

# Produção de cenoura em função de doses de potássio e manejos de irrigação

Messias Morais Ferreira<sup>1</sup>

César Antônio da Silva<sup>2</sup>

Sebastião Geraldo Lopes<sup>3</sup>

Fernando Antônio da Silva Lopes<sup>4</sup>

Luís Léssi dos Reis<sup>5</sup>

Pedro Martins Sousa<sup>6</sup>

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de cenoura, cultivar Brasília, em função de doses de adubação potássica e manejos de irrigação. O experimento foi conduzido num Argissolo Vermelho Amarelo, textura média, em Confresa/MT, no período de julho a outubro de 2014. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições no esquema de parcelas subdivididas 2 x 6, sendo dois manejos de irrigação por microaspersão (uma vez por dia, de manhã; duas vezes por dia, manhã e tarde) e seis doses de potássio (0, 25, 50, 75, 100 e 125 kg ha<sup>-1</sup>), distribuídas em duas partes iguais, aos 20 e 40 dias após a semeadura. A colheita foi feita aos 86 dias após a semeadura. Foram avaliados o número de folhas por planta; a altura da planta (cm); o diâmetro de raízes (cm); o comprimento de raízes (cm); as massas de matéria seca de raízes, da parte aérea e total (g planta<sup>-1</sup>); a produtividade total (t ha<sup>-1</sup>); a relação das massas de raízes e da parte aérea (g kg<sup>-1</sup>) e o teor de K foliar (g kg<sup>-1</sup>). Houve efeito significativo dos manejos de irrigação (I) e das doses de potássio (K) apenas no teor de K nas folhas e interação de I x K sobre o número de folhas.

**Palavras-chave:** *Daucus carota* L. Cloreto de potássio. Manejo.

## Introdução

A cenoura (*Daucus carota* L.) pertence à família Apiaceae, é originária do Afeganistão, na Ásia Central, e cultivada há cerca de dois mil anos (FILGUEIRA, 2012). A introdução da cenoura no Brasil deu-se no século XVI com a chegada dos portugueses, que trouxeram sementes de várias espécies olerícolas (MADEIRA et al., 2008).

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), *Campus Confresa*, graduando em Agronomia. Confresa, Mato Grosso, Brasil. [messiasania@gmail.com](mailto:messiasania@gmail.com). (66) 3464-2600. Avenida Vilmar Fernandes, 300, Setor Santa Luzia, Confresa, Mato Grosso, CEP: 78652-000.

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), *Campus Confresa*, professor. Confresa, Mato Grosso, Brasil. [cesar.silva@cfs.ifmt.edu.br](mailto:cesar.silva@cfs.ifmt.edu.br)

3 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), *Campus Confresa*, graduando em Agronomia. Confresa, Mato Grosso, Brasil. [tiaodafartura@gmail.com](mailto:tiaodafartura@gmail.com)

4 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), *Campus Confresa*, graduando em Agronomia. Confresa, Mato Grosso, Brasil. [fernandolopesifmt@gmail.com](mailto:fernandolopesifmt@gmail.com)

5 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), *Campus Confresa*, professor. Confresa, Mato Grosso, Brasil. [luis.reis@cfs.ifmt.edu.br](mailto:luis.reis@cfs.ifmt.edu.br)

6 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), *Campus Confresa*, professor. Confresa, Mato Grosso, Brasil. [pedro.sousa@cfs.ifmt.edu.br](mailto:pedro.sousa@cfs.ifmt.edu.br)

A cenoura é uma raiz tuberosa, considerada a principal hortaliça de raiz em valor econômico e encontra-se entre as dez espécies olerícolas mais cultivadas no Brasil. Em 2011, a produtividade média nacional de cenoura foi de 31,12 t ha<sup>-1</sup>, com produção total de 780,8 mil toneladas em uma área de aproximadamente 25 mil hectares (VILELA, 2011). O consumo per capita no país, na última década, foi estimado em cerca de 5,8 kg ano<sup>-1</sup> (LUZ et al., 2009). Além disso, a cultura da cenoura proporciona a geração de empregos e renda em todos os segmentos da cadeia produtiva.

Entre as cultivares de cenoura produzidas no país para o cultivo de primavera-verão, a Brasília tem se destacado, sendo plantada em praticamente todo o território nacional. Brasília Irecê é uma cultivar de cenoura de folhagem robusta, vigorosa e altura de porte médio (25 a 35 cm), com raízes cilíndricas, de coloração alaranjada intensa, de até 17 cm de comprimento e 3,5 cm de diâmetro, sendo resistente à *Alternaria* spp. e tolerante ao calor (EMBRAPA, 2007). A cultivar apresenta produtividade média de 35 a 40 t ha<sup>-1</sup>, conforme as condições edafoclimáticas (RIBEIRO et al., 1999).

A irrigação é uma técnica essencial para o êxito da cultura da cenoura, seja pelo incremento de produtividade, seja pela melhor qualidade de raízes (SILVA et al., 2011), incluindo aumento no teor de caroteno, fibras digestivas e melhoria no sabor (MAROUELLI et al., 2007). No Brasil, a cenoura é irrigada predominantemente pelo sistema por aspersão convencional e pivô central (MAROUELLI et al., 2007), podendo também ser utilizada a microaspersão em pequenas áreas de cultivo.

A cenoura é altamente sensível ao déficit hídrico. O desenvolvimento pleno da cultura é obtido quando a umidade do solo é mantida próxima à capacidade de campo durante todo o ciclo. A necessidade de água da cultura da cenoura varia de 350 a 550 mm (MAROUELLI et al., 2007) até 812 mm (SANTOS et al., 2009), dependendo das condições climáticas, duração do ciclo, cultivar e sistema de irrigação. A demanda diária de água aumenta ligeiramente com o crescimento das plantas, sendo máxima no estágio de engrossamento da raiz tuberosa (MAROUELLI et al., 2007). Em termos gerais, déficits de irrigação equivalentes a 20%, 40% e 60% da evapotranspiração da cultura reduzem a produtividade de raízes comercializáveis em cerca de 20%, 50% e 100%, respectivamente (MAROUELLI et al., 2007).

Da germinação ao término do estágio de plântula (25 a 30 dias), as irrigações devem ser realizadas quando a evapotranspiração da cultura consumir de 40% a 65% da água disponível no solo. Do pagamento das raízes à paralisação das irrigações, Shock et al. (2002) recomendam irrigar quando o potencial mátrico estiver entre 15 e 30 kPa para evitar problemas de excesso de água no colo das plantas e de doenças nas raízes.

Na irrigação, não somente a quantidade de água pode influenciar os parâmetros de produção e qualidade de raízes, mas, também, o turno de rega. Segundo Kramer (1969), o estresse hídrico prolongado sofrido pelas plantas pode alterar seu desenvolvimento, modificar a fisiologia, a morfologia e, principalmente, influenciar as reações bioquímicas da planta.

A cultura da cenoura requer solos com ótimas condições físicas (textura, estrutura e permeabilidade). Os solos de textura média, leves, soltos e arejados, que não apresentam obstáculos ao bom desenvolvimento da raiz, são mais favoráveis. A cultura é pouco tolerante à acidez, sendo a faixa de pH de 5,7 a 6,8 a mais favorável. Recomenda-se que a saturação de bases fique entre 60% e 70% e o teor de magnésio do solo seja, no mínimo, de 0,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (RIBEIRO et al., 1999).

Quanto à adubação mineral, a recomendação é que essa seja fornecida nas doses de 120 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 320 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo e 240 kg ha<sup>-1</sup> de potássio. No plantio é aplicado todo o fósforo recomendado, 30% do nitrogênio e 40% do potássio, que devem ser fornecidos no preparo do canteiro,

juntamente com o adubo orgânico, e incorporados até 15 cm de profundidade, com antecedência de cinco a dez dias da semeadura. Se o solo for deficiente em boro e/ou em zinco, recomenda-se aplicar de 1,0 a 2,0 kg ha<sup>-1</sup> de B e/ou de 2,0 a 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. O restante do nitrogênio (70%) e do potássio (60%) devem ser aplicados em duas coberturas, aos 20 e 40 dias após emergência (RIBEIRO et al., 1999).

Pesquisas conduzidas no Brasil revelam que a extração de macronutrientes pela cenoura apresenta a seguinte ordem decrescente: K, N, Ca, P, S e Mg. De maneira geral, a adubação de N e K é feita, em sua maioria, em cobertura e o fornecimento de Ca é creditado somente à aplicação de calcário e gesso (LUZ et al., 2009).

Experimentalmente, tem-se obtido maiores produtividades da cenoura aplicando o K na adubação de cobertura (FILGUEIRA, 2012). O K geralmente é o cátion mais abundante nas culturas, encontrando-se nos tecidos, em maior proporção, na forma iônica. Sua absorção se dá pelas raízes, por difusão, contra um gradiente de concentração, tratando-se de um processo predominantemente ativo, endergônico, que necessita de introdução de energia na planta para ocorrer. As duas principais funções do K na planta estão na abertura e fechamento de estômatos, transpiração e manutenção da fotossíntese. Outras funções influenciadas pelo suprimento de K incluem a elongação celular, ativação enzimática, síntese de proteínas e transporte de fotoassimilados (YAMADA; ABDALLA, 2004).

Este trabalho foi realizado em razão da existência de poucas informações referentes à aplicação de potássio em cobertura e manejo de irrigação no cultivo de cenoura, no município de Confresa, região nordeste do Mato Grosso, onde a cultura é pouco produzida, sendo necessária a aquisição em outras regiões para atender a demanda do mercado local. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de cenoura em função de doses de adubação potássica e dois manejos de irrigação.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido na Chácara Dondé, no município de Confresa/MT, no período de 16 de julho a 11 de outubro de 2014. As coordenadas geográficas da área experimental são latitude 10°39'54,0" sul, longitude 51°34'47,0" oeste e altitude de 215 m. Segundo classificação de Köppen (1948), o tipo de clima predominante na área é o Aw, caracterizado pela existência de três a quatro meses de estiagem, de junho a setembro. O solo apresenta características de um Argissolo Vermelho Amarelo, de textura média (EMBRAPA, 1999).

Foram utilizadas sementes da cultivar Brasília. A semeadura foi realizada em julho de 2014, manualmente, com a distribuição de aproximadamente 6 kg de sementes/ha (0,6 g m<sup>-2</sup>), conforme recomendação da EMBRAPA (2000), com distribuição uniforme em sulcos de aproximadamente 2 cm de profundidade, espaçados em 20 cm entre si. O desbaste foi realizado ao 25º dia após a semeadura, deixando espaçamento linear de 5 cm entre plantas.

Foram preparados, manualmente, 16 canteiros de 4,2 m de comprimento e 1 m de largura. Os canteiros apresentavam espaçamento de 20 cm entre si, o que possibilitou a realização dos tratamentos culturais.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso; consistiu em doze tratamentos, com quatro repetições, em parcelas subdivididas, no esquema 2 x 6, sendo dois manejos de irrigação nas parcelas e seis doses de adubação potássica em cobertura nas subparcelas, totalizando 48 unidades experimentais. Cada subparcela apresentava área de 1,2 m<sup>2</sup>.

Os manejos consistiram em duas frequências de irrigação: uma vez por dia, de manhã (6h15 - 7h15; duas vezes por dia (6h15 - 7h15 e 17h30 - 18h30). Utilizou-se do sistema de irrigação por microaspersão com emissores de vazão média de 71 L h<sup>-1</sup>, pressão de serviço de aproximadamente 100 kPa e raio de alcance de 2,5 m.

A umidade do solo foi mantida próxima à “capacidade de campo”. Para quantificar o tempo de irrigação, foram utilizados seis vasos de pesagem, preenchidos com solo e cultivados com cenoura, os quais eram pesados diariamente para quantificar a evapotranspiração potencial (ETp) da cultura.

Para determinar a umidade na “capacidade de campo”, inicialmente colocou-se uma manta de Tecido Não Tecido (TNT) e uma camada de 1 cm de brita no fundo dos vasos. Em seguida, os vasos foram preenchidos com solo dos canteiros, de forma homogênea e imersos em água até a metade de sua altura para saturação. Após 24 horas, atingida a umidade de saturação, os vasos foram retirados da água e colocados numa bancada, sendo vedada a borda superior para evitar evaporação. Os vasos permaneceram na bancada por aproximadamente 36 horas até drenar todo o excesso de água e atingir a umidade na “capacidade de campo” ( $\theta_{cc}$ ), conforme metodologia de Casaroli e Jong van Lier (2008). Os vasos foram pesados, e após obtida a massa de solo na umidade na “capacidade de campo”, realizou-se o cultivo.

O solo de um vaso adicional foi colocado para secar em estufa para determinação da umidade na capacidade de campo ( $\theta_{cc}$ ), conforme a Eq. 1, obtendo-se a  $\theta_{cc}$  de 0,2608 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>.

$$\theta_{cc} = \frac{V_a}{V} \quad \therefore \quad \theta_{cc} = \frac{d_a \cdot M_a}{V} \quad (1)$$

Em que:  $\theta_{cc}$  é a umidade na “capacidade de campo”, com base em volume (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);  $V_a$  é o volume de água (cm<sup>3</sup>);  $M_a$  é a massa de água (g) obtida após secagem do solo contido no vaso;  $d_a$  é a densidade da água (1,0 g cm<sup>-3</sup>);  $V$  é o volume total de solo no vaso (cm<sup>3</sup>).

A lâmina de irrigação aplicada diariamente foi igual à ETp da cenoura, entre duas irrigações consecutivas, determinada pela Eq. (2):

$$ETp = \frac{40 \cdot (M_{\theta_{cc}} - M_{\theta_a})}{\rho_a \cdot \pi \cdot D^2} \quad (2)$$

Em que: ETp é a evapotranspiração potencial (mm dia<sup>-1</sup>);  $M_{\theta_{cc}}$  é a massa do recipiente + plantas + solo na umidade de “capacidade de campo” (g);  $M_{\theta_a}$  é a massa média do vaso + plantas + solo na umidade atual (g);  $\rho_a$  é a massa específica da água (1,0 g cm<sup>-3</sup>);  $D$  é o diâmetro da borda do vaso (cm) na altura do nível do solo.

A pesagem diária dos vasos foi realizada por meio de balança eletrônica, com capacidade de 40.000 g e precisão de 5 g, colocada sobre uma bancada em nível. Após a pesagem dos vasos, era realizada a reposição do volume de água perdido por evaporação e transpiração, com auxílio de um recipiente e balança, elevando o solo à “capacidade de campo”.

O tempo de irrigação (Ti) foi calculado diariamente, em função da ETp, da vazão dos microaspersores e da área superficial do solo nos vasos, conforme deduzido na Eq. (3):

$$Ti = \frac{\text{Volume}}{\text{Vazão}} \quad \therefore \quad Ti = \frac{A_{molhada} \cdot \frac{ETp}{1000}}{N \cdot q} \quad \therefore \quad Ti = 60 \cdot \frac{A_{molhada} \cdot ETp}{N \cdot q} \quad (3)$$

Em que: Ti é o tempo de irrigação (min.); ETp é a evapotranspiração potencial da cultura (mm);  $A_{molhada}$  é a área molhada (m<sup>2</sup>) por todos os microaspersores do canteiro, considerando a sobreposição

e o alcance além dos canteiros; N é o número de microaspersores da  $A_{\text{molhada}}$ ; q é a vazão média dos microaspersores ( $L h^{-1}$ ), obtida após ensaio em campo.

As doses de adubação potássica utilizadas foram: 0, 25, 50, 75, 100 e 125  $kg ha^{-1}$  de cloreto de potássio, definidas conforme a análise química do solo e recomendações para a cultura (FILGUEIRA, 2012). Os resultados de análise química na camada de 0-20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento foram: pH = 4,5; M.O = 16  $g dm^{-3}$ ; P (Mehlich) = 1,5  $mg dm^{-3}$ ; H+Al = 46  $mmol_c dm^{-3}$ ; Ca = 24  $mmol_c dm^{-3}$ ; Mg = 8,0  $mmol_c dm^{-3}$ ; Sat. Bases = 43,9%; CTC = 82,1  $mmol_c dm^{-3}$  e K = 3,2  $mmol_c dm^{-3}$ . Aplicou-se calcário no solo para elevar a saturação de bases a 70%, conforme Ribeiro et al. (1999).

A adubação potássica foi fornecida em duas etapas, sendo 40% dela aplicada no canteiro e incorporada até 15 cm de profundidade, sete dias antes da semeadura. Os 60% restantes foram aplicados em duas adubações de cobertura, aos 20 e 40 dias após a emergência, conforme os tratamentos secundários. O fertilizante foi diluído em água e distribuído com um regador nas subparcelas. Também foi aplicada a maior dosagem em seis vasos de pesagem, utilizados na medição da evapotranspiração potencial da cenoura. O nitrogênio, o fósforo e os micronutrientes foram aplicados com antecedência de sete dias à semeadura, sendo distribuída a dose total recomendada.

O controle de plantas invasoras foi realizado manualmente, antes e após a semeadura, conforme necessidade.

A colheita foi realizada aos 86 dias após a semeadura. O arranquio foi feito manualmente, evitando danos físicos às raízes, que foram levadas para o laboratório de Bromatologia do IFMT – Campus Confresa, onde foram avaliados os seguintes parâmetros biométricos:

- a) Número de folhas compostas/planta: fez-se a contagem em oito plantas selecionadas na área útil das subparcelas;
- b) Altura de plantas (cm): média das oito plantas da área útil, medindo-se do colo até a extremidade da maior folha;
- c) Diâmetro médio de raízes (cm): medido com paquímetro digital na porção mediana das raízes;
- d) Comprimento médio das raízes (cm): mediu-se com uma régua, do colo à extremidade da raiz tuberosa;
- e) Massa de matéria seca de raízes (MSR,  $g planta^{-1}$ ): média das oito plantas selecionadas na área útil;
- f) Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA,  $g planta^{-1}$ ): média das oito plantas selecionadas na área útil;
- g) Massa de matéria seca total: soma de MSR e MSPA;
- h) Produtividade total ( $kg ha^{-1}$ );
- j) Relação MSR/MSPA;
- k) Teor de potássio nas folhas ( $g kg^{-1}$ ).

Nas análises estatísticas, foi aplicada a análise de variância (ANOVA) pelo teste F a 5% de significância, sendo utilizado o software SISVAR (FERREIRA, 2011). Os níveis de adubação potássica foram analisados por meio de equações de regressão.

## Resultados e discussão

Verifica-se que não houve efeito significativo de manejos de irrigação (I) e doses de potássio (K) sobre nenhum parâmetro avaliado, com exceção do teor de K foliar ( $p < 0,05$ ). A interação I x K apenas foi significativa para o número de folhas por planta, a 5% de probabilidade (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância do número de folhas (NF) por planta, altura de planta (AP, cm), diâmetro de raízes (DR, cm), comprimento de raízes (CR, cm), massa de matéria seca de raízes (MSR, g planta<sup>-1</sup>), da parte aérea (MSPA, g planta<sup>-1</sup>) e total (MST, g planta<sup>-1</sup>), relação das massas de raízes e parte aérea (MSR/MSPA, g g<sup>-1</sup>), produtividade total (PT, t ha<sup>-1</sup>) e teor de potássio nas folhas (TK, g kg<sup>-1</sup>) da cultura da cenoura, em função de manejos de irrigação e níveis de adubação potássica. Confresa – MT, 2014.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios									
		NF	AP	DR	CR	MSR	MSPA	MST	MSR/MSPA	PT	TK
Bloco	3	1,32	181,73	0,07	6,81	13,86	9,18	44,06	0,13	19659002	194,14
Irrigação (I)	1	3,94 NS	50,02 NS	0,20 NS	9,36 NS	11,70 NS	0,94 NS	6,02 NS	0,47 NS	34454268 NS	653,79 *
Resíduo 1	3	1,24	16,40	0,03	1,29	2,24	1,53	5,68	0,06	77608675	21,42
Potássio (K)	5	0,40 NS	23,12 NS	0,86 NS	3,20 NS	2,78 NS	1,64 NS	3,30 NS	0,23 NS	46115316 NS	39,22*
I x K	5	1,66 *	3,01 NS	0,01 NS	3,74 NS	2,69 NS	3,95 NS	7,19 NS	0,14 NS	20724901 NS	5,99 NS
Resíduo 2	30	0,60	41,89	0,082	4,14	3,43	3,31	7,77	0,19	77805434	13, 12
Total	47	0,85	43,23	0,074	4,10	4,05	3,41	9,38	0,18	0,064	40,85
CV 1 (%):		13,06	6,21	5,95	5,21	22,99	18,87	18,24	23,10	31,04	13,45
CV 2 (%):		9,09	9,93	9,26	9,34	28,43	27,75	21,34	41,34	31,07	10,53
Média geral:		8,53	65,19	3,10	21,78	6,51	6,55	13,07	1,05	28385,72	34,40

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; NS - Não significativo pelo teste F; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração dos autores

Na Tabela 2 são apresentadas as médias observadas das características avaliadas em função dos manejos de irrigação. Apenas o teor de K foliar se diferiu entre os manejos de irrigação, sendo maior quando promoveu irrigação de manhã e à tarde. Esse resultado certamente pode estar associado à menor lixiviação do K para camadas mais profundas, quando fraciona a irrigação necessária duas vezes ao dia. Verifica-se que, em termos de produção de raízes, é preferível irrigar apenas uma vez por dia (de manhã), pois há menor necessidade de mão de obra para manejar a irrigação.

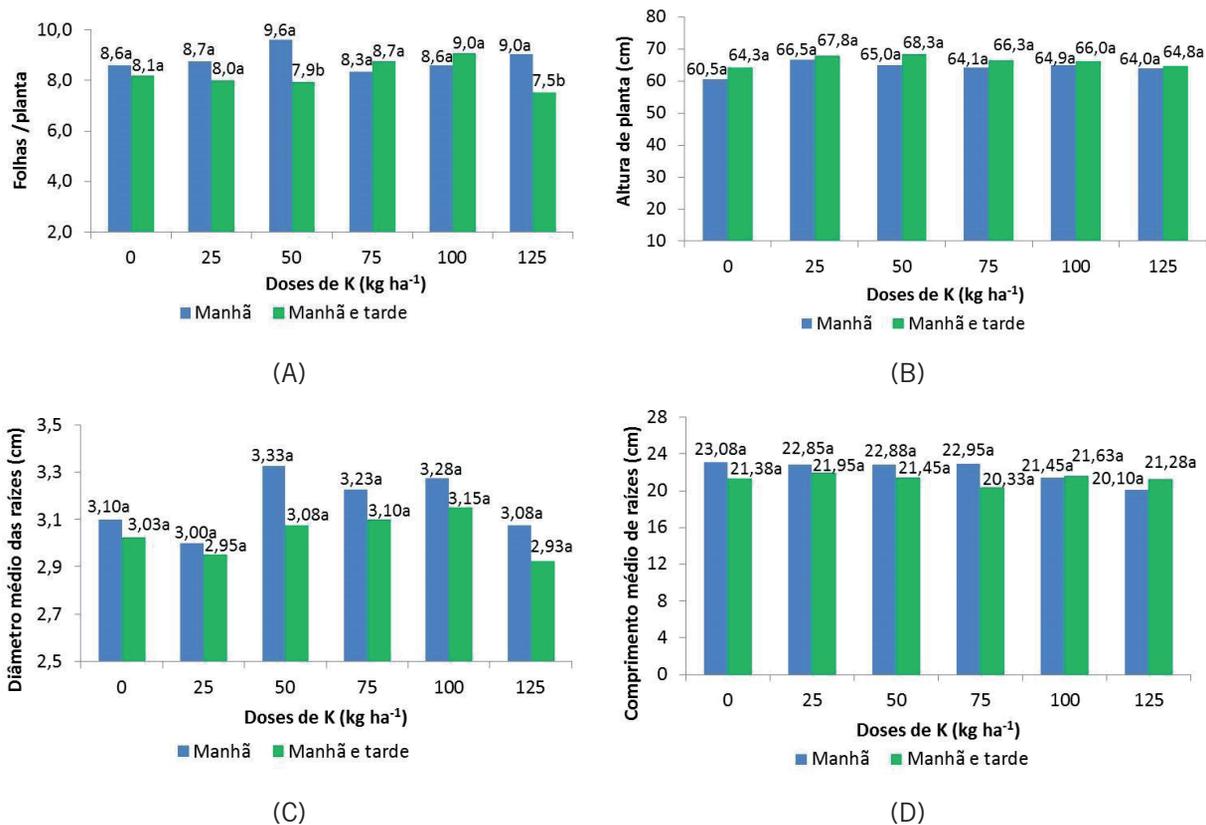
**Tabela 2.** Valores médios do número de folhas (NF) por planta, altura de planta (AP, cm), diâmetro de raízes (DR, cm), comprimento de raízes (CR, cm), massa de matéria seca de raízes (MSR, g planta<sup>-1</sup>), da parte aérea (MSPA, g planta<sup>-1</sup>) e total (MST, g planta<sup>-1</sup>), relação das massas de raízes e parte aérea (MSR/MSPA, g g<sup>-1</sup>), produtividade total (PT, t ha<sup>-1</sup>) e teor de potássio nas folhas (TK, g kg<sup>-1</sup>) da cultura da cenoura, em função de manejos de irrigação e níveis de adubação potássica. Confresa – MT, 2014.

Manejo de irrigação	Características avaliadas									
	NF	AP	DR	CR	MSR	MSPA	MST	MSR/MSPA	PT	TK
Uma vez/dia	8,82a	64,16a	3,16a	22,21a	7,00a	6,41a	13,42a	1,15a	29,23a	33,30b
Duas vezes/dia	8,24a	66,20a	3,03a	21,33a	6,02a	6,69a	12,71a	0,95a	27,53a	42,36a
Média:	8,53	65,18	3,10	21,77	6,51	6,55	13,71	1,05	28,38	37,83
DMS:	1,05	4,99	0,22	1,51	1,59	1,45	2,48	0,32	8,67	4,25

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: Elaboração dos autores.

Os resultados indicam a emissão de folhas da cenoura e dependem do manejo de irrigação adotado e da dose de K, sendo o maior NF contabilizado em plantas irrigadas apenas de manhã e que receberam 50 e 125 kg ha<sup>-1</sup>. O manejo de irrigação no período da manhã e à tarde proporcionou maiores valores observados de altura de planta, enquanto irrigando apenas de manhã, observaram-se maiores médias de diâmetro de raiz e comprimento de raiz (Figura 1).

Com relação à adubação potássica, não houve diferença significativa entre as doses nos parâmetros avaliados, com exceção do teor de K nas folhas. A ausência de diferença significativa pode ser atribuída a vários fatores, tais como: o baixo pH do solo, de 4,5, que torna pouco disponível o K aplicado; a presença de outros cátions, como Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, que causam inibição competitiva no processo de absorção do K<sup>+</sup>; o alto teor de K<sup>+</sup> já encontrado no solo, em relação às quantidades aplicadas. Mesmo fazendo a calagem, é pouco provável que o pH tenha sido corrigido, pois o calcário foi aplicado em solo seco e não ocorreu nenhuma chuva para que houvesse reação e neutralização da acidez. Segundo Yamada e Abdalla (2004), os fatores que influenciam a absorção de K pelas raízes podem ser externos (concentração de K na solução, cálcio, sódio, tensão de O<sub>2</sub>, temperatura, umidade) ou internos (concentração de K e carboidratos na raiz, características da raiz, como raio, comprimento, crescimento e morfologia), velocidade de absorção de água e variedade.



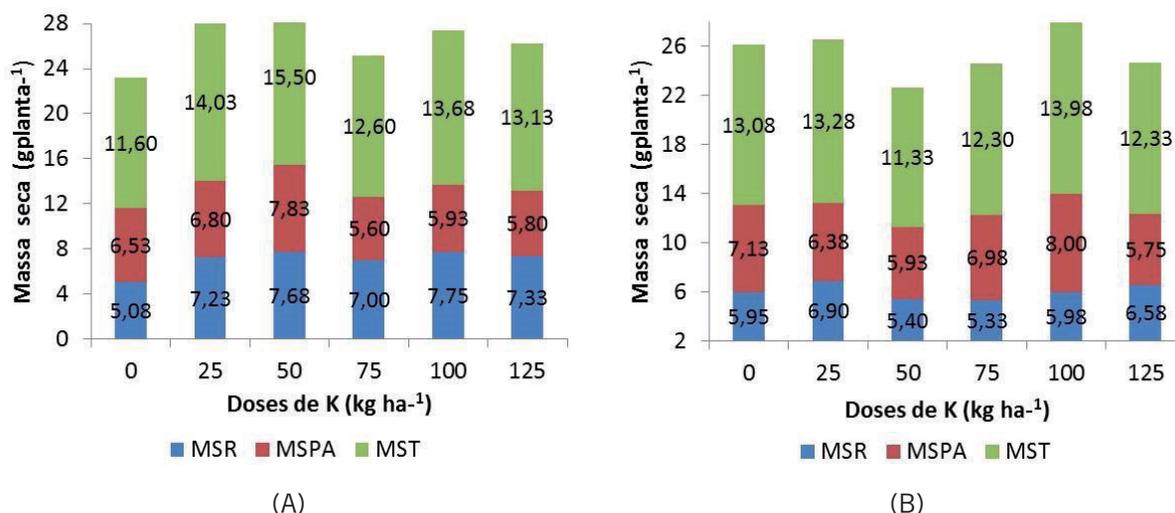
**Figura 1.** Número de folhas por planta (A), altura de planta (B), diâmetro de raízes (C) e comprimento de raízes (D) de cenoura em função de doses de K e manejos de irrigação. Confresa – MT, 2014.

Fonte: Elaboração dos autores.

No entanto, a adubação excessiva com potássio pode ocasionar aumento de sais na solução do solo, redução na absorção de outros cátions, principalmente  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , promovendo redução da produtividade da cultura.

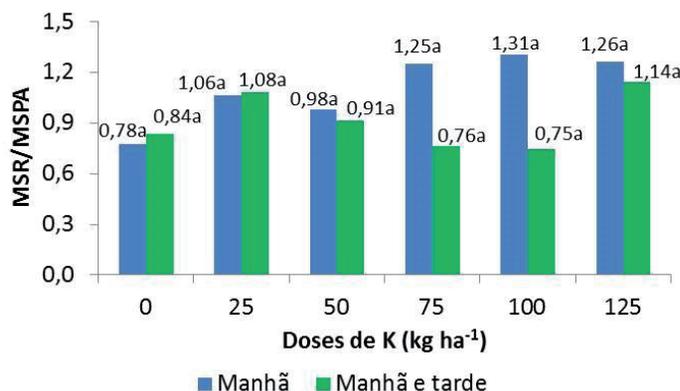
Com relação ao pH, Carolus (1975) relata que a cenoura apresentou ganhos de 25% em produtividade nos locais com calagem adequada (pH = 6,5), em relação aos locais com calagem inadequada (pH = 5,4). Conforme análises de solo da área experimental, o pH inicial era de 4,5 e, ao término do experimento, de 5,4, estando, portanto, abaixo do recomendado para *Daucus carota* L.

Com relação à partição da matéria seca, foi observada maior MSPA em relação à MSR apenas nas doses 0 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de K, quando se irrigou as plantas de manhã, e nas doses de 0, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>, quando a frequência de irrigação foi duas vezes ao dia. Verifica-se que nas dosagens maiores de K (75, 100 e 125 kg ha<sup>-1</sup>) a irrigação uma vez ao dia induz maior produção de MSR do que MSPA (Figura 2).



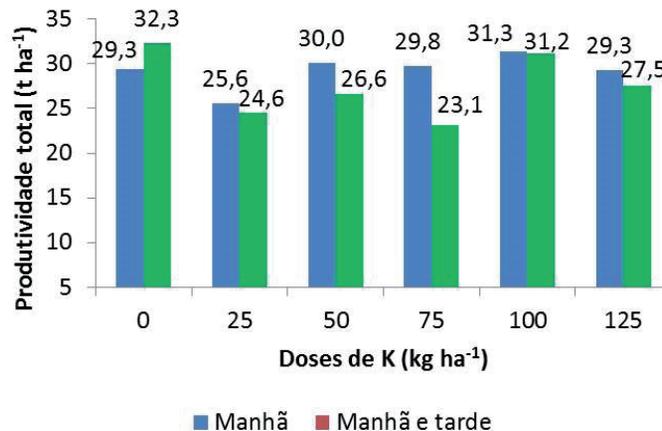
**Figura 2.** Massa de matéria seca de raízes (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (MST) de cenoura, em função de doses de K e manejos de irrigação no período de manhã (A) e de manhã e à tarde (B). Confresa – MT, 2014. Fonte: Elaboração dos autores.

Não houve diferença significativa da relação MSR/MSPA entre os manejos de reposição de água, de manhã e de manhã e à tarde. O mesmo ocorreu para as doses de K, não havendo diferença significativa (Figura 3).



**Figura 3.** Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea, em função de manejos de irrigação e doses de K, Confresa – MT, 2014. Fonte: Elaboração dos autores

A produtividade total de cenoura também não apresentou diferença significativa em função das doses de K e dos manejos de irrigação. Com relação ao manejo de manhã, observou-se menor variação na produtividade de raízes em função da adubação potássica. Já no manejo pela manhã e à tarde, houve uma maior oscilação da produtividade em função das doses, conforme é apresentado na Figura 4.



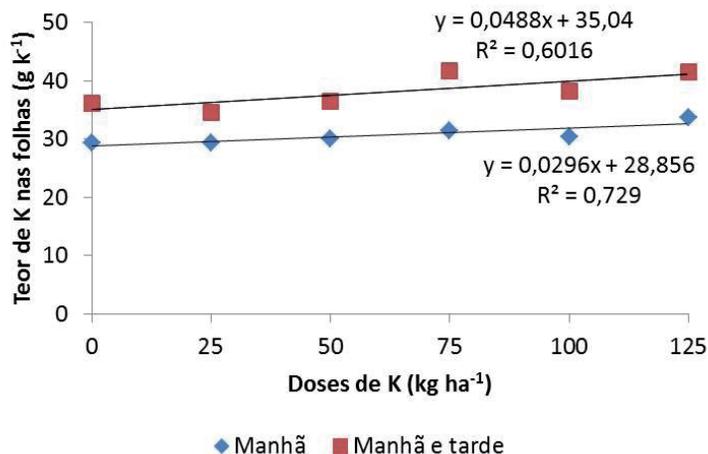
**Figura 4.** Produtividade total da cenoura, em função de manejos de irrigação e doses de K. Confresa – MT, 2014.

Fonte: Elaboração dos autores

As maiores produtividades (32,3 e 31,3 t ha<sup>-1</sup>) foram obtidas nas doses de 0 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de K, valores esses próximos aos obtidos por Luz et al. (2009). Esses autores concluíram que a produtividade máxima de cenoura (27,5 t ha<sup>-1</sup>) foi obtida com a aplicação de 229 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 20-00-20, ou seja, N + K<sub>2</sub>O em cobertura, não sendo neste trabalho, isolados os efeitos do N e do K. Na presente pesquisa, fixou-se a dose de N em cobertura (90 kg ha<sup>-1</sup>) e variou-se apenas o K. No entanto, a máxima produtividade foi obtida com doses semelhantes de K<sub>2</sub>O, pois 229 kg desse formulado correspondem a 45,8 kg de K<sub>2</sub>O. Segundo Filgueira (2012), poucas olerícolas respondem à aplicação de potássio em cobertura e não existem pesquisas para comprovar a necessidade dessa aplicação. Porém, o potássio é o nutriente que apresenta maior teor tanto nas folhas quanto nas raízes da cenoura (SEDIYAMA et al., 2000).

As propriedades físicas, principalmente textura, estrutura e permeabilidade, e as propriedades químicas e biológicas do solo afetam sensivelmente a produtividade e a qualidade das raízes de cenoura (TRANI et al., 2006). Contudo, segundo a lei de Liebig (RAIJ, 1991; MALAVOLTA et al., 1997), um nutriente faltante pode limitar as raízes a se desenvolverem até um padrão de tamanho, não atingindo o ponto de máximo desenvolvimento. O ótimo desenvolvimento de raízes somente é atingido quando há equilíbrio no fornecimento de todos os nutrientes essenciais.

Na variável teor de potássio na folha, observou-se que houve efeito significativo dos manejos de irrigação e das doses de potássio. As plantas absorveram mais K no manejo de irrigação de manhã e à tarde. Na dose de 125 kg ha<sup>-1</sup> de K obteve-se a maior concentração de potássio nas folhas da cenoura (Figura 5).



**Figura 5.** Teor de potássio na folha da cenoura, em função de manejos de irrigação e doses de K. Confresa – MT, 2014.

Fonte: Elaboração dos autores

A demanda diária de água aumenta ligeiramente com o crescimento das plantas, sendo máxima no estágio de engrossamento de raiz. A cenoura é altamente sensível ao déficit hídrico. O êxito da cultura é obtido quando a umidade do solo é mantida próxima à capacidade de campo durante todo o ciclo de desenvolvimento das plantas.

Nas condições climáticas do município de Confresa, o consumo médio de água da cultura de cenoura, medido a partir de 30 dias após a semeadura até os 86 dias, quando se realizou a colheita, foi de 1.279,8 mm. A evapotranspiração média da cultura (22,8 mm dia<sup>-1</sup>) foi superior à citada por Marouelli et al. (2007) e à obtida por Santos et al. (2009), de 812 mm. Isso se deve provavelmente às condições climáticas da região, à utilização de lisímetros de pequenas dimensões (vasos), de menor bordadura, e à época do cultivo, que coincidiu com temperaturas mais elevadas e baixa umidade relativa do ar. Silva et al. (2011) verificaram que a aplicação de uma lâmina total de irrigação de 2.310 mm (180% da evaporação em tanque “Classe A”) proporcionou maior produtividade (67,4 t ha<sup>-1</sup>) de raízes da cenoura, cultivar Brasília. A maior lâmina de irrigação aplicada no experimento de Silva et al. (2011) não significa que houve maior evapotranspiração da cultura em relação a este trabalho, pois apesar de o ciclo da cultura ter sido mais longo (colheita aos 110 dias), possivelmente uma fração da lâmina de irrigação percolou para horizontes mais profundos do solo.

O manejo da irrigação juntamente com uma adubação equilibrada, que supra a necessidade da cultura, são fundamentais para a obtenção de alta produtividade e raízes de qualidade, sem desperdícios na colheita. Pois, às vezes, há exagero por parte de produtores na aplicação de fertilizantes, tanto no plantio quanto em cobertura. A produtividade média total de cenoura, de 28,3 t ha<sup>-1</sup>, está dentro da média nacional que, segundo Marouelli et al. (2007), é de 29 t ha<sup>-1</sup>, podendo, entretanto, atingir índices entre 50 e 60 t ha<sup>-1</sup> em cultivos mais tecnificados.

## Conclusões

Tanto os manejos de irrigação quanto as doses de potássio não apresentam significância nas características biométricas e produção da cenoura.

A irrigação duas vezes ao dia (manhã e tarde) na cultura da cenoura proporciona maior absorção e maior teor de K foliar em relação à irrigação apenas de manhã.

## Carrot production in function to potassium levels and irrigation managements

### Abstract

The aim of this study was to evaluate the production of carrot from cultivar Brasília, submitted to potassium fertilization levels and irrigation managements. The experiment was carried out in a Red Yellow Argisol medium texture, in Confresa, Mato Grosso, Brazil, from July to October 2014. The experimental design was in randomized blocks, with four replications in split plots 2 x 6, with two micro sprinkler irrigation managements (once daily in the morning, and twice a day, morning and afternoon) and six potassium levels (0, 25, 50, 75, 100 and 125 kg ha<sup>-1</sup>) applied to two equal parts at 20 and 40 days after the sowing. Plants were harvested at 86 days after the sowing. The number of leaves per plant; plant height (cm); root diameter (cm); root length (cm); the dry matter mass of roots, from aerial and total part (g plant<sup>-1</sup>), total productivity (t ha<sup>-1</sup>), the ratio of the dry matter masses of roots and aerial part and K leaf content (g kg<sup>-1</sup>) were evaluated. There was a significant effect of irrigation managements and K levels only on K content in the leaves and significant interaction I x K on the leaves number.

**Keywords:** *Daucus carota* L. Potassium chloride. Management.

### Referências

- CAROLUS, R. Calcium relationships in vegetable nutrition and quality. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 6, p. 285-298, 1975.
- CASAROLI, D.; JONG VAN LIER, Q. de. Critérios para a determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 59-66, 2008.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **A nova classificação brasileira de solos**. 1999. 1. ed. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/19350/1/Jacomine.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2013.
- EMBRAPA. **Cultivo da cenoura (*Daucus carota* L.): cenoura para verão**. EMBRAPA Hortaliças, Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/cenbsb.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2013.
- EMBRAPA. **Cultivo da cenoura (*Daucus carota* L.):** EMBRAPA Hortaliças, Brasília, 2000. Disponível em: <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas\\_producao/cultivo\\_da\\_cenoura/plantio.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_da_cenoura/plantio.htm)>. Acesso em: 02 dez. 2014.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2012, 309-310p.

- KÖPPEN, W. **Climatología**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.
- KRAMER, P. J. **Plant and soil water relationship**: a modern synthesis. New York: Mc-Graw Hill, 1969. 482 p.
- LUZ, J. M. Q.; ZORZAL FILHO, A. Z.; RODRIGUES W. L.; RODRIGUES, C. R.; QUEIROZ, A. A. Adubação de cobertura com nitrogênio, potássio e cálcio na produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 4, p. 543-548, 2009.
- MADEIRA, N. R.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; GIORDANO, L. B. Contribuição portuguesa à produção e ao consumo de hortaliças no Brasil: uma revisão histórica. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 4, p. 428-432, 2008.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed., Piracicaba: PATAFÓS, 1997.
- MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, W. L. C. **Irrigação da cultura da cenoura**. Circular Técnica 48. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 14 p.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1991. 343p.
- RIBEIRO A. C.; GUIMARÃES P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5. Aproximação. Viçosa: UFV, 1999. 359p.
- SANTOS, F. X.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, J. R.; SOUZA, E. R. Determinação do consumo hídrico da cenoura utilizando lisímetros de drenagem, no agreste pernambucano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p. 304-310, 2009.
- SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL S. M.; PEREIRA P. R. G.; GARCIA, N. C. P.; DELIMA P. C. Produção e composição mineral de cenoura adubada com resíduos orgânicos. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 379-386, 2000.
- SHOCK, C.; FEIBERT, E.; ELDRIDGE, E.; SAUNDERS, M.; BUTLER, M.; CAMPBELL, C.; CROWE, F.; SEXTON, P.; KLAUZER, J. **Progress report on microirrigation in Oregon**. 2002. Disponível em: <[http://www.cropinfo.net/W-128/StateReports/2002Reports/2002Oregon\\_Report.html](http://www.cropinfo.net/W-128/StateReports/2002Reports/2002Oregon_Report.html)>. Acesso em: 15 ago. 2013.
- SILVA, V. J. da; TEODORO, R. E. F.; CARVALHO, H. de P.; MARTINS, A. D.; LUZ, J. M. Q. Resposta da cenoura à aplicação de diferentes lâminas de irrigação. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 6, p. 954-963, 2011.
- TRANI PE; MINAMI K; RAIJ B; SAKAI E; MELLO SC; TIVELLI SW. Calagem em cultivos sucessivos de cenoura e alface. **Horticultura Brasileira**. v. 24, n. 1, p. 59-64. 2006.
- VILELA, N. J. **Situação das safras de hortaliças no Brasil nos anos 2000-2011**. EMBRAPA Hortaliças. 2011. Disponível em: <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortaliças\\_em\\_numeros/producao\\_hortaliças\\_brasil\\_2000\\_2011.pdf](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortaliças_em_numeros/producao_hortaliças_brasil_2000_2011.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2013.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Tecnologia para agricultura**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. 14p. Boletim Técnico, n. 107.

**Histórico editorial**

Submetido em: 21/01/2015

Aceito em: 16/03/2015