

Influência do pré-enraizamento e de tipos de mudas sobre a população, crescimento e produção da mandioquinha-salsa “Roxa de Viçosa”

Ramón Emilio Gil Leblanc¹
Mário Puiatti²
Maria Aparecida Nogueira Sedyama³
Fernando Luiz Finger²
Glauco Vieira Miranda²

RESUMO

Foi avaliado o efeito de dois métodos de plantio, com e sem pré-enraizamento, e de cinco tipos de mudas sobre a população, crescimento de plantas e produção de raízes tuberosas de mandioquinha-salsa ‘Roxa de Viçosa’ cultivada no período de 04/12/98 a 20/11/99 (primavera-primavera). As mudas, pré-enraizadas em viveiro, foram transplantadas para o campo de cultivo com 4 a 5 folhas. Foram avaliadas: população de plantas, altura e diâmetro de copa, massa fresca de coroa, de rebentos, de folhas e de raízes tuberosas por planta e por área, comprimento, diâmetro e produtividade de raízes comerciais e com rachaduras. Não houve efeito isolado de tipos de mudas sobre as características avaliadas. Plantas provenientes de mudas sem pré-enraizamento apresentaram maiores valores em todas as características avaliadas, inclusive de raízes comerciais, apesar da maior percentagem de raízes com rachaduras. Apesar de mudas pré-enraizadas resultarem em menor número de plantas/área na colheita, essas não apresentaram maior produção de raízes tuberosas por planta. O método do pré-enraizamento de mudas deve ser mais investigado para novas condições de ambiente e genótipo a ser utilizado.

Palavras chave: *Arracacia xanthorrhiza*, batata-baroa, mandioquinha, propagação vegetativa.

ABSTRACT

Stand, growth and yield of arracacha “Roxa of Viçosa” influenced by pre-rooting and offshoots types

The effect of two methods of planting, with and without pre-rooting of the offshoots, and five types of offshoots on the final stand, plant growth and production of storage roots of arracacha were evaluated in the growing season spring-spring (12/04/98 to 11/20/99). The pre-rooted offshoots were transplanted with 4 to 5 leaves. The following characteristics were evaluated: stand, height and diameter of plant canopy, fresh matter of crown, offshoots and roots per plant and area, length, diameter, yield and commercial and yield of split roots. There was no isolated effect of offshoot type on the evaluated characteristics. Plants from non-rooted offshoots gave higher values for all evaluated characteristics despite the higher % of split roots. Although pre-rooted offshoots (transplanted) gave smaller number of plants/area at harvest, there was no increase in the yield/plant. The pre-rooting of offshoots should be further investigated in different environmental conditions and with different genotypes.

Key words: *Arracacia xanthorrhiza*, peruvian carrot, andinum carrot, vegetative propagation.

¹ INIA, Apartado Postal 184, San Agustín de La Pica, Via Laguna Grande – Maturín, Venezuela;

² UFV, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-000 Viçosa – MG, Brasil;

³ EPAMIG, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, CTZM, Caixa Postal 216, CEP 36570-000, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: mpuiatti@ufv.br

INTRODUÇÃO

A mandioquinha-salsa, mandioquinha, batata-baroa ou baroa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) é uma Apiaceae (Umbelliferae) que tem como origem vasta região tropical dos Andes, englobando Equador, Peru, Colômbia, Venezuela e Bolívia (Hodge, 1954; Zanin & Casali, 1984; Rubatzky & Yamaguchi, 1997; Knudsen *et al.*, 2001), sendo seu cultivo já era praticado por civilizações pré-colombianas milhares de anos antes da conquista da América (Bermejo & Leon, 1994). Produz raízes tuberosas ricas em carboidratos (amido e açúcares) e consideráveis níveis de Ca, P, Fe e de vitaminas A e niacina (Pereira, 1997).

Introduzida no Brasil no início do século XX (Zanin & Casali, 1984), o país tornou-se o maior produtor mundial dessa hortaliça, com cerca de 11.000 ha ano⁻¹ cultivados nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Espírito Santo, com produtividade média de 9,2 t ha⁻¹ (Reghin *et al.*, 2000). O clone 'Amarela Comum', também denominado de 'Amarela de Carandaí', foi o que mais se adaptou às áreas de cultivo, do qual se originou o clone 'Roxa de Viçosa' (BGH 6513) em trabalho de melhoramento na Universidade Federal de Viçosa (UFV). 'Roxa de Viçosa' tem grande potencial produtivo, consta com de mais de 300 ha ano⁻¹ cultivados em Minas Gerais, apesar das raízes tuberosas apresentam grande suscetibilidade às rachaduras (Gil LeBlanc *et al.*, 2000).

A espécie é propagada por mudas obtidas dos rebentos que se formam na coroa (Sediyama & Casali, 1997; Rubatzky & Yamaguchi, 1997; Knudsen *et al.*, 2001), os quais variam em comprimento e diâmetro em função do clone e da idade da planta. Comercialmente, emprega-se na propagação apenas a porção apical do rebento (2,5 a 3,0 cm), o qual é retirado de plantas maduras, com cerca de 8-12 meses de idade. Procedem-se o corte basal inclinado (bisel), na porção de maior diâmetro, de forma a proporcionar maior área de enraizamento pela maior exposição de tecidos do câmbio do floema (Sediyama & Casali, 1997).

As mudas são plantadas diretamente no campo de cultivo; entretanto podem ocorrer falhas no estande devido ao apodrecimento, especialmente, nos plantios realizados em períodos quentes e chuvosos (primavera-verão) ou por florescimento precoce nos plantios em períodos frios e secos (outono-inverno). O apodrecimento é devido ao não enraizamento e/ou à ação de patógenos (Câmara, 1992; Brune *et al.*, 1996; Reghin & Otto, 2000), enquanto que fatores indutores do florescimento em mandioquinha não são claros, apesar de Knudsen *et al.*, (2001) terem observado que o estresse hídrico exerce efeito positivo sobre o florescimento em alguns clones. O fato é que a produtividade de raízes tuberosas em mandioquinha é muito influenciada pela população final, ocorrendo decréscimos significativos com incremento de

falhas no estande (Câmara, 1994; Brune *et al.*, 1996; Santos, 1997; Santos & Carmo, 1998).

Pelas razões expostas, Santos (1997) e Santos & Carmo (1998) propuseram o pré-enraizamento das mudas em canteiros como forma de minimizar riscos de perdas de estande no campo de cultivo. Segundo estes autores, a técnica também possibilita a seleção de mudas a serem transplantadas; além disto, o pré-enraizamento teria a vantagem de ocupar a área de cultivo por menor espaço de tempo, pois as mudas permaneceriam no canteiro de pré-enraizamento por 45 a 60 dias, até alcançarem 4-5 folhas, quando são transplantadas. Todavia resultados conflitantes, quanto ao pré-enraizamento da mandioquinha, têm sido observados na literatura (Câmara, 1992; Bueno *et al.*, 2000a, 2000b; Gil LeBlanc *et al.*, 2000). Assim, a técnica de pré-enraizamento necessita de avaliações em diferentes locais e épocas de cultivo, sobretudo para novos clones de mandioquinha.

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos métodos de plantio com e sem pré-enraizamento e de cinco tipos de mudas sobre a população, crescimento de plantas e produção de raízes tuberosas de mandioquinha-salsa, clone 'Roxa de Viçosa', em cultivo de primavera-primavera.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Horta de Pesquisas da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, no período de 04/12/98 a 20/11/99, primavera-primavera. Foram utilizadas mudas da mandioquinha-salsa 'Roxa de Viçosa', obtidas do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV (BGH 6513). Viçosa está situada a 652 m de altitude, 20° 45' LS e 42° 51' LW; os registros das condições climáticas (temperaturas e precipitação pluvial), durante a condução do experimento encontram-se na Tabela 1.

O experimento foi instalado no delineamento de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições. Foi constituído de 10 tratamentos resultantes de dois métodos de plantio (com e sem pré-enraizamento das mudas) e de cinco tipos de mudas; nas parcelas foram alocados os métodos de plantio e nas subparcelas os tipos de mudas. As mudas foram obtidas de plantas maduras, com 12 meses de ciclo. Destacaram-se os rebentos e procederam-se os cortes dos pecíolos com 1,0 cm acima do ápice da gema apical e da base (Tabela 2 e Figura 1), a saber: 1- parte superior do rebento com 2,7 cm de comprimento e com corte da base em bisel; 2- segmento intermediário do rebento com 4,5 cm de comprimento com a base e o ápice cortados em bisel; 3- idêntico ao tipo 2, mas com corte longitudinal na parte côncava; 4- rebento com 6,3 cm de comprimento com corte em bisel na base e corte longitudinal na parte côncava; 5- idêntica ao tipo 4, mas sem corte longitudinal na parte côncava.

Tabela 1. Valores médios mensais de temperatura média (Tm), máxima (Tmax) e mínima (Tmin), precipitação pluvial (Pp) e umidade relativa (UR) do ar no período de dezembro de 1998 a novembro de 1999.

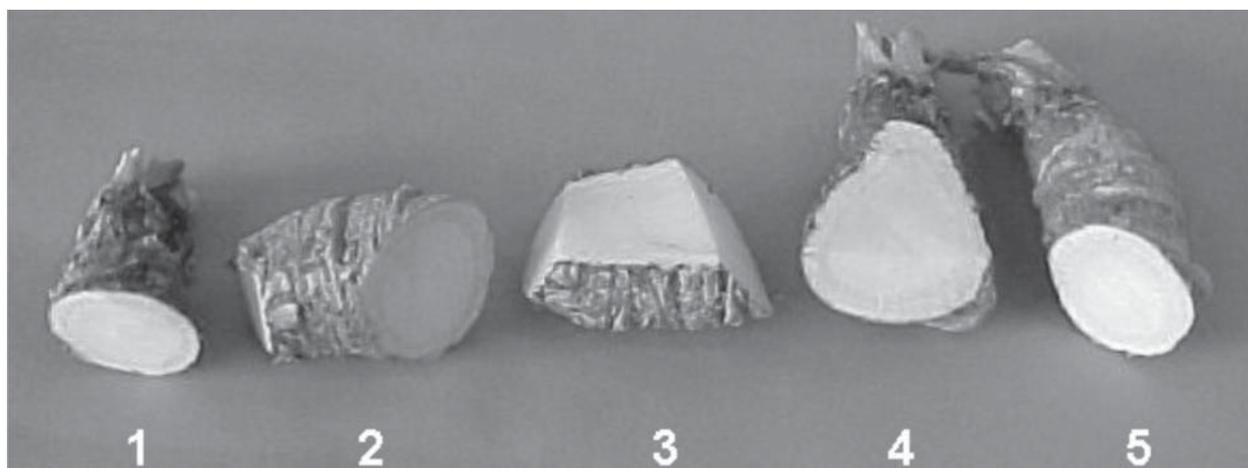
Mês	Tm	Tmax	Tmin	Pp	UR
	°C			mm	%
Dezembro	23,57	28,85	18,28	105,30	82,47
Janeiro	24,63	30,34	18,91	154,20	78,25
Fevereiro	24,16	29,94	18,37	88,10	78,08
Março	23,19	28,52	17,86	173,70	84,26
Abril	21,95	27,76	16,14	36,50	82,26
Mai	18,51	25,35	11,67	2,00	80,23
Junho	18,03	24,54	11,53	13,20	82,78
Julho	18,40	24,38	12,41	4,20	81,79
Agosto	17,43	25,91	8,95	0,00	71,84
Setembro	19,92	27,06	12,79	50,70	67,04
Outubro	19,88	25,03	14,74	118,00	74,59
Novembro	20,84	25,53	16,16	375,00	78,72

Tabela 2. Número total de gemas visíveis (GV), comprimento (C), diâmetro (D) e massa fresca (MF) de cinco tipos de mudas de mandioquinha-salsa 'Roxa de Viçosa'

Tipos de mudas	GV	C (cm) ^{1/}	D (cm) ^{2/}	MF (g)
1 (Controle)	4,40	2,74	3,36	28,5
2	4,05	4,57	4,10	38,2
3	3,65	4,86	4,23	46,0
4	6,15	5,33	3,86	58,2
5	7,50	6,37	3,96	74,7

^{1/}Medido da base cortada do rebento até a base da gema apical para os tipos 1, 4 e 5; comprimento total para os tipos 2 e 3;

^{2/}Valores médios na porção basal da muda.

**Figura 1.** Tipos de mudas utilizadas: 1- ápice do rebento; 2 - segmento intermediário do rebento; 3 - segmento intermediário do rebento com corte longitudinal na parte côncava; 4- rebento com ápice e com corte longitudinal na parte côncava; 5- rebento com ápice e sem corte longitudinal na parte côncava.

No dia seguinte ao corte dos rebentos, metade das mudas de cada tipo foi plantada diretamente no campo de cultivo (1,0 x 0,40 m) e a outra metade plantada em canteiro de pré-enraizamento (0,10 x 0,05 m). Cinquenta dias após, quando as mudas se apresentavam enraizadas e com 4 a 5 folhas, foram transplantadas para o campo de cultivo espaçadas de 1,0 m entre linhas e 0,40 m entre plantas. A

unidade experimental foi constituída de duas fileiras de 4,40 m de comprimento, contendo 22 plantas.

O solo do campo de cultivo, Argissolo Vermelho-Amarelo, apresentou as seguintes características, na camada de 0 a 20 cm: pH (água) = 6,7; P = 91 mg dm⁻³; K = 375 mg dm⁻³ e, em cmol_c dm⁻³, Ca⁺² = 11,0; Mg⁺² = 3,3; Al⁺³ = 0,0; SB = 15,5; CTC_(t) = 15,5; CTC_(T) = 17,6; V = 88 %; Matéria

orgânica = 3,2 dag kg⁻¹. O leito do canteiro de pré-enraizamento foi composto de mistura de terra, esterco bovino curtido e areia, na proporção de 2:1:1 (v:v:v). Este substrato apresentou as seguintes características químicas: pH (água) = 6,5; P = 425 mg dm⁻³; K = 295 mg dm⁻³ e, em cmol_c dm⁻³, Ca⁺² = 5,0; Mg⁺² = 0,9; Al⁺³ = 0,0; SB = 6,6; CTC₍₀₎ = 6,6; CTC₍₁₎ = 8,9; V = 74%; Matéria orgânica = 3,4 dag kg⁻¹. Foram utilizados: Extrator Mehlich-1 para de P e K; Extrator KCl 1 mol/L para Ca, Mg e Al e Método Walkley & Black para Matéria Orgânica.

Durante o cultivo, as irrigações foram feitas por aspersão convencional, a cada sete dias no período seco, com lâmina de cerca de 30 mm cada; foram realizadas duas adubações nitrogenadas de cobertura, aos 30 e 90 dias após o transplante, colocando-se 1 g N/planta/vez, na forma de nitrocalcio, e cinco capinas manuais.

Aos 28 dias do plantio das mudas avaliou-se, para cada tipo de muda no campo e leito de enraizamento, o percentual de mudas com pelo menos uma brotação emergida, considerando-se 100 % o valor encontrado para muda tipo 1 (controle). Aos 65, 150, 210 e 270 dias após o transplante (DAT) das mudas para o campo, avaliou-se a população de plantas, presente em cada unidade experimental. Na colheita, realizada aos 346 dias após plantio ou 296 DAT, avaliaram-se: altura de planta; número de rebentos/planta, número de folhas/rebento e de raízes tuberosas/planta; diâmetro da copa, da coroa e de raízes tuberosas; comprimento de raízes tuberosas; massa fresca de rebentos, de folhas, de coroa e de raízes tuberosas/planta e produtividade (t ha⁻¹) de raízes tuberosas total, comerciais e com rachaduras prematura e de colheita. Para essas avaliações, consideraram-se todas as plantas presentes na unidade experimental, excluindo-se 0,40 m de cada extremidade. Consideraram-se raízes com rachadura de colheita àquelas cuja rachadura ocorria durante o processo de arranquio e com rachadura prematura àquelas que apresentavam, no momento da colheita, rachaduras com sinais de cicatrização dos tecidos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias para métodos de plantio foram comparadas pelo teste F (Pd^{0,05}) e para tipos de mudas foi aplicado o teste de Tukey (Pd^{0,05}). Estabeleceu-se análise de correlação de Pearson entre algumas características avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito de métodos de plantio para população de plantas e algumas características de parte aérea e subterrânea e da planta inteira (Tabela 3). Não foi observado efeito isolado de tipos de mudas para as características avaliadas a campo; todavia, para altura de plantas e algumas características da parte subterrânea observou-se efeito da interação tipos de mudas x métodos de plantio (Tabela 4).

População de plantas

Mudas tipos 2 e 3 demoraram mais tempo para emitir brotações; aos 28 dias após o plantio no campo, mudas 2, 3, 4 e 5 apresentaram, respectivamente, 17 %, 22 %, 2,2 % e 4,4 % menos mudas com brotações que o controle (muda tipo 1); em canteiro de pré-enraizamento esses percentuais foram, respectivamente, de 7 %, 5 %, 1 % e 2 % menores que o controle. A ausência da gema apical, nas mudas do tipo 2 e 3 (Tabela 2 e Figura 1), pode ter sido a causa da demora na emissão de brotações, uma vez que as gemas laterais são menos desenvolvidas; por outro lado, a maior porcentagem de brotação no leito, comparado ao campo, foi devido as melhores condições físicas do substrato do leito de pré-enraizamento.

Nas avaliações realizadas a campo, correspondentes aos 65, 150, 210 e 270 DAT, não se observou efeito significativo para tipos de mudas sobre a população de plantas, sendo observado apenas efeito de métodos de plantio (Tabela 3). Ao longo do ciclo da cultura ocorreram decréscimos na população em ambos os métodos de plantio, porém as perdas foram significativamente maiores no cultivo com pré-enraizamento. Nos primeiros 65 DAT as perdas de plantas alcançaram, em relação à população inicial, cerca de 40 % e 33 % nos cultivos com e sem pré-enraizamento, respectivamente. As mudas pré-enraizadas perderam todas as folhas após o transplante; além disso, a recuperação do estresse do transplante foi parcial, pois as perdas de plantas continuaram ao longo do ciclo atingindo, aos 270 DAT, perdas de 69 % em relação à população inicial, contra 47 % no método sem o pré-enraizamento (Tabela 3).

O início do período de cultivo coincidiu com elevadas temperatura e precipitação (Tabela 1); nos primeiros 120 dias do cultivo (70 DAT), as temperaturas máximas atingiram média de 29,4 °C e a precipitação pluvial acumulada foram de 521 mm. Temperatura alta e a umidade elevada do solo, aliadas ao estresse do transplante contribuíram para aumentar as perdas de plantas, especialmente no cultivo com mudas pré-enraizadas. Mandioquinha-salsa é uma espécie que não tolera extremos de temperatura nem excesso de umidade do solo (Câmara, 1992; Brune *et al.*, 1996), especialmente o clone 'Roxa de Viçosa' (Gil Leblanc *et al.*, 2000).

Nos três meses finais do cultivo, ocorreu nova elevação da temperatura o que, associada com cerca de 540 mm de precipitação contribuíram para continuar as perdas de plantas, possivelmente, associadas à fitopatógenos. Bactérias pectolíticas (*Erwinia chrysanthemi*, *E. carotovora* subsp. *carotovora* e *E. carotovora* subsp. *atroseptica*) são de ocorrência endêmica no solo e promovem o apodrecimento de raízes em mandioquinha; esse apodrecimento prossegue para a coroa e rebentos levando à planta a morte. Essas bactérias presentes no solo e/ou água de lavagem também promovem podridão mole de raízes

Tabela 3. População de plantas durante o ciclo de cultivo e características de partes aérea, subterrânea e total de mandioca-salsa 'Roxa de Viçosa' na colheita em função do método de plantio (com e sem pré-enraizamento).

Características	Método de plantio		Significância	CV (%)
	Com pré	Sem pré		
População (1000 x plantas ha⁻¹)				
65 dias após transplante	15,0	16,7	*	16,2
150 dias após transplante	10,5	14,4	**	22,5
210 dias após transplante	8,3	13,7	**	35,1
270 dias após transplante (população final)	7,7	13,3	**	49,0
Parte Aérea				
Diâmetro de copa (cm)	119,0	125,0	**	7,9
Número de rebentos/planta	15,0	24,0	**	10,9
Massa fresca de rebentos (kg planta ⁻¹)	1,2	1,5	**	18,9
Número de folhas/rebento	6,6	6,3	**	4,9
Massa fresca de folhas (kg planta ⁻¹)	1,3	2,0	**	34,9
Parte subterrânea				
Massa fresca de coroa (kg planta ⁻¹)	0,44	0,46	NS	19,9
Número de raízes tuberosas/planta	6,00	10,00	**	22,7
Diâmetro de raízes tuberosas (cm)	5,61	6,54	**	10,8
Massa fresca raízes tuberosas (kg planta ⁻¹)	0,98	1,24	**	36,2
Massa fresca raízes comerciais (kg planta ⁻¹)	0,32	0,25	NS	56,6
Produtividade total de raízes tuberosas (t ha ⁻¹)	7,60	16,50	**	43,8
Produtividade comercial de raízes (t ha ⁻¹)	2,50	3,40	*	73,4
Planta inteira				
Massa fresca total (kg planta ⁻¹)	4,3	6,4	**	16,6

NS,*:**: Não significativo e significativo pelo teste F a $P<0,05$ e $P<0,01$, respectivamente.

durante o transporte e comercialização sendo as principais responsáveis pela redução da vida de prateleira (Henz, 2001).

Em solo com boa drenagem e sob baixa precipitação, Câmara (1992) obteve, no estado de São Paulo, alta população de plantas proveniente de mudas pré-enraizadas. Com base em cultivos em solo sem problemas com drenagem, Santos (1997) e Santos & Carmo (1998), indicam o pré-enraizamento como opção para obter-se melhor população no campo de cultivo. Todavia os resultados aqui obtidos evidenciam que o método do pré-enraizamento em mandioca-salsa necessita de maiores pesquisas em condições edafoclimáticas distintas, pois, a princípio, parece ser uma técnica de risco em cultivos em solos com drenagem deficiente e implantação em épocas com elevadas temperaturas e precipitação pluvial.

Parte aérea da planta

Plantas provenientes de mudas com pré-enraizamento apresentaram menores diâmetro de copa, número e massa fresca de rebentos/planta e massa fresca de folhas/planta e maior número de folhas/rebento em relação às plantas

provenientes de mudas sem o pré-enraizamento (Tabela 3). É possível que a prática do transplante, que levou a perda total de folhas, no início do cultivo, tenha afetado o crescimento da parte aérea da planta, levando-a a emitir mais folhas/rebento como forma de compensar o menor número de rebentos/planta.

Em relação à altura de plantas, só houve diferença para muda tipo 3, onde as mudas com pré-enraizamento alcançaram menor valor (58,56 cm), comparada às plantas provenientes de mudas sem pré-enraizamento (Tabela 4). Foram observadas correlações positivas e significativas entre: altura de planta e diâmetro de copa ($r=0,70$; $P<0,01$); altura de planta ($r=0,28$; $P<0,01$) e diâmetro de copa ($r=0,35$; $P<0,01$) com produção de raízes tuberosas. Câmara et al. (1985a, 1985b) e Portz et al. (2003) também observaram, numa série de experimentos com o clone 'Amarela de Carandai', correlações positivas e significativas ($r=0,52$; $r=0,46$; $r=0,39$, $r=0,83$ e $r=0,45$; todas com $P<0,01$) entre massa de parte aérea com produção de raízes comerciais. Graciano et al. (2006) observaram correlação positiva ($r=0,59$) entre altura de planta e massa de raízes comercializáveis. Entretanto o crescimento exuberante de

Tabela 4. Altura de planta, comprimento e diâmetro de coroa, comprimento de raízes tuberosas e produtividade de raízes com rachadura prematura e rachadura de colheita em mandioquinha-salsa 'Roxa de Viçosa' em função da interação método de plantio (com e sem pré-enraizamento) x tipos de mudas.

Método de plantio	Tipos de muda					CV (%)
	1	2	3	4	5	
Altura de planta (cm)						
Com pré	62,9 aA	65,7 aA	58,6 aB	67,9 aA	60,0 aA	14,4
Sem pré	66,6 aA	61,4 aA	71,3 aA	63,6 aA	68,2 aA	
CV (%)						9,3
Comprimento de coroa (cm)						
Com pré	4,9 bA	7,7 aA	5,7 bA	6,0 bA	5,2 bA	8,6
Sem pré	3,8 bB	4,3 abB	4,9 abA	5,5 aA	4,5 abA	
CV (%)						14,9
Diâmetro de coroa (cm)						
Com pré	12,9 aA	12,5 aA	11,9 aB	14,3 aA	12,8 aB	2,5
Sem pré	12,7 bcA	12,1 cA	14,1 bcA	14,6 abA	15,7 aA	
CV (%)						10,1
Comprimento de raízes tuberosas (cm)						
Com pré	14,8 aA	13,6 aA	12,3 aB	11,9 aA	12,9 aA	13,2
Sem pré	12,4 abA	14,1 abA	15,4 aA	12,3 abA	11,6 bA	
CV (%)						14,5
Raízes com rachadura prematura (t ha⁻¹)						
Com pré	1,5 aB	3,1 aB	1,6 aB	2,4 aA	1,6 aB	47,3
Sem pré	6,0 abA	8,7 aA	8,6 aA	3,5 bA	6,4 abA	
CV (%)						45,7
Raízes com rachadura de colheita (t ha⁻¹)						
Com pré	1,7 aB	2,3 aB	1,6 aB	1,7 aB	1,6 aB	78,9
Sem pré	7,7 aA	5,4 abA	2,7 bA	5,3 abA	5,9 abA	
CV (%)						51,9

Valores seguidos por uma mesma letra em cada característica, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

parte aérea em cultivos comerciais de mandioquinha nem sempre corresponde à boa produção de raízes tuberosas. Esse fato leva alguns agricultores a procederem ao amassamento de pecíolos, quando há vigor excessivo da parte aérea; todavia, Câmara *et al.* (1985b), verificaram que essa prática reduz a produção de raízes comerciais. Portanto a produção de raízes de mandioquinha-salsa parece depender, além de fatores que favoreçam o crescimento da parte aérea, de fatores que proporcionem o desenvolvimento harmônico entre partes aérea e subterrânea.

Parte subterrânea de planta

Houve efeito significativo de métodos de plantio e da interação tipo de mudas x métodos de plantio sobre as características avaliadas na parte subterrânea da planta (Tabelas 3 e 4).

A produção de massa fresca de coroa não foi influenciada pelo tipo de muda nem pelo método de plantio apresentando, respectivamente, média de 0,45 e 0,46 kg planta⁻¹ (Tabela 3). Estes resultados divergem daqueles obtidos por Vieira *et al.* (1996), que observaram no clone 'Amarela de Carandaí' que mudas pequenas produziram coroas de menor massa fresca. Diâmetro e massa fresca de coroa correlacionaram-se de forma positiva e significativa ($r=0,36$; $P<0,01$), indicando ser o crescimento em diâmetro o responsável pelo acúmulo de reservas na coroa; todavia não se observou correlação significativa entre massa de coroa e produção de raízes comerciais. Numa série de quatro experimentos com o clone 'Amarela de Carandaí', Câmara *et al.* (1985a, 1985b), observaram correlações positivas e significativas ($r=0,45$, $r=0,76$, $r=0,77$ e $r=0,85$; todos com $P<0,01$) entre massa de coroa com produção e

raízes comerciais. Esses resultados evidenciam que clones de mandioquinha podem responder de formas diferentes a fatores externos e que a produção de raízes tuberosas é influenciada não apenas pela massa da coroa.

Comprimento e diâmetro de coroa foram influenciados pela interação métodos de plantio x tipos de mudas, porém sem comportamento padrão (Tabela 4). Sendo a coroa originada do rebento ou muda (Sediyama & Casali, 1997), esperava-se que plantas originadas de mudas com maiores valores de comprimento, diâmetro ou massa (Tabela 2), apresentassem coroa com maiores valores para essas características, como observado por Vieira *et al.* (1996), no clone 'Amarela de Carandaí'. Todavia, rebentos do clone 'Roxa de Viçosa' são mais curtos e de maior diâmetro que do clone 'Amarela de Carandaí'; além disso, o longo ciclo cultural da mandioquinha-salsa possibilita a recuperação de mudas com menor massa, o que pode ser observado pela maior eficiência de conversão ($EC = \text{massa fresca de coroa na colheita} : \text{massa fresca de rebento no plantio}$) e taxa de crescimento relativo ($TCR = \text{incremento de massa fresca de coroa em função da massa fresca inicial do rebento num intervalo de tempo}$). Assim, mudas tipos 1, 2, 3, 4 e 5, que tinham massa fresca de 28,5; 38,2; 46,0; 58,2 e 74,4 g (Tabela 2) produziram coroas com 0,40; 0,45; 0,35; 0,55 e 0,50 kg, respectivamente; assim, a EC foi cerca de 14,0; 11,8; 7,6; 9,4 e 6,7 g g^{-1} e a TCR foi de 40,5; 34,1; 22,0; 27,2 e 19,4 $\text{mg g}^{-1} \text{dia}^{-1}$, respectivamente. Portanto, para o clone 'Roxa de Viçosa', rebentos menores foram mais eficientes em produzir biomassa de coroa. Em alho, uma espécie também propagada de forma vegetativa, via bulbilhos, de forma inexplicável, bulbilhos menores também proporcionam maiores EC e TCR, quanto a produção de bulbos (Stahlschmidt & Cavagnaro, 1997).

Plantas provenientes de mudas sem pré-enraizamento produziram maior número de raízes tuberosas, com maior diâmetro e massa fresca de raízes tuberosas/planta, além de maior produtividade de raízes tuberosa e comercial (Tabela 3). Esses resultados, possivelmente, foram decorrentes do crescimento mais equilibrado da planta com maiores valores para parte aérea, especialmente diâmetro de copa e número de rebentos, em relação ao método com pré-enraizamento, que proporcionou maior estresse nas mudas transplantadas. Maior produção de massa fresca de raízes tuberosas no clone 'Amarela de Carandaí', sem pré-enraizamento e em plantios de inverno e de verão, independente do tipo de muda, também foram obtidos por Bueno *et al.* (2000ab); enquanto que o clone 'Amarela de Senador Amaral' apresentou resultados conflitantes, com tipos de mudas e sistemas de plantio, sobretudo no plantio de inverno.

Correlação entre produção de raízes comerciais com massa fresca de coroas não foi significativa, mas conforme comentado anteriormente, correlações positivas e significativas entre produção de raízes comerciais com pro-

dução de coroas foram observadas por Câmara *et al.* (1985a, 1985b). Alguns agricultores afirmam que rebentos muito longos inibem o crescimento da coroa em diâmetro (Sediyama & Casali, 1997) e, conseqüentemente, menor número de raízes tuberosas/planta é formado. Por outro lado é desejável ter-se coroa vigorosa, com grande diâmetro capaz de suportar a formação e crescimento de maior número de raízes tuberosas (Sediyama & Casali, 1997). Todavia, Vieira *et al.* (1996), mencionam que, por razões não bem esclarecidas, sob determinadas condições de cultivo a coroa pode constituir-se em forte dreno, limitando o acúmulo de reservas nas raízes.

A produtividade de raízes tuberosas foi de 7,6 e 16,5 t ha^{-1} , obtida com e sem pré-enraizamento, respectivamente, enquanto que a produtividade de coroa foi de 3,4 e 6,2 t ha^{-1} , respectivamente; resultando na razão massa fresca de raízes tuberosas: massa fresca de coroa de 2,2 e 2,7, com e sem pré-enraizamento, respectivamente. Esses resultados indicam que com o pré-enraizamento a coroa apresentou maior força dreno, fato que pode ter prejudicado o crescimento das raízes tuberosas.

No método com pré-enraizamento, as perdas de plantas foram significativamente maiores durante o ciclo, resultando em menor população final; todavia apesar do menor número de plantas remanescentes, não houve compensação, na produção de raízes tuberosas/planta, sob menor competição, apresentando valores de 0,98 e 1,24 kg planta^{-1} de raízes tuberosas, com e sem pré-enraizamento, respectivamente (Tabela 3). Esse tipo de comportamento também foi observado por Câmara (1994) com a mandioquinha 'Amarela de Carandaí', evidenciando a importância de procedimentos culturais que permitam manter a população de plantas até a colheita em nível mais próximo da original.

Quanto ao comprimento de raízes, observou-se que muda tipo 3 sem pré-enraizamento apresentou maior comprimento médio de raízes tuberosas quando, comparado a muda tipo 3 com pré-enraizamento e com o tipo 5 sem pré-enraizamento (Tabela 4). Também foram obtidas correlações positivas, apesar de não significativas, entre diâmetro ($r=0,20$) e comprimento ($r=0,28$) de raízes comerciais com produtividade de raízes comerciais (t ha^{-1}), indicando que tanto o diâmetro quanto o comprimento contribuem para o aumento na produtividade de raiz comercial.

Não se observou efeito isolado de tipo de muda sobre a produção de raízes tuberosas, fato também observado com o clone 'Amarela de Carandaí' por Vieira *et al.* (1996) e com os clones 'Amarela de Senador Amaral' e 'Amarela Comum' por Bueno *et al.* (2000a, 2000b). Em razão do longo ciclo cultural, parece que a planta de mandioquinha, uma vez estabelecida, consegue se desenvolver de forma adequada, independentemente da quantidade de reservas ou do formato da muda que a originou.

A rachadura é considerada defeito grave nas raízes tuberosas de mandioquinha e esta característica tem-se mostrado freqüente no clone Roxa de Viçosa, razão pela qual foi avaliada. De modo geral, plantas pré-enraizadas apresentaram menor produção de raízes com rachadura prematura e de colheita, comparado às plantas sem pré-enraizamento, exceto para muda tipo 4 e rachadura prematura, que não apresentou diferença significativa para métodos de plantio. Dentre as plantas sem pré-enraizamento, muda tipo 4, sem diferir dos tipos 1 e 5, para rachadura prematura, e a tipo 3, sem diferir dos tipos 2, 4 e 5, para rachadura de colheita, foram os tipos com menor produção de raízes rachadas (Tabela 4). Em média, plantas com pré-enraizamento das mudas apresentaram 26 % das raízes tuberosas com rachaduras, enquanto que sem pré-enraizamento o índice alcançou 45 %; mesmo assim, a produtividade de raízes comerciais foi 36 % maior no método sem pré-enraizamento. Na literatura, há escassez de trabalhos avaliando rachaduras em raízes de mandioquinha, fato que torna difícil estabelecer comparações. Embora o clone utilizado apresente grande facilidade de rachadura de raiz (Gil Leblanc *et al.*, 2000), o método do pré-enraizamento, por razões não claras, atuou de forma positiva prevenindo as rachaduras. Uma possível explicação seria em razão das plantas transplantadas não terem apresentado crescimento exuberante em decorrência de não terem se recuperado completamente do estresse do transplante. Em consequência, obteve-se menor diâmetro e massa fresca de raízes tuberosas por planta, o que possivelmente tenha contribuído para reduzir a incidência de rachadura prematura e de colheita nas raízes.

Mandioquinha-salsa é uma espécie que necessita de condições de clima ameno, sem grandes oscilações de temperatura durante o ciclo de cultivo. Porém, durante a condução do experimento foram observadas variações em termos de temperatura e precipitação, com grandes amplitudes (Tabela 1), fatores esses que podem ter favorecido a ocorrência de raízes rachadas, especialmente naquelas de maior diâmetro. Elevada precipitação pluvial promove aumento da umidade do solo, favorece o acúmulo de água nos tecidos das raízes, reduzindo a resistência da parede celular dos tecidos do parênquima das raízes tuberosas, com posterior rompimento dos tecidos peridérmicos. Sorensen & Harker (2000) observaram em tecidos de raízes de cenoura, também Apiaceae tuberosa, tecidos de parênquima fraturados sugerindo altos níveis de forças do floema devido ao grande potencial de armazenamento dos tecidos internos do floema quando existe alta disponibilidade de água.

Planta inteira

O método de plantio exerceu efeito significativo sobre a massa fresca total da planta, sendo observado maior

valor nas plantas provenientes de mudas sem pré-enraizamento (Tabela 3). Este fato demonstra maior vigor das plantas no sistema sem pré-enraizamento em relação às plantas com pré-enraizamento, possivelmente, pela não recuperação total das plantas pré-enraizadas ao estresse ocorrido no transplante das mesmas.

Nesse experimento, apesar de mudas tipos 2 e 3 terem demorado mais tempo para emitir brotações, não houve efeito isolado de tipo de mudas sobre as características avaliadas posteriormente, incluindo população de plantas e produção de raízes tuberosas. Esse fato evidencia que tipo de muda tem pequena relevância para esse clone em razão da capacidade da planta em sobrepujar a quantidade de reservas na muda.

O método de plantio sem pré-enraizamento das mudas proporcionou menor perda de plantas, resultando em maior população final, maior produção total de biomassa e de raízes tuberosas/planta, além de maior produtividade de raízes tuberosas total e comercial. O método de plantio com pré-enraizamento teve como vantagem menor produção de raízes tuberosas com rachadura precoce e de colheita. Portanto, resultados referentes ao método de plantio encontrados nesse trabalho contrastam com os reportados por Câmara (1992), Santos (1997), Santos & Carmo (1998) e por Bueno *et al.* (2000b), em trabalhos conduzidos em diferentes condições edafoclimáticas com os clones 'Amarela Comum' e/ou 'Amarela de Senador Amaral', os quais relatam alto estande de plantas no campo com correspondente rendimento de raízes pelo método de pré-enraizamento. A discordância dos resultados aqui encontrados com os da literatura, e a inconsistência dos resultados de literatura referentes a métodos de plantio, indica a necessidade de maiores investigações com relação ao método do pré-enraizamento, como técnica que possa ser adotada por produtores de mandioquinha-salsa em diferentes regiões, épocas de cultivo e clones distintos.

AGRADECIMENTOS

Ao INIA pela bolsa de estudos para o primeiro autor, Ramón E Gil Leblanc.

REFERÊNCIAS

- Bermejo JEH & Leon J (1994) Plant production and protection. Series No. 26. Rome, Italy: FAO.
- Brune S, Giordano LB, Lopes CA & Melo PE (1996) Tratamento químico de mudas de mandioquinha-salsa. Horticultura Brasileira, 14:207-210.
- Bueno SCS, Carvalho AG & Bovi JE (2000a) Produção de raízes e rebentos de mandioquinha-salsa, utilizando para o plantio de verão, quatro tipos de mudas. Horticultura Brasileira, 18:480-481 (Suplemento).

- Bueno SCS, Carvalho AG & Medeiros FD (2000b) Produção de mandioquinha-salsa a partir de mudas da parte superior e inferior do rebento, em plantio de inverno. *Horticultura Brasileira*, 18:481-482 (Suplemento).
- Câmara FLA (1992) Enraizamento e produção de mandioquinha-salsa em função da posição do propágulo na touceira. *Horticultura Brasileira*, 10: 42.
- Câmara FLA (1994) Efeito da competição entre plantas na produção de mandioquinha-salsa. *Horticultura Brasileira*, 12: 74.
- Câmara FLA, Casali VWD & Thiébaud JL (1985a) Tipos e manejo de mudas de mandioquinha-salsa. *Horticultura Brasileira*, 3: 22-24.
- Câmara FLA, Casali VWD, Thiébaud JL & Medina PVL (1985b) Época de plantio, ciclo e amassamento dos pecíolos da mandioquinha-salsa. *Horticultura Brasileira*, 3: 25-28.
- Gil Leblanc RE, Puiatti M, Miranda GV, Sedyama MAN & Finger FL (2000) Produção de raízes de mandioquinha-salsa 'Roxa de Viçosa' em função de tipo de muda e do pré-enraizamento. *Horticultura Brasileira*, 18:551-552 (Suplemento).
- Graciano JD, Heredia Zárate NA, Vieira MC, Rosa YBCJ, Sedyama MAN & Rodrigues, ET (2006) Efeito da cobertura do solo com cama-de-frango semidecomposta sobre dois clones de mandioquinha-salsa. *Acta Scientiarum Agronomia*, 28: 365-371
- Henz GP (2001) Perdas pós-colheita e métodos de manejo da "podridão-mole" causada por *Erwinia chrysanthemi* Burkholder *et al.* e *Erwinia caratovora* spp. (Jones) Bergey *et al.* em raízes de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Tese de Doutorado. Brasília, Universidade Nacional de Brasília. 256p.
- Hodge WH (1954) The edible arracacha – a little known root crop of the Andes. *Economic Botany*, 8:195-221.
- Knudsen SR, Hermann M & Sørensen M (2001) Flowering in six clones of the Andean root crop arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76: 454-458.
- Pereira AS (1997) Valor nutritivo da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, 19: 11-12.
- Portz A, Martins, CAC & Lima E (2003) Crescimento e produção de raízes comercializáveis de mandioquinha-salsa em resposta à aplicação de nutrientes. *Horticultura Brasileira*, 21: 482-484
- Reghin MY, Otto RF & Silva JBC (2000) "Stimulate Mo" e proteção com tecido "não tecido" no pré-enraizamento de mudas de mandioquinha-salsa. *Horticultura Brasileira*, 18: 53-56.
- Rubatzky VE & Yamaguchi M (1997) *World vegetables: principles, production and nutritive values*, 2nd ed. New York, Chapman and Hall, 843p.
- Santos FF (1997) Utilização de mudas juvenis e do pré-enraizamento no impedimento da floração em mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, 19: 27-28.
- Santos FF & Carmo CAS (1998) Mandioquinha-salsa. Manejo cultural. Brasília, EMBRAPA, 79p.
- Sedyama MAN & Casali VWD (1997) Propagação vegetativa da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, 19: 24-27.
- Sorensen L & Harker FR (2000) Rheological basis of splitting in carrot storage roots. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 125: 212-216.
- Stahlschmidt OM & Cavagnaro JB (1997) Aspectos ecofisiológicos del cultivo de ajo. In: (Burba JL, ed.). 50 temas sobre producción de ajo, vol. 3 Ingeniería de cultivo. Mendoza, Argentina, INTA, 311 p.
- Vieira MC, Heredia Zárate NA, Siqueira JG & Casali VWD (1996) Crescimento e produção de mandioquinha-salsa em função de características das mudas. *Horticultura Brasileira*, 14: 42-44.
- Zanin ACW & Casali VWD (1984) Origem, distribuição geográfica e botânica da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, 10: 9-11.