que algumas vezes não são realizadas, ficando portanto distante da realidade do produtor. Diversos estudos têm sido realizados para avaliar a extração de nutrientes com a finalidade de ajustar a dosagem à cultura (Fernandes et al., 2011; e Braun et al., 2011). A extração de nutrientes depende de fatores externos ligados ao ambiente de cultivo, condições climáticas e manejo da cultura, e ainda fatores internos como potencial genético e idade da planta (Sangoi & Kruse, 1994).

No Brasil a adubação da batata é realizada basicamente com fertilizantes formulados, sendo a formulação 04-14-08 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) a mais utilizada (Queiroz et al., 2013). Alguns produtores não seguem as recomendações da análise de solo (Cogo et al., 2006; Nava et al., 2007; Fernandes et al., 2011), e utilizam altas doses do formulado, ao ponto de se observar grânulos do fertilizante no solo mesmo após a colheita (Silva et al., 2001; Bregagnoli et al., 2011).

O uso de elevadas doses de fertilizantes ocasiona maior custo por hectare, além de danos diretos a produção e impactos ambientais como, a contaminação do lençol freático (Andriolo et al., 2006). A dose empregada por alguns produtores se mantém constante independentemente da fertilidade inicial do solo, época de cultivo ou da cultivar empregada. As cultivares utilizadas no Brasil são em sua maioria introduzidas de países temperados cujos solos, via de regra, são mais ricos que os solos brasileiros (Pinto et al., 2010). Estas cultivares são disponibilizadas aos produtores sem recomendações de época de plantio, dose de fertilizante ou região de melhor adaptação. Baseado no desconhecimento sobre as cultivares o que se verifica no país na maioria dos cultivos, é a utilização de um número reduzido de cultivares e uma única dose de fertilizante.

Na literatura existem diversos relatos de experimentos realizados visando avaliar a eficiência de uso de nutrientes em batata (Zebarth et al., 2004; 2008; Fontes et al., 2010).

Atualmente, o que tem sido realizado são estudos com nutrientes separadamente, havendo na literatura poucos estudos com fertilizantes formulados, utilizados comumente na cultura. Também são raros na literatura estudos envolvendo vários genótipos em diferentes tipos de solo e épocas de plantio. Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de diferentes genótipos, com relação a produtividade, teor de matéria seca e tamanho de tubérculos, em diferentes doses de fertilizante formulado 04-14-08.

## 2 Material e Métodos

Foram utilizados um grupo de clones avançados, e um grupo de cultivares utilizadas pelos produtores da região Sul de Minas Gerais. Os genótipos foram divididos em dois grupos de acordo com a aptidão de uso. No primeiro grupo ficaram aqueles destinados ao mercado *in natura*, caracterizados por boa aparência de tubérculos, e no segundo grupo os que apresentam aptidão industrial, caracterizados pelo teor de matéria seca mais elevado, próximo a 20%.

Utilizou-se quatro clones elites do programa de melhoramento genético de batata da UFLA, entre os avaliados por Pinto et al. (2010). Destes, os clones CBM 16-16 e PRM 348 foram selecionados por possuírem alto peso específico de tubérculos (aptidão industrial) e tolerância ao calor (primeiro genótipo), e o segundo por apresentar resistência a pinta-preta e podridão mole. Os clones NES 01-08 e NES 02-68 possuem boa aparência de tubérculos comparando-se as cultivares destinadas ao mercado *in natura*, sendo que o primeiro também apresenta aptidão industrial. Utilizaram-se as cultivares Caesar e Voyager, que destinam-se ao mercado *in natura*, e também a cultivar Asterix que é a mais utilizada na indústria de pré-frita congelada.

Foram conduzidos quatro ensaios, entre os anos de 2011 e 2012, em diferentes localidades e safras na região do Sul de Minas Gerais (Tabela 1).

A adubação no plantio foi feita com as doses, 2 ou 4 t ha<sup>-1</sup>, de fertilizante formulado em pó 04-14-08 e o controle (0 t ha<sup>-1</sup>) em que não foi colocado fertilizante no sulco. Apenas no experimento conduzido em Lavras foi acrescentado uma terceira dose baseada na análise de solo, correspondendo a 1 t ha<sup>-1</sup>. Os sulcos de plantio foram adubados manualmente, com a finalidade de garantir exatamente a mesma dosagem em todas as parcelas, utilizando medidas confeccionadas para cada dose. A adubação de cobertura foi realizada no momento da amontoa, aproximadamente 35 dias após o plantio, no estágio de tuberização, para todas as doses, incluindo o controle, sendo utilizada a dosagem de 0,3 t ha<sup>-1</sup> do formulado 20-00-20.

O manejo da irrigação também seguiu o sistema utilizado na região, sendo os cultivos das safras da seca e das águas sem

**Tabela 1.** Locais, períodos e safras dos quatro experimentos conduzidos na região sul de Minas Gerais.

**Table 1.** Locations, times and seasons of the four experiments conducted in the southern region of Minas Gerais.

Exp.	Local	Safra	Período	Solo	Textura
A	Camanducaia-MG	Seca	Fev-Jun	PVd	Argilosa
B	Pouso Alegre-MG	Águas	Nov-Mar	LVAd	Média
C	Senador Amaral-MG	Seca	Fev-Jun	PVAd	Média
D	Lavras-MG	Inverno	Jul-Nov	LVd	Argilosa

uso de irrigação, e no cultivo de inverno utilizou-se irrigação com aspersão com turno de rega fixo. Todos os demais tratos culturais foram realizados conforme o manejo tradicional para a produção comercial de batata (Filgueira, 2007).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. Cada dose de adubação foi considerada um experimento individual, e disposto na área experimental de cada local em faixas contíguas em ordem crescente das doses. O espaçamento utilizado foi de 0,8 m entre linhas e 0,3 m entre as plantas. As parcelas constituíram-se de quatro linhas de cinco plantas, sendo a parcela útil representada pelas duas linhas internas.

Foram avaliadas as seguintes características: produtividade comercial (tubérculos com diâmetro transversal acima de 45 mm); teor de matéria seca dos tubérculos, obtido indiretamente por meio de balança hidrostática; eficiência de uso de fertilizante (EUF) calculada pela razão entre a produtividade comercial por unidade de fertilizante aplicado; responsividade, obtida a partir da diferença de produtividade entre duas doses de fertilizantes dividido pela diferença entre as doses de fertilizantes; análise econômica baseada na máxima produção agrônômica (MPA) que representa o máximo potencial produtivo da planta nas condições de cultivo, foi obtida pela derivada da equação de regressão igualada a zero e na máxima produção econômica (MPE), obtida igualando-se a derivada da equação à razão entre custo do fertilizante e o preço da batata, que representa o ponto de máximo retorno financeiro ao produtor.

Em todos os experimentos foram realizadas amostragens de solo na profundidade de 0 a 20cm, antes da instalação dos experimentos e após a colheita dentro da faixa correspondente a cada dose de fertilizante. As amostras de solo foram encaminhadas para laboratório de análise química do solo, e o resultado para os atributos dos solos são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Atributos dos quatro solos antes da realização dos experimentos.

**Table 2.** The four soils attributes prior to the experiments.

Característica	Camanducaia	Pouso Alegre	Senador Amaral	Lavras
P (mg dm <sup>-3</sup> )	2,6	2,6	11,9	13,9
K (mg dm <sup>-3</sup> )	55,0	123,0	71,2	109,2
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	0,6	2,1	1,6	4,9
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,1	0,3	0,1	0,2
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,7	2,4	1,2	1,3
Mg (cmol/dm <sup>3</sup> )	0,3	1,2	0,3	0,4
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,2	0,1	0,3	0,4
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	10,6	2,6	2,6	4,0
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,1	3,9	1,75	2,0
(t) (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,3	4,0	2,0	2,4
(T) (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	12,5	6,5	4,3	6,0
V (%)	16,7	59,9	40,3	32,9
m (%)	35,9	2,5	11,2	16,8
MO (dag kg <sup>-1</sup> )	4,4	2,7	1,2	2,9
Prem (mg L <sup>-1</sup> )	9,2	9,9	15,9	6,1
pH (H <sub>2</sub> O)	4,8	6,1	5,3	5,6

As análises de variância foram realizadas para cada dose individualmente dentro de cada local, e posteriormente realizou-se a análise conjunta englobando todos os locais. Também foram realizados testes de médias feitos por Scott & Knott (1974), e análise de regressão com as médias dos genótipos para produtividade comercial e matéria seca dos tubérculos. As análises foram realizadas pelo software SISVAR (Ferreira, 2011).

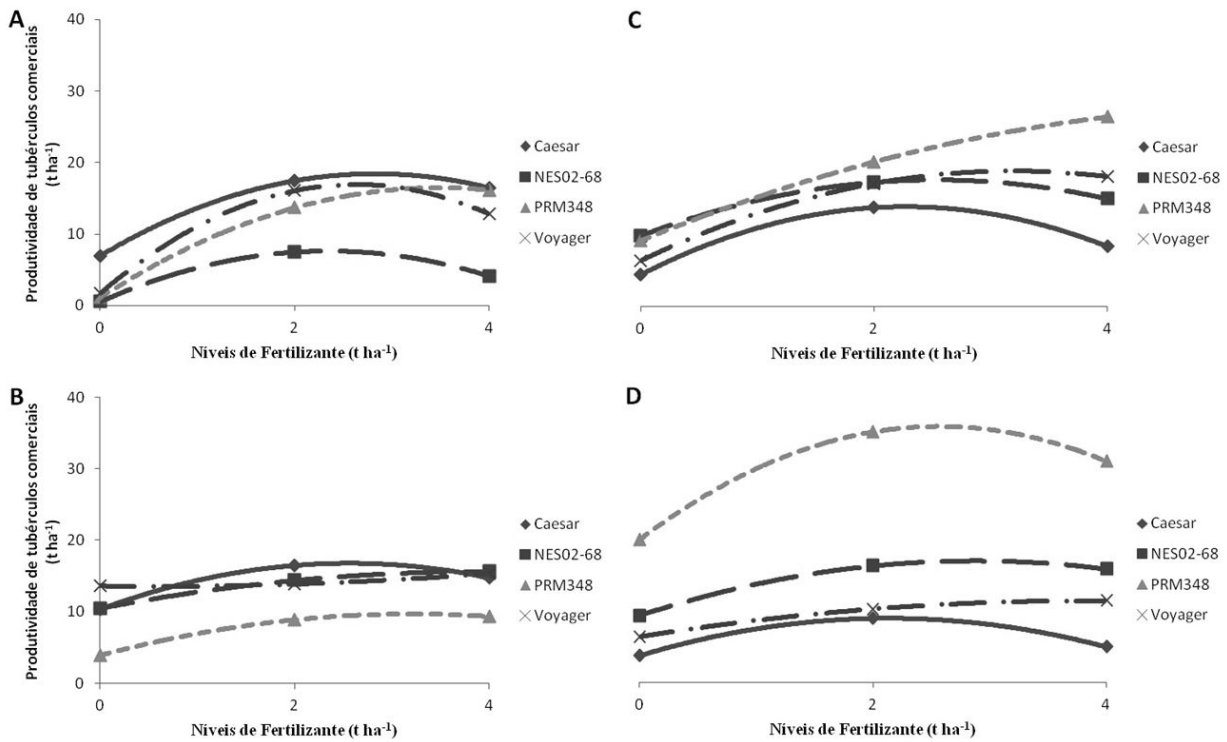
### 3 Resultados e Discussão

As análises químicas do solo demonstraram com base nos teores de P e K e no índice de saturação por bases (V), que a pior condição de fertilidade foi no experimento realizado em Camanducaia (Tabela 2). Após a colheita dos experimentos observou-se aumento nos teores de P no solo nas doses de 2 e 4 t ha<sup>-1</sup>. Enquanto os teores de K praticamente não sofreram alteração na dose de 2 t ha<sup>-1</sup>, e tiveram aumento significativo na dose de 4 t ha<sup>-1</sup>. Relatos na literatura comprovaram que o uso de altas doses de fertilizante promoveu o aumento da fertilidade do solo, principalmente dos teores de P e K em experimento também realizados na região do Sul de Minas Gerais (Silva et al., 2001; Arrobas & Rodrigues, 2009).

Devido à utilização de altas doses de fertilizantes nos cultivos da batata é comum observar grande quantidade de resíduos na área após a colheita. Há na literatura estudos sobre o uso deste residual em sucessão de culturas (Silva et al., 2001; Kikuti et al., 2002; Bregagnoli et al., 2011), e o que se observa é que o emprego de altas doses de fertilizantes favorece a cultura seguinte. Vale ressaltar que este fertilizante não utilizado pela cultura da batata onera o custo de produção, e eventualmente pode causar danos ao ambiente (Andriolo et al., 2006).

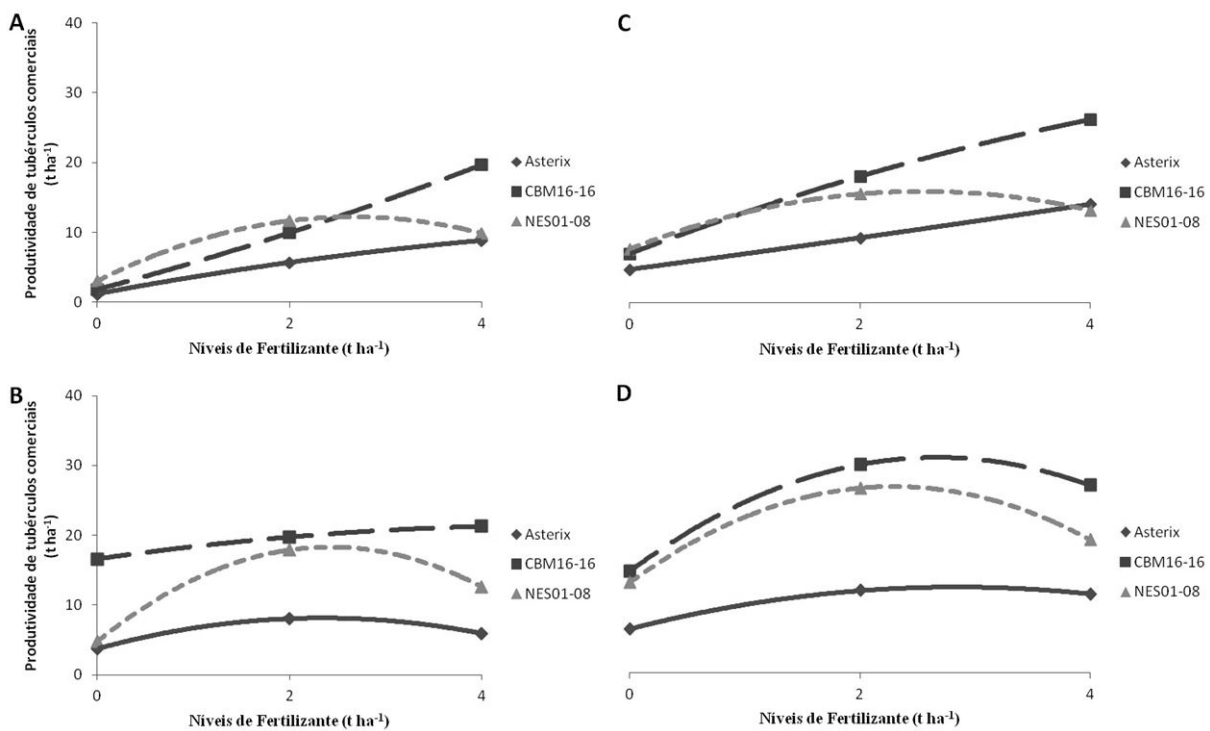
Observou-se nas quatro safras que a produtividade de tubérculos comerciais na dose controle (0 t ha<sup>-1</sup>) foi influenciada pela fertilidade inicial do solo (Figuras 1 e 2), sendo as piores produtividades observadas nas condições de Camanducaia, média de 2,33 t ha<sup>-1</sup> (Figura 1A e 2A). Constatou-se para maioria dos genótipos avaliados no conjunto dos experimentos, que não houve benefício no aumento da dose de 2 para 4 t ha<sup>-1</sup> de fertilizante (Figuras 1 e 2). As exceções foram o clone CBM 16-16 que teve incremento na produtividade com o aumento da dose nas safras de Camanducaia, Pouso Alegre e Senador Amaral. A cultivar Asterix e o clone PRM 348 também apresentaram incremento de produtividade em Camanducaia e Senador Amaral, vale mencionar que estes locais tinham as piores fertilidades iniciais. As diferenças observadas nas Figuras 1 e 2 entre os genótipos e entre as doses de fertilizante foi observada na análise de variância, sendo esta significativa a 1% tanto nas análises individuais como na conjunta.

No trabalho realizado por Bregagnoli et al. (2011), em uma única safra, nas condições do Sul de Minas Gerais trabalharam com três cultivares de batata e quatro doses de fertilizantes, 1, 2, 4 t ha<sup>-1</sup> e a recomendação baseada na análise de solo. Estes autores observaram os benefícios da adubação com 2 t ha<sup>-1</sup> de fertilizante 04-14-08, sendo esta dose a que proporcionou maior acúmulo de matéria seca nos tubérculos. Verificaram ainda que mesmo em sucessão de culturas, a dose de 2 t ha<sup>-1</sup> possibilitou maior rendimento tanto na cultura da batata como na do feijão.



**Figura 1.** Produtividade de tubérculos comerciais em função da dose de fertilizante formulado, para genótipos destinados ao mercado *in natura*. (A) Camanducaia; (B) Pouso Alegre; (C) Senador Amaral; (D) Lavras.

**Figure 1.** Commercial tuber yield in function formulated fertilizer rate, genotypes for the intended fresh market. (A) Camanducaia; (B) Pouso Alegre; (C) Senador Amaral; (D) Lavras.



**Figura 2.** Produtividade de tubérculos comerciais em função da dose de fertilizante formulado, para genótipos destinados ao processamento industrial. (A) Camanducaia; (B) Pouso Alegre; (C) Senador Amaral; (D) Lavras.

**Figure 2.** Commercial tuber yield in function formulated fertilizer rate, genotypes for the intended industrial processing. (A) Camanducaia; (B) Pouso Alegre; (C) Senador Amaral; (D) Lavras.

A diferença entre as safras foi detectada nas análises de variâncias conjunta, sendo significativa a 1% pelo teste F. A tendência de comportamento dos genótipos em Camanducaia e Senador Amaral foi semelhante, e diferente dos demais locais (Figura 1 e 2). As condições de temperatura nas safras tiveram influência sobre a produtividade comercial de tubérculos. No experimento realizado em Pouso Alegre foi observado que mesmo em boas condições de fertilidade inicial do solo os genótipos não apresentaram uma boa produtividade (Figura 1C e 2C). O genótipo CBM 16-16 selecionado por Lambert et al. (2006), por apresentar tolerância ao calor, foi o mais produtivo nestas condições.

Pela análise de variância conjunta foram observadas diferenças significativas, ( $P < 0,01$ ), nas interações safras x genótipos, safras x doses e doses x genótipos para produtividade comercial de tubérculos (Figuras 1 e 2). As interações mais importantes para este trabalho são entre dose x genótipo, que mostra a diferença no comportamento dos genótipos em cada dose de fertilizante, e a interação safra x genótipo, que foi a de maior contribuição na análise e representa a resposta dos genótipos nas diferentes safras.

Todos os genótipos apresentaram responsividade significativa entre as doses de 0 e 2 t ha<sup>-1</sup>, ou seja aumentaram a produtividade com incrementos na dose de nutrientes. A resposta entre as doses de 2 a 4 t ha<sup>-1</sup> apenas foi observada para alguns genótipos. Por exemplo o clone CBM 16-16, com exceção do experimento de Lavras (Figura 2D), apresentou-se responsivo entre as doses de 2 a 4 t ha<sup>-1</sup> (Figuras 2A, 2B e 2C). A cultivar Asterix e o clone PRM 348 também apresentaram comportamento responsivo, nas safras da seca (Figuras 1A, 2A, 1C e 2C), realizadas em Camanducaia e Senador Amaral sob condições favoráveis de temperatura. Segundo Sangoi & Kruse (1994), a batateira possui alta capacidade de resposta à adubação, devido a seu potencial produtivo, ciclo relativamente curto e sistema radicular superficial.

A matéria seca de tubérculos para a maioria dos genótipos em todas as safras apresentou tendência de decréscimo com o aumento da dose de fertilizante (Figuras 3 e 4), estando de acordo com outros trabalhos que avaliaram o teor de matéria seca em função do aumento da dose de nutrientes (Reis Jr et al., 1999; Andriolo et al., 2006; Oliveira et al., 2006). Segundo Reis Jr et al. (1999), o aumento na dose de K reduz o potencial osmótico, e aumenta a absorção de água, diluindo a massa seca dos tubérculos. Avaliando o efeito de doses de N sobre a matéria seca e coloração de chips na cultivar Asterix, Oliveira et al. (2006), verificaram uma redução na matéria seca dos tubérculos com o aumento da dose, porém não houve influência na coloração dos chips. No conjunto dos experimentos as perdas de matéria seca não apresentaram padrão consistente entre os genótipos nos diferentes locais. O genótipo que se mostrou mais sensível ao aumento na dose de fertilizante foi o clone NES 01-08, com decréscimos do teor de matéria seca que variaram entre 0,12 e 2,09%. No caso de cultivos destinados à indústria, a redução no teor de matéria seca torna-se ainda mais preocupante para o processamento na forma de fritura, em que um pequeno decréscimo nos teores de matéria seca pode reduzir o rendimento e a qualidade do produto final (Popp, 2013).

Ainda tem sido verificadas outras perdas na qualidade dos tubérculos, Ozturk et al. (2010) verificaram que o aumento na dose de fósforo reduz a matéria seca dos tubérculos e aumenta a absorção de óleo na fritura de *chips* de batata. A maior absorção de óleo é devido ao aumento no conteúdo de água nos tubérculos e acaba por depreciar a qualidade da fritura.

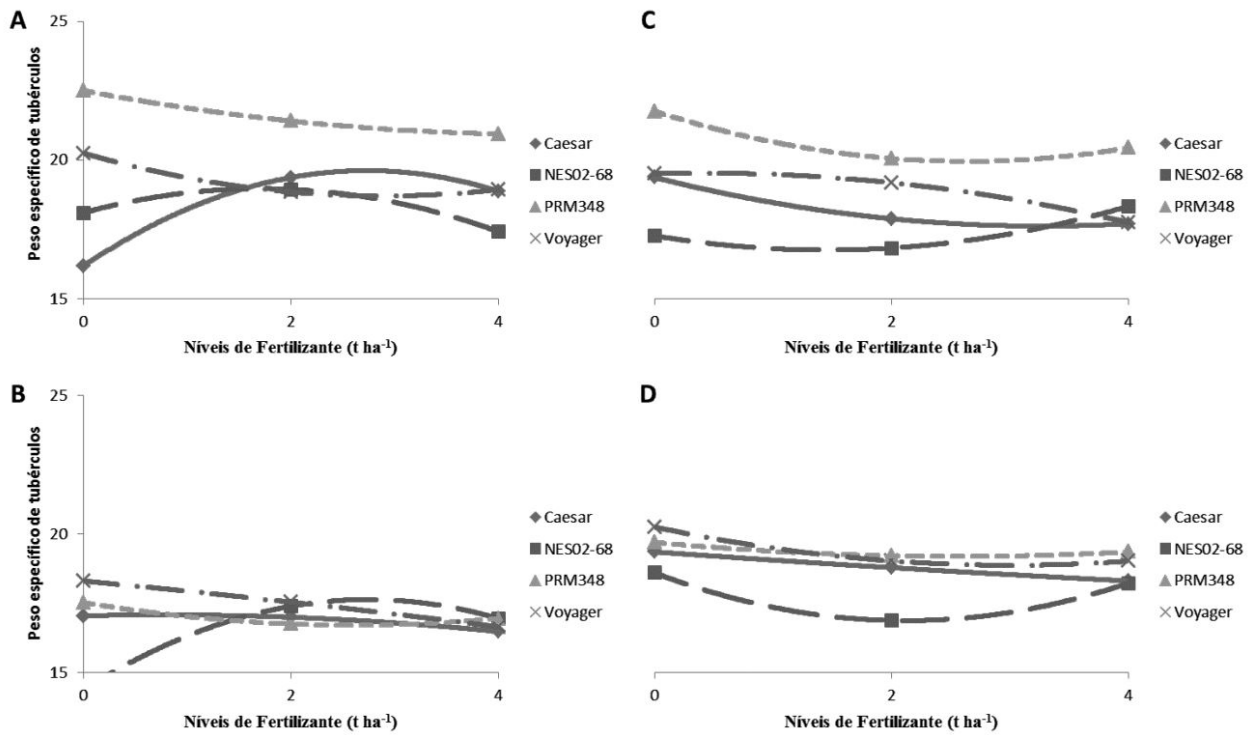
As Figuras 3 e 4 mostram que o teor de matéria seca dos tubérculos também foi afetado pelo período de condução dos experimentos, apresentando maiores valores nas safras da seca, (Camanducaia e Senador Amaral). Esta diferença pode ser explicada devido às condições mais favoráveis de temperatura nestas safras, pois sabe-se que altas temperaturas reduzem o teor de matéria seca dos tubérculos. A estabilidade do clone CBM 16-16 detectada por Lambert et al. (2006), pode ser verificada neste trabalho, pois praticamente variou pouco para esta característica.

O pior resultado para o teor de matéria seca dos tubérculos ocorreu em Pouso Alegre, em que o experimento foi conduzido no período de novembro a março, sob temperaturas mais elevadas. A cultivar Asterix que apresenta aptidão industrial, nesta safra apresentou valores próximos a 17,3% de matéria seca, abaixo dos padrões aceitos pela indústria, que exige no mínimo 20%. Os genótipos NES 01-08 e CBM 16-16, também reduziram seu teor de matéria seca, porém em menor proporção que a cultivar Asterix (Figura 4). Estes genótipos poderiam ser uma opção para a indústria brasileira de processamento na forma de palitos fritos, uma vez que, nos meses de temperaturas altas há escassez de matéria prima de qualidade.

O manejo da adubação tem grande impacto na produtividade de batata para a indústria de processamento, assim como mostrado na Figura 2, no qual o aumento na dose de fertilizante inviabiliza a utilização de determinados genótipos pela indústria. Popp (2013) relata que a nutrição adequada é aquela que assegura boa produtividade garantindo a rentabilidade do contrato, mas também deve atender os padrões de qualidade dos tubérculos, no que se refere aos teores de matéria seca exigidos pela indústria.

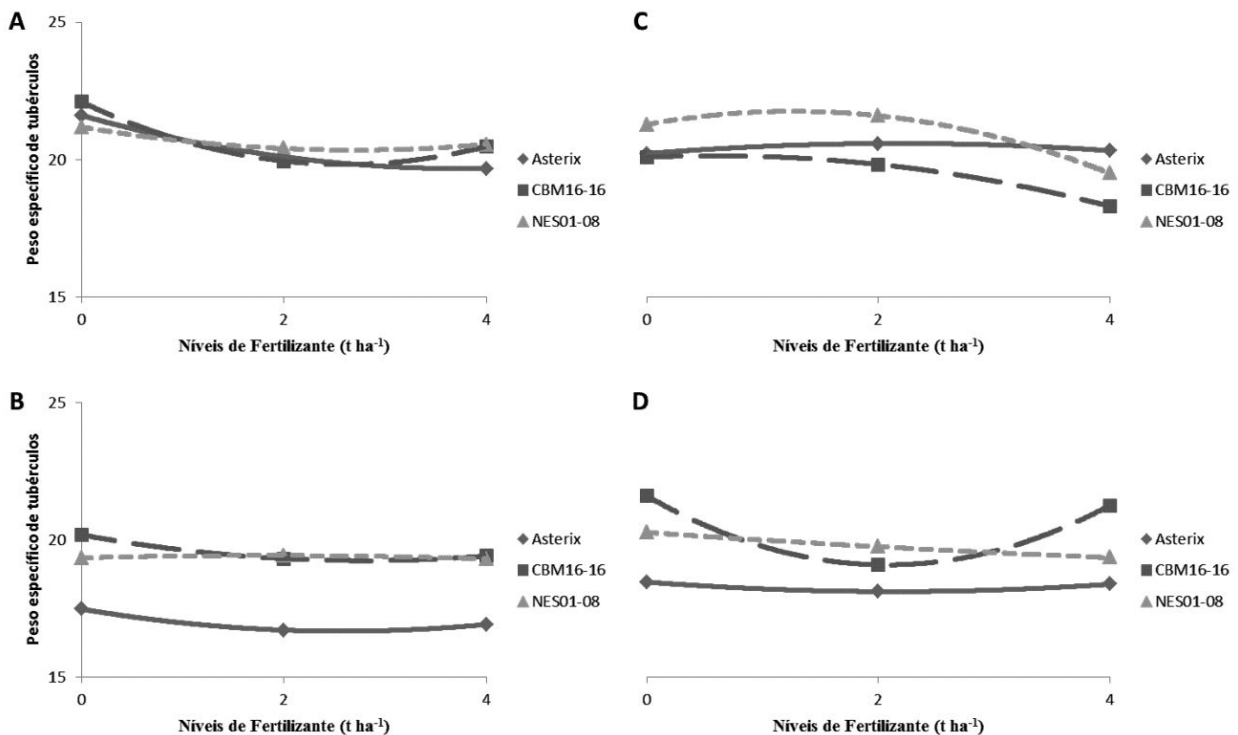
Observou-se que a dose de 2 t ha<sup>-1</sup> apresentou maior eficiência de uso do fertilizante (EUF) para todos os genótipos (Tabela 3), para produtividade comercial de tubérculos. A EUF na dose de 4 t ha<sup>-1</sup> variou de 45 a 57% abaixo da EUF na dose de 2 t ha<sup>-1</sup>, em Senador Amaral e Lavras respectivamente. Observa-se também que todos os genótipos que se mostraram responsivos ao aumento na dose de fertilizante de 2 para 4 t ha<sup>-1</sup> para produtividade comercial (Figuras 1 e 2), apresentaram menor diferença na EUF entre estas doses. Esta observação sugere que quanto mais responsivo o genótipo menor a variação na EUF. Como exemplo pode-se citar o genótipo CBM 16-16 que foi responsivo ao aumento na dose de fertilizante (Figura 2), e apresentou praticamente a mesma EUF em Camanducaia, e uma redução na eficiência proporcionalmente menor aos demais genótipos em Senador Amaral (Tabela 3).

Fontes et al. (2010) trabalhando com as principais cultivares de batata utilizadas no Brasil, verificaram aumentos na eficiência no uso de N com a redução da dose. Existe consenso nos trabalhos realizados para produtividade de tubérculos, que o aumento da dose reduz a eficiência de utilização de fertilizante (Arrobas & Rodrigues, 2009; Zebarth et al., 2004, 2008; Fontes et al., 2010).



**Figura 3.** Peso específico de tubérculos em função da dose de fertilizante formulado, para genótipos destinados ao mercado *in natura*. (A) Camanducaia; (B) Pouso Alegre; (C) Senador Amaral; (D) Lavras.

**Figure 3.** Tuber specific gravity in function formulated fertilizer rate, genotypes for the intended fresh market. (A) Camanducaia; (B) Pouso Alegre; (C) Senador Amaral; (D) Lavras.



**Figura 4.** Porcentagem de matéria seca dos tubérculos em função da dose de fertilizante formulado, para genótipos destinados ao processamento industrial. (A) Camanducaia; (B) Pouso Alegre; (C) Senador Amaral; (D) Lavras.

**Figure 4.** Tuber specific gravity in function formulated fertilizer rate, genotypes for the intended industrial processing. (A) Camanducaia; (B) Pouso Alegre; (C) Senador Amaral; (D) Lavras.

O comportamento diferenciado de cada genótipo (Figuras 1, 2, 3 e 4), nos diferentes tipos de solo, e as condições climáticas de temperatura e pluviosidade de cada safra sugerem que o manejo das doses de fertilizante deve ser diferenciado para cada ambiente de cultivo. Fernandes et al. (2011), sugeriram um ajuste na dose de fertilizante para cada cultivar baseado na extração diferenciada de nutrientes, principalmente de N e K. Com relação ao ambiente de cultivo, Silva et al. (2009) comentaram que diferenças na precipitação ou manejo da irrigação deve ser considerado no manejo dos fertilizantes, principalmente dos nitrogenados.

No experimento realizado em Lavras, foi adicionado mais uma dose de fertilizantes, baseada na análise química do solo, seguindo as recomendações adotadas no Estado de Minas Gerais. Pelos atributos do solo, a dose de fertilizante formulado calculada foi de 1 t ha<sup>-1</sup>. Com o desempenho dos genótipos nas quatro doses obteve-se equações para a curva de regressão (Tabela 4).

Segundo dados do CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), o preço pago ao produtor pela tonelada de batata, na média dos últimos 10 anos, nas principais regiões produtoras, foi de R\$ 749,35. No mesmo período o valor da tonelada de fertilizante formulado 04-14-08, foi de R\$ 979,63, segundo o IEA (Instituto de Economia Agrícola). Baseado nestes preços a relação tonelada de batata por tonelada de fertilizante é de 1,31. Verifica-se que a MPA (máxima produção agrônômica) aproximou-se da dose de 4 t ha<sup>-1</sup> apenas para cultivar Voyager, e para os demais genótipos o máximo potencial produtivo seria

atingido com doses entre 2 e 3 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 4). A maioria dos genótipos obteve a MPE (máxima produção econômica) com doses abaixo de 2,5 t ha<sup>-1</sup>, os clones CBM 16-16 e PRM 348 foram os que tiveram maiores valores (Tabela 4).

Observou-se que a MPA e a MPE na média dos genótipos ficaram próximas à dose de 2 t ha<sup>-1</sup>. Assim, pela MPE, confirmou-se que a dose de 2 t ha<sup>-1</sup> para a maioria dos genótipos, seria mais viável economicamente (Tabela 4). Portanto, o aumento da dosagem de fertilizante, acima de 2 t ha<sup>-1</sup> não garante maior retorno econômico ao produtor. Sob o ponto de vista econômico, o objetivo é o retorno financeiro. Assim, a dose de 2 t ha<sup>-1</sup> é mais vantajosa, pois permite maior lucro, baseado na MPE (Tabela 4).

A relação entre a dose de MPE e MPA variou de 51 a 91% (Tabela 4), observando-se que quanto maior for a capacidade de resposta do genótipo ao aumento na dose de fertilizante, menor será a relação. Fontes et al. (2010) trabalhando com doses de nitrogênio, constataram que a dose ideal depende do cenário de preço dos fertilizantes e do preço da batata. Este autor estimou que em cenários favoráveis de preço da batata a dose econômica ótima está entre 92 e 95% da dose para máxima produtividade, e em cenários desfavoráveis fica entre 86 e 92%. Segundo Queiroz et al. (2013) a máxima produtividade agrônômica para a cultivar Ágata foi obtida com 4,2 t ha<sup>-1</sup> do formulado 04-14-08, e a máxima produtividade econômica, para as condições de preços do estado do Paraná, foi obtida com 3,6 t ha<sup>-1</sup>, ou seja 85% da produtividade anterior.

**Tabela 3.** Eficiência de uso de fertilizante formulado (EUF), 04-14-08, nas doses de 2 e 4 (t ha<sup>-1</sup>), nos quatro experimentos.

**Table 3.** Fertilizer formulated use efficiency (EUF), 04-14-08, at doses of 2 and 4 (t ha<sup>-1</sup>) in the four experiments.

Genótipo	Camanducaia		Pouso Alegre		Senador Amaral		Lavras	
	2 (t ha <sup>-1</sup> )	4 (t ha <sup>-1</sup> )	2 (t ha <sup>-1</sup> )	4 (t ha <sup>-1</sup> )	2 (t ha <sup>-1</sup> )	4 (t ha <sup>-1</sup> )	2 (t ha <sup>-1</sup> )	4 (t ha <sup>-1</sup> )
Asterix	2,84 b <sup>1</sup>	2,21 a	4,02 b	1,48 a	4,67 b	3,53 b	5,87 c	2,82 b
Caesar	8,73 a	4,11 a	8,23 a	3,68 a	6,90 b	2,09 b	4,47 c	1,24 b
CBM16-16	4,97 b	4,92 a	9,87 a	5,32 a	9,07 a	6,57 a	14,90 b	6,70 a
NES01-08	5,83 b	2,47 a	8,94 a	3,15 a	7,80 a	3,32 b	13,22 b	4,76 b
NES02-68	3,73 b	1,03 a	7,18 a	3,90 a	8,67 a	3,76 b	8,13 c	3,96 b
PRM348	6,84 a	4,04 a	4,43 b	2,33 a	10,10 a	6,62 a	17,75 a	7,72 a
Voyager	8,03 a	3,20 a	6,93 a	3,83 a	8,58 a	4,53 b	5,13 c	2,85 b
Média	5,85	3,14	7,09	3,39	7,97	4,35	9,92	4,29

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna dentro da mesma safra, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Equações de regressão do experimento de Lavras, para o efeito das doses de fertilizante formulado produtividade comercial de tubérculos. Dose de máxima eficiência agrônômica e máxima eficiência econômica. Lavras - 2012.

**Table 4.** Regression equations Lavras experimental, for the purpose of fertilizer doses formulated commercial tuber yield. Maximum level of agronomic efficiency and maximum economic efficiency. Lavras - 2012.

Genótipo	Equação	R <sup>2</sup>	MPA(t ha <sup>-1</sup> )	MPE(t ha <sup>-1</sup> )
Asterix	y = -0,9273x <sup>2</sup> + 4,8106x + 6,7121	0,88	2,59	1,89
Caesar	y = -1,2259x <sup>2</sup> + 5,1459x + 3,9215	0,97	2,10	1,57
Voyager	y = -0,3648x <sup>2</sup> + 2,6931x + 6,4438	0,99	3,69	1,90
CBM16-16	y = -3,0185x <sup>2</sup> + 14,554x + 16,294	0,79	2,41	2,20
NES01-08	y = -3,0753x <sup>2</sup> + 13,456x + 14,034	0,89	2,19	1,98
NES02-68	y = -1,0447x <sup>2</sup> + 5,7027x + 9,6266	0,96	2,73	2,10
PRM348	y = -1,9257x <sup>2</sup> + 10,911x + 18,539	0,83	2,83	2,49
Média	y = -1,6546x <sup>2</sup> + 8,1818x + 10,796	0,97	2,47	2,08

**Tabela 5.** Produtividade comercial de tubérculos para as quatro doses de fertilizante formulado. Lavras - 2012.

**Table 5.** Commercial tuber yield for the four formulated fertilizer rates. Lavras - 2012.

Genótipo	0(t ha <sup>-1</sup> )	1 (t ha <sup>-1</sup> )	2(t ha <sup>-1</sup> )	4 (t ha <sup>-1</sup> )
Asterix	6,27 bA <sup>1</sup>	11,78 bA	11,73 aA	11,27 aA
Caesar	3,73 bA	8,34 bA	8,93 aA	4,95 aA
Voyager	6,38 bA	8,93 bA	10,25 aA	11,40 aA
CBM16-16	14,53 aB	32,52 aA	29,81 bA	26,80 cA
NES01-08	12,93 aB	27,35 aA	26,44 bA	19,02 bB
NES02-68	9,33 bA	15,07 bA	16,27 aA	15,82 bA
PRM348	19,96 aB	23,73 aB	35,50 cA	30,90 cA

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

No experimento realizado em Lavras, verificou-se para maioria dos genótipos não houve diferença significativa entre as doses (Tabela 5). Para os genótipos que apresentaram diferença significativa, a dose baseada na análise dos atributos do solo (1 t ha<sup>-1</sup>) foi estatisticamente igual a dose de 2 t ha<sup>-1</sup> para os clones CBM 16-16 e NES 01-08 (Tabela 5). Para o clone PRM 348, que foi o mais produtivo nestas condições, a dose recomendada não supriu as exigências, sendo estatisticamente inferior às dose de 2 e 4 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 5). Para a matéria seca dos tubérculos não houve diferença estatística entre as doses para nenhum genótipo. Baseado nos dados da Tabela 5, observa-se que para a maioria dos genótipos, as recomendações baseadas nos atributos do solo suprem as necessidades da cultura.

## 4 Conclusões

Há necessidade de adequação, para se definir a melhor dose de fertilizante para o genótipo, em cada condição de cultivo, devido a uma resposta diferenciada. A dose de 2 t ha<sup>-1</sup> foi a que apresentou maior eficiência de uso do fertilizante formulado 04-14-08 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) em todos os ambientes de cultivo. A melhor relação custo benefício é apresentada na dose de 2 t ha<sup>-1</sup>, com produtividade e teores de matéria seca iguais ou superiores a dose de 4 t ha<sup>-1</sup>.

## Referências

ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; PAULA, A. L.; PAULA, F. L. M.; GODOI, R. S.; BARROS, G. T. Curva crítica de diluição de nitrogênio da cultivar Asterix de batata. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.7, p.1179-1184, 2006.

ARROBAS, M.; RODRIGUES, M. A. Efeito da adubação azotada, fosfatada e potássica na cultura da batata. Produtividade e eficiência de uso dos nutrientes. Revista de Ciências Agrárias, v.32, n.1, 2009.

BLAIR, G. J. Nutrient efficiency: what do we really mean. In: Randall, P. J.; Delhaize, E.; Richard, R. A.; Munns, R. Genetic aspects of plant mineral nutrition. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. p. 205-213.

BRAUN, H.; FONTES, P. C. R.; BUSATO, C.; CECON, P. R. Teor e exportação de macro e micronutrientes nos tubérculos de batata em função de nitrogênio. Bragantia, v.70, n.1, p.50-57, 2011.

BREGAGNOLI, M.; MINAMI, K.; SILVA, A. V.; SARTORI, R. H. Cultivo do feijoeiro em solo de baixa fertilidade em sucessão à cultivares de batata submetidas a diferentes adubações. Revista Agroambiental, v.3, n.2, p.93-99, 2011.

CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S. Produtividade e qualidade de tubérculos de batata em função de doses e parcelamentos de nitrogênio e potássio. Ciência e Agrotecnologia, v.31, n.6, p.1729-1736, 2007.

COGO, C. M.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; GODOI, R. S.; BORTOLOTTI, O. C.; LUZ, G. L. Relação potássio-nitrogênio para o diagnóstico e manejo nutricional da cultura da batata. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.12, p.1781-1786, 2006.

DELEO, J. P. B.; RAMOS, R. M. Batata: Gestão sustentável. Quanto custa investir em batata. Hortifruti Brasil, p.8-24, 2012.

FERNANDES A. M.; SORATO, R. P.; SILVA, B. L. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: I – Macronutrientes. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v.35, n.6, p.2039-2056, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia. v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Editora UFV, 2007. 421 p.

FONTES, P. C. R.; BRAUN, H.; BUSATO, C.; CECON, P. R. Economic optimum nitrogen fertilization rates and nitrogen fertilization rate effects on tuber characteristics of potato cultivars. Potato Research, v.53, p.167-179, 2010.

KIKUTI, H.; ANDRADE, M. J. B.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Viabilidade econômica da adubação adicional de genótipos de feijoeiro em relação ao resíduo de adubação da batata. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, n.4, p.455-461, 2002.

LAMBERT E. S.; PINTO C. A. B. P.; MENEZES C. B. Potato improvement for tropical conditions. I: Analysis of stability. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.6, n.6 p.129-135, 2006.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; IUCHI, V. L. Produção de tubérculos de batata-semente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. Horticultura Brasileira, v.25, n.3, p.365-370, 2007.

OLIVEIRA, V. R.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; PAULA, A. L.; TREVISAN, A. P.; ANTES, R. B. Qualidade de processamento de tubérculos de batata produzidos sobre diferentes disponibilidades de nitrogênio. Ciência Rural, v.36, n.2, p.660-663, 2006.

OZTURK, E.; KAVURMACI, Z.; KARA, K.; POLAT, K. The effects of different nitrogen and phosphorus rates on some quality traits of potato. Potato Research, v.53, n.4, p.309-312, 2010.

PINTO, C. A. B. P.; TEIXEIRA, A. L.; NEDER, D. G.; ARAÚJO, R. R.; SOARES, A. R. O.; RIBEIRO, G. H. M. R.; LEPRE, A. L. Potencial de clones elite de batata como novas cultivares para Minas Gerais. Horticultura Brasileira, v.28, n.4, p.399-405, 2010.

POPP, P. R. Nutrição equilibrada aumenta o sólido da batata industrial. Campo e Negócio, v. 94, p.14-16, 2013.

QUEIROZ, L. R. M.; KAWAKAMI, J.; MULLER, M. M. L.; OLIARI, I. C. R.; UBURANAS, R. C.; ESCHEMBAK, V. Avaliação de doses de fertilizante 04-14-08 para máxima eficiência econômica



e agrônômica na cultura da batata. *Horticultura Brasileira*, v.31, n.1, p.119-127, 2013.

REIS JR, R. A.; FONTES, P. C. R.; NEVES, J. C. L.; SANTOS, N. T. Total soil electrical conductivity and critical soil K<sup>+</sup> to Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> ratio for potato crops. *Scientia Agricola*, v.56, n.4, p.985-989, 1999.

SANGOI, L.; KRUSE, N. D. Doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio e características agrônômicas da batata em dois pH. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.29, n.9, p.1331-1343, 1994.

SILVA, E. C.; SILVA FILHO, A. V.; ALVARENGA, M. A. R. Efeito residual da adubação efetuada no cultivo da batata sobre a

produção do feijão-de-vagem. *Horticultura Brasileira*, v.19, n.3, p.180-183, 2001.

SILVA, M. C. C.; FONTES, P. C. R.; MIRANDA, G. V. Índice SPAD e produção de batata, em duas épocas de plantio, em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n.1, p.17-22, 2009.

ZEBARTH, B. J.; TAI, G.; TARN, R.; JONG, H. DE; MILBURN, P. H. Nitrogen use efficiency characteristics of commercial potato cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*, v.84, n.2, p.589-598, 2004.

ZEBARTH, B. J.; TARN, T. R.; JONG, H.; Murphy, A. Nitrogen use efficiency characteristics of andígena and diploid potato selections. *American Journal of Potato Research*, v.85, p.210-218, 2008.

---

**Contribuição dos autores:** Guilherme Henrique Martins Rodrigues Ribeiro realizou os experimentos, coleta e análise de dados e a escrita científica; César Augusto Brasil Pereira Pinto contribuiu na análise dos dados e na escrita científica; Marcio Lisboa Guedes contribuiu na realização dos experimentos e análise dos dados; Izabel Cristina Rodrigues de Figueiredo contribuiu na realização dos experimentos e escrita científica; Carolina Mariane Moreira contribuiu na realização dos experimentos e escrita científica; Cláudio Carlos Fernandes Filho contribuiu na condução dos experimentos e na coleta de dados.

**Agradecimentos:** Ao CNPq pelo apoio financeiro e concessão de bolsa ao primeiro autor, e também a FAPEMIG pelo apoio financeiro para execução do projeto.

**Fonte de financiamento:** FAPEMIG e CNPq.

**Conflito de interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesse.