

ACÚMULO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES EM CENOURA 'FORTO'

ARTHUR BERNARDES CECÍLIO FILHO^{1*}, FABRÍCIO DE CARVALHO PEIXOTO¹

RESUMO – Com o objetivo de quantificar o crescimento, o acúmulo e a exportação de macronutrientes pela cenoura 'Forto', e obter equações que melhores os representem, conduziu-se um experimento em São Gotardo (MG), de maio a setembro de 2004. As amostragens de plantas foram realizadas aos 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 e 120 dias após a semeadura (DAS), para determinação da matéria seca e do acúmulo dos macronutrientes em folhas e raízes. Aos 40 DAS, cinco dias após o desbaste, as plantas apresentavam 0,18 g e 0,04 g em matéria seca de folhas (MSF) e de raiz (MSR), respectivamente. A partir de então, até 88 DAS, a partição de fotoassimilados e acúmulo de matéria, na parte aérea, foram mais acentuados. A MSR foi pequena até 80 DAS, o que correspondeu a dois terços do ciclo cultural, a partir de quando a quantidade de matéria alocada nesta parte da planta teve forte incremento, ultrapassando, aos 88 DAS, a quantidade de MSF. O acúmulo de nutrientes foi pequeno nos primeiros 60 DAS, coincidindo com o período de menor acúmulo de matéria seca. A ordem decrescente do macronutrientes acumulados pela cultura foi: $K > N > Ca > P > S > Mg$, nas quantidades de 906,7; 438; 155,46; 87,4; 58 e 37,63 mg planta⁻¹, respectivamente. A raiz participou com 60,5% do acúmulo de N; 86,1% de P; 58% de K; 25,5% de Ca; 55,6% de Mg e 65,5% de S. Considerando uma população de 590.000 plantas por hectare, a quantidade acumulada dos nutrientes pela cultura da cenoura foi de 258,3; 51,6; 534,8; 91,7; 22,2 e 34,2 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

Palavras-Chave: *Daucus carota* L.. Marcha de absorção. Crescimento.

ACCUMULATION AND EXPORTATION OF NUTRIENTS BY CARROT 'FORTO'

ABSTRACT – In order to quantify the growth, accumulation and exportation of macronutrients by carrot 'Forto', and obtain equations that best represent them, it was conducted an experiment in the São Gotardo (MG), from May to September 2004. Samples were taken at 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 and 120 days after sowing (DAS) to determine dry matter and accumulation of macronutrients in leaves and roots. At 40 DAS, five days after thinning, the plants had 0.18 g and 0.04 g in dry leaves (LDM) and of roots (RDM), respectively. From then, until 88 DAS, the partitioning of photoassimilates and accumulation of matter in the shoots were more pronounced. The RDM was low until 80 DAS, which corresponded to two thirds of the crop cycle, from when the amount of material allocated in this part of the plant had strong growth, surpassing, at 88 DAS, the amount of LDM. The nutrient accumulation was small in the first 60 DAS, coinciding with the period of lower dry matter accumulation. The order of decreasing macronutrient accumulation by the crop were: $K > N > Ca > P > S > Mg$, in the amounts of 906.7, 438, 155.46, 87.4, 58 and 37.63 mg plant⁻¹, respectively. The root participated with 60.5% of the accumulation of N, 86.1% of P, 58% of K, 25.5% of Ca, 55.6% of Mg and 65.5% of S. Considering a population of 590,000 plants per hectare, the total quantity of nutrients by the crop of carrots was 258.3, 51.6, 534.8, 91.7, 22.2 and 34.2 kg N ha⁻¹, P, K, Ca, Mg and S, respectively.

Key words: *Daucus carota* L.. Nutrient uptake. Growth.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 10/10/2011; aceito em 21/12/2012.

¹UNESP-FCAV, Departamento de Produção Vegetal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14.884-900 Jaboticabal-SP;

*Autor para correspondência: rutra@fcav.unesp.br

INTRODUÇÃO

A cenoura é a principal hortaliça em expressão econômica da família Apiaceae, com cultivos em quase todo o território brasileiro (DUDA; ARAÚJO, 2003). Esta olerácea pertence ao grupo das raízes tuberosas e apresenta alto conteúdo de pró-vitamina A, tem textura macia e paladar agradável. Além do consumo *in natura*, é utilizada como matéria prima para indústrias processadoras de alimentos, que a comercializam na forma de minimamente processada (mini-cenouras, cubos, ralada, em rodelas) ou processada na forma de seleta de legumes, alimentos infantis e sopas instantâneas (LANA; VIEIRA, 2000).

A produção de cenoura, no Brasil, foi de 756.744 toneladas, e a região Sudeste é a maior produtora dentre as regiões brasileiras, com 62% do total. Entretanto, a produtividade média brasileira é de 29 t ha⁻¹ (EMBRAPA, 2013), e está muito aquém do potencial da cultura, estimada entre 100 a 120 t ha⁻¹. Entre as causas dessa baixa produtividade brasileira podem ser citados a falta de zoneamento climático e de inadequada escolha da cultivar, de preparo do solo, da densidade populacional, da fertilização, irrigação e controle fitossanitário.

A adubação, que representa em torno de 45% do custo de produção da cenoura (CEPEA, 2010), tem importante influência na produtividade (MENEGAZZO, 2010), na qualidade da raiz (LUZ et al., 2009), no armazenamento (MÜLLER, 1982), no ambiente e na rentabilidade de cultivo. Um bom manejo nutricional e de adubação é construído, também, levando-se em consideração a marcha de acúmulo de nutrientes, que, de certo modo, reflete a demanda da cultura e as condições de solo em fornecê-los.

Segundo Homa et al. (1981), curvas de crescimento e as marchas de acúmulo de nutrientes pelas plantas tornam possível precisar a dose e o momento em que mais necessitam de cada nutriente, fase em que esses elementos são importantes para o seu desenvolvimento. O estudo nutricional de cada cultura é realizado para corrigir problemas de fertilidades do solo e práticas de adubação.

Para cenouras do grupo Brasília, adaptadas ao cultivo de verão, Souza et al. (2003) verificaram que nas folhas ocorreu a seguinte ordem decrescente de acúmulo: K > N > Ca > S > P > Mg, enquanto na raiz a ordem verificada foi: K > N > P > Ca > Mg > S. Os autores verificaram que o acúmulo de matéria seca na parte aérea correspondeu a 33% da matéria seca total da planta. Para 'Brasília', 'Esplanada' e 'Alvorada', em cultivo em Mossoró, RN, Teófilo et al. (2008) observaram que a parte aérea das cultivares apresentou acúmulo de matéria seca linear com o desenvolvimento do ciclo e, assim, como Souza et al. (2003), a matéria seca da parte aérea das três cultivares, ao final do ciclo, representou cerca de 36% do total acumulado pelas plantas.

Não foram encontrados trabalhos sobre crescimento e marcha de acúmulo de nutrientes em cenoura do grupo de inverno. Diante do fato, este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento e a marcha de acúmulo de macronutrientes em cenoura 'Forto', obtendo-se, assim, informações sobre as quantidades, bem como as épocas de suas maiores demandas.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido, período de maio a setembro de 2004, na propriedade rural da empresa Sekita Agropecuária Ltda, localizada no município de São Gotardo, Minas Gerais. O solo da área experimental foi classificado como um Latossolo Vermelho-Amarelo ácrico típico (CORREIA et al., 2004) e apresentava, segundo as análises de fertilidade e granulométrica, da camada de 0-20 cm, previamente à instalação do experimento, argila = 480 g kg⁻¹; silte = 280 g kg⁻¹ e areia = 240 g kg⁻¹; pH_(CaCl2) = 5,6; M.O. = 22 g dm⁻³; P = 9,6 mg dm⁻³; K⁺ = 2,7 mmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 26 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 7 mmol_c dm⁻³; H⁺+Al³⁺ = 24 mmol_c dm⁻³; CTC = 59,7 mmol_c dm⁻³ e V = 60%.

O preparo do solo foi realizado com aração e gradagem. A calagem foi realizada para elevar a saturação por bases do solo a 70% conforme Trani et al. (1997), com calcário de PRNT = 124%, CaO = 48% e MgO = 16%. Os canteiros foram preparados com rotoencanteiradora e adubados com 90, 500 e 350 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

Foi utilizada a cultivar Forto, indicada para outono-inverno, que apresenta raízes cilíndrica, de 18 a 20 cm de comprimento, e com tolerância ao pendoamento precoce (SEMINIS, 2013).

A semeadura foi realizada no dia 20 de maio de 2004, diretamente no canteiro, com seis linhas de plantio, sob o espaçamento de 0,30m entre fileiras duplas e 0,10 m entre fileiras simples. O desbaste foi realizado aos 35 dias após a semeadura (DAS), objetivando ajustar o espaçamento entre plantas na linha para 0,055 m. Em cobertura foram aplicados 60 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O aos 35 e 50 DAS e 60 kg ha⁻¹ K₂O aos 65 DAS. A irrigação foi realizada por pivot central, com lâmina para repor a evapotranspiração calculada. Durante o ciclo, para avaliação do crescimento e acúmulo de nutrientes, foram realizadas coletas de plantas periodicamente. As amostragens, com três repetições, iniciaram-se aos 40 dias após a semeadura e prosseguiram com intervalos de 10 dias até 120 dias, quando foi encerrado o período de cultivo e realizada a colheita. Na primeira amostragem, foram coletadas 200 plantas e nas demais foram coletadas 20 plantas.

Estas tiveram as folhas separadas da raiz tuberosa, as quais foram lavadas em água, corrente e deionizada. Foi obtida a massa média da raiz tuberosa e, logo após, as folhas e raízes foram postas a se-

car, separadamente, em sacos de papel, em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante. As matérias secas foram pesadas em balança, com precisão de duas casas decimais, e em seguida moídas em moinho tipo Wiley com peneira de 20 mesh. As matérias de folhas e raízes secas, de cada época avaliada, foram submetidas à digestão e, posteriormente, determinados os teores de macronutrientes, conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). Para cada época de amostragem e parte da planta, foi calculada a quantidade (acúmulo) de cada macronutriente multiplicando-se a massa pelo teor do nutriente na matéria seca. As matérias secas de folhas e de raiz, assim como os acúmulos dos nutrientes foram ajustados a equações não lineares, utilizando-se o programa Origin 6.0. Optou-se pela equação que possua explicação biológica, e desta a que tenha sido significativa (teste F) e com maior coeficiente de determinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo cultural da cenoura 'Forto' foi de 120 dias, com produtividade de 72 t ha⁻¹ de raiz comercial, o que é considerada alta produtividade, visto que a média brasileira é de 29 t ha⁻¹ (EMBRAPA, 2013) e Luz et al. (2009), que avaliaram as cultivares Forto e Nantes, no inverno, verificaram produtividades de 20,9 e 22,5 t ha⁻¹, respectivamente.

Os crescimentos da parte aérea e da raiz ajustaram-se ao modelo de crescimento sigmoidal e apresentaram acúmulos contínuos de matéria até a colheita (Figura 1). Aos 40 dias após a semeadura (DAS), cinco dias após ter sido realizado o desbaste, a planta de cenoura 'Forto' apresentava 0,18 g e 0,04 g em matéria seca de folhas (MSF) e de raiz (MSR), respectivamente. A partir de então, até 88 DAS, a partição de fotoassimilados e acúmulo de matéria mostrou-se favorável na parte aérea. Neste período, 48 dias, o incremento na MSF foi de 122 %. Nos 32 dias finais de cultivo, a MSF apresentou, também, um elevado aumento de 119 % passando de 2,49 g para 5,45 g planta⁻¹. Souza et al. (2003) verificaram acúmulo de 15,5 g nas folhas da cv. Brasília, ao final do cultivo. Há, contudo, de ressaltar que a diferença nas quantidades acumuladas de matéria seca na parte aérea, nos citados trabalhos, pode ser devido, primeiramente, à cultivar, mas também ao ambiente de cultivo, no qual destacam-se umidade e fertilidade do solo e a fertilização das plantas. A matéria seca das raízes de cenoura foi pequena até dois terços do cultivo, ou seja, 80 DAS. A partir de então, verificou-se que a quantidade de matéria alocada nesta parte da planta teve forte incremento, ultrapassando, aos 88 DAS, a quantidade de MSF. No terço final do cultivo, o aumento na MSR foi de 1,34 g, aos 80 DAS, para 17,81 g planta⁻¹, aos 120 DAS (Figura 1). Neste período, a taxa de incremento foi de 0,41 g planta⁻¹ dia⁻¹, enquanto a MSF, no mesmo período

foi de 0,09 g planta⁻¹ dia⁻¹.

Ao final do cultivo, a planta 'Forto' acumulou 5,45 g de MSF e 17,81 g de MSR (Figura 1), perfazendo o total de 23,26 g, com participações de 23,5 e 76,5 % em folhas e raiz, respectivamente. França et al. (2004) avaliando o crescimento da cultivar Brasília, em cultivo de setembro a dezembro, verificaram participações de 42% e 58% de folhas e raiz, na matéria seca total da planta. Souza et al. (2003), para a cv. Brasília, no verão de 2000 e 2001, encontraram 33,2 e 66,8% de participação de folhas e raiz na matéria seca total da planta. Por outro lado, Oliveira et al. (2006), em Mossoró-RN, constataram participação muito elevada das folhas, 48% no total de matéria seca acumulada pela planta 'Brasília', o que pode ser atribuído às altas temperaturas, que são desfavoráveis ao crescimento de raiz, pois temperaturas que favorecem o alongamento da raiz variam de 10 a 20°C (SOUZA et al., 2002; FINGER et al., 2005). Teófilo et al. (2009), avaliando as três cultivares de cenoura, Brasília, Esplanada e Alvorada, verificaram que o acúmulo de MSR e total pelas três cultivares foi crescente durante todo o período experimental, embora tenham sido verificados maiores MSR em 'Alvorada' e 'Brasília', por ocasião da colheita.

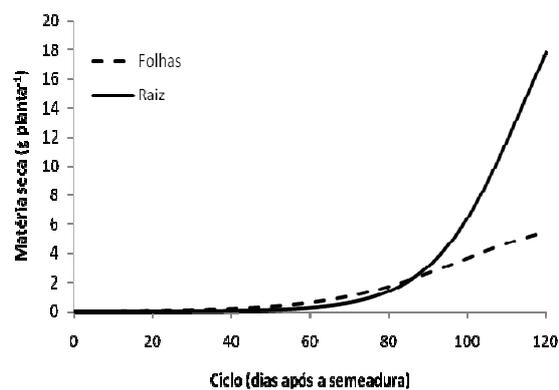


Figura 1. Acúmulo de matéria seca nas folhas e na raiz em plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Forto, no decorrer do ciclo.

O acúmulo de N na parte aérea da cenoura caracterizou-se por três fases distintas. Primeira fase, até 60 DAS quando o acúmulo foi crescente, e representou 39,5% do total acumulado nesta parte da planta, aos 120 DAS. A segunda fase, de 60 a 90 DAS, na qual ocorreu intenso acúmulo de N nas folhas, foram acumulados 145,5 mg planta⁻¹ de N (Figura 2), o que representou 33,2% do total acumulado nas folhas. A taxa de acúmulo neste período foi de 4,8 mg planta⁻¹ dia⁻¹. Na dezena final deste período, verificou-se diminuição no acúmulo de N nas folhas da 'Forto', muito provavelmente, em decorrência do elevado incremento de matéria seca da raiz (Figura 1). França et al. (2004) verificaram que no período em que houve maior incremento no crescimento da raiz, ocorreu diminuição no incremento da altura, número de folhas e projeção da parte aérea

sobre o solo. Isto caracterizou redirecionamento do principal dreno na planta por fotoassimilação e, naturalmente, também por nutrientes. De acordo com o observado por França et al. (2004), a desaceleração do acúmulo de N observado nas folhas da 'Forto', no final da segunda fase, pode ser compreendida, haja vista, o N encontrar-se fortemente associado ao crescimento das estruturas da planta, neste caso com a parte aérea e a raiz da cenoura. Os incrementos de N nas folhas foram menores com o avanço do ciclo da planta, tanto que a terceira fase, de 90 a 120 DAS, caracterizou-se por ausência de incremento no acúmulo de N nesta parte da planta (Figura 2). Nos últimos 20 dias do cultivo, as folhas apresentaram praticamente a mesma quantidade de N, ainda que no mesmo período tenha sido observado aumento de 11% na matéria seca acumulada nesta parte da planta. Esta constatação permite inferir que nos últimos dias do cultivo houve redistribuição de parte do N presente nas folhas para a raiz.

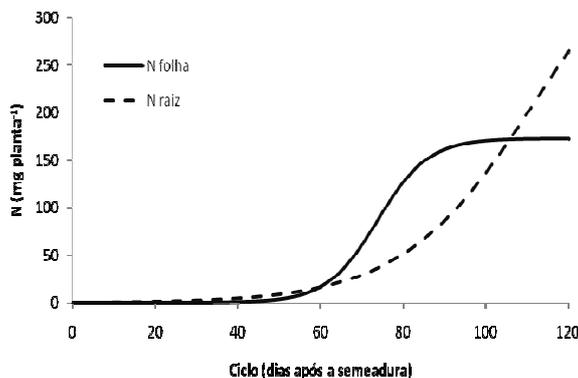


Figura 2. Acúmulo de nitrogênio nas folhas e na raiz de plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Forto, no decorrer do ciclo.

A raiz apresentou marcha de acúmulo de N distinto do observado para as folhas, pois o acúmulo de N que se acentuou a partir de 60 DAS permaneceu com elevadas taxas de incremento até o final do cultivo (Figura 2). O período de 60 a 120 DAS pode ser considerado o de maior demanda por N pela cenoura 'Forto'. Souza et al. (2003) verificaram um acúmulo de 21 mg planta⁻¹ de N e ressaltaram que as folhas foram o órgão com maior teor em macronutrientes e o acúmulo de N na raiz seguiu comportamento semelhante ao verificado para o acúmulo de MSR. Oliveira et al. (2006) verificaram que a maior demanda de N, pela 'Brasília' ocorreu a partir dos 50 a 60 DAS, sendo que a raiz participou com 32% de N acumulado.

No final do ciclo o acúmulo de N nas folhas foi de 173,3 mg e na raiz foi de 264,6 mg planta⁻¹, que representaram 39,5% e 60,5% do total de N acumulado pela 'Forto', respectivamente (Figura 2).

Para o fósforo (P), aos 40 DAS foi verificado que as folhas haviam acumulado 0,55 mg e a raiz 0,26 mg de P. Até 50 DAS, o acúmulo foi crescente,

porém em quantidades pequenas. Entre 50 e 80 DAS, foi observado o maior aumento na quantidade de P em folhas de cenoura 'Forto'. Nesse período, foram acumulados 7,22 mg planta⁻¹, o que correspondeu a 24% do total de P acumulado na parte aérea. A partir de 80 DAS, o incremento de P nas folhas desacelerou, mas continuou até o final do ciclo (Figura 3). A raiz tuberosa exportou cerca de 86% do P absorvido pela planta. Segundo Oliveira et al. (2006), para a cenoura 'Brasília', a maior demanda de P ocorreu no período de 70 a 80 DAS.

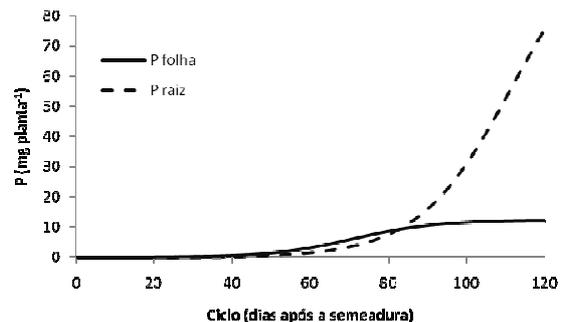


Figura 3. Acúmulo de fósforo nas folhas e na raiz de plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Forto, no decorrer do ciclo.

O acúmulo de P na raiz seguiu o mesmo ajuste observado para o acúmulo de MSR, e até 60 DAS foi pequeno, atingindo 1,4 mg planta⁻¹. A partir de então, o acúmulo foi intensificado alcançando o máximo estimado, aos 120 DAS, igual a 75,3 mg (Figura 3). Ao final do ciclo, os totais de P nas folhas e raiz foram de 12,1 mg e 75,3 mg, respectivamente (Figura 3), sendo, então, que as folhas participaram com 13,9% do acúmulo de P, enquanto a raiz com 86,1%. As proporções de P observadas para 'Forto', no inverno, diferem das proporções verificadas por Oliveira et al. (2006), em que a participação da raiz no acúmulo de P foi de 60%, para a cenoura 'Brasília'. Entretanto, a diferença entre os resultados obtidos nos dois trabalhos pode ser devido ao fato de que a cultivar Brasília possui maior parte aérea do que a 'Forto'. Souza et al. (2003) também encontraram maior acúmulo de P na raiz da cenoura 'Brasília'.

O acúmulo de K na parte aérea da cenoura foi semelhante ao acúmulo de N, com três fases. A primeira fase correspondeu ao período entre a semeadura até 60 DAS, apresentou acúmulo crescente, mas em quantidades pequenas, e atingiu ao final desse período 16,3 mg planta⁻¹, o que representou 4,3% do total de K na parte aérea da planta (Figura 4). Ao final desta primeira fase, a relação N:K, considerando toda a planta, foi de 0,7:1. Dos 60 aos 100 DAS, segunda fase, ocorreu intenso acúmulo de K nas folhas e foram acumulados 315,6 mg planta⁻¹, correspondendo a 82,8% do acumulado pelas folhas aos 120 DAS. Próximo ao final do ciclo verificou-se desaceleração no acúmulo de K na parte aérea e o incremento verificado de 100 DAS (331,7) para 120 DAS (381,2 mg planta⁻¹) foi de 14,9%.

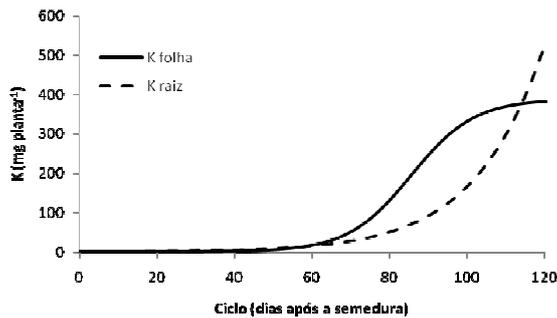


Figura 4. Acúmulo de potássio nas folhas e na raiz de plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Forto, no de-

A raiz apresentou marcha de acúmulo de K distinto do observado para as folhas, pois o acúmulo de K que se acentuou a partir dos 70 DAS permaneceu com elevadas taxas de incrementos até o final do cultivo, totalizando 525,2 mg planta⁻¹. Considerando os valores observados, do total de potássio acumulado ao final do ciclo, verificou-se que as folhas contribuíram com aproximadamente 42% (381,2 mg planta⁻¹) e a raiz com 58% (525,2 mg planta⁻¹) (Figura 4). Oliveira et al. (2006) relataram que para a cenoura 'Brasília' a raiz participou com 60% do acúmulo de K. No período de 60 a 120 DAS, a relação N:K, na planta, passou do início para o final deste período de 0,7:1 para 0,48:1.

Embora a marcha de acúmulo de K nas folhas tenha apresentado ajuste de equação semelhante à de N, verificaram-se duas diferenças entre as marchas. O K foi acumulado em maior quantidade do que o N, e diferiu também na amplitude das fases caracterizadas. No caso do K, o período de maior demanda do nutriente foi de 10 dias maior (Figura 4). Tanto a maior quantidade acumulada, quanto o maior comprimento da segunda fase podem ser atribuídas à maior demanda de K em relação a qualquer nutriente por espécies acumuladoras de reservas em órgãos subterrâneos.

Aos 40 DAS, a planta de cenoura 'Forto' apresentava 3,92 mg planta⁻¹ de cálcio (Ca) nas folhas e 0,06 mg na raiz. Até 60 DAS, as folhas haviam acumulado 8,87 mg, o que representou 7,6% do total de Ca acumulado nas folhas, incremento de 126% neste período. O acúmulo diário foi de 0,22 mg planta⁻¹ (Figura 5). A partir de então, o acúmulo se acentuou, chegando ao final do ciclo com 117,42 mg de Ca somente nas folhas. Neste período de 60 dias finais do ciclo, foram acumulados 104,6 mg de Ca nas folhas, correspondente a 89% do total acumulado nesse órgão da planta, um acúmulo diário de 1,74 mg planta⁻¹. A participação das folhas no acúmulo de Ca no final do ciclo foi de 75,5 % e da raiz, 25,5% (Figura 5).

Oliveira et al. (2006) verificaram que para a cenoura 'Brasília' o período de maior demanda de Ca foi a partir de 50 DAS, e do total de nutrientes acumulados, a raiz participou com 21% de Ca.

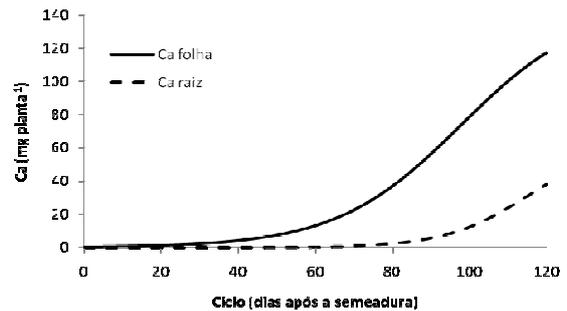


Figura 5. Acúmulo de cálcio nas folhas e na raiz de plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Forto, no decorrer do ciclo.

Oliveira et al. (2006) verificaram que para a cenoura 'Brasília' o período de maior demanda de Ca foi a partir de 50 DAS, e do total de nutrientes acumulados, a raiz participou com 21% de Ca.

O acúmulo de magnésio (Mg) nas folhas foi crescente até o final do ciclo. Aos 40 DAS, as folhas apresentavam acúmulo de 0,48 mg planta⁻¹ de Mg. No período de 40 a 80 DAS, as folhas acumularam 4,7 g, o que representou 28,1% do máximo (16,71 mg) acumulado nesse órgão da planta (Figura 6). O acúmulo diário nesse período foi de 0,11 g planta⁻¹ dia⁻¹. Nos 40 dias finais de ciclo, o acúmulo de Mg em folhas foi de 11,5 mg planta⁻¹, cerca de 28,7% do total nesta parte da planta, um incremento de 221%. As folhas participaram com 44,4% no acúmulo de Mg, o correspondente a 16,71 mg planta⁻¹.

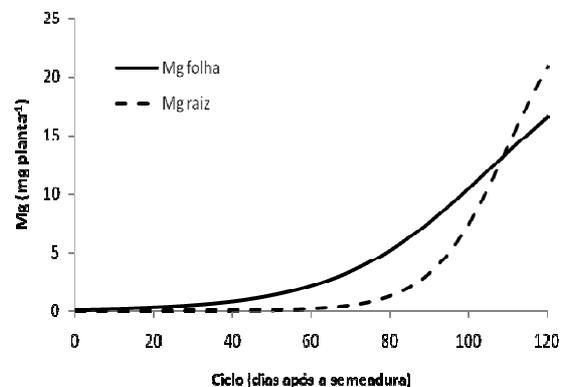


Figura 6. Acúmulo de magnésio nas folhas e na raiz de plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Forto, no decorrer do ciclo.

A raiz apresentou marcha de acúmulo de Mg diferente do observado para as folhas, onde o acúmulo se acentuou a partir dos 70 permanecendo com elevadas taxas de incremento até o final do cultivo, passando de 0,4 mg para 20,9 mg planta⁻¹ aos 120 DAS (Figura 6). Entre 40 e 70 DAS, o acúmulo de Mg foi de 0,47 mg, acúmulo de 0,015 mg planta⁻¹ dia⁻¹, o que representou 1,5% do máximo acumulado. A quantidade de Mg na raiz atingiu 20,9 mg planta⁻¹, ao final do ciclo. Nesse período houve acúmulo de 19,6mg, que representa 93%. O acúmulo diário foi

de 0,49 mg planta⁻¹dia⁻¹. A raiz participou com 55,6% do total acumulado de Mg pela planta. Oliveira et al. (2006) verificaram que para a cenoura Brasília o período de maior demanda de Mg foi a partir dos 50 DAS, e do total de nutrientes acumulados, a raiz participou 34% de Mg. Souza et al. (2003) citam que na cenoura 'Brasília' as folhas foram o órgão com maiores teores em macronutrientes, com exceção de Mg, P e S.

O acúmulo de enxofre (S) nas folhas foi constante até o final do ciclo. Dos 40 aos 80 DAS a quantidade de S acumulado nas folhas foi de 6,14 mg planta⁻¹, que correspondeu a 15% do total de S nesta parte da planta. Nos 40 dias finais de ciclo, as folhas acumularam 13,2 mg de S, cerca de 33% do total acumulado. Neste período houve incremento de 194%, um acúmulo diário de 0,33 mg planta⁻¹dia⁻¹ (Figura 7). A raiz apresentou marcha de acúmulo de S diferente do observado para as folhas. O acúmulo foi lento até os 70 DAS, onde a quantidade acumulada foi de 0,5 mg planta⁻¹, o que representou 1,63% do máximo acumulado nesta parte da planta. A partir dos 80 DAS o acúmulo de S acentuou-se, passando de 1,47 mg para 37,9 mg ao final do ciclo, um incremento de 2.478%. O acúmulo diário neste período foi de 0,9 mg planta⁻¹ dia⁻¹, que representou 91% do máximo de S acumulado pela raiz. Ao final do ciclo, verificou-se que as folhas participaram com 34,5% e a raiz com 65,5% do total de S acumulado pela planta (Figura 7).

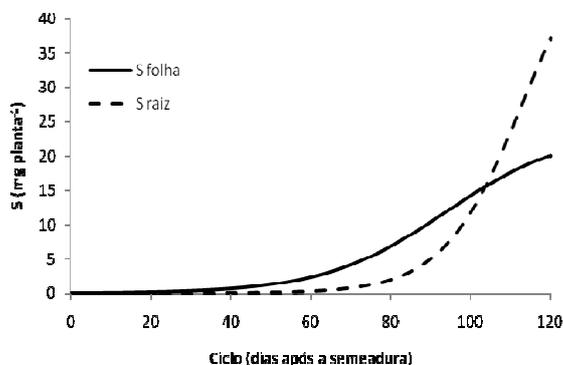


Figura 7. Acúmulo de enxofre nas folhas e na raiz de plantas de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Forto, no decorrer do ciclo.

Em síntese, pode-se constatar que N, P, K, Mg e S acumularam-se preferencialmente na raiz, enquanto o Ca principalmente nas folhas.

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes verificada para a cenoura 'Forto' foi: K > N > Ca > P > S > Mg. Esta sequência foi a mesma citada por Filgueira (2008). Nas folhas, a sequência decrescente de acúmulo foi: K > N > Ca > S > Mg > P. A extração de nutrientes nas folhas de hortaliças tuberosas como a cenoura e a beterraba foi avaliada por Furlani et al. (1978), que verificaram que a ordem de extração foi: K > N > Ca > S > Mg > P e K > N > Mg > Ca > P > S, respectivamente. Na raiz, a sequência decrescente de acúmulo observada na

'Forto' foi: K > N > P > Ca > S > Mg. Oliveira et al. (2006) constataram que na cenoura 'Brasília' os nutrientes P e K acumularam-se preferencialmente na raiz, enquanto o N, Ca e Mg nas folhas. Já Souza et al. (2003) verificaram que, em cenouras do grupo Brasília, nas folhas ocorreu a seguinte ordem decrescente: K > N > Ca > S > P > Mg, enquanto na raiz a ordem verificada foi: K > N > P > Ca > Mg > S.

As quantidades totais acumuladas por planta de 'Forto' foram 437,9; 87,4; 906,4; 155,46; 37,63 e 58 mg de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. Em relação ao K, que foi o nutriente mais acumulado pela cenoura 'Forto', as proporções de N, P, Ca, Mg e S para aquele nutriente foram de 0,48:1; 0,1:1; 0,17:1; 0,04:1 e 0,06:1, respectivamente.

Considerando uma população de 590.000 plantas por hectare, a quantidade acumulada dos nutrientes pela cultura da cenoura foi de 258,3; 51,6; 534,8; 91,7; 22,2 e 34,2 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

As quantidades dos nutrientes presentes na raiz em relação ao total corresponderam aos percentuais de 60,5% do acúmulo de N; 86,1% de P; 58% de K; 25,5% de Ca; 55,6% de Mg e 65,5% de S, e às exportações de 156,3; 44,4; 310,2; 233,9; 123,4 e 224 kg ha⁻¹, respectivamente. Considerando-se que a produtividade obtida foi de 72 t ha⁻¹ de raiz comercial, as quantidades de N, P e K por tonelada de raiz foram de 2,2; 0,6 e 4,3 kg, as quais foram semelhantes às quantidades verificadas por Trani e Rajj (1997), que citaram as 2,6; 0,4 e 4,3 kg para cada tonelada de raiz, para uma faixa de produtividade entre 25 e 45 t ha⁻¹.

CONCLUSÕES

O maior acúmulo de matéria seca na parte aérea da cenoura aconteceu a partir de 70 dias da semeadura, enquanto na raiz aconteceu no terço final do crescimento;

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes verificada para a cenoura 'Forto' foi: K > N > Ca > P > S > Mg;

Os nutrientes N, P, K, Mg e S acumularam-se preferencialmente na raiz, enquanto o Ca principalmente nas folhas;

As quantidades totais acumuladas por planta de 'Forto' foram 437,9; 87,4; 906,4; 155,46; 37,63 e 58 mg de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente;

As quantidades dos nutrientes presentes na raiz em relação ao total corresponderam aos percentuais de 60,5% do acúmulo de N; 86,1% de P; 58% de K; 25,5% de Ca; 55,6% de Mg e 65,5% de S.

REFERÊNCIAS

- CEPEA. **Laboratório de informação**. 2010. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/rrs.php>>. Acesso em: 10 nov. 2010.
- CORREIA, J. R.; REATTO, A.; SPERA, S. T. Solos e suas relações com o uso e manejo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.29-61.
- DUDA C.; ARAUJO E.S. Efeito do espaçamento entrelinhas na produção de cenoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, 2003, Recife, **Resumos...** Recife: SOB (CD-ROM). 2003.
- FILGUEIRA, F. A. dos R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 3ª Ed., 2008. 421 p.
- FINGER, F. L.; DIAS, D. C. F. S.; PUIATTI, M. Cultura da cenoura. In: FONTES, P. C. R. (ed.). **Olericultura teoria e prática**. Viçosa: Departamento de Fitotecnia/Setor de Olericultura. p.371-384. 2005.
- FRANÇA, T. F.; REIS, F. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Análise de crescimento em cenoura, cv. Brasília, cultivada na primavera, em Jaboticabal-SP. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 44, 2004, Campo Grande-MS. **Horticultura Brasileira**, v.22, suplemento CD-ROM, 2004.
- FURLANI, A. M. C. et al. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, Campinas, v. 37, n. 1, p.33-44, 1978.
- HOMA, P. M.; HAAG, H. P.; SARRUGE, J. R. Absorção de nutrientes pela cultura de couve-flor. In: HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p. 101-106.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. **Distribuição da produção de hortaliças no Brasil**. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br>>. Acesso em: 14-5-2013.
- LANA, M. M.; VIEIRA, J. V. **Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 16 p. (Circular Técnica 21).
- LUZ, J. M. Q. et al. Desempenho de cultivares de cenoura no verão e outono-inverno em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 96-99, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicação**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201 p.
- MENEGAZZO, T. M. Cenoura. **Revista Hortifruti Brasil**, Ano 9, n. 93, p.25, 2010.
- MÜLLER, J. J. V. Aspectos do armazenamento de cenoura (*Daucus carota* L.). In: MÜLLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. (ed.). **Seminários de Olericultura**. Viçosa: Imprensa Universitária, v.5, 1982. p.1-25.
- OLIVEIRA, R. A. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura. 2006. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 24, n. 2, suplemento CD-ROM, 2006.
- SEMINIS. Forto. Disponível em: <<http://www.seminis.com/global/br/products/Pages/Forto.aspx>>. Acesso em: 14-5-2013.
- SOUZA, A. F. et al. Teores de macronutrientes e produção de matéria seca em cenouras do Grupo Brasília, cultivadas em solos sob cerrado. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 21, n. 2, suplemento CD-ROM, 2003.
- SOUZA, R. J. et al. **Cultura da cenoura**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 68 p. (Textos Acadêmicos, 22).
- TEÓFILO, T. M. da S. et al. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 168-174, 2009.
- TRANI, P. E. et al. Beterraba, cenoura, nabo, rabanete e salsa. In: van RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p 174.
- TRANI, P. E.; RAIJ, B. Hortaliças. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p 157-164.