

Resposta da produção de matéria seca e remoção de nutrientes pela cenoura a diferentes fracionamentos e doses de azoto

Response of carrots dry matter yield and nutrients removal to nitrogen splitting and rates

Lidiane Fernandes Colombari*, Natália de Brito Lima Lanna, Leysimar Ribeiro Pitzr Guimarães, Bruno Novaes Menezes Martins e Antonio Ismael Inácio Cardoso

UNESP-FCA, Departamento de Horticultura, Caixa Postal 237, 18603-979, CP 237, Botucatu SP, Brasil
(*E-mail: colombarif@yahoo.com.br)
<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17144>

Recebido/received: 2017.06.10
Recebido em versão revista/received in revised form: 2017.08.19
Aceite/accepted: 2017.09.14

RESUMO

O manejo adequado da adubação azotada visa reduzir perdas e favorecer um eficiente aproveitamento dos nutrientes pelas plantas. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito de diferentes formas de fracionamento e doses de azoto em cobertura na produção de matéria seca e na remoção de macronutrientes na cultura da cenoura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial (4x2), + uma testemunha (sem adubação azotada em cobertura), com 4 repetições. Os tratamentos experimentais consistiram na combinação de 4 níveis crescente de nitrogênio (60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹) com dois tipos de fracionamento da sua aplicação (1/3+1/3+1/3 da dose total e 1/6+2/6+3/6 da dose total) considerando ainda um tratamento testemunha sem adubação azotada. As características avaliadas foram a massa de matéria seca produzida e a remoção de macronutrientes pela parte aérea, raiz e total. A maior produção de matéria seca da raiz foi obtida no fracionamento 1/6+2/6+3/6 na dose 140 kg de N ha⁻¹. As remoções máximas de N, P, K e Ca pela raiz foram obtidas também no fracionamento 1/6+2/6+3/6, com a dose de 140 kg de N ha⁻¹, enquanto que as remoções máximas de Mg e S foram obtidas com doses entre cerca de 120 e 134 kg de N ha⁻¹, respectivamente. A ordem decrescente de remoção dos macronutrientes pela planta nos fracionamentos foi: potássio>azoto>cálcio>fósforo>magnésio>enxofre.

Palavras-chave: *Daucus carota* L., adubação azotada, biomassa, nutrientes.

ABSTRACT

The appropriate handling of nitrogen fertilization aims to reduce losses and facilitate an efficient use of nutrients by plants. The objective of this research was to evaluate nitrogen split dressings and doses on yield dry matter and macronutrients removal by carrot. The experiment was carried out using a completely randomized design with a factorial 4x2 more one control (without nitrogen fertilization in the cover), with 4 replications. Experimental treatments consisting of four doses of nitrogen (60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹) and two split dressings (1/3+1/3+1/3 and 1/6+2/6+3/6 of the total dose), also considering a control treatment without nitrogen fertilization. The dry matter yield and macronutrients removal by the shoot, root and whole plant were evaluated. The highest dry matter yield of the root was obtained in the fractionation 1/6 + 2/6 + 3/6 in the dose 140 kg of N ha⁻¹. The maximum root removal of N, P, K, and Ca was obtained also in the fractionation 1/6 + 2/6 + 3/6, with a dose of 140 kg of N ha⁻¹, while the maximum removal of Mg and S was obtained with doses between 120 and 134 kg of N ha⁻¹, respectively. Macronutrients removed by culture, in decreasing order, were: potassium>nitrogen>calcium>phosphorus>magnesium>sulfur.

Keywords: *Daucus carota* L., nitrogen fertilization, biomass, nutrients.

INTRODUÇÃO

O azoto é um nutriente com elevada mobilidade no solo, perdendo-se facilmente por volatilização ou lixiviação (Alves *et al.*, 2009). As perdas são mais intensificadas em solos arenosos, nos quais, devido à pouca ou ausência de elementos agregadores como a matéria orgânica e a argila e menor capacidade de armazenamento de água, ocorre maior percolação de partículas de solo e de nutrientes. Em função das perdas, menos de 50% do azoto fornecido é aproveitado pelas plantas durante o seu desenvolvimento, devendo a adubação azotada ser realizada em maiores quantidades e em maior número de aplicações (Bortolini, 2000).

Nas culturas em geral, uma pequena parte do azoto deve ser fornecida antes da sementeira, juntamente com o fósforo e o potássio, e o restante distribuído em cobertura, em uma ou mais vezes, coincidindo com o período de maior exigência da cultura (Silva *et al.*, 2004), tendo-se verificado que, quanto maior o número de aplicações em cobertura, maior o aproveitamento pela cultura de cenoura (Vieira Filho *et al.*, 2014).

Em cenoura, do azoto aplicado, apenas cerca de 10 a 15% é absorvido no início e no final do seu crescimento, sendo o restante (85-90%) absorvido durante a fase de crescimento da planta (Moniruzzaman *et al.*, 2013), evidenciando que durante os vários estádios de crescimento, a planta necessita de quantidades diferentes de nutrientes, isto é, quando a planta é jovem, a absorção de nutrientes é pequena, depois segue-se um período de acumulação logarítmica e num período final há uma fase de estabilização.

Na cultura de cenoura, os nutrientes que são extraídos em maior quantidade são o azoto e o potássio (Souza *et al.*, 2003; Cecílio Filho e Peixoto, 2013), sendo necessário a reposição dos mesmos ao se instalar uma nova cultura. No entanto, a quantidade removida pela planta pode variar em função da cultivar, das condições ambientais e das características do solo, entre outros fatores (Cecílio Filho e Peixoto, 2013).

Em virtude das perdas do azoto e devido às plantas requererem quantidades diferentes de nutrientes durante os seus vários estádios de crescimento, o fornecimento dos adubos na época de maior exigência e a utilização nas doses recomendadas

é de grande importância, tanto pela forma como as plantas respondem a essa prática, como pelos custos envolvidos na aquisição dos mesmos.

Assim, objetivou-se estudar o efeito de formas de fracionamento e doses de azoto em cobertura na produção de matéria seca e na remoção de macronutrientes pela cultura da cenoura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel-SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Botucatu-SP. As coordenadas geográficas da área são: 22° 46' de latitude sul, 48° 34' de longitude oeste e altitude de 740 m.

O solo é um Latossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2006). É um solo arenoso e os resultados obtidos na análise química, na camada de 0-20 cm de profundidade, antes da instalação do ensaio foram: $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$: 5,3; M.O: 7 g dm^{-3} ; P_{resina} : 40 mg dm^{-3} ; H+Al: 20 mmol_c dm^{-3} ; K: 1,9 mmol_c dm^{-3} ; Ca: 37 mmol_c dm^{-3} ; Mg: 6 mmol_c dm^{-3} ; SB: 45 mmol_c dm^{-3} ; CTC: 65 mmol_c dm^{-3} e V: 70 %.

Dois meses antes da instalação do dispositivo experimental foi feita a calagem para elevar a saturação em bases para 80%, que é a saturação recomendada para o plantio da cenoura (Trani e Raij, 1997). Na adubação de plantio foram fornecidos 360 kg ha^{-1} do formulado 4-14-8, sendo o adubo incorporado a uma profundidade de 20 cm com a enxada rotativa encanteiradora.

Foram avaliados nove tratamentos experimentais, em esquema fatorial 4x2 mais 1 testemunha (sem adubação azotada em cobertura), no delineamento experimental de blocos ao caso, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído de quatro doses de N em cobertura (60, 90, 120 e 150 kg de N ha^{-1}) e o segundo de duas formas de fracionamento. No primeiro fracionamento as doses foram divididas em três aplicações iguais 1/3+1/3+1/3 da dose em cada aplicação e no segundo fracionamento foi de 1/6+2/6+3/6 da dose, na primeira, segunda e terceira aplicação, respectivamente. As aplicações

foram realizadas aos 15, 30 e 50 dias após a emergência (DAE), juntamente com a adubação potássica (45 kg de K_2O ha⁻¹, com fracionamento de 1/3+1/3+1/3), conforme as recomendações de Trani e Raij (1997). A fonte de azoto utilizada foi o sulfato de amônio que contem 21% de N, para o potássio utilizou-se o cloreto de potássio (60% de K_2O).

As parcelas experimentais tinham dimensões de 2,0 x 1,0 m, correspondendo a uma área de 2 m². Cada parcela experimental foi constituída por quatro linhas espaçadas de 0,25 m, sendo consideradas como área útil as duas linhas centrais de cada parcela experimental.

Foi utilizada como planta teste o híbrido Belgrado da cenoura (*Daucus carota* L.). A sementeira foi realizada manualmente no dia 31 de julho de 2013 e o desbaste das plantas 21 dias após a sementeira (DAS), deixando uma população de 20 plantas por metro de linha, espaçadas de 0,05 m.

O controle das plantas espontâneas foi realizado através de mondas e o de doenças (queima das folhas) foi necessário apenas no final do ciclo. Na ausência de chuva, foi realizada a irrigação utilizando o sistema por aspersão.

A colheita das plantas foi realizada dia 08 de novembro de 2013, aos 100 DAS, onde foram avaliadas a produção de matéria seca da parte aérea e da raiz e a remoção de macronutrientes pela parte aérea, pela raiz e no total (parte aérea+raiz). A produção de matéria seca foi obtida após a secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C, até atingirem massa constante e posterior pesagem em balança digital, com precisão de 0,1 g.

As amostras utilizadas para a determinação das concentrações de macronutrientes foram lavadas com detergente neutro e água corrente e, em seguida, com água destilada. Depois de se retirar o excesso de água, as amostras foram colocadas em sacos de papel, identificadas e levadas para secagem em estufa de circulação de ar forçada à 65 °C, até atingirem massa constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas para obter a produção em matéria seca e, em seguida, foram moídas utilizando um moinho tipo Willey e, posteriormente, estas amostras foram levadas para o Laboratório de Análise Química de Plantas do

Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP, para obter os teores de azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, em g kg⁻¹ da matéria seca. A quantidade dos nutrientes removidos foi obtida pela multiplicação do teor de cada nutriente pela massa da matéria seca da amostra.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o software Sisvar 5.3. As médias dos fracionamentos de azoto foram comparadas pelo teste de Tukey (5%) e foi feita análise de regressão para verificar o efeito das doses de azoto nas características avaliadas. A testemunha foi considerada dose zero na análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre fracionamentos e doses de N em cobertura para a produção da matéria seca da parte aérea, raiz e total e remoção de todos os macronutrientes. Desse modo, foram analisados os efeitos dos fatores separadamente.

Efeito das doses de azoto

A produção de matéria seca da parte aérea apresentou aumento linear nos dois fracionamentos, com valores mais elevados de 6,77 g e 9,42 g por planta para a maior dose (150 kg de N ha⁻¹), nos fracionamentos 1/3+1/3+1/3 e 1/6+2/6+3/6, respectivamente (Figura 1). Estes resultados confirmam a importância do azoto no desenvolvimento das plantas, pois, segundo Malavolta (2006), este nutriente é fundamental nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular, entre outros, além de favorecer o desenvolvimento vegetativo. Em relação à produção obtida neste estudo, Cecílio Filho e Peixoto (2013) obtiveram, ao final do cultivo de cenoura cultivar Forto, valor inferior, de 5,45 g planta⁻¹. Já Souza *et al.* (2003) verificaram produção superior, de 15,5 g planta⁻¹, para a cultivar Brasília, o que pode estar relacionado ao facto desta cultivar normalmente apresentar maior desenvolvimento vegetativo em comparação às cultivares de inverno, como a utilizada no presente estudo.

A produção de matéria seca da raiz respondeu de acordo com o modelo quadrático às doses crescentes

de N nos dois fracionamentos (Figura 1). As médias máximas estimadas para a produção de matéria seca da raiz foram de 14,55 e 17,03 g por planta, obtidos com as doses estimadas em 125 e 140 kg de N ha⁻¹ nos fracionamentos 1/3+1/3+1/3 e 1/6+2/6+3/6, respectivamente. Portanto, ao contrário da parte aérea, doses elevadas, dentro da faixa estudada, podem prejudicar a produção de biomassa da raiz, favorecendo mais a formação da parte aérea, conforme relatado por alguns autores (Malavolta, 2006). Em relação aos valores observados, resultados semelhantes foram obtidos por Cecílio Filho e Peixoto (2013), que obtiveram produção de matéria seca na raiz de cenoura cultivar Forto de 17,81 g planta⁻¹.

Para a produção de matéria seca total (parte aérea + raiz) o melhor modelo de resposta às doses de azoto foi o quadrático nos dois fracionamentos (Figura 1). As médias máximas estimadas para a massa da matéria seca total foram de 14,66 e 18,09 g, obtidos

com as doses estimadas de 120 e 129 kg de N ha⁻¹ nos fracionamentos 1/3+1/3+1/3 e 1/6+2/6+3/6, respectivamente. Portanto, a produção de massa seca total acompanhou o modelo obtido para a raiz tuberosa, que é o principal sumidouro da planta nesta fase do ciclo.

A remoção de azoto, fósforo, potássio, cálcio e magnésio pela parte aérea, no fracionamento 1/3+1/3+1/3, apresentou resposta quadrática para as doses de N em cobertura (Figura 2). Os maiores valores foram estimados em 172; 34; 334; 97 e 73 mg planta⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, para doses estimadas de N em cobertura variando entre cerca de 100 a 105 kg de N ha⁻¹. Para a remoção de enxofre não houve efeito significativo das doses de N em cobertura, com média aproximada de 20 mg planta⁻¹ (Figura 2). As remoções dos nutrientes não acompanharam o aumento da massa da matéria seca da parte aérea que foi linear (Figura 1). Talvez

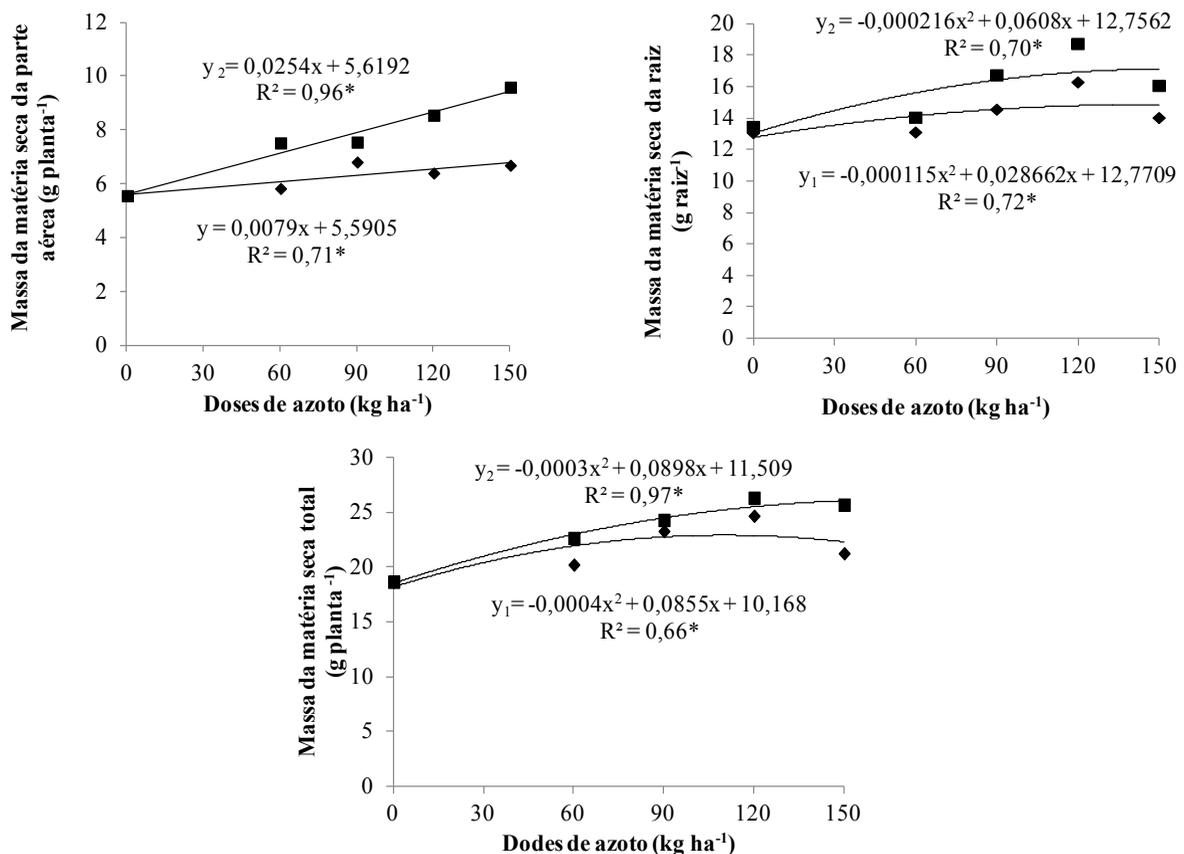


Figura 1 - Produção de matéria seca da parte aérea, da raiz e total das plantas de cenoura em função das doses de azoto em cobertura nos fracionamentos 1/3+1/3+1/3 (y₁) e 1/6+2/6+3/6 (y₂).

tenha ocorrido o denominado efeito de diluição, ou seja, menores concentrações dos nutrientes nas maiores doses. No entanto, não foram observados sintomas de deficiências nas plantas.

No fracionamento 1/6+2/6+3/6 verificou-se uma resposta da remoção de todos os macronutrientes na parte aérea segundo o modelo quadrático às

doses de N em cobertura (Figura 2), não acompanhando a produção de matéria seca, que, por sua vez, foi linear (Figura 1). As remoções máximas de N, P, K, Ca Mg e S foram estimadas em 178; 37; 338; 96; 76 e 27 mg planta⁻¹, respectivamente, obtidos nas doses estimadas entre cerca de 135 a 140 kg de N ha⁻¹ (Figura 2). Valores semelhantes de remoção de azoto na parte aérea foram obtidos por Cecílio

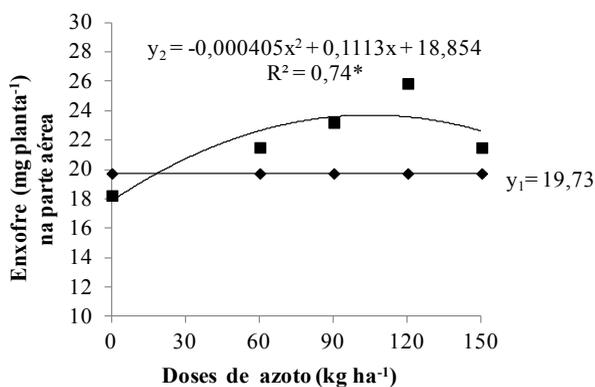
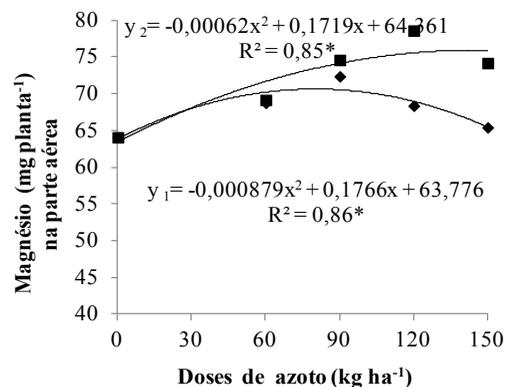
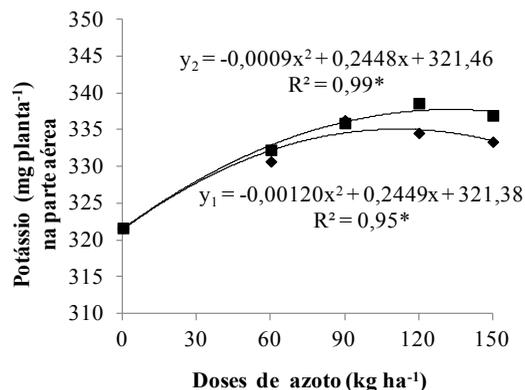
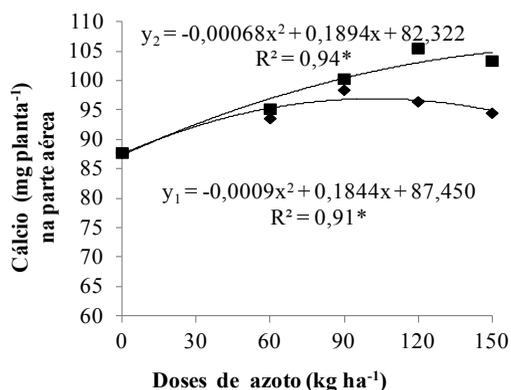
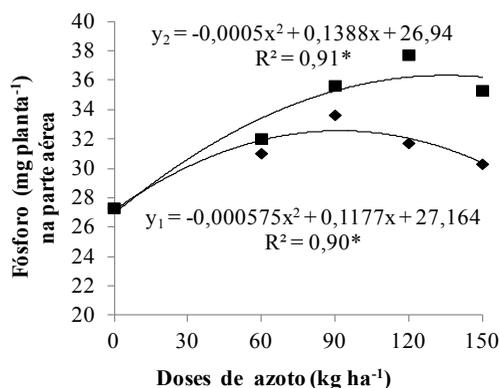
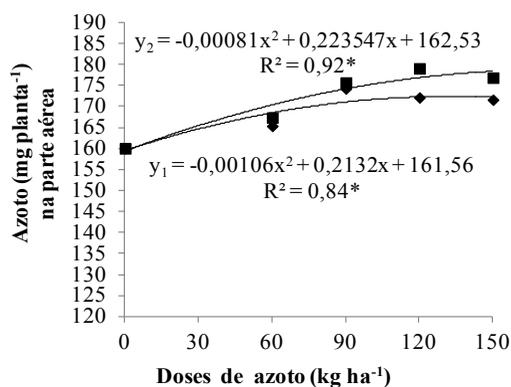


Figura 2 - Quantidades removidas de azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pela parte aérea das plantas de cenoura no final do ciclo, em função das doses de N em cobertura nos fracionamentos 1/3+1/3+1/3 (y_1) e 1/6+2/6+3/6 (y_2).

Filho e Peixoto (2013), em cenoura cultivar Forto, de 173 mg planta⁻¹. Esses mesmos autores obtiveram menor remoção de fósforo (12 mg planta⁻¹) e maiores de potássio (381 mg planta⁻¹) e cálcio (117 mg planta⁻¹). As diferenças nas quantidades produzidas de matéria seca da parte aérea podem ser devidas, primeiramente, a cultivar e também às condições de fertilidade do solo e nutrição da planta.

A quantidade de macronutrientes removida pela raiz (Figura 3), nos dois fracionamentos, com exceção do enxofre no fracionamento 1/3+1/3+1/3, apresentaram tendências semelhantes à produção de biomassa da matéria seca da raiz (Figura 1) e ajustaram-se à equação quadrática, tendo as maiores médias estimadas para doses entre cerca de 120 e 135 kg de N ha⁻¹.

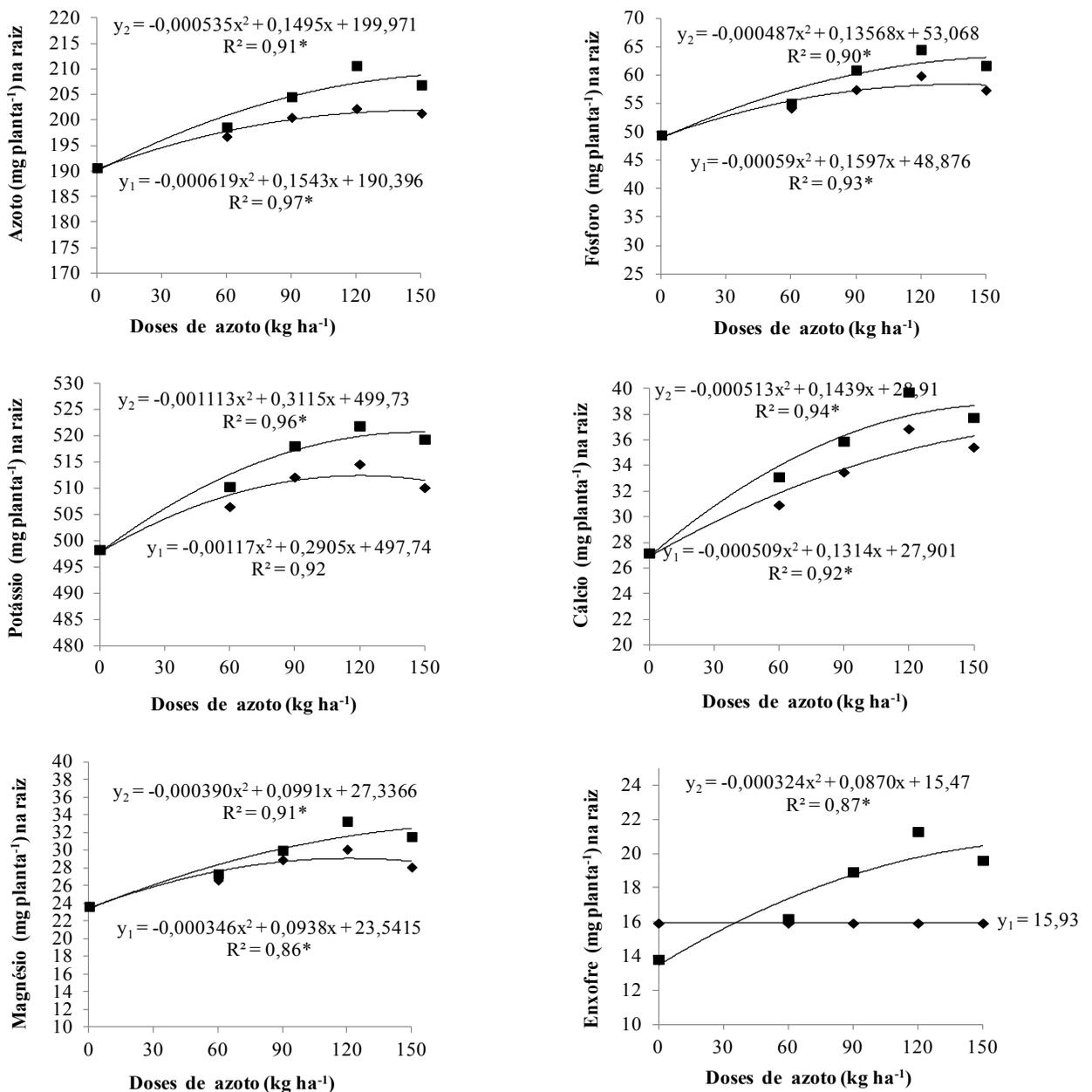


Figura 3 - Quantidades removidas de azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pela raiz das plantas de cenoura no final do ciclo, em função das doses de N em cobertura nos fracionamentos 1/3+1/3+1/3 (y₁) e 1/6+2/6+3/6 (y₂).

No fracionamento 1/3+1/3+1/3, as maiores remoções estimadas na raiz foram de 202; 60; 516; 36 e 30 mg planta⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, para doses entre 120 a 130 kg de N ha⁻¹. A remoção de S não apresentou resposta significativa às diferentes doses de N em cobertura, com uma média de 16 mg planta⁻¹ (Figura 3). As maiores remoções obtidas na raiz no fracionamento 1/6+2/6+3/6 de

N, P, K, Ca foram de 210; 63; 522 e 39 mg planta⁻¹, respectivamente, obtidos com doses estimadas próximas a 140 kg de N ha⁻¹ e de Mg e S, em mg planta⁻¹, foram de 34 e 22, respectivamente, com as doses de 127 e 134 kg de N ha⁻¹ (Figura 3). Cecílio Filho e Peixoto (2013) obtiveram maiores remoções de macronutrientes pela raiz, em cenoura cultivar Forto, para nitrogênio (265 mg planta⁻¹),

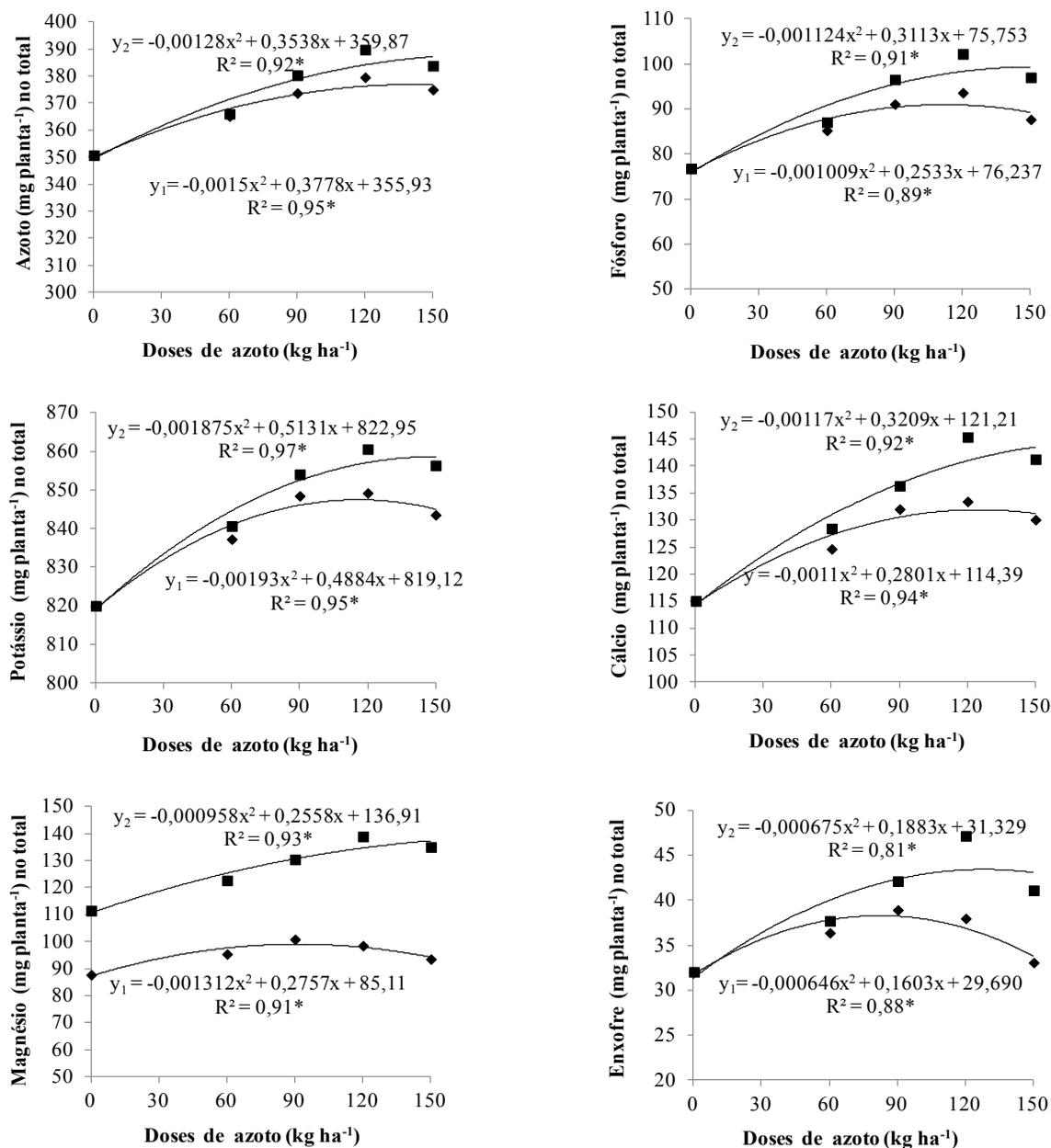


Figura 4 - Quantidades totais removidas (parte aérea+raiz) de azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelas plantas de cenoura no final do ciclo, em função das doses de N em cobertura nos fracionamentos 1/3+1/3+1/3 (y₁) e 1/6+2/6+3/6 (y₂).

fósforo (75 mg planta⁻¹) e potássio (525 mg planta⁻¹) e remoção semelhante de cálcio (38mg planta⁻¹).

Para a remoção total de todos os macronutrientes pelas plantas de cenoura nos dois fracionamentos, a resposta às doses de N em cobertura também seguiu o modelo quadrático (Figura 4). Os valores máximos acumulados estimados, em mg planta⁻¹, de N, P, K, Ca, Mg e S no fracionamento 1/3+1/3+1/3, foram de 380; 92; 851; 132; 99,59 e 40, respectivamente, obtidos com doses estimadas variando entre cerca de 105 a 127 kg de N ha⁻¹. A remoção total máxima no fracionamento 1/6+2/6+3/6 de N, P, K, Ca, Mg e S, em mg planta⁻¹, foram estimados em 384; 97; 858; 143; 154 e 44, respectivamente, obtidos com as doses estimadas entre cerca de 135 a 140 kg de N ha⁻¹.

A ordem decrescente de remoção de macronutrientes pela parte aérea, raiz e total das plantas de cenoura nos dois fracionamentos, foi de: K > N > Ca > Mg > P > S; K > N > P > Ca > Mg > S e K > N > Ca > P > Mg > S, respectivamente. De um modo geral, as exigências nutricionais das hortícolas obedecem à seguinte ordem decrescente para macronutrientes: K > N > Ca > Mg > P=S (Faquin e Andrade, 2004).

Ordens pouco diferentes foram obtidas por Cecílio Filho & Peixoto (2013) em cenoura cultivar Forto, onde na parte aérea a sequência decrescente encontrada foi: K > N > Ca > S > Mg > P, na raiz foi: K > N > P > Ca > S > Mg e na remoção total foi: K > N > Ca > P > S > Mg. Já Souza *et al.* (2003), em cenouras do grupo 'Brasília', obtiveram na parte aérea a seguinte ordem decrescente: K > N > Ca > S > P > Mg, enquanto na raiz a ordem verificada foi: K > N > P > Ca > Mg > S, igual à observada neste estudo.

As diferenças na ordenação de remoção de macronutrientes nos trabalhos citados podem ser atribuídas à cultivar, às condições ambientais nas quais as plantas foram cultivadas, à fertilidade do solo e à nutrição das plantas (Cecílio Filho e Peixoto, 2013). No entanto, os resultados não são tão discrepantes, mostrando que o N e o K realmente são os nutrientes mais removidos pela planta.

A raiz foi responsável por grande parte do azoto removido pela planta. Isso pode ser explicado pelo facto do N ser um elemento altamente móvel dentro da planta e a sua redistribuição ser essencial para

suprir os tecidos que não participam da assimilação do N. Desse modo, os nutrientes são translocados das folhas para órgãos em crescimento (Silva *et al.*, 2014), assim como o fósforo e o potássio, que também foram acumulados preferencialmente nas raízes. Conforme relatado por Filgueira (2008), a maior presença do fósforo nas raízes em relação à parte aérea pode ser atribuída ao facto da raiz tuberosa exigir maior procura de P para promover um crescimento rápido e contínuo deste órgão.

Com relação ao K, este é um nutriente importante para plantas com órgãos de reserva subterrâneos, o que faz dele o nutriente mais extraído pela planta, para translocação de açúcares e assimilados da fotossíntese. Além disto, a grande necessidade em K pela parte aérea é devido ao seu papel funcional na abertura e fecho dos estomas e regulação osmótica. Em geral, nas hortícolas, o azoto e o potássio são retirados em maior quantidade relativamente ao fósforo (Malavolta, 2006).

Na parte aérea foi acumulado em maiores proporções o cálcio, magnésio e enxofre, em relação à raiz. A explicação da remoção de Ca ser bem maior na parte aérea é pelo facto de não ser redistribuído pela planta, devido à sua baixa mobilidade Grangeiro *et al.* (2007), ficando retido nas hastes e folhas, não sendo direcionado aos órgãos de reserva e mostrando portanto, que órgãos de reserva, como, tubérculos e raízes tuberosas não necessitam de altas concentrações de Ca para seu ótimo crescimento (Malavolta, 2006).

Uma das prováveis causas para a maior remoção de magnésio na parte aérea, é que o mesmo faz parte da molécula de clorofila (Malavolta, 2006) e, dependendo da concentração de Mg na planta, entre 6 a 25% do magnésio total está ligado à molécula de clorofila e outros 5 a 10% estão firmemente ligados a pectatos, na parede celular, ou como sal solúvel, no vacúolo (Marschner, 1995). Outra justificação, é que o Mg é um nutriente essencial para o fornecimento de energia nos processos da fotossíntese, respiração, reações de síntese de compostos orgânicos (carboidratos, lipídios e proteínas) e absorção iônica (Malavolta, 2006).

Quanto ao enxofre, este é o nutriente removido em menor proporção, não somente na cenoura, mas na maioria das hortícolas (Malavolta, 2006).

Efeito dos fracionamentos

Não foram obtidas diferenças entre os fracionamentos para a massa da matéria seca da parte aérea, da raiz e total (parte aérea+raiz) (Quadro 1). Já para a remoção de nutrientes algumas diferenças foram significativas, tendo obtido maiores valores no fracionamento 1/6+2/6+3/6 para o S na parte aérea e para o P, Ca, Mg e S na raiz e também no total (Quadro 1). Ressalta-se que estas diferenças foram significativas mesmo sem que tenha havido diferenças na massa da matéria seca, tanto da parte aérea, como da raiz e total em função dos fracionamentos (Quadro 1).

Pode-se perceber que com o fracionamento crescente (1/6+2/6+3/6) as plantas acumularam maior quantidade total dos nutrientes P, Ca, Mg e S, ou seja, foram mais eficientes em aproveitá-los, provavelmente porque quando as plantas apresentavam maior necessidade nutricional foi aplicada maior quantidade de N, enquanto que no fracionamento 1/3+1/3+1/3 foi colocado, demasiado N no início do ciclo quando a planta ainda não necessitava de grande quantidade do nutriente, mostrando que as exigências nutricionais da planta variam de acordo com o estágio de desenvolvimento, sendo que quando a planta é jovem, a absorção de nutrientes é pequena. De acordo com Cecilio Filho e Peixoto (2013), a absorção de macronutrientes pela cenoura cultivar Forto ocorre em quantidades reduzidas até 50 DAS, tanto pela raiz como pela parte aérea.

A partir desse momento, as taxas de extração são intensas dos 80 aos 90 DAS dependendo do nutriente. Dessa maneira, o fracionamento dos adubos, além de minimizar as perdas, permite que os nutrientes sejam aplicados conforme o desenvolvimento e a necessidade da planta, favorecendo, o aproveitamento de forma mais eficiente (Barbosa Filho *et al.*, 2004). No entanto, justamente para o azoto não foram observadas diferenças na remoção entre os fracionamentos. De acordo com Villas Bôas (2001), a eficiência no aproveitamento dos nutrientes varia com as condições de climáticas, tipo de solo, sistema de irrigação, manejo cultural, entre outros fatores.

CONCLUSÕES

A maior produção de matéria seca da raiz foi obtida no fracionamento 1/6+2/6+3/6 na dose de 140 kg de N ha⁻¹.

As remoções máximas de N, P, K e Ca, pela raiz foram obtidas também no fracionamento 1/6+2/6+3/6, com a dose de 140 kg de N ha⁻¹. E para as remoções de Mg e S com as doses entre cerca de 120 a 134 kg de N ha⁻¹, respectivamente.

A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela planta no total (parte aérea+raiz) nos fracionamentos foi: potássio > azoto > cálcio > fósforo > magnésio > enxofre.

Quadro 1 - Comparação das médias de produção de matéria seca (MS), remoção de azoto (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) pela parte aérea e pela raiz, e pelo total (parte aérea+raiz) da planta de cenoura no final do ciclo para os dois fracionamentos. São Manuel-SP, FCA/UNESP, 2013

Fracionamentos de azoto	MS g planta ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg	S
Parte aérea							
1/3+1/3+1/3	6,25a	199,80a	57,19a	512,60a	34,20a	28,72a	15,46b
1/6+2/6+3/6	7,75a	200,23a	60,00a	514,93a	35,64a	29,56a	19,00a
CV(%)	11,55	4,47	5,64	6,94	6,67	6,30	11,70
Raiz							
1/3+1/3+1/3	13,51a	170,75a	31,67b	334,23a	95,83b	68,84b	20,11b
1/6+2/6+3/6	14,34a	173,09a	33,03a	335,43a	101,18a	74,07a	23,01a
CV(%)	14,34	6,84	4,71	12,76	3,47	4,79	13,15
Total (parte aérea+raiz)							
1/3+1/3+1/3	19,76a	370,55a	88,87b	846,83a	130,04b	97,57b	36,58b
1/6+2/6+3/6	22,09a	373,38a	93,03a	850,37a	136,83a	103,64a	42,01a
CV(%)	9,84	5,48	4,82	5,06	4,03	4,60	10,26

*Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p = 0,05).

* CV= Coeficiente de variação

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, A.U.; Oliveira, A.P.; Alves, E.U.; Oliveira, A.N.P.; Cardoso, E.A. & Matos, B.F. (2009) – Manejo da adubação nitrogenada para a batata-doce: fontes e parcelamento de aplicação. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 33, n. 6, p. 1554-1559. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000600014>
- Barbosa Filho, M.P.; Fageria, N.K. & Silva, O.F. (2004) – Fontes e métodos de aplicação de nitrogênio em feijoeiro irrigado submetido a três níveis de acidez do solo. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 28, n. 4, p. 785-792. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000400009>
- Bortolini, C.G. (2000) – *Eficiência do método de adubação nitrogenada em pré-semeadura do milho implantado em semeadura direta após aveia preta*. Dissertação de Mestrado. Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 48 p.
- Cecílio Filho, A.B. & Peixoto, F.C. (2013). Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura 'Forto'. *Revista Caatinga*, vol. 26, n. 1, p. 64-70.
- EMBRAPA (2006) – *Sistema brasileiro de classificação dos solos*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília, DF: 306 p.
- Faquin, V. & Andrade, A.T. (2004) – *Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças*. [cit.15-09-2013]. http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Nutricao_mineral_diagnose_hortaliças2_ed.pdf
- Filgueira, F.A.R. (2008) – *Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 421 p.
- Grangeiro, L.C.; Negreiros, M.Z.; Souza, B.S.; Azevedo, P.E.; Oliveira, S.L. & Medeiros, M.A. (2007) – Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 31, n. 2, p. 267-273.
- Malavolta E. (2006) – *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, 638 p.
- Marschner H. (1995) – *Mineral nutrition of higher plants*. 2th. London, Academic Press, 889 p.
- Moniruzzaman, M.; Akand, M.H.; Hossain, M.I.; Sarkar, M.D. & Ullah, A. (2013) – Effect of Nitrogen on the Growth and Yield of Carrot (*Daucus carota* L.). *The Agriculturists*, vol. 11, n. 1, p. 76-81. <http://dx.doi.org/10.3329/agric.v11i1.15246>
- Silva, M.G.; Arf, O.; Sá, M.E.; Rodrigues, R.A.F. & Buzetti, S. (2004) – Nitrogen fertilization and soil management of winter common bean crop. *Scientia Agrícola*, vol. 61, n. 3, p. 307-312. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162004000300012>
- Silva, M.V.T.; Chaves, S.W.P.; Oliveira, F.L.; Sousa, M.B. & Medeiros, J.F. (2014) – Correlação entre acúmulo de massa seca e conteúdo de nutriente na melancia cv. 'Olímpia' sob ótimas condições de adubação nitrogenada e fosfatada. *Revista Verde*, vol. 9, n. 3, p. 28-34.
- Souza, A.F.; Mesquita Filho, M.V.; Vieira, J.V.; Souza, R.M. & Meireles, S.M. (2003) – Teores de macronutrientes e produção de matéria seca em cenouras do Grupo Brasília, cultivadas em solos sob cerrado. In: *Congresso Brasileiro de Olericultura*, 43. Recife: SOB (CD-ROM).
- Trani, P.E. & Rajj, B. (1997) – Hortaliças. In: Rajj B.; Cantarella H.; Quaggio J.A. & Furlani A.M.C. (Eds) – *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2 ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, (Boletim Técnico, 100). p. 157-185.
- Vieira Filho, P.S.; Oliveir, G.O.; Biscaro, G.A.; Silva, L.B. & Souza, M.A.S. (2014) – Parcelamento de nitrogênio via água de irrigação na cultura de cenoura. In: *II Inovaagri International Meeting*, Fortaleza, p. 4766-4771.
- Villas Bôas, R. L. (2001) – *Doses de nitrogênio para pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação*. Tese de Livre Docência. Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas. 123 p.