

## Mini-tubérculos de batata semente básica produzidos sob parcelamento e doses de nitrogênio em substrato

Carla do C Milagres; Paulo Cezar R Fontes; Mário Puiatti; Laércio J da Silva

Universidade Federal de Viçosa, 36570-000 Viçosa-MG; carla.milagres@ufv.br

### RESUMO

Objetivou-se com este trabalho determinar a produção de mini-tubérculos de batata semente básica em função da dose e do parcelamento do nitrogênio (N) aplicado ao substrato. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de N (0, 115, 230, 460 mg L<sup>-1</sup> de substrato) e por cinco modos de parcelamento das doses (M): M1 [10% no plantio + 90% aos 21 dias após a emergência (DAE)]; M2 [10% no plantio + 3% diariamente (21 a 51 DAE)]; M3 [50% no plantio + 50% aos 21 DAE]; M4 [50% no plantio + 1,6% diariamente (21 a 51 DAE)]; M5 (100% no plantio). O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x5 (doses x modos), com três repetições, na Universidade Federal de Viçosa. As cultivares plantadas foram Atlantic e Opaline, utilizando-se mini-tubérculos da categoria básica. As plantas foram cultivadas em vasos de 3 L, contendo substrato comercial. Aos 25, 35 e 56 DAE foram avaliados o teor (TN) e quantidade de N na folha (QNA). Na colheita, aos 86 DAE, foram avaliados número e massas fresca e seca de tubérculos. Em ambas as cultivares, na fase inicial de crescimento da planta, nenhuma combinação de tratamentos (dose e modo) influenciou TN. Nas avaliações posteriores, TN aumentou com aumento da dose de N. Nas duas cultivares, QNA não foi afetado pela aplicação diluída das doses de N. Nenhuma combinação de dose e modo de aplicação do fertilizante nitrogenado influenciou o número de tubérculos. Quando houve efeito de dose de N sobre a massa de tubérculos, a dose zero proporcionou o maior valor da massa. A aplicação concentrada de N no momento da tuberação é prejudicial para a planta, pois reduz a massa seca e fresca de tubérculos.

**Palavras-chave:** *Solanum tuberosum*, nutrição, adubação nitrogenada, substrato.

### ABSTRACT

#### Yield of basic seed potato minituber depending on nitrogen fertilizer rates and split applications

This study aimed to evaluate the effect of both N fertilizer rates and split applications on yield of basic class seed potato mini-tubers. Treatments were four N rates (0, 115, 230, 460 mg L<sup>-1</sup>) and five split modes: M1 [10% at planting + 90% at 21 days after plant emergence (DAE)]; M2 [10% at planting + 3% daily (21 to 51 DAE)]; M3 (50% at planting + 50% at 21 DAE); M4 [50% at planting + 1.6% daily (21 to 51 DAE)]; M5 (100% at planting). The experiment was set up in randomized blocks design in factorial arrangement 4x5 (rates x modes), with three replications. We planted the cultivars Atlantic and Opaline, using basic commercial mini-tubers. Plants were grown in 3 L pots containing commercial substrate. At 25, 35 and 56 DAE we assessed the content (TN) and amount of N (QNA) in the leaf. At harvest, 86 DAE, we determined the number of tubers and fresh and dry tubers mass. For both cultivars, in the early stages of plant growth, neither combination of rate and split modes of nitrogen affected the TN. In subsequent evaluations, TN increased with increasing dose of N. In both cultivars, QNA was not affected by application of diluted doses of N. No combination of dose and split mode of nitrogen fertilizer application influenced the number of tubers. When there was effect of N rate on tuber mass, the zero rates provided the highest value of this variable. The concentrated application of N at the tuberization time is harmful for the plant because it reduces both dry and fresh tuber masses.

**Keywords:** *Solanum tuberosum*, nutrition, nitrogen fertilization, substrate.

(Recebido para publicação em 2 de outubro de 2012; aceito em 1 de agosto de 2013)  
(Received on October 2, 2012; accepted on August 1, 2013)

O Brasil é importador de batata-semente certificada para o plantio. Tubérculo-semente da categoria básica tem elevada padronização fitossanitária e normalmente alta qualidade fisiológica além de preço elevado. Em 2010 a batata-semente representou 17% do custo de produção da cultura (Agrianual, 2011). Uma possibilidade tecnológica e econômica é comprar e plantar batata-semente da categoria básica para a produção de batata-semente das categorias básica e certificada.

Em qualquer sistema de plantio, a

adequada nutrição nitrogenada é fator fundamental para o desenvolvimento e produção das culturas, especialmente da batata (Nava *et al.*, 2007). O nitrogênio (N) é um nutriente essencial que estimula o desenvolvimento e o crescimento da planta. Tanto a deficiência quanto o excesso de N podem prejudicar a produção de tubérculos (Zvomuya *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2007; Coelho *et al.*, 2010).

Dose adequada de nitrogênio variando de 0 a 400 mg dm<sup>-3</sup> tem sido encontrada na literatura para a produção de batata em ambiente protegido, em vaso

contendo diferentes substratos orgânicos (Silva *et al.*, 2006; Fontes *et al.*, 2008; Moreira, 2008; Sampaio Junior *et al.*, 2008, 2009). Para o cultivo em argila expandida, Coraspe-Leon (2007) usou doses de N variando de 8,37 a 16,93 mmol L<sup>-1</sup>. Moreira (2008) constatou que a dose de 230 mg dm<sup>-3</sup> de N foi a que proporcionou a máxima produção de tubérculos de batata cv. Ágata propagada por mini-tubérculo e cultivada em vaso contendo substrato comercial.

A aplicação de N é realizada, quase sempre, de forma parcelada. Desde que

se disponha de índices calibrados, técnica ainda não ajustada e incorporada ao processo de produção de batata, a tomada de decisão sobre a aplicação deste nutriente pode ser feita a partir da avaliação do estado nutricional nitrogenado da planta. Essa avaliação pode ser feita por diversos procedimentos e análises que fornecem índices de N na planta (Fontes, 2001, 2011).

Em condições de campo, o parcelamento do adubo nitrogenado é um método comumente proposto para melhorar a eficiência do uso do N, principalmente pela redução na probabilidade de perdas por lixiviação. O efeito do parcelamento da adubação nitrogenada na batateira foi avaliado por Maidl *et al.* (2002), os quais verificaram que a recuperação do N do fertilizante foi, em média, 33 ou 44% quando toda a dose foi aplicada no momento do plantio ou parcelada em três vezes, respectivamente. Comparada à aplicação de toda a dose no plantio, o parcelamento da dose de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  na cultura da batata diminuiu ou não a emissão de  $\text{N}_2\text{O}$ , dependendo do ano (Burton *et al.*, 2008).

Relatos sobre a eficiência do parcelamento da dose de N em condição de campo são numerosos e com resultados contraditórios, indicando que pode haver benefícios sobre a produtividade com a prática de parcelar o adubo (Errebhi *et al.*, 1998; Chowdhury *et al.*, 2002), mas pode não haver benefícios ou mesmo haver prejuízos na cultura da batata (Joern & Vitosh, 1995; Vos, 1999; Kuisma, 2002; Zebarth *et al.*, 2004; Love *et al.*, 2005). Contudo, resultados experimentais sobre o parcelamento da dose de N em condições de vaso objetivando a produção de mini-tubérculos, na cultura da batata não são comuns na literatura.

O objetivo do trabalho foi avaliar a produção de mini-tubérculos de batata semente básica, cultivares Atlantic e Opaline, em função da dose e do parcelamento do nitrogênio aplicado ao substrato.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, de 20/09

a 22/12/2010, em ambiente protegido, modelo tipo capela, coberta com polietileno e provida de ventilação lateral. Foram plantadas as cultivares Atlantic e Opaline. O mini-tubérculo semente da categoria básica, devidamente uniformizado e brotado naturalmente, foi utilizado como material de propagação, adquirido de firma comercial produtora de semente.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 4x5, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de quatro doses de N (0, 115, 230, 460  $\text{mg L}^{-1}$  de substrato) e por cinco modos de parcelamento das doses (M): M1 [10% no plantio + 90% aos 21 dias após a emergência (DAE)]; M2 [10% no plantio + 3% diariamente (21 a 51 DAE)]; M3 [50% no plantio + 50% aos 21 DAE]; M4 [50% no plantio + 1,6% diariamente (21 a 51 DAE)]; M5 (100% no plantio).

Cada parcela experimental foi constituída de um vaso contendo uma planta. A dose de N foi misturada ao substrato no plantio e em cobertura por meio de fertirrigação diária. A fonte de N usada foi o nitrato de amônio [ $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (32% N)].

No momento do plantio, além das doses diferenciadas de N aplicadas ao substrato, foram adicionadas doses dos demais fertilizantes. A quantidade ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) de fertilizantes aplicada e misturada ao substrato antes do plantio foi: 3.380 de super simples; 3.600 de sulfato de magnésio; 132 de cloreto de potássio; 2,5 de ácido bórico; 2,5 de sulfato de zinco; 2,5 de sulfato de cobre; 2,5 de sulfato ferroso; 2,5 de sulfato manganoso e 0,25 de molibdato de sódio. Adicionalmente, aos 21 DAE, foi aplicado 1.320  $\text{mg dm}^{-3}$  de cloreto de potássio em cobertura. Os fertilizantes foram incorporados ao substrato, em pré-plantio, exceto o cloreto de potássio que foi aplicado 10% em pré-plantio e 90% em cobertura, aos 21 DAE.

Foi utilizado o substrato comercial Tropstrato® HT Hortaliças. Segundo o fabricante, o substrato tem a base de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida, enriquecido com macro e micronutrientes, sem especificação granulométrica e apresenta a densidade

de 490  $\text{kg m}^{-3}$ , capacidade de retenção de água de 130% (p/p), pH em torno de 6,0 e condutividade elétrica de 0,5  $\mu\text{S cm}^{-1}$  no extrato aquoso 5:1. O substrato apresentou 0,62% de N, determinado no extrato ácido (sulfúrico) pelo método Kjeldahl.

Os mini-tubérculos foram plantados em vaso de 3 L contendo o substrato comercial. Aos 21 dias após a emergência (DAE) foi realizada a aplicação de quantidade adicional de substrato na parte superior do vaso, imitando-se a amontoa que é feita normalmente no campo.

Aos 21, 35 e 56 DAE foi coletada a quarta folha a partir do ápice (folha referência). Após a secagem, a folha referência foi macerada em cadinho, para a determinação do teor de N (TN), após digestão sulfúrica, utilizando-se o reagente Nessler (Jackson, 1958). Pela multiplicação da massa seca da folha referência pelo teor de N foi obtida a variável conteúdo de N ou quantidade de N acumulada na folha referência (QNA).

Durante o ciclo vegetativo os vasos foram irrigados diariamente com água deionizada. Após a completa seca natural da parte aérea, aos 86 DAE, foi realizada a colheita sendo avaliados os dados de produção: número de tubérculos (NT) e massas fresca (MFT) e seca de tubérculos (MST).

Os dados foram submetidos à análise de variância, de regressão, teste de média e de correlação, de acordo com a característica dos dados. Os modelos foram escolhidos com base na lógica biológica, significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t a 1 e 5% de probabilidade e no coeficiente de determinação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambas as cultivares, na fase inicial de crescimento da planta, aos 21 DAE, nenhuma combinação de tratamentos (dose e modo) influenciou o teor de N (TN) na folha referência (Tabela 1). Provavelmente, até então a disponibilidade de N no substrato não foi fator limitante. Aos 56 DAE passou a ser observado o efeito de dose, em cada modo de aplicação, sobre o TN,

**Tabela 1.** Valor médio do teor de nitrogênio (TN) e da quantidade de nitrogênio acumulada na folha referência, em cada modo de aplicação (M) do nitrogênio ao substrato, respectivamente aos 21, 35 e 56 dias após a emergência das plantas, para as cultivares de batata Atlantic e Opaline [average value of the nitrogen content (TN) and the amount of nitrogen accumulated in the reference leaf in each application mode (M) of nitrogen to the substrate, respectively at 21, 35 and 56 days after plant emergence, potato cultivars Atlantic and Opaline]. Viçosa, UFV, 2010.

Característica	Dias após a emergência					
	21		35		56	
	Atlantic	Opaline	Atlantic	Opaline	Atlantic	Opaline
<b>Nitrogênio na folha referência (g/kg)</b>						
TN-M1	77,00	75,31	S	56,79	S	55,83
TN-M2	75,38	78,56	S	59,02	S	S
TN-M3	75,73	73,24	S	57,15	S	S
TN-M4	75,29	73,60	63,53	57,87	S	S
TN-M5	76,27	66,51	S	56,36	43,88	56,20
<b>Nitrogênio acumulado na folha referência (mg)</b>						
QNA-M1	13,79	5,92	39,91	11,06	39,95	10,66
QNA-M2	16,10	7,20	41,91	11,34	38,20	10,73
QNA-M3	16,54	6,17	S	9,48	S	8,66
QNA-M4	14,50	6,37	40,48	11,61	36,64	10,54
QNA-M5	S	5,19	41,89	12,05	S	S

S= houve efeito significativo de dose de N; QNA= quantidade de N na folha (S= significant effect of N doses; QNA= N quantity on leaf).

**Tabela 2.** Relação entre dose de nitrogênio (X, expresso em mg dm<sup>-3</sup>) e o teor de nitrogênio na massa seca da folha referência (TN) (Y, expresso em g kg<sup>-1</sup>) e entre a quantidade de N acumulada na folha referência (QNA) (Y, expresso em mg), em cada modo de aplicação (M) do nitrogênio ao substrato, respectivamente aos 21, 35 e 56 dias após a emergência das plantas para as cultivares de batata Atlantic e Opaline [relation between nitrogen (X, expressed in mg dm<sup>-3</sup>) and total nitrogen in the dry leaf reference (TN) (Y, expressed in g kg<sup>-1</sup>) and between the amount of N accumulated in the reference leaf (QNA) (Y, expressed in mg) in each application mode (M) of nitrogen to the substrate, respectively at 21, 35 and 56 days after plant emergence, potato cultivars Atlantic and Opaline]. Viçosa, UFV, 2010.

Atlantic		
TN35-M1	$\hat{y} = 60,8327 + 0,02785^{**} X$	0,95
TN35-M2	$\hat{y} = 60,9840 + 0,01838^{**} X$	0,92
TN35-M3	$\hat{y} = 62,7327 + 0,01447^{**} X$	0,93
TN35-M5	$\hat{y} = 60,5583 + 0,06482^{*} X - 0,00011316^{*} X^2$	0,97
TN56-M1	$\hat{y} = 40,9093 + 0,03300^{**} X$	0,99
TN56-M2	$\hat{y} = 41,7747 + 0,03977^{**} X$	0,97
TN56-M3	$\hat{y} = 42,1567 + 0,02333^{*} X$	0,80
TN56-M4	$\hat{y} = 42,1080 + 0,02581^{*} X$	0,97
QNA21-M5	$\hat{y} = 21,40235 - 0,06005^{**} X + 0,00009547^{*} X^2$	0,80
QNA35-M3	$\hat{y} = 46,66468 - 0,03280^{*} X$	0,67
QNA56-M3	$\hat{y} = 30,57363 + 0,07084^{*} X - 0,00014077^{*} X^2$	0,96
Opaline		
TN56-M2	$\hat{y} = 50,12215 + 0,11512^{*} X - 0,00021134^{*} X^2$	0,98
TN56-M3	$\hat{y} = 51,40667 + 0,02636^{*} X$	0,85
TN56-M4	$\hat{y} = 46,17667 + 0,04716^{*} X$	0,86
QNA56-M5	$\hat{y} = 5,33388 + 0,02665^{*} X$	0,93

havendo aumento de TN com aumento da dose de N (Tabela 2). O produto de TN pela massa seca da folha fornece a quantidade de nitrogênio na folha referência (QNA); portanto, um índice que associa o desenvolvimento da planta a seu estado nitrogenado. Verificou-se, nas duas cultivares, que tal índice não foi afetado por dose de N quando essa foi aplicada diluídamente como em M2 e M4 (Tabela 1).

O aumento do teor de N na folha referência (TN) verificado nos diversos modos de aplicação e épocas de amostragem causadas pelos tratamentos (Tabela 2) não propiciou reflexo no número total de tubérculos (NT). Nenhuma combinação de modo de aplicação do fertilizante nitrogenado e dose de N influenciaram o NT, o qual atingiu o valor médio estimado em unidades por planta de 4,75 e 28,63 para as cultivares Atlantic e Opaline, respectivamente (Tabela 3). A diferença observada no número de tubérculos é devida às características intrínsecas das cultivares.

Dose de N aplicada em maior proporção na fase de início de tuberização, 21 DAE, como ocorreu em M1 e M3, principalmente na cultivar Atlantic,

**Tabela 3.** Equações ajustadas para a relação entre dose de nitrogênio (X, expresso em mg dm<sup>-3</sup>) e o número de tubérculos (NT expresso em unidade), massa fresca total de tubérculos (MFT, expressa em g) e massa seca total de tubérculos (MST, expressa em g), em cada modo de aplicação (M) do nitrogênio ao substrato, respectivamente aos 21, 35 e 56 dias após a emergência das plantas, para as cultivares de batata Atlantic e Opaline [adjusted equations for the relation between nitrogen (X, expressed in mg dm<sup>-3</sup>) and the number of tubers (NT expressed in unit), total fresh tuber (MFT, expressed in g) and total dry mass of tubers (MST expressed in grams) in each application mode (M) of nitrogen to the substrate, respectively at 21, 35 and 56 days after plant emergence, potato cultivars Atlantic and Opaline]. Viçosa, UFV, 2010.

Variável	Equação ajustada	r <sup>2</sup> /R <sup>2</sup>
	Atlantic	
NT-M1	$\hat{y} = 4,8333$	-
NT-M2	$\hat{y} = 4,7500$	-
NT-M3	$\hat{y} = 4,9167$	-
NT-M4	$\hat{y} = 5,5000$	-
NT-M5	$\hat{y} = 3,7250$	-
MFT-M1	$\hat{y} = 171,6667 - 0,09607* X$	0,78
MFT-M2	$\hat{y} = 163,0833$	-
MFT-M3	$\hat{y} = 161,9333 - 0,09449* X$	0,96
MFT-M4	$\hat{y} = 166,2500$	-
MFT-M5	$\hat{y} = 152,1668$	-
MST-M1	$\hat{y} = 26,9927 - 0,01327* X$	0,40
MST-M2	$\hat{y} = 27,4317$	-
MST-M3	$\hat{y} = 26,3858 - 0,01774* X$	0,66
MST-M4	$\hat{y} = 25,7337$	-
MST-M5	$\hat{y} = 24,3467$	-
	Opaline	
NT-M1	$\hat{y} = 25,9167$	-
NT-M2	$\hat{y} = 32,0833$	-
NT-M3	$\hat{y} = 31,5000$	-
NT-M4	$\hat{y} = 28,2500$	-
NT-M5	$\hat{y} = 25,4167$	-
MFT-M1	$\hat{y} = 160,5000$	-
MFT-M2	$\hat{y} = 185,5000$	-
MFT-M3	$\hat{y} = 179,5000$	-
MFT-M4	$\hat{y} = 166,5000$	-
MFT-M5	$\hat{y} = 148,6667$	-
MST-M1	$\hat{y} = 19,37158$	-
MST-M2	$\hat{y} = 22,85792$	-
MST-M3	$\hat{y} = 21,67883$	-
MST-M4	$\hat{y} = 19,96400$	-
MST-M5	$\hat{y} = 16,83083$	-

\*significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t” (significant at 5% probability, “t” test).

promoveu efeito linear decrescente nas variáveis massas fresca (MFT) e seca de tubérculo (MST), determinadas na colheita (Tabela 3). Nos demais modos de aplicação, 2, 4 e 5, não houve efeito de dose sobre as referidas variáveis.

A aplicação concentrada de N, 90

e 50% da dose estudada, aos 21 DAE (modo de aplicação 1 e 3) para a cultivar Atlantic e 90% da dose estudada, aos 21 DAE (modo de aplicação 1) para a cultivar Opaline, provocou efeito negativo sobre a produção de tubérculos (massa). Nessa data, as doses de 115, 230 e 460

mg dm<sup>-3</sup> foram integralizadas nos modos de aplicação 1 e 3, enquanto já haviam sido integralizadas no momento do plantio no modo 5 de aplicação, visto que não houve efeito de dose de N sobre a produção de tubérculos. Desta forma, o efeito negativo de dose de N sobre a produção (massa) de tubérculos de batata foi devido ao modo de aplicar e não devido à dose de N aplicada.

Nos modos de aplicação 1 e 3 (90 e 50%) foi elevada a porcentagem de cada dose aplicada de uma única vez em cobertura aos 21 DAE. É nessa ocasião que se inicia o processo de tuberização, com elevada taxa de enchimento de tubérculos. Pode ser que o processo de enchimento de tubérculos tenha sido irreversivelmente influenciado pela aplicação do N, resultando em efeito linear decrescente das doses de N sobre a produção (massa) de tubérculos na colheita, sem contudo terem as mesmas doses influenciado a diferenciação do NT.

A adição de N a substrato orgânico com alta disponibilidade de N pode proporcionar efeito negativo sobre a produção de tubérculo-semente, principalmente em vaso. Tal fato foi relatado por Fontes *et al.* (2008) ao utilizarem plântula de batata advinda de cultura de tecido como material de propagação cultivada em substrato orgânico. Em campo de produção no sistema orgânico, Hagman *et al.* (2009) encontraram que a adição de N não teve efeito significativo sobre a produção de tubérculos de batata.

Extensivos estudos têm mostrado que a tuberização da batata é controlada por diversos fatores ambientais e endógenos na planta tais como temperatura, comprimento do dia, combinação de hormônios, disponibilidade de nutrientes incluindo-se o N. Portanto, o N é fator ambiental envolvido no controle da tuberização que, juntamente com o fotoperíodo, pode permitir a tuberização por meio dos fitohormônios endógenos (Jackson, 1999). Alto nível de N pode inibir a atividade ou alterar os níveis de reguladores de crescimento na planta (Stallknecht, 1985). Em condições de campo, doses consideradas elevadas de N atrasam a tuberização (Santelith & Ewing, 1981), reduzem a translocação do carbono da folha para os tubérculos

e aumentam o fluxo de N para as folhas novas ao invés de dirigi-lo aos tubérculos (Oparka *et al.*, 1987).

Em condição de campo, os relatos sobre os efeitos do parcelamento da dose de N são numerosos e com resultados variáveis, indicando que pode haver benefícios sobre a produtividade com a prática de parcelar o adubo (Errebhi *et al.*, 1998; Chowdhury *et al.*, 2002), mas pode não haver benefícios ou mesmo haver prejuízos na cultura da batata (Joern & Vitosh, 1995; Vos, 1999; Kuisma, 2002; Zebarth *et al.*, 2004; Love *et al.*, 2005). As diferenças de respostas ao parcelamento da dose de N em condição de campo são determinadas por fatores como textura do solo, intensidade de chuva, rapidez de formação do sistema radicular, teor de N disponível no solo, dose adicionada do adubo nitrogenado entre outras que aumentem a probabilidade de lixiviação e de salinização do meio.

Em condições de alto suprimento de N e, mais frequentemente, sob condições de pouca luz, a planta tende a acumular N nas folhas como resultado do excesso de absorção (consumo de luxo) em relação à incorporação (Demsar *et al.*, 2004). O excesso de N regula a biosíntese de carboidratos. Isso pode ter ocorrido no presente experimento, em ambiente protegido e com temperatura relativamente alta durante a fase experimental, em que a máxima variou de 30-35°C e a mínima de 19-23°C. Nessas condições, a adição de N ao substrato orgânico pode ter sido maior do que a incorporação de carbono por limitação no suprimento de energia luminosa e alta respiração.

Nenhuma combinação de dose e modo de aplicação do fertilizante nitrogenado influenciou o número de tubérculos de batata. Além disso, quando houve efeito de dose de N sobre a massa de tubérculos, a dose zero proporcionou o maior valor da massa. A aplicação concentrada de N no momento da tuberização foi prejudicial para a planta, pois reduziu a massa seca e fresca de tubérculos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG,

CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro e concessão de bolsas de pós-graduação.

## REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. 2011. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Agroinformativos.
- BURTON DL; ZEBARTH BJ; GILLAM KM; MACLEOD JA. 2008. Effect of split application of fertilizer nitrogen on N<sub>2</sub>O emissions from potatoes. *Canadian Journal of Soil Science* 88: 229-239.
- CHOWDHURY MRI; SARWAR AKMG; FAROOQUE AM. 2002. Effect of nitrogen and its methods of application on growth and yield of potato. *Journal of Biological Sciences* 2: 616-619.
- COELHO FS; FONTES PCR; PUIATTI M; NEVES JCL; SILVA MCC. 2010. Dose de N associada à produtividade de batata e índices do estado de N na folha. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34: 1175-1183.
- CORASPE-LEON HM. 2007. *Aspectos nutricionais da batateira para a produção de tubérculo-semente em ambiente protegido*. Piracicaba: ESALQ, 111p (Tese doutorado).
- DEMSAR J; OSVALD J; VODNIK D. 2004. The effect of light-dependent application of nitrate on the growth of aeroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science* 129: 570-575.
- ERREBHI M; ROSEN CJ; GUPTA SC; BIRONG DE. 1998. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. *Agronomy Journal* 90: 10-15.
- FONTES PCR. 2001. *Diagnóstico do estado nutricional das plantas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 122p.
- FONTES PCR. 2011. *Nutrição mineral de plantas: avaliação e diagnose*. Viçosa: Editora Arka, 296p.
- FONTES PCR; SAMPAIO JUNIOR JD; MOREIRA MA; GUIMARÃES MA; PUIATTI M; LANI ERG. 2008. Produção de mini-tubérculos de batata-semente em função de doses de N aplicadas ao substrato. *Horticultura Brasileira* 26: 116-120.
- HAGMAN JE; MARTENSSONA; GRANDIN U. 2009. Cultivation practices and potato cultivars suitable for organic potato production. *Potato Research* 52: 319-330.
- JACKSON ML. 1958. Soil chemical analysis. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- JACKSON SD. 1999. Multiple signaling pathways control tuber induction in potato. *Plant Physiology* 119: 1-8.
- JOERN BC; VITOSH ML. 1995. Influence of applied nitrogen on potato part i: yield, quality, and nitrogen uptake. *American Potato Journal* 72: 51-73.
- KUISMA P. 2002. Efficiency of split nitrogen fertilization with adjusted irrigation on potato. *Agricultural and Food Science in Finland* 11: 59-74.
- LOVE SL; STARK JC; SALAIZ T. 2005. Response of four potato cultivars to rate and timing of nitrogen fertilizer. *American Journal of Potato Research* 82: 21-30.
- MAIDL FX; BRUNNER H; STICKSEL E. 2002. Potato uptake and recovery of nitrogen 15N-enriched ammonium nitrate. *Geoderma* 105: 167-177.
- MOREIRA MA. 2008. *Características da planta e produção de batata-semente básica em substrato com diferentes materiais de propagação* Viçosa: UFV, 190p. (Tese doutorado).
- NAVA G; DECHEN AR; IUCHI VL. 2007. Produção de tubérculos de batata-semente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. *Horticultura Brasileira* 25: 365-370.
- OPARKA KJ; DAVIES HV; PRIOR DAM. 1987. The influence of applied N on export and partitioning of current assimilate by field grown potato plants. *Annals of Botany* 59: 484-488.
- SAMPAIO JUNIOR JD; FONTES PCR; GUIMARÃES MA; MOREIRA MA. 2009. Produção de mini-tubérculos de batata propagadas por brotos, em função de doses de N aplicadas ao substrato. *Bioscience Journal* 25: 75-82.
- SAMPAIO JUNIOR JD; FONTES PCR; MOREIRA MA; GUIMARÃES MA. 2008. Produção de mini-tubérculo semente de batata, em função de doses de N aplicadas ao substrato. *Bioscience Journal* 24: 1-9.
- SANTELITH G; EWING EE. 1981. Effects of nitrogen fertilization on growth and development of potatoes. *American Potato Journal* 58: 517-518.
- SILVA EC; GIUSTO AB; DIAS JACS. 2006. Produção de mini-tubérculos a partir de brotos de cultivares de batata em diferentes combinações de substratos. *Horticultura Brasileira* 24: 241-244.
- SILVA MCC; FONTES PCR; MIRANDA GV. 2007. Modelos estatísticos para descrever a produtividade de batata em função da adubação nitrogenada. *Horticultura Brasileira* 25: 360-364.
- STALLKNECHT GF. 1985. Tuber initiation in *Solanum tuberosum*: effect of phytohormones and induced changes in nucleic acid and protein metabolism. In: LI PH. *Potato Physiology*. London: Academic Press, p. 231-260.
- VOS J. 1999. Split nitrogen application in potato: Effects on accumulation of nitrogen and dry matter in the crop and on the soil nitrogen budget. *Journal of Agricultural Science* 133: 263-274.
- ZEBARTH BJ; LECLERC Y; MOREATL G. 2004. Rate and timing of nitrogen fertilization of Russet Burbank potato: nitrogen use efficiency. *Canadian Journal Plant Science* 84: 845-854.
- ZVOMUYA F; ROSEN CJ; RUSSELLE MP; GUPTA SC. 2003. Nitrate leaching and nitrogen recovery following application of polyolefin-coated urea to potato-ground water quality. *Journal of Environmental Quality* 32: 480-489.