

EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES POR CULTIVARES DE BATATA

ABSORPTION AND NUTRIENTS USE EFFICIENCY BY POTATO CULTIVARS

Adalton Mazetti FERNANDES¹; Rogério Peres SORATTO²

1. Doutorando em Agronomia (Agricultura), Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP, Brasil. adalton@fca.unesp.br; 2. Professor Adjunto, Doutor, Departamento de Produção Vegetal, FCA - UNESP, Botucatu, SP, Brasil. soratto@fca.unesp.br

RESUMO: O uso de cultivares eficientes na utilização de nutrientes é fundamental para aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção. Objetivou-se com esse experimento avaliar a absorção e a eficiência de utilização de nutrientes em cinco cultivares de batata. O experimento foi conduzido na safra de inverno de 2008, em Latossolo Vermelho, no município de Itai-SP. Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelas cinco cultivares e as subparcelas por épocas de coletas, realizadas no momento do plantio e a cada sete dias após a emergência. Aos 97 dias após o plantio (DAP) calculou-se a eficiência de utilização de nutrientes para produção de matéria seca (MS) total e aos 122 DAP calcularam-se as eficiências de utilização de nutrientes para produção de tubérculos frescos e de MS dos mesmos. As cultivares Asterix e Mondial apresentaram maior produção de MS, produtividade de tubérculos frescos e maior acúmulo de nutrientes. A eficiência de utilização de nutrientes para a produção de MS total e MS de tubérculos foi semelhante entre as cultivares, mas, a cultivar Ágata foi mais eficiente na utilização de nutrientes para a produção de tubérculos frescos.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum tuberosum*. Nutrição mineral. Absorção. Metabolismo.

INTRODUÇÃO

No cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.), normalmente são empregadas altas doses de fertilizantes (REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2001). Além disso, muitos produtores não acatam as recomendações técnicas de adubação para a cultura e adubam muitas vezes sem sequer realizar a análise química do solo (NAVA et al., 2007), utilizando quantidades superiores às necessárias de fertilizantes no momento do plantio. Isso, além de aumentar os custos de produção da cultura, causa redução na eficiência de uso dos fertilizantes.

Uma das formas de se reduzir a quantidade de fertilizantes aplicados na cultura é o plantio de cultivares com maior eficiência na utilização de nutrientes, pois, o uso adequado de nutrientes é fundamental para aumentar ou sustentar a produção agrícola (FAGERIA, 2000). Embora, as peculiaridades de cada cultivar façam grande diferença no manejo e na produtividade da cultura (YORINORI, 2003; CORASPE-LEÓN et al., 2009), ainda não se tem recomendações específicas de adubação para a maioria das cultivares, provavelmente, devido à falta de maiores informações referentes à eficiência de uso dos nutrientes nas principais cultivares plantadas no Brasil. As cultivares Ágata, Asterix e Atlantic estão entre as mais plantadas no Brasil (FELTRAN; LEMOS, 2005; SILVA et al., 2009), sendo que as cultivares Markies e Mondial também têm se

destacado em algumas regiões, pela produtividade e qualidade dos tubérculos. Essas cinco cultivares representam cerca de 78% de toda a área cultivada com batata no Brasil (ABBA, 2010). Contudo, pouco se conhece sobre a eficiência de utilização de nutrientes nestas cultivares, nas condições brasileiras.

Como a absorção, o transporte e a redistribuição de nutrientes apresentam controle genético, existe a possibilidade de melhorar e/ou selecionar cultivares mais eficientes quanto ao uso de nutrientes (GABELMAN; GERLOFF, 1983). Dessa forma, a constatação de diferenças na eficiência de utilização dos nutrientes entre as cultivares de batata mais plantadas no Brasil, tem grande relevância prática, pois, permite a adoção de regimes diferenciados de adubação nessa cultura, assim como têm sido pressuposto para outras culturas (FAGERIA, 2000). Assim, o emprego de cultivares de batata eficientes na utilização de nutrientes torna-se fator importante no cenário atual, em função da demanda por produtividades mais elevadas e redução de custos com o uso de fertilizantes, os quais, dependendo do preço e da época de cultivo, podem representar mais de 32% do custo de produção da cultura (AGRIANUAL, 2009).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a absorção e a eficiência de utilização de nutrientes em cinco cultivares de batata.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante a safra de inverno de 2008, em área de produção de batata no município de Itaí, SP (23°28' S; 49°08' W e 670 m de altitude). As características químicas da

camada arável (0-0,20 m) do Latossolo Vermelho, textura argilosa, foram determinadas antes da instalação do experimento, segundo métodos propostos por Raij et al. (2001), cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas de um Latossolo Vermelho, na profundidade de 0-0,20 m antes da instalação do experimento.

pH	P _{resina}	M.O.	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	SB	V
CaCl ₂	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³						%
4,4	71	31,8	5,6	28,6	6,1	74,7	115,1	40,4	35,1
B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO ₄ ²⁻				
mg dm ⁻³									
2,1	1,7	32,2	17,1	3,1	23,1				

O preparo do solo foi realizado de forma convencional com a seguinte seqüência de operações: dessecação, roçagem, duas gradagens pesadas, escarificação, aração e uma gradagem leve às vésperas do plantio. A adubação de plantio constou da aplicação de 2.100 kg ha⁻¹ da fórmula N-P-K 04-30-10, no sulco com um sulcador-adubador mecanizado. Após a adubação os sulcos foram abertos mecanicamente e o plantio foi realizado manualmente, no dia 8/6/2008, no espaçamento de 0,80 m entre fileiras e 0,35 m entre plantas. Utilizaram-se tubérculos-semente certificados, tipo III, com massa média de 41g, 48g, 36g, 28g e 31g, respectivamente, para as cultivares Ágata, Asterix, Atlantic, Markies e Mondial.

Foram aplicados 227 kg ha⁻¹ da fórmula N-P-K 20-05-20 em cobertura, aos 29 DAP, antecedendo a amontoa. A irrigação e o manejo fitossanitário da cultura seguiram as recomendações técnicas para a cultura e os critérios adotados pelo produtor.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por cinco cultivares de batata (Ágata, Asterix, Atlantic, Markies e Mondial) e as subparcelas por épocas de coletas de plantas (avaliações), que foram realizadas no momento do plantio (tubérculos-semente) e aos 20, 27, 34, 41, 48, 55, 62, 69, 76, 83, 90 e 97 dias após o plantio (DAP). Cada parcela foi constituída por 10 fileiras de 10 m de comprimento.

Em cada época de coleta, retirou-se de cada parcela quatro plantas inteiras que tinham de todos os lados plantas competitivas e que apresentavam-se aparentemente bem nutridas e com ausência de sintomas de viroses. Em cada data de coleta foi definido o estágio de desenvolvimento das plantas de cada cultivar, sendo considerado como: Estádio I

- crescimento vegetativo, da emergência até 34 DAP; Estádio II - tuberização, de 35 a 41 DAP; Estádio III - enchimento de tubérculos, de 42 a 90 DAP e Estádio IV - maturação, de 91 a 122 DAP.

As plantas amostradas foram separadas em tubérculos-semente, raízes, hastes, folhas e tubérculos, lavadas e secadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 96 h e pesadas. As curvas de acúmulo de matéria seca (MS) nas plantas inteiras foram obtidas pelo somatório da MS dos diferentes órgãos das plantas, associados às épocas de coleta, ocorrendo o acúmulo máximo de MS aos 97 DAP (Fernandes et al., 2010). Após pesadas, as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley e determinaram-se os teores de macro e micronutrientes em cada órgão das plantas (MALAVOLTA et al., 1997).

Os teores de nutrientes na planta inteira (em cada época de coleta) foram obtidos através da média ponderada dos teores nos diferentes órgãos das plantas: Teor ponderado na planta = [(teor tubérculo-semente x MS tubérculo-semente) + (teor raiz x MS raiz) + (teor haste x MS haste) + (teor folha x MS folha) + (teor tubérculo x MS tubérculo)] / (MS tubérculo-semente + MS raiz + MS haste + MS folha + MS tubérculo).

Com os dados de teores de nutrientes e de acúmulo de MS na planta inteira, associados às épocas de coleta de plantas calcularam-se as curvas de acúmulo de nutrientes na planta inteira, para definir qual a época de acúmulo da quantidade máxima de nutrientes em cada cultivar, que ocorreu aos 97 DAP (FERNANDES, 2010). A eficiência de utilização dos nutrientes pelas cultivares de batata foi calculada aos 97 DAP, época em que as cultivares apresentaram os máximos acúmulos de MS e nutrientes (FERNANDES et al., 2010; FERNANDES, 2010). A eficiência de utilização para produção de MS foi calculada através da

relação: kg de MS total produzida/kg de nutriente acumulado na planta (FAGERIA et al., 1997).

Aos 97 DAP após a última coleta, realizou-se a dessecação da parte aérea das plantas de todas as cultivares com o herbicida Diquat (330 g do i.a. ha⁻¹), e aos 122 DAP foram colhidos os tubérculos de 20 plantas das linhas centrais de cada parcela para a determinação da produtividade. De posse desses resultados, foi calculada a eficiência de utilização dos nutrientes para a produtividade de tubérculos frescos pela da relação: kg de tubérculos frescos/kg de nutrientes acumulados na planta até aos 97 DAP (HUSSEIN, 2009). Também foi calculada a eficiência de utilização dos nutrientes para a produção de MS de tubérculos, através da relação: kg de MS de tubérculos produzidos na colheita final (122 DAP)/kg de nutrientes extraídos até aos 97 DAP.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias das cultivares foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as cultivares apresentaram o máximo acúmulo de MS aos 97 DAP. As cultivares Asterix e Mondial apresentaram acúmulo de MS superior ao observado nas demais cultivares, com valores de 7.062 e 6.872 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2). Verifica-se que a cultivar Markies apresentou acúmulo de MS intermediário, porém sem diferir da cultivar Ágata. Já os menores acúmulos de MS

foram observados nas cultivares Ágata e Atlantic, com quantidades de 5.268 e 5.050 kg ha⁻¹, respectivamente. Esses resultados demonstram que há diferenças entre as cultivares estudadas com relação ao acúmulo de MS. Tekalign e Hammes (2005) também observaram diferenças entre cultivares de batata, quanto ao acúmulo e distribuição de MS. Yorinori (2003) observou durante a safra “das águas”, com a cultivar Atlantic, acúmulo de 9.161 kg ha⁻¹ de MS, ou seja, superior ao observado para todas as cultivares estudadas, porém, na safra das “secas” esse autor observou acúmulo de 6.226 kg ha⁻¹ de MS, isto é, inferior apenas àquele observado nas cultivares Asterix (7.062 kg ha⁻¹) e Mondial (6.872 kg ha⁻¹).

Os teores de N, P, K, Ca e Mn das plantas não diferiram entre as cultivares estudadas (Tabela 2). A cultivar Mondial apresentou os maiores teores de Mg, contudo sem diferir das cultivares Atlantic e Markies. Já a cultivar Asterix apresentou teor de Mg, maior que o da cultivar Ágata, mas semelhante ao das cultivares Atlantic e Markies. O teor de S diferiu apenas entre a cultivar Atlantic e as cultivares Asterix e Markies. Com relação ao B, constata-se que o teor desse nutriente diferiu somente entre as cultivares Mondial e Markies, enquanto que a cultivar Asterix apresentou teor de Cu superior ao das cultivares Ágata, Atlantic e Mondial. Os teores de Fe diferiram apenas entre a cultivar Asterix e as cultivares Atlantic e Mondial, sendo que a cultivar Mondial apresentou teor de Zn superior ao de todas as demais cultivares estudadas (Tabela 2).

Tabela 2. Acúmulo máximo de MS e teores de macro e micronutrientes na planta inteira de cultivares de batata aos 97 DAP.

Cultivares	MS kg ha ⁻¹	N	P			K			Ca	Mg	S	B	Cu	Fe		Mn	Zn
			g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹									
Ágata	5.268bc	17a	2,7a	27a	6a	1,2c	1,1ab	11ab	14b	287ab	72a	59b					
Asterix	7.062a	16a	2,8a	28a	7a	1,5b	1,0b	10ab	23a	200b	85a	56b					
Atlantic	5.050c	17a	3,1a	32a	6a	1,8ab	1,5a	11ab	13b	293a	101a	58b					
Markies	5.506b	18a	2,4a	31a	7a	1,7ab	0,9b	9b	17ab	217ab	85a	56b					
Mondial	6.872a	16a	2,7a	33a	7a	1,9a	1,1ab	12a	14b	294a	92a	66a					
CV(%)	12,8	6,8	11,6	8,2	12,2	7,8	18,6	8,7	17,9	15,7	16,3	5,3					

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Quando à absorção de nutrientes, verificou-se que todas as cultivares apresentaram a máxima extração de nutrientes aos 97 DAP (FERNANDES, 2010) (Tabela 3). As cultivares Asterix e Mondial apresentam maior produção de MS e maior absorção de N, P, K, Ca, B e Mn. A maior absorção desses nutrientes por essas duas cultivares é resultado, principalmente, do maior acúmulo de MS, pois os

teores desses nutrientes na planta foram semelhantes (Tabelas 2 e 3).

A cultivar Mondial apresentou maior absorção de Mg (14 kg ha⁻¹) e Zn (435 g ha⁻¹) que as demais cultivares, o que é reflexo da elevada produção de MS e dos maiores teores desses elementos nos tecidos das plantas dessa cultivar (Tabelas 2 e 3), já que, a cultivar Asterix que teve produção de MS semelhante à Mondial, mas

apresentou menor teor de Mg e Zn, extraiu quantidades menores (Tabelas 2 e 3). As cultivares Asterix, Mondial e Atlantic, absorveram quantidades semelhantes de S, ou seja, o maior teor de S nas plantas da cultivar Atlantic, mesmo com menor produção de MS, proporcionou acúmulo semelhante de S entre essas cultivares (Tabelas 2 e

3). Já a absorção de Fe diferiu apenas entre as cultivares Mondial, Ágata e Markies (Tabela 3). Embora a cultivar Asterix tenha produzido mais MS que as cultivares Ágata, Atlantic e Markies, o teor de Fe nos seus tecidos foi menor, resultando em absorção semelhante desse nutriente (Tabelas 2 e 3).

Tabela 3. Absorção máxima de nutrientes pelas plantas durante o ciclo das cultivares de batata na safra de inverno.

Cultivares	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha ⁻¹					
Ágata	90bc	14b	166c	34cd	8d	7b
Asterix	117a	18a	230ab	50ab	12b	8a
Atlantic	88c	14b	184c	33d	9c	8a
Markies	98ab	14b	185bc	38bc	10bc	7b
Mondial	115a	18a	256a	51a	14a	8a
CV (%)	12,1	17,6	19,1	22,3	11,9	17,8
Cultivares	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	g ha ⁻¹					
Ágata	52b	89bc	1.531b	408c	295c	
Asterix	68a	156a	1.893ab	603ab	375b	
Atlantic	50b	81c	1.960ab	544b	270c	
Markies	47b	91b	1.476b	513bc	300c	
Mondial	74a	88bc	2.563a	632a	435a	
CV (%)	14,5	30,8	67,5	20,7	23,2	

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

A cultivar Asterix foi superior em relação às demais quanto à capacidade de absorção de Cu (156 g ha⁻¹), pois além da elevada produção de MS essa cultivar apresentou maior teor desse elemento nos tecidos (Tabelas 2 e 3). De maneira geral, a cultivar Atlantic foi uma das cultivares que apresentou menor produção de MS e menor absorção de N, K, Ca, Mg, Cu e Zn (Tabelas 2 e 3). Os resultados obtidos estão de acordo com Ramos et al. (2009), os quais verificaram que o acúmulo de nutrientes pelas plantas depende da concentração dos nutrientes nos tecidos e da produção de MS.

Com relação à eficiência de utilização de nutrientes para a produção de MS total, constatou-se que não houve diferença entre as cultivares com relação aos nutrientes N, P, Ca, Cu, Fe e Mn, demonstrando que as cultivares apresentam capacidade similar de redistribuir e utilizar esses nutrientes no metabolismo do processo de crescimento (Tabela 4). Balemi e Schenk (2009) estudando a eficiência de utilização de P em genótipos de batata obtiveram resultados diferentes do obtido. Esses autores constataram diferenças entre os genótipos de batata quanto à eficiência de utilização desse nutriente, de modo que àqueles com maior eficiência de utilização apresentaram maior produção de MS da parte aérea.

Nota-se que a cultivar Ágata foi mais eficiente que a cultivar Mondial na utilização do K, e mais eficiente que as cultivares Atlantic e Mondial na utilização do Mg (Tabela 4). A maior eficiência de utilização do K e Mg pela cultivar Ágata pode ser devido ao melhor emprego desses nutrientes no metabolismo e crescimento, já que os teores desses nutrientes foram menores nos tecidos dessa cultivar (Tabela 2) e os valores de produção de MS chegaram a 32 e 659 kg de MS para cada kg de K e Mg absorvidos, respectivamente (Tabela 4). Plantas com maior eficiência de utilização de nutrientes mantêm os processos de divisão e expansão celular, mesmo com baixas concentrações de nutrientes nos tecidos (CHIERA et al., 2002; KAVANOVA et al., 2006), o que está de acordo com o observado no presente estudo. Em outros estudos, as maiores eficiências de utilização de P por plantas de soja e arroz também foram associadas aos menores teores desse nutriente nos tecidos (FURLANI et al., 2002; MAUAD et al., 2004).

Quanto à eficiência de utilização de S, verificou-se diferença apenas entre as cultivares Asterix e Atlantic, sendo que a cultivar Asterix produziu em média 883 kg de MS para cada kg de S absorvido, enquanto que Atlantic produziu 631 kg de MS por kg de S absorvido (Tabela 4).

Tabela 4. Eficiência de utilização de nutrientes pelas cultivares de batata, para a produção de matéria seca total das plantas, aos 97 DAP.

Cultivares	N	P	K	Ca	Mg	S
kg de MS total kg ⁻¹ de nutriente absorvido						
Ágata	59a	376a	32a	155a	659a	753ab
Asterix	60a	392a	31ab	141a	589ab	883a
Atlantic	57a	361a	28ab	153a	561b	631b
Markies	56a	393a	30ab	145a	551ab	787ab
Mondial	60a	382a	27b	135a	491b	859ab
CV (%)	6,8	15,5	7,5	12,7	12,5	16,3
Cultivares	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
kg de MS total g ⁻¹ de nutriente absorvido						
Ágata	101ab	59a	3a	13a	18ab	
Asterix	104ab	45a	4a	12a	19a	
Atlantic	101ab	62a	3a	9a	18ab	
Markies	117a	61a	4a	11a	19a	
Mondial	93b	78a	3a	11a	16b	
CV (%)	11,4	40,7	27,4	16,9	6,5	

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

A menor eficiência de utilização de K, Mg, B e Zn observada na cultivar Mondial, deve-se a maior absorção desses nutrientes (Tabelas 3 e 4), pois à medida que aumenta a concentração de nutrientes na planta, o índice de eficiência de utilização diminui, como consequência do acúmulo crescente de nutriente, proporcionalmente, superior a MS da planta (MACHADO et al., 2001; SILVA et al., 2002).

Embora a eficiência de utilização de nutrientes para a maioria das cultivares estudadas não tenha diferido, ou para alguns nutrientes tenha se observado menor eficiência de utilização na cultivar Mondial (Tabela 4), verifica-se que as cultivares Asterix e Mondial produziram as maiores quantidades de MS (Tabela 2). Esses resultados demonstram que estas cultivares possuem maior produção de MS em função da maior absorção de alguns nutrientes (Tabelas 2 e 3) e não devido a maior eficiência de utilização desses no metabolismo e, conseqüentemente, na produção de MS (Tabelas 2 e 4).

Resultados diferentes foram obtidos na cultura do arroz, sendo que a diferenciação das linhagens de arroz ocorreu, principalmente, devido à maior capacidade de utilização do N, o que promoveu variação na produção de MS total das plantas (FURLANI et al., 1986). Isso ocorre, pelo fato que cultivares altamente eficientes na utilização de nutrientes podem ser mais produtivas ou apresentar maior conversão dos nutrientes em biomassa, em virtude do rápido transporte no xilema e rápida assimilação e/ou grande capacidade de ciclagem interna (GRAHAM, 1984). Contudo, devido à ausência de diferença entre as cultivares

quanto à eficiência de utilização dos nutrientes (Tabela 4), pode-se inferir que os processos associados à translocação, assimilação e redistribuição dos nutrientes na planta são semelhantes entre essas cultivares.

Na colheita final realizada aos 122 DAP, a produtividade de tubérculos foi de 40.908, 40.002, 37.268, 28.624 e 22.544 kg ha⁻¹, respectivamente, para as cultivares Mondial, Asterix, Ágata, Markies e Atlantic.

Com exceção do Cu, para os demais nutrientes constataram-se diferenças entre as cultivares quanto à eficiência de utilização de nutrientes para a produtividade de tubérculos frescos (Tabela 5). As cultivares Ágata, Asterix e Mondial apresentaram maior eficiência de utilização do N para a produtividade de tubérculos. Em estudo realizado por Fontes et al. (2010) foi observado que a cultivar Ágata foi menos eficiente no uso do N para a produção total de tubérculos que a cultivar Atlantic. Quanto ao P constataram-se diferenças na eficiência de uso deste nutriente, apenas entre as cultivares Ágata e Atlantic (Tabela 5), sendo os maiores valores observados na cultivar Ágata. Em outras culturas, também têm se observado diferenças entre cultivares quanto à eficiência de utilização de P para a produção comercial. Na cultura do arroz, Rotili et al. (2010) identificaram e agruparam cultivares de arroz com maior eficiência na utilização de P para a produção de grãos, e atribuíram os ganhos de produtividade desses materiais à maior eficiência nos processos associados à absorção, translocação, assimilação e redistribuição de P.

A cultivar Ágata foi mais eficiente que as demais cultivares na utilização dos nutrientes K, Ca e Mg para a produtividade de tubérculos, produzindo em média 225, 1.096 e 4.659 kg de tubérculos frescos para cada kg de K, Ca e Mg absorvidos, respectivamente (Tabela 5). Contudo essa cultivar não foi a que apresentou a maior produtividade de tubérculos. Esses resultados demonstram que embora essa cultivar apresente maior eficiência de uso de nutrientes para a produtividade de tubérculos, sua capacidade de

produção é menor que das demais cultivares. Machado et al. (2001) estudaram a eficiência de utilização de P para a produção de grãos em variedades de milho e constataram comportamento diferente do obtido no presente estudo, com a cultura da batata. Esses autores verificaram que a cultivar que apresentou maior produção por unidade do nutriente contido na planta foi a cultivar mais produtiva, provavelmente, em função do seu metabolismo mais eficiente na assimilação e conversão do nutriente absorvido.

Tabela 5. Eficiência de utilização de nutrientes pelas cultivares de batata, para a produtividade de tubérculos frescos obtida na colheita final aos 122 DAP.

Cultivares	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg de matéria fresca de tubérculos kg ⁻¹ de nutriente absorvido					
Ágata	414a	2.662a	225a	1.096a	4.659a	5.324a
Asterix	342ab	2.222ab	174b	800b	3.334b	5.000a
Atlantic	256c	1.610b	123c	683b	2.505c	2.818b
Markies	292bc	2.045ab	155bc	753b	2.862c	4.089a
Mondial	356a	2.273ab	160bc	802b	2.922bc	5.114a
CV (%)	11,8	17,8	10,9	13,1	14,1	15,9
Cultivares	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	kg de matéria fresca de tubérculos g ⁻¹ de nutriente absorvido					
Ágata	717a	419a	24a	91a	126a	
Asterix	588ab	256a	21ab	66ab	107ab	
Atlantic	451c	278a	12b	41b	83c	
Markies	609ab	315a	19ab	56b	95bc	
Mondial	553bc	465a	16ab	65ab	94bc	
CV (%)	10,9	44,4	26,1	17,1	9,1	

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Quanto à eficiência de utilização de S para a produção de tubérculos frescos, verificou-se que a cultivar Atlantic foi menos eficiente que as demais, produzindo 2.818 kg de matéria fresca (MF) de tubérculos kg⁻¹ de S absorvido, enquanto que nas demais cultivares esse valor oscilou de 4.089 kg (Markies) a 5.324 kg (Ágata) de MF de tubérculos kg⁻¹ de S absorvido (Tabela 5).

A cultivar Ágata foi mais eficiente que as cultivares Atlantic e Mondial na utilização do B para produção de matéria fresca de tubérculos e, apresentou maior eficiência de utilização de Fe que a cultivar Atlantic (Tabela 5). Com relação ao Mn, verificou-se que a cultivar Ágata apresentou maior produtividade de tubérculos por unidade de Mn absorvido em comparação as cultivares Atlantic e Markies, ou seja, foi mais eficiente na utilização desse nutriente para produção de tubérculos frescos (Tabela 5). Com exceção da cultivar Asterix, todas as demais cultivares foram menos eficientes que a cultivar Ágata na eficiência de utilização de Zn para a produtividade de tubérculos frescos (Tabela 5). Embora a cultivar Ágata tenha apresentado elevada

eficiência de utilização de nutrientes para a produtividade de tubérculos frescos, verificou-se que de maneira geral as demais cultivares não diferem quanto a essa variável (Tabela 5).

Quanto à eficiência de utilização de nutrientes para a produção de MS de tubérculos na colheita final aos 122 DAP, verificou-se que não houve diferença entre as cultivares para os nutrientes N, P e Cu (Tabela 6).

As cultivares Ágata e Asterix diferiram somente da cultivar Mondial quanto à eficiência de utilização do K, porém essas cultivares foram superiores apenas a cultivar Atlantic no uso do S (Tabela 6). Quanto à eficiência de uso do Ca e do Mg, verificou-se valores de eficiência muito semelhantes entre as cultivares, porém, a cultivar Ágata foi mais eficiente que as cultivares Markies e Mondial no uso do Ca e superior as cultivares Atlantic, Markies e Mondial no uso do Mg (Tabela 6). As cultivares Atlantic e Mondial apresentaram menor eficiência de uso de Fe e Mn quando comparada as cultivares Asterix (Fe) e Ágata (Mn), porém, apenas a cultivar Mondial foi menos

eficiente que as cultivares Ágata, Asterix e Markies no uso do B (Tabela 6). Com relação à eficiência de utilização de Zn, verificou-se que a cultivar Mondial foi menos eficiente que as cultivares Ágata, Asterix e Markies produzindo em média 12 kg de MS de

tubérculos para cada g de Zn absorvido, enquanto que as cultivares Ágata, Asterix e Markies apresentaram valores entre 16 e 18 kg de MS de tubérculos g⁻¹ de Zn absorvido (Tabela 6).

Tabela 6. Eficiência de utilização de nutrientes pelas cultivares de batata, para a produção de matéria seca de tubérculos obtida na colheita final aos 122 DAP.

Cultivares	N	P	K	Ca	Mg	S
kg de MS de tubérculos kg ⁻¹ de nutriente absorvido						
Ágata	59a	401a	36a	162a	757a	921a
Asterix	62a	350a	35a	143ab	622ab	987a
Atlantic	50a	284a	28ab	138ab	484b	603b
Markies	49a	359a	29ab	125b	541b	946a
Mondial	52a	311a	26b	117b	441b	770ab
CV (%)	13,6	18,7	13,0	11,3	14,6	15,2
Cultivares	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
kg de MS de tubérculos g ⁻¹ de nutriente absorvido						
Ágata	98a	75a	4ab	14a	17a	
Asterix	97a	44a	5a	12ab	18a	
Atlantic	83ab	78a	3b	9b	15ab	
Markies	99a	57a	4ab	11ab	16a	
Mondial	71b	65a	3b	9b	12b	
CV (%)	12,7	39,8	29,9	19,5	10,9	

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Observa-se que a maior produtividade de tubérculos obtida nas cultivares Mondial e Asterix deve-se a maior capacidade de absorção de nutrientes e de produção de MS (Tabelas 2 e 3), pois, não constatou-se grandes diferenças na eficiência de utilização de nutrientes para a produção de MS total e para a produtividade de tubérculos frescos (Tabelas 4 e 5). Essa hipótese é reforçada pelo fato da cultivar Mondial ter apresentado menor eficiência de uso dos nutrientes K, Ca, Mg, B, Fe, Mn e Zn para a produção de MS de tubérculos (Tabela 6). Já a elevada produtividade de tubérculos observada na cultivar Ágata deve-se a maior eficiência de utilização de nutrientes para a produtividade de tubérculos frescos (Tabela 5), uma vez que essa cultivar absorveu quantidades de nutrientes inferiores as cultivares Asterix e Mondial (Tabela 3) e não diferiu da maioria das cultivares quanto à eficiência de utilização de nutrientes para a produção de MS total e de tubérculos (Tabelas 4 e 6). Esse resultado também está relacionado com os

baixos teores de MS nos tubérculos dessa cultivar como tem sido observado por Feltran et al. (2004).

CONCLUSÕES

As cultivares Asterix e Mondial apresentaram maior produção de MS, produtividade de tubérculos frescos e maior acúmulo de nutrientes.

A eficiência de utilização de nutrientes para a produção de MS total e MS de tubérculos foi semelhante entre as cultivares, mas, a cultivar Ágata foi mais eficiente na utilização de nutrientes para a produção de tubérculos frescos.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo Ioshida, pela concessão da área para condução do experimento. À Associação Brasileira da Batata (ABBA) pelo auxílio financeiro. Ao CNPq pela concessão de bolsa de Mestrado ao primeiro autor e de Produtividade em Pesquisa ao segundo autor.

ABSTRACT: The use of cultivars efficient in nutrient use is essential to increase yield and reduce production costs. The objective of this study was to evaluate absorption and nutrients use efficiency on five potato cultivars. The experiment was conducted in Itaí, São Paulo State, Brazil, in winter cropping season of 2008 on Oxisol. The experimental design was randomized blocks with split-plots and four replications. Plots comprised the five potato cultivars and subplots were established by sampling times, performed at planting and every seven days after emergence. At 97 DAP was

calculated the nutrients use efficiency for dry matter production and at 122 DAP were calculated the nutrients use efficiency for fresh tuber and tuber dry matter yield. Mondial and Asterix cultivars showed greater dry matter production, higher fresh tubers yield and nutrients accumulation. Nutrients use efficiency for total dry matter and tubers dry matter, was similar among cultivars, but Ágata was more efficient in nutrients use efficiency for fresh tubers yield.

KEYWORDS: *Solanum tuberosum*. Mineral nutrition. Absorption. Metabolism.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL - Anuário da Agricultura Brasileira. Batata. São Paulo: FNP, 2009. 497p.
- ABBA - Associação Brasileira da Batata. Variedades. **Revista batata show**, Itapetininga, v. 10, n. 28, p. 1-4, 2010.
- BALEMI, T.; SCHENK, M. K. Genotypic variation of potato for phosphorus efficiency and quantification of phosphorus uptake with respect to root characteristics. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 172, n. 5, p. 669-677, 2009.
- CORASPE-LEÓN, H. M.; MURAOKA, T.; FRANZINI, V. I.; PIEDADE, S. A. S.; GRANJA, N. P. Absorción de macronutrientes por plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.) em la producción de tubérculo-semilla. **Interciencia**, Caracas, v. 34, n. 1, p. 57-63, 2009.
- CHIERA, J.; THOMAS, J.; RUFTY, T. Leaf initiation and development in soybean under phosphorus stress. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 368, p. 473-481, 2002.
- FAGERIA, N. K. Eficiência do uso de potássio pelos genótipos de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 10, p. 2115-2120, 2000.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; ALLAN JONES, C. **Growth and mineral nutrition of field crops**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1997. 624 p.
- FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B. Características agronômicas e distúrbios fisiológicos em cultivares de batata. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 106-113, 2005.
- FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B.; VIEITES, R. L. Technological quality and utilization of potato tubers. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 6, p. 598-603, 2004.
- FERNANDES, A. M. **Crescimento, produtividade, acúmulo e exportação de nutrientes em cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Curso de pós graduação em Agronomia: Agricultura, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2010.
- FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; SILVA, B. L.; SOUZA-SCHLICK, G. D. Crescimento, acúmulo e distribuição de matéria seca em cultivares de batata na safra de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 8, p. 826-835, 2010.
- 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**, Fredericton, v. 53, n. 3, p. 167-179, 2010.
- FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; AZZINI, L. E. Comportamento diferencial de linhagens de arroz na absorção e utilização de nitrogênio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 51-59, 1986.

- FURLANI, Â. M. C.; FURLANI, P. R.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; DELGADO, M. D. P. Variability of soybean germplasm in relation to phosphorus uptake and use efficiency. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 529-536, 2002.
- GABELMAN, W. H.; GERLOFF, G. C. The search for and interpretation of genetic controls that enhance plant growth under deficiency levels of a macronutrient. **Plant Soil**, East Lansing, v. 72, n. 2/3, p. 335-350, 1983.
- GRAHAM, R. D. Breeding for nutritional characteristics in cereals. In: TINKER, P.B.; LANCHLI, A. (Ed.). **Advances in plant nutrition**. New York: Praeger Publishers, 1984. p. 57-102.
- HUSSEIN, A. H. A. Phosphorus use efficiency by two varieties of corn at different phosphorus fertilizer application rates. **Research Journal of Applied Sciences**, Paris, v. 4, n. 2, p. 85-93, 2009.
- KAVANOVA, M.; LATTANZI, F. A.; GRIMOLDI, A. A.; SCHNYDER, H. Phosphorus deficiency decreases cell division and elongation in grass leaves. **Plant Physiology**, Rockville, v. 141, n. 2, p. 766-775, 2006.
- MACHADO, C. T. T.; FURLANI, A. M. C.; MACHADO, A. T. Índices de eficiência de variedades locais e melhoradas de milho ao fósforo. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 225-238, 2001.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MAUAD, M.; CRUSCIOL, C. A. C.; ALVAREZ, R. C.; SILVA, R. H. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes por cultivares de arroz de terras altas em resposta à calagem. **Científica**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 178-184, 2004.
- NAVA, G.; DECHEN, A. R.; IUCHI, V. L. Produção de tubérculos de batata-semente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 365-370, 2007.
- RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.
- RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; RODRIGUES, C. R.; SILVA, C. A.; BOLDRIN, P. F. Biomass production and phosphorus use of forage grasses fertilized with two phosphorus sources. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 335-343, 2009.
- REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 227-231, 2001.
- ROTILI, E. A.; FIDELIS, R. R.; SANTOS, M. M.; BARROS, H. B.; PINTO, L. C. Eficiência do uso e resposta à aplicação de fósforo de cultivares de arroz em solos de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 705-710, 2010.
- SILVA, F. L.; PINTO, C. A. B. P.; ALVES, J. D.; BENITES, F. R. G.; ANDRADE, C. M.; RODRIGUES, G. B.; LEPRE, A. L.; BHERING, L. P. Caracterização morfofisiológica de clones precoces e tardios de batata visando à adaptação a condições tropicais. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 295-302, 2009.
- SILVA, S. R.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; PEREIRA, P. R. G. Eficiência nutricional de potássio e crescimento de eucalipto influenciados pela compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 26, n. 4, p. 1001-1010, 2002.
- TEKALIGN, T.; HAMMES, P. S. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. I. Stomatal conductance, rate of transpiration, net photosynthesis, and dry matter production and allocation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 105, n. 1, p. 13-27, 2005.

YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. 'Atlantic'**. 2003. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e nutrição de plantas) - Curso de pós graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.