

## Nitrogênio no crescimento da planta e na qualidade de raízes da mandioca-salsa

### Nitrogen on plant growth and storage root quality of Arracacha

Amanda Rodrigues Alves Nunes<sup>I</sup> Adalton Mazetti Fernandes<sup>II\*</sup> Magali Leone<sup>III</sup>  
Emerson Loli Garcia<sup>III</sup> Luis Augusto Magolbo<sup>I</sup> Ezequiel Lopes do Carmo<sup>IV</sup>

#### RESUMO

O nitrogênio (N) é o segundo nutriente mais absorvido pela mandioca-salsa. No entanto, ainda existem dúvidas sobre a influência que esse nutriente pode exercer sobre o crescimento da planta e a qualidade das raízes de reserva. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da adubação nitrogenada no crescimento da planta e na qualidade físico-química e nutricional das raízes de mandioca-salsa. O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho distrófico de textura arenosa, no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas doses de 0, 50, 100 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. O crescimento das partes vegetativas da planta de mandioca-salsa aumentou linearmente com a adubação nitrogenada, mas a massa média e a produtividade das raízes de reserva aumentaram até as doses estimadas de 121 e 148 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. A adubação nitrogenada aumentou os teores de amido e de proteína das raízes e diminuiu os teores de açúcares totais, porém, sem influenciar a qualidade nutricional delas.

**Palavras-chave:** *Arracacia xanthorrhiza*, produtividade de raízes tuberosas, teor de proteína, teor de minerais.

#### ABSTRACT

Nitrogen (N) is the second most absorbed nutrient by Arracacha. However, there are still doubts about the influence that this nutrient can have on plant growth and the quality of the storage roots. Thus, the aim of this research was to evaluate the influence of nitrogen fertilization on plant growth and physical-chemical and nutritional quality of storage roots of Arracacha. The experiment was conducted on an Oxisol of sandy texture, in a randomized complete block design, with four replications. The treatments consisted of rates of 0, 50, 100, and 200 kg ha<sup>-1</sup> N. Growth of vegetative parts of Arracacha increased linearly with nitrogen fertilization, but the storage root mean weight and the yield of storage roots increased

up to estimated rates of 121 and 148 kg ha<sup>-1</sup> N, respectively. Nitrogen fertilization increased the starch and protein content of the storage roots and reduced the content of total sugar, but without affecting the nutritional quality of the same.

**Key words:** *Arracacia xanthorrhiza*, storage root yield, protein content, mineral content.

#### INTRODUÇÃO

As raízes de reserva da mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) apresentam elevado valor nutricional, são ricas em carboidratos, minerais e vitaminas A e C (PÁDUA, 2010), além de apresentarem amido de alta digestibilidade (CARMO & LEONEL, 2012). No entanto, para se obter elevadas produtividades nessa cultura, com a produção de raízes longas e cilíndricas, é preciso atender a alguns requisitos de manejo, dentre os quais, pode-se destacar a fertilidade equilibrada do solo (SANTOS, 2000). Porém, por se tratar de uma planta considerada rústica e que requer pouco gasto com fertilizantes e defensivos agrícolas (SANTOS, 1993), as pesquisas sobre nutrição mineral nessa cultura ainda são incipientes, o que gera dúvidas sobre as exigências nutricionais dessa tuberosa (SANTOS, 2000), além de dificultar a elaboração de recomendações precisas de adubação nos diferentes locais de cultivo e condições de manejo (PORTZ et al., 2006).

<sup>I</sup>Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rua José Barbosa de Barros, 1780, 18610-307, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: adalton@cerat.unesp.br. \*Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT), UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

<sup>III</sup>Programa de Pós-graduação em Agronomia, Energia na Agricultura, FCA, UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

<sup>IV</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Campo Novo do Parecis, MT, Brasil.

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes responsáveis pelo crescimento das plantas de mandioquinha-salsa (SANTOS, 2000) e é o segundo nutriente mais absorvido por essa tuberosa (FAQUIN & ANDRADE, 2004). Embora o N seja um dos nutrientes mais absorvidos, deve-se estar atento para não fornecê-lo em excesso, uma vez que doses excessivas de N diminuem o crescimento das raízes de reserva, o índice de colheita e favorecem o crescimento da parte vegetativa; além de prolongar o ciclo de cultivo (HERMANN, 1997). Porém, ainda existem muitas dúvidas sobre qual a melhor dose de N que deve ser aplicada no cultivo dessa espécie tuberosa, pois tem se observado respostas distintas a adubação em diferentes classes de solo e regiões de cultivo (PORTZ et al., 2004).

Algumas pesquisas indicam que doses acima de 50kg ha<sup>-1</sup> de N são suficientes para reduzir a produtividade de raízes (SILVA et al., 1966), mas outras mostram que ainda há aumento na produtividade de raízes tuberosas até os 135kg ha<sup>-1</sup> de N (DEL VALLE JÚNIOR et al., 1995). Contudo, em nenhum desses casos se estudou a influência que o N pode exercer sobre a qualidade das raízes produzidas. Pesquisas com outras culturas, como a batata, indicam que o N pode aumentar o tamanho dos tubérculos (VAEZZADEH & NADERIDARBAGHSHAHI, 2012), mas, se aplicado em doses excessivas, causa a redução nos teores de matéria seca (OLIVEIRA et al., 2006) e de amido deles (SHAN et al., 2004). Assim, pode ser que a adubação nitrogenada, além de interferir no crescimento e na produtividade da mandioquinha-salsa também exerça alguma influência sobre a qualidade das raízes tuberosas.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da adubação nitrogenada sobre o crescimento da planta e a qualidade físico-química e nutricional das raízes de mandioquinha-salsa.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA-UNESP), localizada no município de São Manuel-SP. O solo do local é um Latossolo Vermelho distrófico, com teores de argila, silte e areia de 104, 24 e 872g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. O clima da região é do tipo temperado mesotérmico, com temperatura média anual em torno de 21°C, precipitação média pluvial de 1.377mm e índice de insolação média anual de 371 horas de luz.

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20cm para determinação das características químicas (RAIJ et

al., 2001). Os resultados foram: matéria orgânica, 10g dm<sup>-3</sup>; pH (CaCl<sub>2</sub> 0,01mol L<sup>-1</sup>), 5,4; P (resina), 10mg dm<sup>-3</sup>; K, Ca, Mg e H+Al, 1,0, 7,0, 3,0 e 14mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; e saturação por bases de 43%.

Para o plantio da mandioquinha-salsa, o solo foi preparado com uma aração (arado de disco) a 20 cm de profundidade e uma operação com enxada rotativa. Após o preparo do solo, foi aplicada dose de calcário dolomítico necessária para elevar a saturação por bases a 80% (LORENZI et al., 1997). Em seguida, o calcário foi incorporado ao solo com enxada rotativa.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, cujos tratamentos foram constituídos de quatro doses de N (0, 50, 100 e 200kg ha<sup>-1</sup>). As parcelas foram compostas por três fileiras de plantas de oito metros de comprimento, no espaçamento de 0,60m entre fileiras e 0,40m entre plantas na fileira. A área útil da parcela foi representada por seis metros no centro da fileira central de plantas. Em 30/04/2013, aos 60 dias após a aplicação do corretivo, foi realizada a adubação de plantio, aplicando-se sobre os canteiros construídos a dose de 200kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de K<sub>2</sub>O, levando-se em consideração a análise de solo e as recomendações de CÂMARA & SANTOS (2002) e SOUZA & MADEIRA (2008). Nesta data, também se aplicaram 50% das doses de N estipuladas em cada tratamento. Como fonte de P e K, foi utilizado o fertilizante N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 00-10-10 e, como fonte de N, a ureia. Em seguida, os fertilizantes foram incorporados ao solo dos canteiros com enxada rotativa e realizou-se o plantio.

O plantio da mandioquinha-salsa, cultivar 'Amarela de Senador Amaral', foi realizado utilizando-se mudas selecionadas de plantas sadias e pré-enraizadas em bandejas com substrato, por 30 dias. Para o pré-enraizamento, inicialmente, as mudas foram tratadas com solução de hipoclorito de sódio a 5%, por imersão durante 10 minutos, cortadas em bisel e acomodadas no substrato das bandejas.

A adubação de cobertura foi realizada aplicando-se 25% das doses de N estabelecidas para cada tratamento, aos 30 e 60 dias após o plantio (DAP). A fonte de N utilizada na adubação de cobertura foi a ureia, a qual foi aplicada na superfície do solo em filete contínuo ao lado das fileiras de plantas. O controle de plantas daninhas foi realizado através de capina manual, sempre que necessário. A irrigação e o controle fitossanitário foram realizados de acordo com a necessidade e as recomendações técnicas para a cultura na região.

Ao final de oito meses de ciclo (240 DAP), avaliaram-se, em oito plantas da área útil (uma linha de seis metros) de cada parcela, as seguintes

características: altura das plantas (cm), considerando a altura da folha mais alta da planta em relação ao solo; diâmetro da parte aérea (cm), considerando a projeção lateral máxima das plantas; número de folhas, rebentos e raízes tuberosas por planta; massa média das raízes tuberosas (g); e matéria fresca de folhas, rebentos, coroa, raízes tuberosas (produtividade) e da planta inteira (kg ha<sup>-1</sup>).

Amostras das raízes tuberosas colhidas foram pesadas (peso fresco), fatiadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 96h. Posteriormente, realizou-se a pesagem das amostras para a obtenção dos teores de matéria seca. As amostras secas foram moidas em moinho tipo Wiley e determinados os teores de amido (ISO-6647, 1987), açúcares totais, cinzas, proteína, fibra e matéria graxa (AOAC, 2007). Em seguida, os dados foram convertidos para teor na matéria fresca. As concentrações de minerais foram determinadas nas amostras secas (P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn) (MALAVOLTA et al., 1997) e os valores obtidos convertidos para mg por 100 g de matéria fresca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e os efeitos das doses de N foram avaliados por análise de regressão. Foram realizadas análises de correlação simples entre as variáveis para determinar o grau de associação entre elas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação nitrogenada aumentou linearmente a altura das plantas, o diâmetro da parte

aérea, o número de rebentos por planta e o número de folhas por planta (Tabela 1). Na maior dose de N (200kg ha<sup>-1</sup>), a altura das plantas atingiu 37cm, ou seja, o N incrementou em até 23% a altura das plantas. Além disso, o N estimulou a emissão de novos rebentos, que cresceram com maior vigor vegetativo, resultando em maior número de folhas por planta e no aumento do diâmetro da parte aérea. O maior desenvolvimento da parte aérea é interessante até certo ponto, uma vez que foi observado que plantas de mandioquinha-salsa mais altas, exuberantes e com maior área foliar tiveram maior quantidade de raízes comerciais (CÂMARA et al., 1985). No entanto, o excesso de N pode estimular o crescimento excessivo da parte vegetativa em detrimento das estruturas de reserva (HERMANN, 1997), já que a altura das plantas e o diâmetro da parte aérea se correlacionaram somente com a matéria fresca da planta inteira e não com a matéria fresca das raízes (Tabela 2).

O número de raízes tuberosas por planta não sofreu influência das doses de N e foi em média de 5,6 (Tabela 1). Independente dos tratamentos, o número de raiz por planta foi inferior ao observado por SEDIYAMA et al. (2009), que obteve em média 6,8 raízes por planta para essa mesma cultivar. Porém, o número de raízes obtido ficou dentro do intervalo de 4 a 10 raízes comerciais por planta, sugerido por CASALI & SEDIYAMA (1997). A massa média de raízes aumentou até a dose estimada de 121kg ha<sup>-1</sup> de N, o que indica que a adubação nitrogenada aumenta o tamanho das raízes de mandioquinha-salsa, mas doses de N superiores a

Tabela 1 - Características de crescimento da cultura da mandioquinha-salsa em função da aplicação de doses de nitrogênio.

Variável analisada <sup>(2)</sup>	Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )				Valor de F <sup>(1)</sup>		Equação de regressão	R <sup>2</sup>
	0	50	100	200	RL	RQ		
AP (cm)	30	33	31	37	6,18*	0,27 <sup>ns</sup>	y=29,7+0,032*x	0,74
DPA (cm)	35	42	43	58	12,8**	0,20 <sup>ns</sup>	y=35,1+0,11**x	0,95
NFP (n°)	21	25	25	36	16,45**	0,45 <sup>ns</sup>	y=20,4+0,073**x	0,93
NReP (n°)	14	17	20	21	18,26**	2,69 <sup>ns</sup>	y=15,1+0,04**x	0,87
NRaP (n°)	5,3	5,9	4,9	6,4	0,59 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	y = 5,6	-
MMRa (g)	54	79	123	83	2,05 <sup>ns</sup>	7,46*	y=49,34+1,09*x-0,0045*x <sup>2</sup>	0,86
MFF (kg ha <sup>-1</sup> )	5421	9585	11548	13819	7,78*	0,83 <sup>ns</sup>	y=6632+39,6*x	0,90
MFRe (kg ha <sup>-1</sup> )	9792	12961	14929	17505	19,42**	0,97 <sup>ns</sup>	y=10544+37,2**x	0,95
MFCo (kg ha <sup>-1</sup> )	5464	7324	8379	8621	6,87*	2,11 <sup>ns</sup>	y=6159,6+14,7*x	0,76
MFRa (kg ha <sup>-1</sup> )	12092	19242	20515	21335	25,8**	11,8**	y=12526+133,8**x-0,45**x <sup>2</sup>	0,96
MFPL (kg ha <sup>-1</sup> )	20676	29870	34856	39944	14,04**	1,44 <sup>ns</sup>	y=23336+91,4**x	0,90

<sup>(1)</sup>RL: regressão linear; RQ: regressão quadrática. ns Não-significativo, \*P<0,05 e \*\*P<0,01. <sup>(2)</sup>AP = Altura de planta, DPA = Diâmetro da parte aérea, NFP = número de folhas por planta, NReP = número de rebentos por planta, NRaP = número de raízes por planta, MMRa = massa média das raízes; MFF = matéria fresca de folhas; MFRe = matéria fresca de rebentos, MFCo = matéria fresca da coroa, MFRa = matéria fresca de raízes, MFPL = matéria fresca da planta inteira.

Tabela 2 - Coeficientes de correlação simples da altura das plantas, diâmetro da parte aérea e teor de açúcares totais com a matéria fresca das raízes, da planta inteira e os teores de amido das raízes de plantas de mandioca-salsa.

Características	----Matéria fresca (kg ha <sup>-1</sup> )----		Teor de Amido (%)
	Raízes	Planta inteira	
Altura da planta (cm)	r = 0,41 <sup>ns</sup>	r = 0,57*	r = 0,12 <sup>ns</sup>
Diâmetro da parte aérea (cm)	r = 0,49 <sup>ns</sup>	r = 0,63**	r = 0,31 <sup>ns</sup>
Teor de Açúcares totais (%)	r = 0,40 <sup>ns</sup>	r = 0,38 <sup>ns</sup>	r = -0,61*

ns = Não-significativo. \*P<0,05 e \*\*P<0,01.

esta diminuíram a alocação de reservas neste órgão, apesar de ele ser o órgão preferencial de reserva da planta (PORTZ et al., 2006; TORALES et al., 2010). Em batata, cujo órgão de reserva é um tubérculo e não uma raiz tuberosa, também se observou que o N aumentou o tamanho dos tubérculos, sem interferir no número de tubérculos produzidos (VAEZZADEH & NADERIDARBAGHSHAHI, 2012).

A matéria fresca de folhas, rebentos, da coroa e da planta inteira aumentaram linearmente com a adubação nitrogenada, mas a matéria fresca de raízes aumentou até a dose estimada de 148kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela 1). Isso mostra que a adubação

nitrogenada aumentou o crescimento das plantas, mas afetou negativamente o desenvolvimento das raízes de reserva nas doses mais elevadas de N, confirmando que altas doses de N tem um efeito negativo sobre a produtividade de raízes tuberosas (SILVA et al., 1966; MESQUITA FILHO et al., 1996; HERMANN, 1997). Apesar disso, estudos indicam que plantas mais altas, mais exuberantes e com maior área foliar produzem maior quantidade de raízes comerciais (CÂMARA et al., 1985; PORTZ et al., 2006), havendo inclusive correlação positiva entre a produtividade de raízes comerciais e o crescimento das coroas e dos rebentos (indicado pela matéria seca destes órgãos) (PORTZ et al., 2006). Os resultados deste trabalho indicam que nem sempre plantas de mandioca-salsa maiores serão mais produtivas, principalmente, se houver crescimento excessivo da parte aérea, pois a altura e o diâmetro da parte aérea das plantas não têm correlação com a matéria fresca de raízes (Tabelas 1 e 2).

Quanto à composição físico-química das raízes de reserva, foi observado que a adubação nitrogenada não interferiu nos teores de matéria seca, cinzas, fibra e de matéria graxa, os quais foram em média de 30%, 1,5%, 1,0% e 0,6%, respectivamente (Tabela 3). No entanto, a adubação nitrogenada aumentou os teores de amido das raízes até a dose estimada de 124kg ha<sup>-1</sup> de N; enquanto os teores de açúcares totais diminuíram linearmente com a aplicação de N, o que é uma característica

Tabela 3 - Composição físico-química e nutricional de raízes de mandioca-salsa em função da aplicação de doses de nitrogênio.

Variável analisada <sup>(2)</sup>	-----Dose de N (kg ha <sup>-1</sup> )-----				-----Valor de F <sup>(1)</sup> -----		Equação de regressão	R <sup>2</sup>
	0	50	100	200	RL	RQ		
MS (%)	30	29	30	30	0,01 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	y = 30	-
Amido (%)	17	22	26	23	17,4**	32,3**	y=16,9+0,149**x-0,0006**x <sup>2</sup>	0,98
AT (%)	6,2	3,6	3,3	2,3	58,1**	10,7**	y=5,36-0,017**x	0,79
Cinzas (%)	1,6	1,5	1,4	1,3	2,63 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	y = 1,5	-
Proteína (%)	0,7	0,8	0,9	1,2	8,33*	0,19 <sup>ns</sup>	y=0,685+0,002*x	0,96
Fibra (%)	1,0	1,0	0,9	0,9	4,32 <sup>ns</sup>	2,51 <sup>ns</sup>	y = 1,0	-
M.Graxa (%)	0,6	0,6	0,7	0,7	3,80 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	y = 0,6	-
P (mg 100g <sup>-1</sup> )	79	75	70	71	0,46 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	y = 74	-
K (mg 100g <sup>-1</sup> )	605	592	575	581	0,08 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	y = 588	-
Ca (mg 100g <sup>-1</sup> )	55	42	42	42	0,84 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	y = 45	-
Mg (mg 100g <sup>-1</sup> )	22	19	18	18	0,71 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	y = 20	-
Cu (mg 100g <sup>-1</sup> )	0,15	0,14	0,14	0,13	0,39 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	y = 0,14	-
Fe (mg 100g <sup>-1</sup> )	2,0	2,3	1,6	1,8	0,75 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	y = 1,9	-
Mn (mg 100g <sup>-1</sup> )	0,16	0,12	0,13	0,13	0,46 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	y = 0,14	-
Zn (mg 100g <sup>-1</sup> )	0,53	0,46	0,43	0,41	1,01 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	y = 0,46	-

<sup>(1)</sup>RL: regressão linear; RQ: regressão quadrática. ns Não-significativo, \*P<0,05 e \*\*P<0,01. <sup>(2)</sup>MS = matéria seca, AT = açúcares totais, M.Graxa = matéria graxa.

interessante para a indústria de processamento, uma vez que, no processamento, altos teores de açúcares são indesejáveis (PÁDUA, 2010). Essa redução nos teores de açúcares totais ocorreu, possivelmente, porque, com a adubação nitrogenada, as plantas de mandioca-salsa aumentaram a taxa de conversão dos açúcares das raízes de reserva em amido, já que uma variável diminuiu e a outra aumentou, e ambas se correlacionaram negativamente (Tabelas 2 e 3). CARMO & LEONEL (2012), avaliando a composição das raízes de nove clones de mandioca-salsa e da cultivar 'Amarela de Senador Amaral', observaram uma variação de 15,0 a 21,4% no teor de amido, relatando teor médio de 16,9% para 'Amarela de Senador Amaral', valor próximo ao observado no tratamento sem aplicação de N, em que o teor de amido foi de 17%.

Os teores de proteína das raízes aumentaram de forma linear com a adubação nitrogenada (Tabela 3). Esse aumento ocorreu porque o N participa da composição dos aminoácidos e tem relação direta com os teores de aminoácidos e proteínas que se acumulam no conteúdo celular das plantas (MALAVOLTA et al., 1997). Nas maiores doses de N, os teores de proteína das raízes foram similares ao teor médio de 0,90%, descrito por SANTOS (2000), e ao teor de 1,10% encontrado por ALVES et al. (2010) em raízes de mandioca-salsa minimamente processadas.

A composição nutricional das raízes de mandioca-salsa não foi influenciada pela adubação nitrogenada, o que indica que o fornecimento de N a essa cultura, apesar de aumentar a produção e o tamanho das raízes tuberosas, não altera a qualidade nutricional delas (Tabelas 1 e 3). Em batata, a aplicação de N também não interferiu nos teores de K, Ca, Mg, Fe e Zn dos tubérculos (BRAUN et al., 2011). Em média, os teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn foram de 74, 588, 45, 20, 0,14, 1,9, 0,14 e 0,46mg 100g<sup>-1</sup> de matéria fresca, respectivamente. Esses resultados mostram que as raízes de mandioca-salsa são uma importante fonte de alimento, sendo ricas em P, K, Ca, Mg e Fe, o que as tornam importantes fontes de minerais na alimentação humana (SANTOS, 2000), pois contêm teores de P, K, Ca, Fe e Zn maiores que os valores tradicionalmente obtidos nos tubérculos frescos de batata, os quais apresentam em torno de 43 a 66mg 100g de P, 330 a 479mg 100g de K, 9 a 22mg 100g de Ca, 0,50 a 1,23mg 100g de Fe, e 0,05 a 0,25mg 100g de Zn (EVANGELISTA et al., 2011). SANTOS (2000) destaca que as raízes da mandioca-salsa são excelentes fontes de minerais como Ca, P e Fe, mas, nos resultados obtidos neste trabalho, observa-se que elas também têm teores consideráveis de K (Tabela 3).

## CONCLUSÃO

O crescimento das partes vegetativas da planta de mandioca-salsa aumentou linearmente com a adubação nitrogenada, mas a massa média e a produtividade das raízes de reserva aumentaram até as doses estimadas de 121 e 148kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente.

A adubação nitrogenada aumentou os teores de amido e de proteína das raízes e diminuiu os teores de açúcares totais, porém, sem influenciar a qualidade nutricional delas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas (Processos n. 119742/2013-6 e 303073/2014-8).

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J.A. et al. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioca-salsa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.3, p.625-634, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612010000300009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000300009&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 05 mar. 2015. doi: 10.1590/S0101-20612010000300009.
- AOAC INTERNATIONAL. **AOAC - International**. 18 ed. Gaithersburg, 2007. Current Through Revision 2.
- BRAUN, H. et al. Teor e exportação de macro e micronutrientes nos tubérculos de cultivares de batata em função do nitrogênio. **Bragantia**, v.70, n.1, p.50-57, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052011000100009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052011000100009)>. Acesso em: 03 mar. 2015. doi: 10.1590/S0006-87052011000100009.
- CÂMARA, F.L.A. et al. Curva de crescimento e utilização da mandioca-salsa na alimentação. **Horticultura Brasileira**, v.3, n.2, p.29-33, 1985. Disponível em: <[http://www.horticulturabrasileira.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=104&Itemid=28&artigo=http://www.horticulturabrasileira.com.br/images/stories/3\\_2/1985327.pdf](http://www.horticulturabrasileira.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=104&Itemid=28&artigo=http://www.horticulturabrasileira.com.br/images/stories/3_2/1985327.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2015.
- CÂMARA, F.L.A.; SANTOS, F.F. Cultura da mandioca-salsa. In: CEREDA, M.P. (Coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. v.2, p.519-532.
- CARMO, E.L.; LEONEL, M. Composição físico-química e cor de clones de mandioca-salsa. **Energia na Agricultura**, v.27, n.1, p.62-81, 2012. Disponível em: <<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/421/225>>. Acesso em: 03 mar. 2015. doi: 10.17224/EnergAgric.2012v27n1p62-81.
- CASALI, V.W.D.; SEDIYAMA, M.A.N. Origem e botânica da mandioca-salsa. **Informe Agropecuário**, v.19, n.190, p.13-14, 1997.
- DEL VALLE JÚNIOR, R. et al. Fertilization of arracacha in an ultissol. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v.79, n.1, p.183-185, 1995.
- EVANGELISTA, R.M. et al. Qualidade nutricional e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata. **Pesquisa**

- Agropecuária Brasileira**, v.46, n.8, p.953-960, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2011000800023&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011000800023&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 05 mar. 2015. doi: 10.1590/S0100-204X2011000800023.
- FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88p.
- HERMANN, M. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: HERMANN, M.; HELLER, J. (Eds.). **Andean roots and tubers: ahipa, arracacha, maca and yacon**. Roma: IPGRI, 1997. p.75-172.
- ISO. International Organization for Standardization. **Norme internationale**: Riz-détermination de la teneur en amylose. S. 1., 1987. 5 p. ISO 66470.
- LORENZI, J.O. et al. Raízes e tubérculos. In: RAIJ, B. van. et al. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. p.221-229. (Boletim Técnico, 100).
- MADEIRA, N.R.; SANTOS, F.F. **Mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*)**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. Sistemas de Produção 4. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioquinha/MandioquinhaSalsa/adubacao\\_nutricao.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioquinha/MandioquinhaSalsa/adubacao_nutricao.html)>. Acesso em: 19 maio 2015.
- MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional de plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafós, 1997. 308p.
- MESQUITA FILHO, M.V. et al. Adubação nitrogenada e fosfatada para a produção comercializável de mandioquinha-salsa em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Horticultura Brasileira**, v.14, n.2, p.211-215, 1996.
- OLIVEIRA, V.R. et al. Qualidade de processamento de tubérculos de batata produzidos sob diferentes disponibilidades de nitrogênio. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.660-663, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782006000200048&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782006000200048&script=sci_arttext)>. Acesso em: 03 mar. 2015. doi: 10.1590/S0103-84782006000200048.
- PÁDUA, J.G. Produção de batata e mandioquinha-salsa visando o processamento industrial. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.6, n.1, p.147-161, 2010. Disponível em: <<http://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/article/view/1115/462>>. Acesso em: 04 mar. 2015.
- PORTZ, A. et al. **A cultura da mandioquinha-salsa e sua relação com os fungos micorrízicos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 40p.
- PORTZ, A. et al. Teores e acúmulo de nutrientes durante o ciclo da mandioquinha-salsa em função da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.3, p.329-333, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362006000300012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362006000300012&script=sci_arttext)>. Acesso em: 02 mar. 2015. doi: 10.1590/S0102-05362006000300012.
- RAIJ, B. van. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- SANTOS, F.F. Características sócio-econômicas no processo de produção de mandioquinha-salsa no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v.11, n.1, p.95, 1993.
- SANTOS, F.F. VII Encontro nacional da mandioquinha-salsa e I Seminário de integração do fumo, milho e mandioquinha-salsa. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.3, p.244-262, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362000000300021&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362000000300021&script=sci_arttext)>. Acesso em: 02 mar. 2015. doi: 10.1590/S0102-05362000000300021.
- SEDIYAMA, M.A.N. et al. Agrosilício na produção de clones de mandioquinha-salsa. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.3, p.427-432, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212009000300009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212009000300009&script=sci_arttext)>. Acesso em: 01 mar. 2015. doi: 10.4025/actasciagr.v31i3.699.
- SHAN, L. et al. Influence of nitrogen nutrition on tuber quality of potato with special reference to the pathway of nitrate transport into tubers. **Journal of Plant Nutrition**, v.27, n.2, p.341-350, 2004. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/PLN-120027658#preview>>. Acesso em: 01 mar. 2015. doi: 10.1081/PLN-120027658.
- SILVA, L.R. et al. Efeitos de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio sobre a produção de mandioquinha-salsa. **Bragantia**, v.25, p.365-369, 1966. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87051966000200008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051966000200008)>. Acesso em: 01 mar. 2015. doi: 10.1590/S0006-87051966000200008.
- TORALES, E.P. et al. Doses de cama-de-frango e densidade de plantio na produção de mandioquinha-salsa 'Amarela de Carandaí'. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p.1165-1176, 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2684>>. Acesso em: 01 mar. 2015. doi: 10.5433/1679-0359.2010v31n4Sup1p1165.
- VAEZZADEH, M.; NADERIDARBAGHSHAHI, M. The effect of various nitrogen fertilizer amounts on yield and nitrate accumulation in tubers of two potato cultivars in cold regions of Isfahan (Iran). **International Journal of Agriculture and Crop Science**, v.4, n.22, p.1688-1691, 2012. Disponível em: <<http://pakacademicsearch.com/journals/70/4/22>>. Acesso em: 03 mar. 2015.