

Extração de macronutrientes em cenoura em função das doses de potássio em cobertura

Carla Verônica Corrêa¹ e Antonio Ismael Inácio Cardoso²

Resumo: Devido à falta de informações relacionadas à adubação potássica e seu efeito sobre a extração de macronutrientes em cenoura objetivou-se avaliar o efeito de doses de potássio em cobertura em cenoura híbrido Bangor®. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à FCA - UNESP, no período de 26 de maio a 30 de agosto de 2010. Foram avaliados cinco tratamentos (0; 24; 45; 68 e 90 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura, utilizando-se o cloreto de potássio), no delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições e dez plantas úteis por parcela. Após a colheita foram avaliadas massa seca da parte aérea e das raízes, o acúmulo de nutrientes na parte aérea, raízes e total da planta. Não foi observada diferença estatística para a massa seca das folhas e raízes com médias de 2,95 g para a parte aérea e 9,06 g para a raiz. A ordem decrescente de extração dos macronutrientes pela parte aérea, raiz e total foram: K>Ca>N>Mg>S>P; K>N>Ca>P>S>Mg e K>N>Ca>P>Mg>S, respectivamente.

Palavras-chave: *Daucus carota L.*; adubação; nutrientes

Extraction of macronutrients of carrot in function of potassium rates in top dressing

Summary: There exist a lack of information about the fertilization of K in carrot the objective of this work was to evaluate the effect of rates of potassium in top dressing on macronutrients extraction in carrot hybrid Bangor®. The experiment was conducted at São Manuel Experimental Farm, from UNESP-FCA, from May 26th to August 30th, 2010. Five treatments (0; 23; 45; 68 and 90kg ha⁻¹ of K₂O in topdressing) were evaluated in randomized block experimental design, with five replicates and ten plants per plots. After the harvest, dry mass of roots and leafs macronutrients accumulation were evaluated. Did not was observed different statics of dry mass roots and leafs in average of 2,95 g. leaf⁻¹ and 9,06 g root⁻¹. The order decreasing of macronutrient total accumulation by the leaf, root and totaly were: K>Ca>N>Mg>S>P; K>N>Ca>P>S>Mg e K>N>Ca>P>Mg>S, respectely.

Key words: *Daucus carota L*; fertilization; nutrition

Introdução

A cenoura pertence à família Apiaceae, com cultivos em quase todo o território brasileiro, com grande importância econômica. Esta olerácea pertence ao grupo das raízes

¹Doutoranda em Horticultura. Departamento de Horticultura. Faculdade de Ciências Agronômicas.UNESP/Botucatu. Cvcorreia1509@gmail.com

² Professor doutor. Departamento de Horticultura. Faculdade de Ciências Agronômicas.UNESP/Botucatu. ismaeldh@fca.unesp.br

tuberosas e apresenta alto conteúdo de pró-vitamina A, sendo muito empregada na culinária brasileira na forma de saladas, sopas, bolos e doces. 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 *et al.* 2000; MENDONÇA *et al.* 2016).

O potássio e o nitrogênio são os dois macronutrientes mais acumulados pela maioria das hortaliças (FILGUEIRA 2008). Apesar das recomendações de aplicação de potássio em cobertura para a cenoura são poucas as pesquisas com a utilização deste nutriente na cultura em estudo (LUZ *et al.* 2009, CECÍLIO FILHO *et al.* 2013).

A adubação, que representa em torno de 45% do custo de produção da cenoura, tem importante influência na produtividade (MENEGAZZO 2010), na qualidade da raiz (LUZ *et al.* 2009), no armazenamento e na rentabilidade do cultivo. O correto manejo da adubação deve levar em consideração o acúmulo de nutrientes, que reflete a real demanda nutricional de cada cultura.

O correto manejo da adubação potássica, em relação a doses, modos, épocas e fontes a serem utilizadas, deve considerar aspectos como a demanda da cultura, preço do fertilizante, efeito salino sobre as plantas na instalação das lavouras, potencial de perdas (principalmente por lixiviação) que os solos tropicais apresentam, tipos de solos, intensidade de irrigação, potencial genético do material (CORRÊA *et al.* 2013). Diante o exposto acima, objetivou-se com este estudo avaliar a ordem de extração de macronutrientes em plantas de cenoura em função das doses de potássio em adubação de cobertura.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no município de São Manuel-SP ($22^{\circ} 46'$ de latitude sul, $48^{\circ} 34'$ de longitude oeste e altitude de 740 m). O clima predominante, segundo a classificação de Köppen, é tipo Cfa, temperado quente (mesotérmico) úmido e à temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio é de $17,5^{\circ}\text{C}$ (CUNHA e MARTINS 2009) e precipitação média anual de 1445 mm.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA 2013). As principais características químicas do solo foram avaliadas a partir de amostras coletadas em diferentes pontos, retirando solo a uma profundidade de 0 – 20 cm. Os resultados da análise química do solo foram: $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)}$: 5,6; M.O: 19 g dm^{-3} ; P resina: 98 mg

dm⁻³; H+Al: 12 mmol_c dm⁻³; K: 1,9 mmol_c dm⁻³; Ca: 37 mmol_c dm⁻³; Mg: 13,0 mmol_c dm⁻³; SB: 52; CTC: 64 e V: 81%. Assim, baseando-se nas recomendações de Raij *et al.* (1997), foram aplicados 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 120 kg ha⁻¹ de potássio e 180 kg ha⁻¹ de fósforo e 40 t ha⁻¹ de composto orgânico na adubação de plantio em área total dos canteiros (1,2 m de largura, 20 m de comprimento e 0,2 m de altura). Esta adubação foi realizada seis dias antes da semeadura. Foram fornecidos, em cobertura, 90 kg ha⁻¹ de N (média das doses recomendadas por RAIJ *et al.* 1997), na forma de uréia e 23, 45, 68 e 90 kg ha⁻¹ de K₂O que correspondem, respectivamente, à metade da média, a média (45 kg ha⁻¹ de K₂O), uma vez e meia da média e duas vezes a média das doses recomendadas por Raij *et al.* (1997), além da testemunha sem potássio, que corresponderam aos cinco tratamentos. A adubação em cobertura foi feita de acordo com esses tratamentos, aplicando-se 1/3 de cada dose aos 15, 30 e 50 dias após emergência das plântulas, utilizando-se o cloreto de potássio como fonte de potássio. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições.

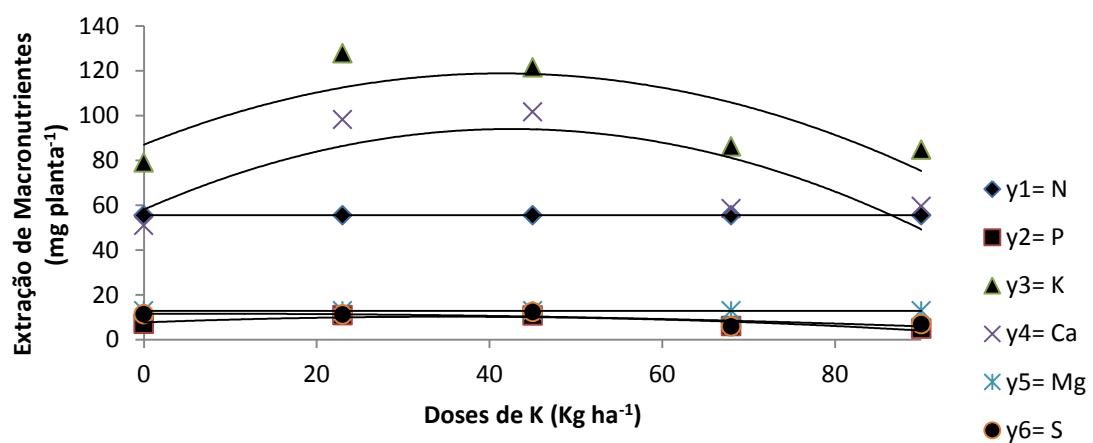
Foi utilizado o híbrido Bangor® e a semeadura foi realizada em 26/05/2010 no espaçamento de 25 cm entre linhas e 5 cm entre plantas após o desbaste. As parcelas foram de 3 m², sendo avaliada 10 plantas centrais por parcela. Os tratos culturais compreenderam a capina e irrigação por aspersão. A colheita foi realizada aos 94 dias após a semeadura (30/08/2010).

As plantas tiveram suas folhas separadas da raiz tuberosa, as quais foram lavadas em água corrente e água deionizada. Foi obtida a massa média da parte aérea e das raízes tuberosas e, logo após, as folhas e raízes foram colocadas separadamente em sacos de papel para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante. As massas secas foram pesadas em balança, com precisão de duas casas decimais (0,01 g), e em seguida moídas em moinho tipo Wiley com peneira de 20 mesh. As massas de folhas e raízes secas foram submetidas à digestão e, posteriormente, determinados os teores de macronutrientes, conforme metodologia proposta por Malavolta *et al.* (1997). Foi calculada a quantidade (extração) de cada macronutriente multiplicando-se a massa seca pelo teor do nutriente na matéria seca. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão para as doses de K₂O.

Resultados e Discussão

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para a massa seca da parte aérea e das raízes com médias gerais de 2,95 mg parte aérea⁻¹ e 9,06 mg raiz⁻¹. Também não foram

observadas diferenças para a extração de nitrogênio e magnésio pela parte aérea com médias de 55,5 e 12,9 mg planta⁻¹. Porém, para os demais macronutrientes foram obtidos efeitos quadráticos (Figura 1). Os máximos estimados de extração para fósforo (10,2 mg planta⁻¹), potássio (143,3 mg planta⁻¹), cálcio (122,0 mg planta⁻¹) e enxofre (11,6 mg planta⁻¹) foram estimados para as doses de 35,0; 75,0; 80,0 e 3,6 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Desta forma, a ordem decrescente de extração dos macronutrientes pela parte aérea foi K>Ca>N>Mg>S>P.

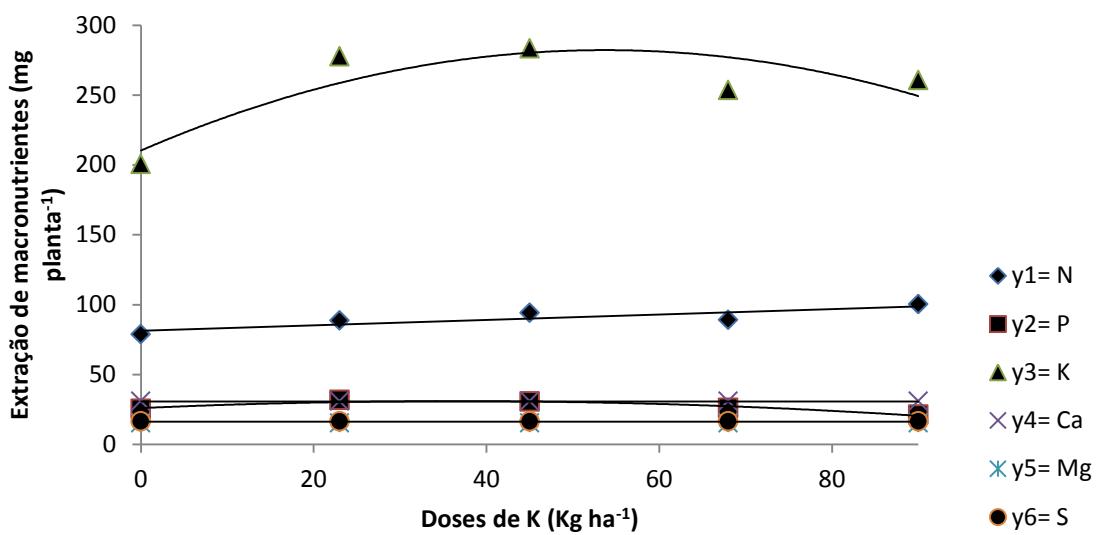


$$\begin{aligned}
 y1 &= 55,5 \\
 y2 &= -0,002x^2 + 0,144x + 7,692; R^2 = 0,79 \\
 y3 &= -0,018x^2 + 1,532x + 86,98; R^2 = 0,62 \\
 y4 &= -0,019x^2 + 1,690x + 58,03; R^2 = 0,62 \\
 y5 &= 12,9 \\
 y6 &= -0,0007x^2 + 0,006x + 11,57; R^2 = 0,65
 \end{aligned}$$

Figura 1 - Extração de N, P, K, Ca, Mg e S pela parte aérea da cenoura em função das doses de potássio. São Manuel-SP. 2010.

Os valores obtidos foram inferiores aos encontrados por Filho *et al.* (2013) que observaram extração de 173,3, 16,7, 12,1, 381,2, 117,4 e 13,2 mg planta⁻¹ para N, Mg, P, K, Ca e S, respectivamente para a cultivar Forto. Sedyama *et al.* (1998) também relataram que o potássio foi o nutriente encontrado em maior quantidade na parte aérea da cenoura. A extração de nutrientes nas folhas de hortaliças tuberosas, como a cenoura e a beterraba foi avaliada por Furlani *et al.* (1978), que também verificaram que o potássio foi o macronutriente extraído em maior quantidade. Estas extrações estão de acordo com Souza *et al.* (2003) que verificaram que, em cenouras da cultivar Brasília, a parte aérea extraiu em ordem decrescente o K > N > Ca > S > P > Mg, sendo que como na presente pesquisa o potássio é o macronutriente extraído em maior quantidade.

No caso das raízes, não foram observadas diferenças entre os tratamentos para a extração de cálcio, magnésio e enxofre com médias de 30,8, 15,2 e 16,3 mg planta⁻¹, respectivamente. Porém, as doses de potássio em cobertura tiveram efeito linear sobre a extração de N pelas raízes de cenoura. Já para os outros macronutrientes, foram obtidos efeitos quadráticos (Figura 2). Os máximos de extração para fósforo (29,5mg planta⁻¹) e potássio (299,2 mg planta⁻¹) foram estimados para as doses de 33,3 e 66,8 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. A ordem decrescente de extração dos macronutrientes pela raiz foi K>N>Ca>P>S>Mg.



$$y_1 = 0,193x + 81,33; R^2 = 0,74$$

$$y_2 = -0,003x^2 + 0,269x + 26,03; R^2 = 0,92$$

$$y_3 = -0,024x^2 + 2,678x + 210,2; R^2 = 0,73$$

$$y_4 = 30,8$$

$$y_5 = 15,2$$

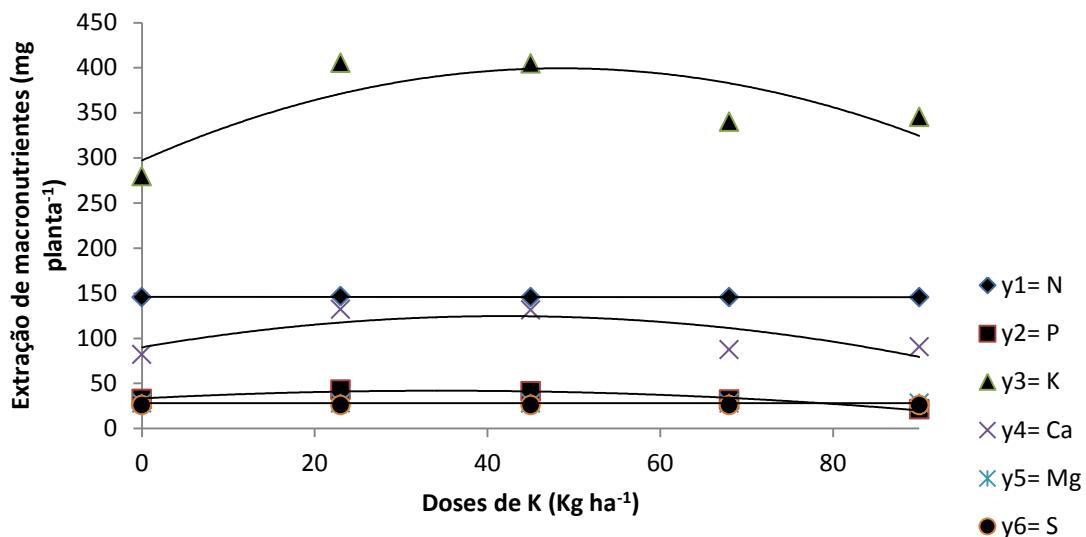
$$y_6 = 16,3$$

Figura 2 - Extração de N, P, K, Ca, Mg e S pelas raízes de cenoura em função das doses de potássio. São Manuel-SP. 2010.

Esta mesma ordem de extração foi obtida por Filho *et al.* (2013) com acúmulo de 264, 75, 525, 110, 21 e 38 mg planta⁻¹ para N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente para a cultivar Forto. Oliveira *et al.* (2006) verificaram que a raiz participa com 32% de nitrogênio e com 21% de todo o cálcio acumulado na cultura de cenoura.

Na extração total (folhas+raiz) não foi observada diferença estatística para N, Mg e S com médias de 145,6; 28,2 e 25,8 mg planta⁻¹, respectivamente. No entanto, para os outros macronutrientes foram obtidos efeitos quadráticos. Os máximos de extração para fósforo

(41,9 mg planta⁻¹), potássio (407,5mg planta⁻¹) e cálcio (125,5mg planta⁻¹) foram estimados para as doses de 40,0; 52,5 e 43,2 kg de K₂O ha⁻¹, respectivamente (Figura 3).



$$\begin{aligned}
 y1 &= 145,6 \\
 y2 &= -0,005x^2 + 0,40x + 33,9; R^2 = 0,89 \\
 y3 &= -0,043x^2 + 4,213x + 297,2; R^2 = 0,67 \\
 y4 &= -0,019x^2 + 1,648x + 90,05; R^2 = 0,59 \\
 y6 &= 25,8
 \end{aligned}$$

Figura 3 - Extração de N, P, K, Ca, Mg e S total (parte aérea+raízes) pela cenoura em função das doses de potássio. São Manuel-SP. 2010.

Oliveira *et al.* (2006) constataram que na cenoura 'Brasília' os nutrientes P e K acumularam-se preferencialmente na raiz, enquanto que o N, Ca e Mg nas folhas. Em outras hortaliças, também observou-se que o potássio foi o macronutriente acumulado em maior quantidade como Corrêa *et al.* (2013) em repolho, Araújo *et al.* (2012) em abóbora, Gouveia *et al.* 2016 e Corrêa *et al.* 2017 em batata-doce.

O potássio apresenta a função de transporte de carboidratos da fonte (folhas) para os drenos (TAIZ e ZEIGER, 2004; FILGUEIRA 2008 e NOVAIS *et al.* 2007), que, no caso da cenoura, são as raízes tuberosas. Desta forma, o fornecimento adequado de potássio a cultura, permite a formação de raízes com maior qualidade comercial.

A disponibilidade de potássio no solo ocupa uma posição intermediária entre o N e o P, isto é, não sofre lixiviação tão intensa quanto o primeiro e nem é fixado tão fortemente

quanto o segundo. O risco de lixiviação do K é maior em solos arenosos, influenciando seus teores críticos no solo e na planta (OLIVEIRA *et al.* 2007).

Ressalta-se que a irrigação foi por aspersão, o que pode favorecer a perda de potássio por lixiviação, ainda mais em um solo arenoso como o desta pesquisa, com 836 g kg⁻¹ de areia. Além disto, a distribuição dos macronutrientes entre parte vegetativa e reprodutiva tem relação direta com a mobilidade destes na planta e com a necessidade dos nutrientes em cada parte da planta.

Conclusões

A ordem decrescente de extração na parte aérea foi: K>Ca>N>Mg>S>P. Já para as raízes foi K>N>Ca>P>S>Mg e a extração total foi K>N>Ca>P>Mg>S.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, H.S.; QUADROS, B.R.; CARDOSO, A.I.I.; CORRÊA, C.V. Doses de potássio em cobertura na cultura da abóbora. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 42, n. 4, p. 469-475. 2012.

CECÍLIO FILHO, A.B.; PEIXOTO, F.C. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura 'Forte'. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 64-70, 2013.

CORRÊA, C.V.; CARDOSO, A.I.I.; CLÁUDIO, M.T.R. Produção de repolho em função de doses e fontes de potássio em cobertura. **Sejina**, Londrina, v.34, n.5, p.2129-2138, 2013.

CORRÊA, C.V. et al. Rates and split top-dress applications of N fertilizer in the production of sweet potato in tropical soil. **Australian journal of crop science**, Austrália, v. 11, n° 07, p. 786-791, 2017.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: EMBRAPA, 2013, 412p.

FERNANDES, M.S (Editor). **Nutrição mineral de plantas**. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa. 2006. 432p.

FILGUEIRA, F. A. dos R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 3^a Ed.,2008. 421 p.

FURLANI, A. M. C. et al. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, Campinas, v. 37, n.1, p.33-44, 1978.

GOUVEIA, A.M.S. et al. Teores de macronutrientes nas raízes tuberosas de batata-doce em função da adubação potássica e das épocas de colheita. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 12, n° 1, p. 60-68, 2016.

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: POTAPOS, 1997. 201 p.

MENDONÇA, V.Z.; CORRÊA, C.V.; GOUVEIA, A.M.S.; EVANGELISTA, R.M. **Alterações físico-químicas em raízes de cenoura em consequencia do processamento mínimo e do período de armazenamento**. Revista Raízes e Amidos Tropicais, Botucatu, v. 12, p. 96-108, 2016.

MENEGAZZO, T. M. **Cenoura**. Revista Hortifrutibrasil, Ano 9, n. 93, p.25, 2010.

OLIVEIRA, R. A. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes em cenoura. 2006. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 24, n. 2, suplemento CDROM, 2006.

OLIVEIRA, A.P. et al. Rendimento de feijão-vagem em função de doses de K₂O. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.25, n. 1, p.29-33, 2007.

RAIJ, B.V; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J.A; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC. 285p. 1997.

SEDIYAMA, M.A.N. et al. Produção e composição mineral de cenoura adubada com resíduos orgânicos. **Bragantia**, Campinas, V.57, n.2, 1998.

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**, Brasília, v. 21, n. 2, suplemento CD-ROM, 2003.