

Produção e perda de massa pós-colheita de cenoura 'Brasília', considerando doses de fósforo e de cama de frango semi decomposta

Charles de Araujo^{1*}, Néstor Antonio Heredia Zárate² e Maria do Carmo Vieira²

¹Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Av. PH Rolfs, s/nº, Campus Universitário, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ²Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, C.P. 533, 79804-970, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil *Autor para correspondência. e-mail: charles@vicosa.ufv.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do fósforo-P (2,97; 17,68; 29,47; 41,26 e 56,02kg ha⁻¹) e de cama de frango-CF (1,0; 6,0; 10,0; 14,0 e 19,0 t ha⁻¹) sobre a produção e a vida útil das raízes de cenoura 'Brasília'. Os tratamentos foram definidos pela matriz experimental Plan Puebla III, resultando em 9 tratamentos dispostos no delineamento de blocos casualizados, com 4 repetições. As colheitas das plantas foram realizadas aos 90 e aos 105 dias após a semeadura, quando avaliaram-se as produções de matéria fresca de folhas e de raízes comercializáveis (RC) e as perdas de massa das raízes no armazenamento. A combinação de doses intermediárias de P e de CF propiciaram as maiores produções de matéria fresca de RC, bem como menores perdas de massa no armazenamento, nas duas épocas de colheita. O valor tolerável das perdas de massa (14,64%), quando as raízes apresentavam murcha aparente, foi maior do que o apresentado na literatura (8,00%).

Palavras-chave: *Daucus carota* L., adubação fosfatada, resíduo orgânico, conservação.

ABSTRACT. Production and post harvest mass loss of 'Brasilia' carrot, considering phosphorus and chicken manure doses. The order this work was evaluate the effects of phosphorus-P (2.97; 17.68; 29.47; 41.26 and 56.02kg ha⁻¹) and chicken manure-CF (1.0; 6.0; 10.0; 14.0 and 19.0 t ha⁻¹), on yield and shelf-life of 'Brasilia' carrot roots. The treatments were arranged using Plan Puebla III experimental matrix, which resulted in the nine treatments, arranged in a complete randomized block with four replications. Harvests of plants were done at 90 and 105 days after sowing, when productions of fresh matter of leaves and of commercial roots (CR) and mass losses of carrot roots in storage were evaluated. The combination of intermediate doses P and CF promoted the greatest productions of CR fresh matter, as well small mass loss in storing for two dates of harvest. The tolerable value of mass losses (14.64%), when the roots presented wither apparent, was higher than presented on literature (8.00%).

Key words: *Daucus carota* L., phosphorus fertilizer, organic manure, conservation.

Introdução

O Estado de Mato Grosso do Sul tem se tornado, nos últimos anos, produtor de quantidades significativas de hortaliças, especialmente de cenoura, cuja produção no ano de 1996 foi de 2.431 t, numa área de 94,9 ha (Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1998). A maioria dos solos utilizados para o cultivo dessa hortaliça no Estado são, normalmente, distróficos, com elevada acidez e baixa capacidade de troca de cátions (Lopes, 1984). Além de pobres em nutrientes, principalmente em fósforo (P), apresentam estrutura, textura e permeabilidade que não oferecem condições físicas satisfatórias para o crescimento das raízes de cenoura (Embrapa, 1997).

Essa condição dificulta o controle da umidade do solo e a colheita, levando à diminuição da produtividade e da qualidade do produto (Pinto *et al.*, 1984).

A forma de minimizar esses efeitos seria o uso de resíduos orgânicos decompostos ou, preferencialmente, semi decompostos (Vieira *et al.*, 1996), juntamente com adubos fosfatados, para melhorar a permeabilidade e a estrutura dos solos 'pesados', bem como aumentar o teor de P disponível (Kiehl, 1993).

Os efeitos benéficos dos resíduos orgânicos para a cultura de cenoura relacionam-se com o aumento do teor de matéria orgânica do solo, permitindo maior penetração e distribuição do sistema radicular,

aumento dos índices de agregação, de aeração e da capacidade de infiltração e armazenamento de água (Nogueira *et al.*, 1984). Além desses, há efeitos benéficos sobre os organismos do solo, redução do alumínio trocável e aumento nos teores de P extraível e do Ca, do Mg e do K trocáveis do solo (Kiehl, 1985; Ernani e Gianello, 1983; Gianello e Ernani, 1983), os quais influenciam na produção da cenoura, proporcionando raízes de melhor aspecto e que toleram períodos mais longos de armazenamento (Nogueira *et al.*, 1984).

A escolha do resíduo orgânico é função da disponibilidade, variando entre regiões e conforme a cultura em que será utilizado (Kiehl, 1985). Na região da Grande Dourados vem se desenvolvendo a avicultura, com a criação de frangos de corte, fazendo os resíduos das camas dos aviários ficarem disponíveis em grande quantidade, o que induz à busca de alternativas de uso desses resíduos orgânicos. Dentre outros, eles são incorporados e/ou utilizados em cobertura, para a melhoria dos solos cultivados com hortaliças. Resultados experimentais demonstraram que, para a cultura da cenoura a incorporação de 7 t ha⁻¹ de cama de frango proporcionou maior massa de folhas (45-73 dias após a semeadura) e maior massa de raízes (115 dias após a semeadura) (Vicira *et al.*, 1996).

O P exerce papel importante na adubação para os solos brasileiros, os quais, na maioria dos casos, são muito pobres ou deficientes em P-disponível para as plantas (Kiehl, 1993), devido à dependência do pH, da adubação fosfatada, da umidade e do teor de matéria orgânica do solo (Malavolta, 1976). Por isso, a utilização conjunta de adubação fosfatada e de resíduos orgânicos pode aumentar a disponibilidade do P para as plantas, especialmente para aquelas que produzem raízes tuberosas, como a cenoura (Vicira *et al.*, 1997). A deficiência de P altera vários processos metabólicos das plantas, incluindo divisão celular, transferência energética, respiração, particionamento de carbono e fotossíntese (Marschner, 1995), o que limita o crescimento da parte aérea (Minami e Carneiro, 1981), além de influenciar o formato (Embrapa, 1997), e diminuir a proporção de raízes comerciais (Hole e Scaife, 1993), a qualidade e a conservação pós-colheita das raízes de cenoura (Chitarra e Chitarra, 1990).

Segundo Müller (1982), o fornecimento de nutrientes minerais, principalmente aqueles de que o solo não dispõe em condições satisfatórias, durante o ciclo vegetativo, e o acúmulo desses nutrientes pela planta pode influenciar a qualidade das raízes no armazenamento. Portanto, quando houver necessidade de optar pelo armazenamento, é

conveniente escolher cenouras cultivadas em solos mais equilibrados nutricionalmente, colhidas no estágio adequado de maturação ou de desenvolvimento, inteiras, firmes, sem ataque de insetos e de microrganismos e livres de impurezas (Chitarra e Chitarra, 1990; Pinto *et al.*, 1984).

A antecipação ou o retardamento da colheita também pode influenciar o tempo de armazenamento de raízes de cenoura (Freire *et al.*, 1984). Se as raízes forem colhidas antes de alcançar o estágio adequado, há aumento da taxa respiratória, acarretando maior perda de massa; e, se colhidas em estágio avançado de maturação, pode haver prejuízo no sabor e na conservação pós-colheita (Pinto *et al.*, 1984).

Com base no exposto e considerando a pequena disponibilidade de dados sobre a nutrição e a adubação de cenoura, especialmente para o Estado de Mato Grosso do Sul, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da adição de fósforo e de cama de frango semi decomposta sobre a produção e a vida pós-colheita de raízes de cenoura 'Brasília'.

Material e métodos

Experimento no campo

O experimento foi desenvolvido de abril a agosto de 1998, no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no município de Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul, situado entre as coordenadas geográficas de 22° 13' 16" de latitude Sul e 54° 48' 2" de longitude Oeste. A altitude do local é de 452m, e o clima regional é classificado pelo sistema internacional de Köppen como Cwa (Mato Grosso do Sul, 1990). A precipitação média anual é de 1500mm, e a temperatura média anual é de 22° C. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Roxo distrófico, de textura argilosa e de topografia plana. Os resultados das análises químicas da amostra do solo são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo da área do experimento. Dourados, UFMS, 1998.

Análise química ^{1/}	Características
pH em água (1:2,5)	5,8
Al ³⁺ (mmol(c).dm ⁻³) ^{2/}	2,8
P (mg.dm ⁻³) ^{2/}	22
K (mmol(c).dm ⁻³) ^{2/}	6,1
Ca (mmol(c).dm ⁻³) ^{2/}	33,2
Mg (mmol(c).dm ⁻³) ^{2/}	16,1
Matéria orgânica (g.dm ⁻³ .c) ^{2/}	27,3
Acidez potencial (H + Al) (mmol(c).dm ⁻³)	68,5
Soma de bases (mmol(c).dm ⁻³)	55,4
Capacidade de troca de cátions (mmol(c).dm ⁻³)	123,9
Saturação de bases (%)	44

^{1/} Análises feitas no Laboratório de solos do NCA - UFMS; ^{2/} Extrator Mehlich-1 (Braga e Defelipo, 1974); ^{3/} Extrator KCl 1N (Vettori, 1969); ^{4/} Método de Walkley e Black (Jackson, 1976).

No campo, os fatores em estudo foram 5 doses de P (2,97; 17,68; 29,47; 41,26 e 56,02kg ha⁻¹ de P), na forma de superfosfato simples, e 5 doses de CF (1,0; 6,0; 10,0; 14,0 e 19,0 t ha⁻¹). Os tratamentos foram definidos pela matriz experimental Plan Puebla III (Turrent e Laird, 1975) e consistiram em 9 tratamentos, nas seguintes combinações de P (kg ha⁻¹) e CF (t ha⁻¹), respectivamente: 17,68 x 6,0; 41,26 x 6,0; 17,68 x 14,0; 41,26 x 14,0; 29,47 x 10,0; 2,97 x 6,0; 56,02 x 14,0; 17,68 x 1,0 e 41,26 x 19,0. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições.

O solo foi preparado mediante aração, gradagem e levantamento dos canteiros, com rotoencanteirador. A calagem foi feita de acordo com o resultado da análise do solo. Foi utilizado a cultivar de cenoura 'Brasília', com semeadura direta e manual. As dimensões de cada parcela foram de 1,50m de largura (1,08m de largura do canteiro) x 3,30m de comprimento, contendo 3 fileiras espaçadas de 0,36m entre si. As plantas foram desbastadas aos 30 dias após a semeadura, atingindo espaçamento de 0,08m entre si. As irrigações foram feitas por aspersão, com turno de regas diários até os 15 dias após a semeadura, e, posteriormente, a cada dois dias. As capinas foram feitas manualmente. Foram feitas colheitas manuais aos 90 e aos 105 dias, após a semeadura, das plantas contidas em 1,00m de comprimento do centro da fileira central de cada parcela.

A característica avaliada foi a produção da matéria fresca de folhas e de raízes comercializáveis (> 2,5cm de diâmetro e > 13,0cm de comprimento). As raízes refugos (< 2,5cm de diâmetro e < 13,0cm de comprimento, deformadas, rachadas e/ou bifurcadas) foram consideradas como não-comercializáveis (Ribeiro, 1998).

Os dados da característica avaliada em cada época de colheita foram submetidos à análise de variância para determinação do erro experimental da matriz. Para estimar as superfícies de resposta, foram ajustados os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrada às médias por tratamento (Alvarez, 1991). Cada componente dos modelos foi testado ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, utilizando o quadrado médio do erro experimental da matriz. Cada efeito individual do modelo escolhido foi testado ao nível de 10%, pelo teste F, corrigido em função do erro experimental, usando t, calculado pelo Saeg (Euclides, 1997).

Experimento no laboratório

Para o estudo das perdas de peso de raízes da cenoura 'Brasília', foram considerados como tratamentos as doses de P e de CF semi decomposta,

utilizadas no ensaio de campo, em duas épocas de colheita (90 e 105 dias após a semeadura). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 repetições. As unidades experimentais foram constituídas por 6 raízes comercializáveis, dentro de cada tratamento. As amostras foram colocadas em redes de plástico, pesadas e acondicionadas em bancada de alvenaria, à temperatura ambiente, sendo os valores de temperatura máxima (21 a 30° C) e mínima (16 a 24° C) do ambiente registrados com termômetro de mercúrio. Diariamente, foram feitas pesagens individuais das amostras, descartando-se as raízes que apresentavam sintomas como: murcha aparente, enrugamento, perda de brilho e ataque de microorganismos, os quais inviabilizam a sua comercialização. Os dados das perdas de massa foram transformados em percentagem de massa perdida no período (incluindo as raízes eliminadas) em relação à massa inicial e submetidos à análise de variância e de regressão, com nível de significância de até 5%. A significância dos modelos de regressão foi testada pelo teste F. Os coeficientes de regressão dos modelos escolhidos foram testados pelo teste t, ao nível de 5%.

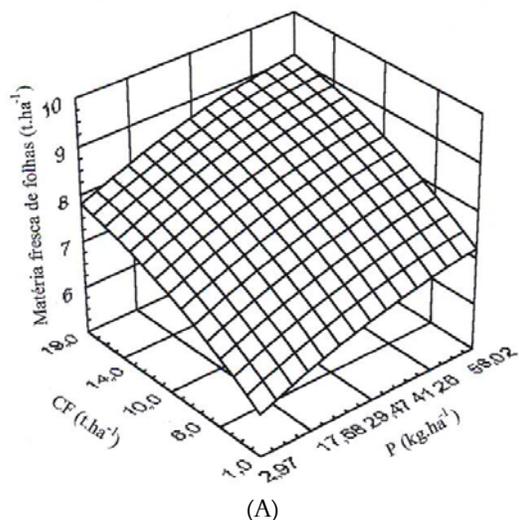
Resultados e discussão

Experimento no campo

À medida que aumentaram as doses combinadas de P e de CF (Figura 1A), houve aumento na produção de matéria fresca de folhas das plantas colhidas aos 90 dias após a semeadura, até o máximo de 9,12 t ha⁻¹, indicando que mesmo as maiores doses de P (56,02kg ha⁻¹) e de CF (19,0 t ha⁻¹) utilizadas não foram suficientes para induzir a obtenção da produção máxima. Para a colheita realizada aos 105 dias após a semeadura, a produção de matéria fresca de folhas foi independente das doses de CF, mas cresceu linearmente com o aumento das doses de P (Figura 1B). Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Medeiros *et al.* (1994), que, avaliando os efeitos de níveis crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio sobre a produção de cenoura, observaram a maior influência do fósforo na produção de matéria fresca de folhas.

A produção de matéria fresca de RC, para a colheita realizada aos 90 dias após a semeadura (Figura 2A), aumentou linearmente com as doses de P, confirmando as citações de Minami e Carneiro (1981), de que o crescimento de raízes de cenoura pode ser limitado por níveis baixos de fósforo. Quando relacionou-se a produção com as doses de CF, a combinação da dose de 10,9 t ha⁻¹ de CF com

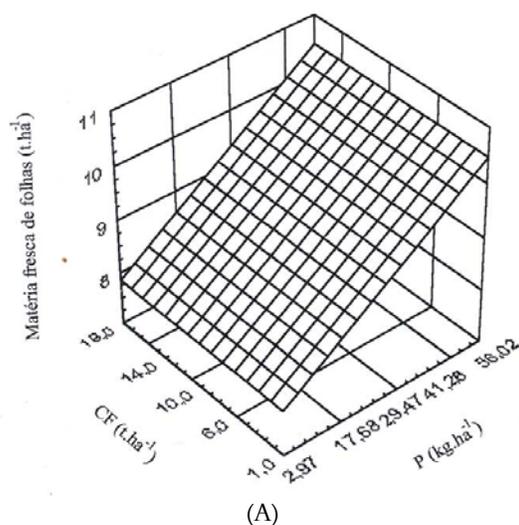
as de P, a partir de 41,26kg ha⁻¹, possibilitou as maiores produções de RC (média de 19,06 t ha⁻¹). Aos 105 dias após a semeadura, a maior produção de matéria fresca de RC (23,90 t ha⁻¹) foi obtida da combinação das doses 39,10kg ha⁻¹ de P e 13,7 t ha⁻¹ de CF (Figura 2B).



$$\hat{Y} = 4,89934 + 0,228825 \sqrt{P} + 0,576335 \sqrt{CF}$$

$$R^2 = 0,50$$

*Significativo a 10%.

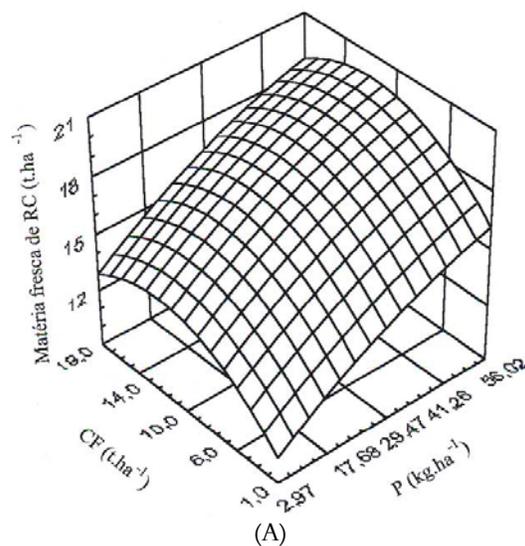


$$\hat{Y} = 7,7053 + 0,0493968 * P$$

$$R^2 = 0,52$$

*Significativo a 5%.

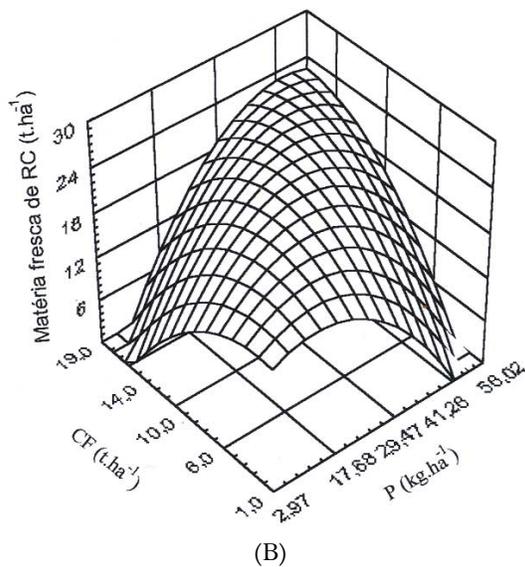
Figura 1. Produção de matéria fresca de folhas da cenoura 'Brasília', colhidas aos 90 (A) e aos 105 (B) dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama de frango (CF). Dourados, UFMS, 1998.



$$\hat{Y} = 4,83525 + 0,83019 \sqrt{P} + 4,4974 \sqrt{CF} + 0,020333 P - 0,68105 \sqrt{CF}$$

$$R^2 = 0,81$$

*Significativo a 10%.



$$\hat{Y} = 15,6116 + 0,3304 P + 0,26687 CF - 0,0147368 ** P^2 - 0,09477 * CF^2 + 0,05977 * PCF$$

$$R^2 = 0,94$$

* e ** Significativos a 5 e a 1%, respectivamente.

Figura 2. Produção de matéria fresca de raízes comercializáveis (RC) da cenoura 'Brasília', colhidas aos 90 (A) e aos 105 (B) dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama de frango (CF). Dourados, UFMS, 1998.

O efeito positivo do P com a CF sobre a matéria fresca de folhas e de raízes comercializáveis indica

que a mistura de fertilizantes minerais fosfatados com orgânicos, provavelmente: aumentou a solubilização do P no solo, incrementando a disponibilidade do nutriente para as plantas, pela formação de complexos humo-fosfato, os quais são mais facilmente assimiláveis pelas plantas, pela solubilização do fosfato mineral por meio da troca aniônica do fosfato pelo íon humato e pelo bloqueio dos sítios de adsorção do P nos sesquióxidos de ferro e de alumínio pelos ânions orgânicos, formados na decomposição da CF, reduzindo temporariamente a capacidade do solo na adsorção do P solúvel (Kiehl, 1993; Barron e Torrent, 1995); elevou o pH do solo e aumentou a disponibilidade de outros nutrientes (Kiehl, 1993). Além disso, a CF pode ter melhorado a estrutura do solo, por meio da formação de agregados, diminuindo a densidade aparente, aumentando a aeração e permitindo maior penetração e crescimento do sistema radicular, com conseqüente aumento da capacidade de infiltração, do armazenamento de água e retenção de nutrientes (Kiehl, 1985; Barron e Torrent, 1995), conforme as observações de Gianello e Ernani (1983), que detectaram aumentos nos valores de K trocável no solo por meio da adição de cama de aviário em doses de até 144 t ha⁻¹.

A matéria fresca de raízes não-comercializáveis (RNC) teve respostas opostas às de RC (Figuras 2A e 2B), em relação às doses de P e CF, variando de 0,81 a 7,91 e 3,73 a 13,66% da matéria fresca total de raízes, aos 90 e aos 105 dias após a semeadura, respectivamente. O efeito do P na diminuição da produção de RNC ocorreu, possivelmente, por ser esse o nutriente que tem maior efeito sobre a capacidade fotossintética das plantas e sobre o formato das raízes de cenoura; e, na sua deficiência, as plantas tendem a apresentar desenvolvimento anormal (Embrapa, 1997), resultando na produção de raízes muito pequenas, deformadas, rachadas e/ou bifurcadas, que são classificadas como refugos ou não-comercializáveis. Os resultados obtidos concordam com os de Araújo *et al.* (1982), que, avaliando os efeitos de doses crescentes de nitrogênio (0,5 a 2,5 t ha⁻¹ de uréia), P (0,1 a 0,5 t ha⁻¹ de superfosfato simples), potássio (0,1 a 0,5 t ha⁻¹ de KCl) e esterco de galinha (20 a 100 t ha⁻¹), em solo sílico-argiloso de baixa fertilidade, sobre a produção da cenoura 'Nova Kuroda', concluíram que a produção de raízes refugo foram maiores para o tratamento que não recebeu nenhum tipo de adubação, especialmente a fosfatada.

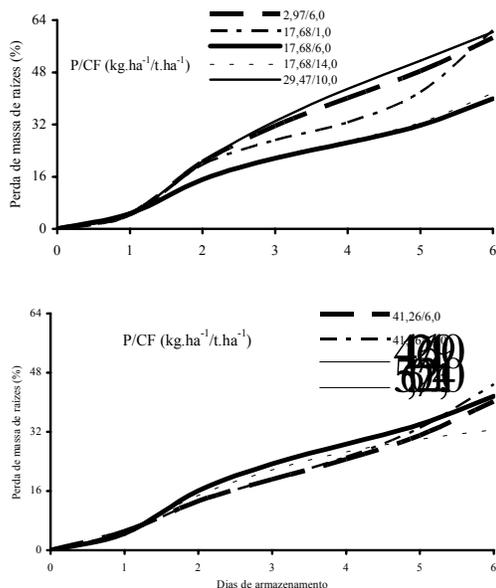
Ao relacionar as duas épocas de colheita, observou-se que a proporção do aumento na matéria fresca de folhas dos 90 (Figura 1A) para os 105 dias

após a semeadura (Figura 1B) foi inferior em comparação ao aumento obtido na matéria fresca de RC (Figuras 2A e 2B), indicando que o ponto de colheita pode influenciar a produção de raízes de cenoura (Freire *et al.*, 1984) e coincidindo com a hipótese levantada para inhame, de que as folhas e os pecíolos são locais de armazenamento temporário de fotossintatos e, à medida que aumenta a senescência das folhas, há translocação para os rizomas (Hashad *et al.*, 1956; Heredia Z., 1988), no caso de cenoura, para as raízes.

Experimento no laboratório

No armazenamento das raízes de cenoura colhidas aos 90 dias após a semeadura, as menores variações de perdas de massa das raízes, do primeiro para o segundo dia, foram de 8,17%, para as provenientes de plantas cultivadas em solo que havia recebido 41,26kg ha⁻¹ de P e 14,0 t ha⁻¹ de CF (Figura 3), sendo 97,55% menor em relação àquelas provenientes de plantas cultivadas com 29,47kg ha⁻¹ de P e 10,0 t ha⁻¹ de CF. Esses resultados permitem levantar a hipótese de que o aumento nas doses de P aplicadas no solo proporcionou melhor balanço nutricional nas plantas (Chitarra e Chitarra, 1990; Câmara, 1997), o que pode ter influenciado indiretamente as perdas de massa das raízes, ao diminuir o acúmulo de nitrogênio (Larcher, 2000), considerado indutor de menor vida pós-colheita dos produtos (Chitarra e Chitarra, 1990). Essas observações são reforçadas pelos resultados obtidos por Vieira (1995), que encontrou teores decrescentes de nitrogênio e crescentes de P em raízes de mandioquinha-salsa, com o aumento das doses de P (de 4,3 até 81,7kg ha⁻¹ de P), aplicadas ao solo no início da cultura. Do terceiro até o quarto dia de armazenamento, o tratamento com 41,26kg ha⁻¹ de P e 14,0 t ha⁻¹ de CF também possibilitou as menores perdas de massa das raízes em relação aos demais. A partir do quinto dia de armazenamento, as raízes provenientes de plantas cultivadas com 56,02kg ha⁻¹ de P e 14,0 t ha⁻¹ de CF apresentaram 32,60% de perda de massa, o que foi 86,66% menor em relação ao das raízes provenientes de plantas cultivadas em solo que havia recebido 17,68kg ha⁻¹ de P e 1,0 t ha⁻¹ de CF, que foi a que apresentou maior perda (60,85%). Esse alto valor de perda de massa relaciona-se mais com a eliminação das raízes com murchamento nas pontas do que com as prováveis perdas de água, tal como observado por Heredia Z. *et al.* (2001) em mandioquinha-salsa. Quando observaram-se as perdas de massa das raízes provenientes de plantas cultivadas em solo que havia recebido 41,26kg ha⁻¹ de P e 19,0 t ha⁻¹ de CF, constatou-se que essas altas doses não favoreceram a menor perda de massa das raízes de cenoura. Isso

provavelmente deveu-se à maior infiltração e retenção de água no solo, promovida pelo aumento no teor de matéria orgânica (Kiehl, 1985), e, conseqüentemente, à maior absorção e ao acúmulo de água nas plantas cultivadas nesses solos, as quais, após serem colhidas e sendo suas raízes armazenadas em condições ambientes mais secas, perderam mais água.



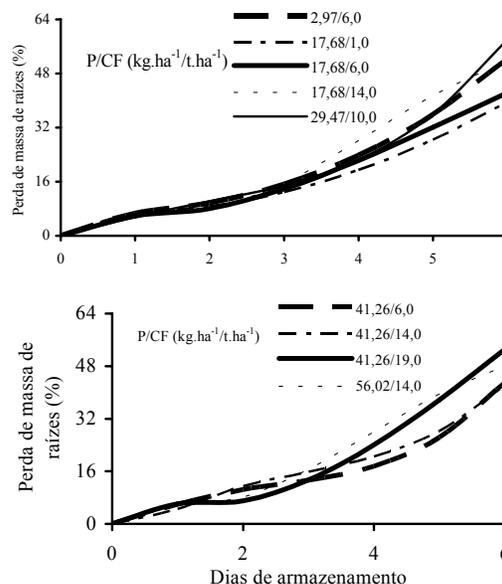
$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= -18,5915 + 27,3942^{**} D - 4,7059^{**} D^2 + 0,380877^{**} D^3; R^2 = 0,95 \\ \hat{Y}_2 &= -25,1448 + 38,1427^{**} D - 9,8286^{**} D^2 + 0,976701^{**} D^3; R^2 = 0,96 \\ \hat{Y}_3 &= -12,1306 + 20,6801^{**} D - 4,28613^{**} D^2 + 0,380775^{*} D^3; R^2 = 0,97 \\ \hat{Y}_4 &= -14,6549 + 23,4159^{**} D - 5,08407^{**} D^2 + 0,45764^{*} D^3; R^2 = 0,97 \\ \hat{Y}_5 &= -16,7089 + 24,2178^{**} D - 3,19688^{*} D^2 + 0,21656^{*} D^3; R^2 = 0,96 \\ \hat{Y}_6 &= -6,99209 + 14,5984^{**} D - 2,79568^{*} D^2 + 0,279143^{*} D^3; R^2 = 0,99 \\ \hat{Y}_7 &= -7,52179 + 15,1979^{**} D - 3,1023^{**} D^2 + 0,33729^{*} D^3; R^2 = 0,99 \\ \hat{Y}_8 &= -13,4552 + 21,864^{**} D - 4,27279^{*} D^2 + 0,359596^{*} D^3; R^2 = 0,97 \\ \hat{Y}_9 &= -7,9654 + 15,0657^{**} D - 2,05084^{*} D^2 + 0,111099^{*} D^3; R^2 = 0,98 \end{aligned}$$

** e * Significativos a 1 e 5%, respectivamente.

Figura 3. Perda de massa pós-colheita de raízes da cenoura "Brasília", colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama de frango (CF). Dourados, UFMS, 1998.

Considerando-se as raízes de plantas de cenoura colhidas aos 105 dias após a semeadura (Figura 4), no primeiro dia de armazenamento, a menor perda de massa foi de 4,51%, para as raízes de plantas cultivadas com 41,26kg ha⁻¹ de P e 14,0 t ha⁻¹ de CF, sendo 16,64% menor em relação à perda de massa média (5,41%). No segundo dia de armazenamento, houve perdas entre 7,01% (41,26kg ha⁻¹ de P e 19,0 t ha⁻¹ de CF) e 11,51% (41,26kg ha⁻¹ de P e 14,0 t ha⁻¹ de CF), que foram menores em relação às perdas das raízes de plantas colhidas aos 90 dias (entre 13,16% e 20,67%) após a semeadura (Figura 3). Isso permite levantar a hipótese de que essas raízes, ao encontrarem-se mais maduras em função do provável aumento da translocação dos fotossintatos das folhas maduras e/ou em senescência

para as raízes, dos 90 até os 105 dias após a semeadura, favorecendo o acúmulo de solutos, proporcionalmente ao de água, devem ter apresentado menores taxas de respiração e de transpiração após a colheita. Esses resultados são coerentes com as citações de Chitarra e Chitarra (1990), para quem o estágio de maturação em que as raízes são colhidas pode ser decisivo para a sua vida de prateleira e para seu potencial de armazenamento. Além disso, pode ter relação com a maior massa média (509,25g) observada para as raízes colhidas aos 105 dias, em comparação aos 90 dias após a semeadura (406,91g), proporcionando menor relação superfície/volume e menor área para trocas de umidade e de gases (absorção de O₂ e liberação de CO₂, como efeito da transpiração e da respiração), contribuindo para a redução das perdas de massa (Wills et al., 1981; Pinto et al., 1984; Chitarra e Chitarra, 1990; Kays, 1991). Os resultados obtidos corroboram as citações de Apeland e Baugerod (1971), segundo os quais, uma raiz de cenoura de 25g apresentou perda de massa, em percentagem, duas vezes maior do que uma com 100g.



$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= 5,1740 + 0,79413^{**} D + 0,53833^{**} D^2 + 0,1062 D^3; R^2 = 0,99 \\ \hat{Y}_2 &= 7,21313 - 1,55047^{**} D + 1,15399^{**} D^2 + 0,04194^{*} D^3; R^2 = 0,96 \\ \hat{Y}_3 &= 8,16239 - 5,09143^{**} D + 2,87046^{*} D^2 - 0,178911^{*} D^3; R^2 = 0,98 \\ \hat{Y}_4 &= 16,9664 - 17,2977^{**} D + 7,36722^{**} D^2 - 0,58595^{**} D^3; R^2 = 0,97 \\ \hat{Y}_5 &= -8,07162 + 16,3547^{**} D - 4,25956^{*} D^2 + 0,48829^{*} D^3; R^2 = 0,99 \\ \hat{Y}_6 &= -3,82034 + 13,3187^{**} D - 4,15585^{*} D^2 + 0,539375^{*} D^3; R^2 = 1,00 \\ \hat{Y}_7 &= -8,07162 + 16,3547^{**} D - 4,2596^{**} D^2 + 0,48829^{*} D^3; R^2 = 0,99 \\ \hat{Y}_8 &= 11,8686 - 9,53565^{**} D + 3,96047^{*} D^2 - 0,204087^{*} D^3; R^2 = 0,97 \\ \hat{Y}_9 &= 11,4517 - 11,2642^{**} D + 5,77758^{*} D^2 - 0,480819^{*} D^3; R^2 = 0,99 \end{aligned}$$

** e * Significativos a 1 e 5%, respectivamente.

Figura 4. Perda de massa pós-colheita de raízes da cenoura 'Brasília', colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama de frango (CF). Dourados, UFMS, 1998.

Entre o terceiro e o quinto dia de armazenamento, as doses de 41,26kg ha⁻¹ de P e 6,0 t ha⁻¹ de CF incorporadas ao solo induziram as menores perdas de

massa das raízes, em relação àquelas observadas com o uso de 17,68kg ha⁻¹ de P e 14,0 t ha⁻¹ de CF. A utilização de menores doses de P e maiores de CF podem ter favorecido o acúmulo de água no solo e a maior absorção de água pelas plantas, proporcionando, conseqüentemente, maior porcentagem de água nas raízes, levando à redução no período de conservação pós-colheita, traduzido pelas maiores perdas de massa. No sexto dia de armazenamento, as doses de 41,26kg ha⁻¹ de P e 14,0 t ha⁻¹ de CF incorporadas ao solo induziram as menores perdas de massa das raízes (42,18%), que foi 37,62% menor em relação àquelas cultivadas com 29,47kg ha⁻¹ de P e 10,0 t ha⁻¹ de CF (58,05%) e que também proporcionaram as maiores perdas de massa das raízes aos 90 dias após a semeadura, juntamente com as raízes cultivadas com 2,97kg ha⁻¹ de P e 6,0 t ha⁻¹ de CF (Figura 3).

Independentemente da época de colheita, observaram-se duas fases de maior perda de massa, que ocorreram no primeiro, no segundo e a partir do quarto dia de armazenamento. Inicialmente, isso pode ser atribuído: à perda de água nas raízes, induzida pela interrupção da atividade metabólica após a retirada do solo; ao maior conteúdo de água na superfície externa e nos espaços intercelulares das raízes, pela maior umidade do solo; ao aumento dos processos de respiração e de transpiração, que são associados à resposta fisiológica dos tecidos (Avelar Filho, 1997), que quando expostos ao armazenamento em condições ambientes, com baixa umidade relativa ($\pm 70\%$), ficaram sujeitos à rápida perda de água dos espaços intercelulares (Wills *et al.*, 1991). As maiores perdas de massa a partir do quarto dia de armazenamento devem-se ao início da eliminação de raízes que apresentavam murcha aparente. Como nesse período as raízes apresentavam, em média, 14,64% de perdas de massa, então, o valor tolerável de perda de massa em que as raízes de cenoura ainda podem apresentar condições de serem comercializadas pode estar acima dos 8%, que Kays (1991) relata como valor tolerável.

Conclusão

Considerando os resultados obtidos, o crescimento das áreas cultivadas com cenoura, tanto em Mato Grosso do Sul como no Brasil, e a provável escassez de P, em médio prazo, aliada à diminuição dos custos de produção, seria recomendável utilizar a combinação de doses intermediárias de P (29,47 a 41,26kg ha⁻¹) e de CF (10,0 a 14,0 t ha⁻¹) em solos já cultivados, onde se tenham feitas adubações de manutenção e/ou correção.

Referências

- ALVAREZ, V. V. H. *Avaliação da fertilidade do solo: superfícies de resposta - modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta*. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 1991.
- APELAND, J.; BAUGEROD, H. Factors affecting weight loss in carrots. *Acta Horticulturae*, Hague, v.20, p.92-97, 1971.
- AVELAR FILHO, J.A. de. Manejo pós-colheita da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuária*, Belo Horizonte, v.19, n.190, p.55-56, 1997.
- BARRON, E. A. V.; TORRENT, J. Organic matter delays but does not prevent phosphate sorption by cerrado soils from Brazil. *Soil Science*, Hagerstown, v.159, n.3, p.207-211, 1995.
- ARAUJO, L. C. P. *et al.* Influência de níveis crescentes da adubação organo-mineral na cultura da cenoura (*Daucus carota* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22. Vitória, 1982. *Resumos...* Brasília, EMBRAPA-EMBRATER-SOB, 1982. p.318.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. *Revista Ceres*, Viçosa, v.21, p.73-85, 1974.
- CÂMARA, F. L. A. Nutrição mineral e adubação da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.19, n.190, p.37-39, 1997.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL-FAEPE, 1990.
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo da cenoura (*Daucus carota* L.): *Instruções Técnicas*. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, Brasília, 1997.
- ERNANI, P. R.; GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovinos e camas de aviário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.7, n.2, p.161-165, 1983.
- EUCLIDES, R. F. *Sistemas para análises estatísticas SAEG versão 7.1*. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes/UFV, 1997.
- FREIRE, F. L. B. *et al.* Colheita, classificação e embalagem da cenoura e mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.57-59, 1984.
- GIANELLO, C.; ERNANI, P. R. Rendimento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama-de-frango, em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 7, n.3, p.285-290, 1983.
- HASHAD, M. N. *et al.* Transformation and translocation of carbohydrates in taro plants during growth. *Annals of Agricultural Sciences*, Cairo, v.1, n.1, p.261-267, 1956.
- HEREDIA, Z. N. A. Curvas de crescimento de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), considerando cinco populações, em solo seco e alagado. 1988. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.
- HEREDIA, Z. N. A. *et al.* Perdas de peso no armazenamento de raízes de mandioquinha-salsa 'Amarela

- de Carandaí: efeitos de tratamentos no cultivo e após a colheita. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.25, n.6, 2001.
- HOLE, C. C.; SCAIFE, A. An analysis of the growth response of carrot seedlings to deficiency in some mineral nutrients. *Plant and Soil*, v.150, p.147-156, 1993.
- KAYS, S. J. Post harvest physiology of perishable plant products. New York: AVI Book, 1991.
- JACKSON, M. L. *Análisis químico de suelos*. 3. ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1976.
- KIEHL, E. J. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985.
- KIEHL, E. J. *Fertilizantes organominerais*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1993.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 2000.
- LOPES, A. S. *Solos sob cerrado*. Características, propriedades e manejo. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1984.
- MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. San Diego: Academic Press Inc., 1995.
- MATO GROSSO DO SUL. *Atlas Multireferencial*. Campo Grande: Secretaria de planejamento e coordenação geral, 1990.
- MEDEIROS, R. S. et al. Níveis crescentes de nitrogênio, fósforo, potássio e efeito de micronutrientes sobre a produção de cenoura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 1994, Petrolina. *Anais...* Piracicaba, 1994. p.380-381.
- MINAMI, K.; CARNEIRO, I. F. *Cultura da cenoura*. Piracicaba: Esalq, 1981.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Diagnóstico da produção e do abastecimento de hortigranjeiros, produtos agroindustriais e pescado no Estado de Mato Grosso do Sul. Brasília, 1998.
- 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.01-25.
- NOGUEIRA, F. D. et al. Solo, Nutrição e adubação da cenoura e mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.28-32, 1984.
- PINTO, C. N. F. et al. Manejo pós-colheita da cenoura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.65-69, 1984.
- RIBEIRO, R. A. Produção e conservação da cenoura 'Brasília', considerando espaçamento no campo e armazenamento de raízes e plantas. 1998. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados, 1998.
- TURRENT, A.; LAIRD, R.J. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. *Agrociencia*, v.19, p.117-143, 1975.
- VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. (*Boletim técnico*, 7).
- VIEIRA, M. C. Avaliação do crescimento e da produção de clones e efeito de residuo orgânico e de fósforo em mandioquinha-salsa no Estado de Mato Grosso do Sul. 1995. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- VIEIRA, M. C. et al. Crescimento e produção de cenoura, considerando cama de aviário semi decomposta, incorporada e em cobertura, em Dourados-MS. *SOB Informa*, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p.17-19, 1996.
- VIEIRA, M. C. et al. Efeito de cama de aviário e fósforo sobre a produção de mandioquinha-salsa, clone BGH 6313. *SOB Informa*, Rio de Janeiro, v.16, n.1, p.17-19, 1997.
- WILLS, R. H. E.; et al. *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*. Westport: AVI, 1981.

Received on March 31, 2003.

Accepted on September 01, 2003.