

TOLERÂNCIA DE PORTA-ENXERTOS DE VIDEIRA CULTIVADOS, EM SOLUÇÃO NUTRITIVA, AO ALUMÍNIO

Marco Antonio Tecchio¹
Erasmus José Paioli-Pires²
Maurilo Monteiro Terra²
Hélio Grassi Filho³
Juliano Corulli Corrêa⁴
Cássia Regina Yuriko Ide Vieira⁵

RESUMO

Avaliou-se o comportamento dos porta-enxertos de videira IAC 313 e IAC 572 submetidos a diferentes doses de alumínio em solução nutritiva. O experimento foi realizado em casa de vegetação da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP/Botucatu. Foram utilizadas cinco doses de alumínio, : 0, 10, 20, 30 e 40 mg L⁻¹, na forma de AlCl₃.6H₂O. O delineamento experimental foi o de parcelas subdivididas, inteiramente casualizado, e com três repetições. Realizaram-se coletas a cada 15 dias para obtenção das variáveis: altura da brotação, número de folhas, massa da parte aérea seca, massa das raízes secas e massa total da planta seca. Constatou-se alta sensibilidade do porta-enxerto IAC 313 ao alumínio, o qual apresentou um decréscimo mais acentuado com doses de alumínio próximas de 30 mg L⁻¹ na solução nutritiva. O porta-enxerto IAC 572 apresentou melhores respostas com doses de alumínio na faixa de 10 a 20 mg L⁻¹, mostrando certa tolerância ao alumínio.

Palavras chave: *Vitis* spp., alumínio, toxidez, crescimento, solução nutritiva.

ABSTRACT

TOLERANCE OF GRAPEVINE ROOTSTOCKS TO ALUMINUM WHEN GROWN IN NUTRIENT SOLUTION

The experiment aimed to evaluate the behavior of the grapevine rootstocks IAC 313 and IAC 572 growing in nutrient solution with different aluminum concentrations. The experiment was conducted in a greenhouse at the Faculty of Agricultural Sciences – UNESP/Botucatu. Five levels of aluminum, in the form of AlCl₃.6H₂O, were used: 0, 10, 20, 30 and 40 mg L⁻¹. The experiment was designed in subdivided split-plots, completely randomized with 3 replications. Samples were collected every 15 days to obtain the following variables: shoot length, number of leaves, dry matter of the shoots, dry matter of the roots and total dry matter. The results demonstrated a high sensibility of IAC 313 to aluminum, with a significantly decreased performance at aluminum doses of 30 mg L⁻¹. The rootstock IAC 572 displayed a better response with aluminum doses within the range of 10 to 20 mg L⁻¹, showing a certain degree of tolerance to aluminum.

Key words: *Vitis* spp, aluminum, toxicity, growth, nutrient solution.

¹CAPTAF. Instituto Agronômico de Campinas. Jundiaí. tecchio@iac.sp.gov.br

²Instituto Agronômico de Campinas. Campinas. Bolsista do CNPq.

³Departamento de Recursos Naturais/área Ciência do Solo da UNESP-FCA. Botucatu.

⁴UFSCar. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Biotecnologia Vegetal. Araras.

⁵Instituto de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural, IDA TERRA. Dourados.

INTRODUÇÃO

A cultura da videira, no Brasil, está difundida em grande parte do território nacional (Alvarenga, 2001), porém em solos de baixa fertilidade natural, apresentando problemas de elevada acidez, alto teor de alumínio trocável e baixa capacidade de troca catiônica. Levantamentos de solos realizados em São Miguel Arcanjo (Gergoletti, 1995) e Jundiá (Costa, 1998), em São Paulo, Caldas, em Minas Gerais (Regina *et al.*, 1998), e no cerrado brasileiro, onde se observa expansão da viticultura (Lopes, 1983), mostraram que os solos apresentavam com bastante frequência, principalmente na profundidade de 20-40cm, pH menor que 5,0, com saturação por bases inferior a 50%.

Os efeitos tóxicos do alumínio na videira começam a surgir quando a saturação de alumínio no solo é maior que 20%, ocorrendo uma drástica redução no crescimento das plantas à medida que o nível de saturação ultrapassa os 40%. As brotações são caracterizadas por ramos fracos, entrenós mais curtos e folhas de tamanho reduzido. Os sintomas são inicialmente redução do sistema radicular devido à morte dos meristemas apicais; emissão de novas raízes com morte dos ápices, semelhante àquelas das raízes primárias; engrossamento e coloração escura das raízes afetadas, com o formato espatulado ou achatado nas extremidades (Fráguas, 1996).

Muitos autores têm avaliado o prejuízo do alumínio do solo em comparação ao dos porta-enxertos de videira (Alvarenga, 2001; Fráguas, 1999; Fráguas & Tersariol, 1993; Fráguas *et al.*, 1989), estabelecendo escala de tolerância ao elemento. Fráguas *et al.* (1989) obtiveram a seguinte escala em ordem decrescente de tolerância: Kober 5BB, SO4,161-49, 101-14 e 420A. Fráguas e Tersariol (1993), numa avaliação geral, obtiveram a seguinte tolerância diferenciada: R.99 = Isabel > Kober 5BB > Rupestris du Lot > 196-17CI. Fráguas (1989) concluiu que os porta-enxertos R99, Rupestris du Lot e Kober 5BB, juntamente com Isabel, foram os mais sensíveis ao Al, e P1103, 101-14 e 196-17CI foram os mais tolerantes. Alvarenga (2001) verificou que os porta-enxertos IAC 572 e 'Gravesac' foram os mais tolerantes ao alumínio e o 'Kober 5BB' foi o mais sensível.

Em relação aos porta-enxertos IAC 313 e IAC 572, obtidos no Instituto Agronômico (IAC), amplamente

cultivados na viticultura tropical brasileira, poucos são os estudos relacionados à sua tolerância ao alumínio. Com base no exposto, este trabalho teve por objetivo estudar o crescimento destes porta-enxertos submetidos a doses crescentes de alumínio em solução nutritiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 5 de julho de 2001 a 3 de fevereiro de 2002, no Departamento de Produção Vegetal, área de Horticultura, da Faculdade de Ciências Agronômicas–UNESP/Botucatu, em casa de vegetação, com temperatura ajustada a 25°C e umidade relativa do ar de 50%. Utilizaram-se os porta-enxertos IAC 313 e IAC 572. O material de propagação utilizado foi estacas com duas gemas, previamente enraizadas em substrato inerte. O transplante das estacas para as caixas plásticas, com volume de 15 litros de solução nutritiva, com as dimensões internas de 50cm de comprimento, 22cm de largura e 17cm de altura, foi realizado quando as plantas apresentavam, em média, 4 a 5 folhas e brotação de 10cm de altura. A altura da brotação foi determinada medindo-se o comprimento da brotação principal desde a inserção do broto na estaca até o ápice.

Foram colocadas sobre as caixas plásticas tampas de madeira, com 64cm de comprimento e 30cm de largura. Em cada caixa, foram colocadas 10 plantas apoiadas sobre as tampas de madeira, distanciadas 10cm uma das outras, fixadas por pedaços de tubo plástico. A aeração da solução nutritiva foi realizada duas vezes por dia, de manhã e à tarde, por uma hora cada uma, sendo o ar conduzido às caixas por tubos plásticos ligados a um compressor de ar.

Antes da aplicação dos tratamentos, as plantas passaram por um processo de aclimação (Terra, 1984). Para a composição da solução nutritiva, seguiram-se as recomendações de Furlani & Furlani (1998), modificadas por Santos (1998) (Tabela 1). Após a adição da solução nutritiva completa, em decorrência de deficiência de magnésio, houve a necessidade de triplicar sua concentração para 63 mg L⁻¹.

Visando mais homogeneização da altura da brotação das plantas, realizou-se uma poda no broto principal, deixando-o com duas gemas (2 a 3cm). Após vinte e dois dias, selecionou-se apenas o broto mais

Tabela 1. Composição da solução nutritiva de acordo com recomendação de Furlani & Furlani (1988), modificadas por Santos (1998) e adaptadas para o experimento. FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2004

Macronutrientes (mg L ⁻¹)						
N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P	K	Ca	Mg	S
147,9	18,0	1,0	86,1	140,0	63,0	17,6
Micronutrientes (mg L ⁻¹)						
Fe	B	Cu	Mn	Zn	Mo	Cl
5,0	0,5	0,02	0,5	0,05	0,001	19,5

vigoroso para ser conduzido em haste única. Quando a brotação principal apresentou em média 8cm de altura e 4 a 5 folhas, realizou-se a troca da solução nutritiva para a aplicação dos tratamentos, que consistiram na adição de cinco doses de alumínio: 0, 10, 20, 30 e 40 mg L⁻¹, na forma de AlCl₃ 6 H₂O. A partir desta data, realizou-se a coleta, ao acaso, de duas plantas por caixa, a cada 15 dias, para a obtenção dos dados de crescimento. Dessa maneira, foram realizadas coletas de plantas aos 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a aplicação dos tratamentos.

Com relação à solução nutritiva, o pH e a condutividade elétrica foram medidos a cada dois dias, havendo também a reposição de água à medida que o nível da solução diminuía. Nos tratamentos sem e com alumínio, o pH da solução manteve-se na faixa de 6,0 a 6,5 e 4,0 a 4,4, respectivamente, não havendo necessidade de correção, pois houve poucas variações. A condutividade elétrica da solução foi usada como indicador para a troca da solução nutritiva, quando atingia valor inferior a 1,5 mS cm⁻¹.

Avaliaram-se as seguintes variáveis: altura da brotação, número de folhas, massa da parte aérea seca, massa das raízes secas e massa total da planta seca,

sendo realizada a análise estatística para cada porta-enxerto separadamente. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, em parcelas subdivididas, sendo as doses de alumínio aplicadas às parcelas e as épocas de coletas às subparcelas. Cada caixa constituiu-se em uma repetição, na qual foram colocadas 10 plantas do mesmo porta-enxerto. Realizaram-se análise de variância e, para os efeitos significativos, regressão polinomial para verificar o comportamento dos porta-enxertos com diferentes doses de alumínio em cada época de coleta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância expressos nas Tabelas 2 e 3 mostram que, para todas as variáveis analisadas, houve interação significativa entre as épocas de coletas e as doses de alumínio na solução nutritiva.

Altura da brotação

O porta-enxerto IAC 313 apresentou maior altura da brotação na ausência de alumínio na solução, havendo uma redução quadrática dessa variável nas

Tabela 2. Valores de F da análise de variância para altura da brotação e número de folhas dos porta-enxertos IAC 313 e IAC 572, submetidos a cinco doses de alumínio na solução nutritiva, em cinco épocas de coletas. FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2004

Causas de Variação	GL	Altura da brotação		Número de folhas	
		IAC 313	IAC 572	IAC 313	IAC 572
Nível Al (N)	4	33,80*	3,86*	15,26*	8,46*
Resíduo (a)	10				
Épocas de coletas (E)	4	39,15*	45,99*	42,42*	61,68*
Interação N x E	16	7,54*	2,90*	4,83*	4,11*
Resíduo (b)	40				
CV (a)		33,81	39,58	31,89	22,26
CV (b)		29,11	23,68	21,46	13,40

ns – Não-significativo.

* Significativo a 5% pelo teste F.

Tabela 3. Valores de F da análise de variância da massa da parte aérea seca, massa das raízes secas e massa total da planta seca dos porta-enxertos IAC 313 e IAC 572, submetidos a cinco doses de alumínio na solução nutritiva e a cinco épocas de coletas. FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2004

CV	GL	MS parte aérea		MS raízes		MS total	
		IAC 313	IAC572	IAC313	IAC572	IAC 313	IAC 572
Nível Al (N)	4	49,16*	4,31*	2,87 ^{NS}	31,07*	28,15*	7,21*
Resíduo (a)	10						
Épocas de coletas (E)	4	58,22*	63,89*	42,36*	38,93*	63,08*	78,33*
Interação N x E	16	13,31*	4,41*	2,45*	4,77*	9,30*	5,55*
Resíduo (b)	40						
CV (a)		32,15	48,20	45,07	23,37	34,40	37,51
CV (b)		26,94	26,54	32,97	24,71	26,72	21,80

ns - Não-significativo.
* Significativo a 5% pelo teste F.

outras doses de alumínio (Figura 1-A). Verificou-se que, aos 45, 60 e 75 dias, as doses de 34,0, 30,3 e 30,8 mg L⁻¹ de Al na solução, respectivamente, proporcionaram o maior decréscimo na altura da brotação, sendo 80,6% aos 75 dias. Reduções na altura da brotação na presença de alumínio foram também obtidas por Hessel & Mandrau (1972) com os porta-enxertos 99R, Rupestris du Lot e 41B. Em relação à altura da brotação do porta-enxerto IAC 572, nas coletas realizadas aos 60 e 75 dias, foram ajustadas as equações de regressão quadrática para explicar o comportamento desse porta-enxerto com as diferentes

doses de alumínio (Figura 1-B). Observou-se um aumento de 15,9 e 17,1% na altura da brotação com as doses de 10,7 e 8,0 mg de Al L⁻¹ de solução, respectivamente aos 60 e 75 dias, seguido de um decréscimo nas doses mais elevadas de alumínio. Este decréscimo, aos 75 dias, com a maior dose de alumínio foi de apenas 29%, sendo portanto bem inferior ao observado pelo porta-enxerto IAC 313. Maior altura da brotação com baixas doses de alumínio na solução também foi obtida por Fráguas (1999), Fráguas & Tersariol (1993) e Fráguaset al. (1989), sendo a maioria dos porta-enxertos avaliada por esses autores. Para os dois porta-enxertos, a redução da altura da brotação com a dose mais elevada de alumínio na solução nutritiva deveu-se ao efeito indireto deste íon, que promoveu o encurtamento dos internódios, resultando em altura média menor das brotações. Esses resultados concordam com os obtidos por Dantas et al. (2001) ao pesquisarem o crescimento da parte aérea de porta-enxertos de macieira.

Número de folhas

Observou-se que esta variável apresentou comportamento semelhante ao da variável mencionada anteriormente, pois a menor altura da brotação é função de menor número e/ou distância dos entrenós e, conseqüentemente, do número de folhas. O porta-enxerto IAC 313 apresentou maior número de folhas na ausência de alumínio, havendo aos 45, 60 e 75 dias uma redução quadrática com as doses de alumínio (Figura 2-A). Aos 75 dias, houve um decréscimo de 64,5% no número de folhas com a dose de 34,0 mg de Al L⁻¹ na solução. Mendonça et al. (1999), em experimento realizado com maracujazeiro, e Santos (1998), com o porta-enxerto de citros citrumelo 'Swingle', obtiveram resultados semelhantes. Para o porta-enxerto IAC 572 foram

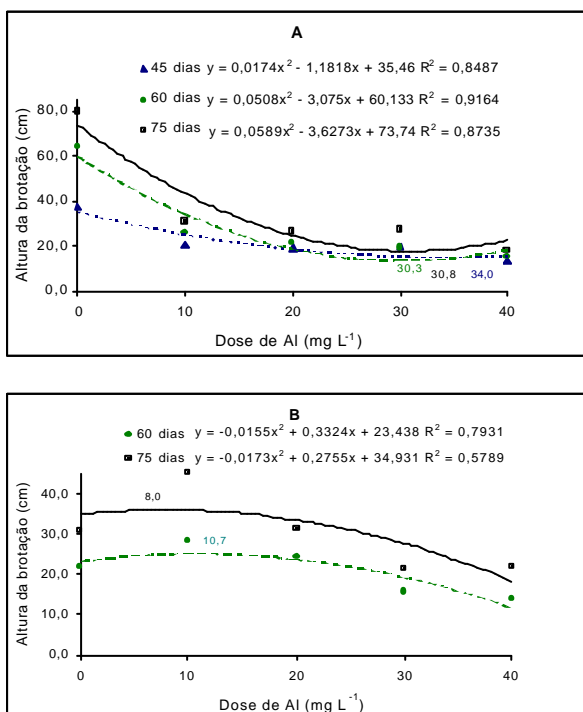


Figura 1. Médias da altura da brotação dos porta-enxertos IAC 313 (A) e IAC 572 (B) em função de doses crescentes de alumínio em solução nutritiva. FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2004.

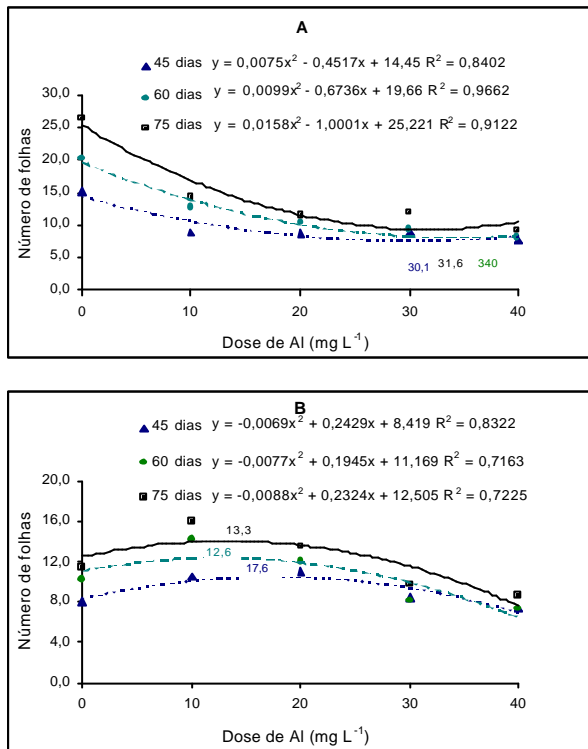


Figura 2. Número de folhas dos porta-enxertos IAC 313 (A) e IAC 572 (B) em função de doses crescentes de alumínio em solução nutritiva. FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2004.

ajustadas as equações de regressão quadrática aos 45, 60 e 75 dias (Figura 2B). Em relação à ausência de alumínio na solução, notou-se que o alumínio, nas concentrações de 17,6, 12,6 e 13,3 mg de Al L⁻¹ na solução, proporcionou um aumento de 29, 21 e 22% no número de folhas respectivamente aos 45, 60 e 75 dias. Resultados semelhantes foram obtidos por Dantas *et al.* (2001) em macieira com 7 mg de Al L⁻¹ de solução.

Massa da parte aérea seca

A partir da coleta realizada aos 45 dias, o tratamento sem alumínio proporcionou maior massa da parte aérea seca ao porta-enxerto IAC 313, havendo um decréscimo quadrático dessa variável com a adição de alumínio na solução (Figura 3A). Verificou-se que, aos 75 dias, a dose de 28,5 mg de Al L⁻¹ acarretou uma redução de 85,1% na massa da parte aérea seca. Reduções na massa da parte aérea seca com o aumento da dose de alumínio também foram obtidas por Fráguas (1999) com os porta-enxertos Kober 5BB, Rupestris du Lot, Isabel e Cumnningham. Para o porta-enxerto IAC 572, em relação a dose zero, houve um acréscimo de 44 e 12% na massa da parte aérea seca com as doses de 8,9 e 9,4mg de Al L⁻¹, respectivamente

aos 60 e 75 dias após a aplicação dos tratamentos. Ajustaram-se os modelos de regressão quadrático (Figura 3-B) para essa variável. Maior quantidade de massa da parte aérea seca das plantas com baixas doses de alumínio no solo foi observada por Fráguas (1999) com os porta-enxertos 196-17 CL, IAC 766, Solferino, 101-14, P1103, Riparia Glorie e 106-8Mgt, e por Himelrick (1991) com o cultivar Chardonnay.

Massa das raízes secas

Esta variável apresentou resultados semelhantes ao que ocorreu com as anteriores, mostrando a estreita relação entre o desenvolvimento da parte aérea e o

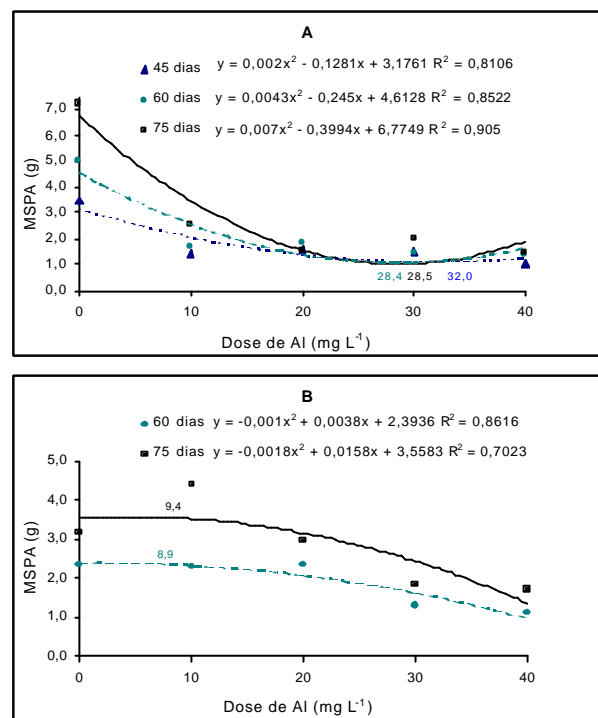


Figura 3. Massa da parte aérea seca (MSPA) dos porta-enxertos IAC 313 (A) e IAC 572 (B) em função de doses crescentes de alumínio em solução nutritiva. FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2004.

sistema radicular. Estes resultados estão de acordo com os de Matsumoto *et al.* (1976), que afirmaram que a redução do crescimento da parte aérea das plantas parece ser uma conseqüência dos danos que ocorreram nas raízes. A inibição do crescimento radicular é resultante da redução da divisão e da expansão celular. A inibição da divisão celular, possivelmente, deveu-se à ligação do alumínio ao ADN durante o processo de transcrição celular, impossibilitando sua síntese e, conseqüentemente, paralisando a divisão celular.

Para o porta-enxerto IAC 313, observou-se que a

dose de 40 mg de Al L⁻¹ na solução nutritiva proporcionou, aos 60 e 75 dias, um decréscimo de, respectivamente, 49 e 51% na massa das raízes secas, ajustando-se o modelo de regressão linear (Figura 4A). Redução da massa das raízes secas com o aumento do nível de alumínio na solução também foi obtido por Fráguas (1999), com os porta-enxertos Kober 5BB, Rupestris du Lot, Isabel, Cumningham, Riparia Gloire, IAC 766 e R99.

Em relação ao porta-enxerto IAC 572, verificou-se, com as equações de regressão quadrática ajustadas aos 45, 60 e 75 dias (Figura 4B), que a adição de 20, 18 e 19 mg de Al L⁻¹ na solução nutritiva, respectivamente, proporcionaram maior valor de massa das raízes secas, tendo o tratamento sem alumínio os menores resultados.

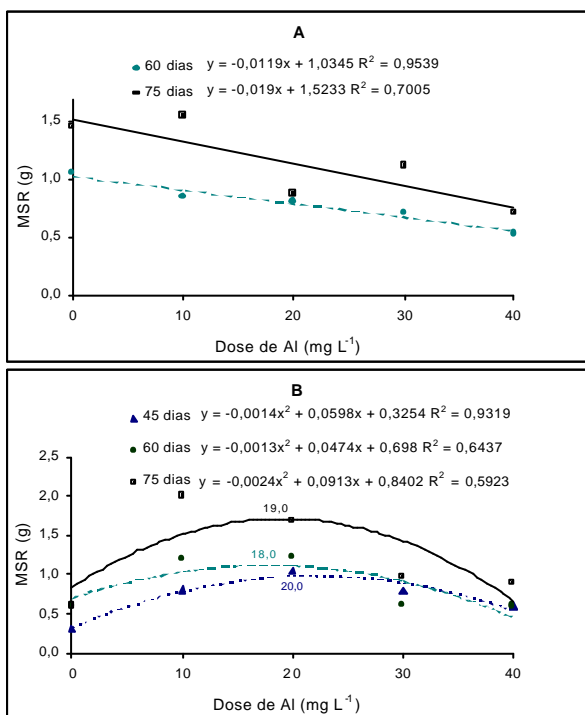


Figura 4. Massa das raízes secas (MSR) dos porta-enxertos IAC 313 (A) e IAC 572 (B) em função de doses crescentes de alumínio em solução nutritiva. FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2004.

Nessas doses de alumínio, o acréscimo na massa das raízes secas aos 45, 60 e 75 dias em relação à dose zero, foi de respectivamente 197, 87 e 114%. Esses resultados mostraram que o crescimento do sistema radicular deste porta-enxerto foi favorecido pelas baixas doses de alumínio na solução. Em porta-enxertos de videira, resultados semelhantes foram obtidos por Fráguas (1999) com os cultivares 196-17, Solferino, 101-14, P1103, 106-8 e Golia, e

por Conradie (1983) com o porta-enxerto USVIT 8-7.

Massa total da planta seca

Para o porta-enxerto IAC 313, a ausência de alumínio na solução nutritiva proporcionou maior massa total das plantas secas, havendo um decréscimo linear aos 45 dias e quadrático aos 60 e 75 dias, com a adição de alumínio na solução (Figura 5A). Verificou-se que, aos 45, 60 e 75 dias, as doses de 40,0, 29,9 e 30,0 mg L⁻¹ de Al na solução, respectivamente, proporcionaram um decréscimo acentuado na massa total da planta seca, sendo 76,4% aos 75 dias. Em porta-enxertos de videira, Alvarenga (2001) observou que 54% de saturação de alumínio no solo promoveram uma redução de 16% no peso da matéria total da planta seca em relação a 0% de saturação de alumínio. Em relação ao porta-enxerto IAC 572, aos 45, 60 e 75 dias, a maior quantidade de massa total da planta seca foi obtida com as doses de 20,5, 10,9 e 12,7 mg de Al L⁻¹ na solução, respectivamente, ajustando-se os modelos de regressão quadrática (Figura 5B) para essa variável. Observando-se os resultados obtidos neste experimento, supõe-se que o porta-enxerto IAC 572 deve apresentar algum mecanismo de resistência ou tolerância interna ao alumínio,

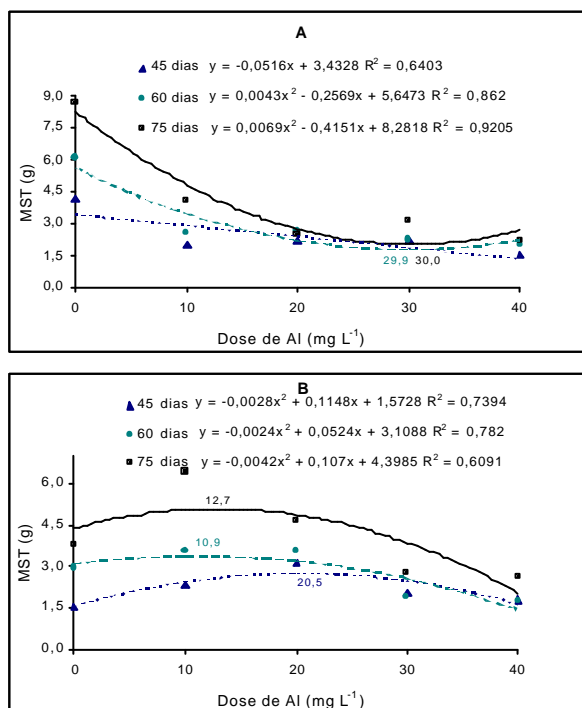


Figura 5. Massa total da planta seca (MST) dos porta-enxertos IAC 313 (A) e IAC 572 (B) em função de doses crescentes de alumínio em solução nutritiva. FCA/UNESP, Botucatu/SP, 2004.

possivelmente transmitido geneticamente pelos seus progenitores. Verificou-se, pelos resultados obtidos, melhoria no seu desenvolvimento com baixas doses de alumínio na solução nutritiva.

CONCLUSÕES

O porta-enxerto IAC 313 teve melhor desenvolvimento no tratamento sem alumínio na solução, havendo decréscimo mais acentuado com doses de alumínio próximas a 30 mg L⁻¹ na solução nutritiva. O porta-enxerto IAC 572, quando submetido a doses de alumínio na faixa de 8 a 20 mg L⁻¹ na solução, apresentou melhores resultados de todas as características avaliadas, sendo superior até mesmo no tratamento sem alumínio. Os resultados obtidos sugerem que o porta-enxerto IAC 572 apresenta maior tolerância a solos com acidez mais elevada.

REFERÊNCIAS

- Alvarenga AA (2001) Avaliação de cultivares porta-enxertos e produtoras de videira (*Vitis* spp.) em condições de solos ácidos e alumínio. Tese de Doutorado em Agronomia/Fitotecnia. Lavras, Universidade Federal de Lavras. 153 p.
- Conradie WJ (1983) Liming and choice of rootstocks as cultural techniques for vines in acid soils. *South African Journal for Enology and Viticulture* 4: 39-44.
- Costa F (1998) Avaliação do estado nutricional da videira cultivar Itália em três estádios de desenvolvimento, na região de Jundiá-SP, utilizando o método DRIS. Dissertação de Mestrado em Agronomia/Fitotecnia. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 91 p.
- Dantas ACM, Fortes GRL, Silva JB, Nezi NA & Rodrigues AC (2001) Tolerância ao alumínio em porta-enxertos somaclonais de macieira cultivados em solução nutritiva. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36: 615-623.
- Fráguas JC (1996) Sintomatologia da toxidez do alumínio em porta-enxerto de videira. Bento Gonçalves: CNPUV/EMBRAPA. 18 p. (Circular técnica, 20).
- Fráguas JC (1999) Tolerância de porta-enxerto de videira ao alumínio do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 1193-1200.
- Fráguas JC & Tersariol AL (1993) Comportamento de porta-enxerto de videira em relação a níveis de saturação de alumínio no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 28: 897-906.
- Fráguas JC, Amaral FAL, Braga JM & Cardoso AA (1989) Tolerância de porta-enxerto de videira (*Vitis* spp.) ao alumínio do solo. *Revista Ceres* 36: 13-26.
- Furlani AMC & Furlani PR (1988) Composição e pH de soluções nutritivas para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições adversas. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo* 121: 21-26.
- Gergoletti IF (1995) Avaliação do estado nutricional da videira cultivar Itália em três estádios de desenvolvimento em São Miguel Arcanjo, SP, utilizando o método DRIS. Tese de Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 84 p.
- Hessel D & Mandrau JL (1972) Effects phytotoxiques de l'aluminium sur le developpement de la vigne in vitro. *Progrès Agricole et Viticole* 72: 115-120.
- Himelrick DG (1991) Growth and nutritional responses of nine grape cultivars to low soil pH. *HortScience* 26: 269-271.
- Lopes as (1983). Solos sob "cerrado", características, propriedades e manejo, 1nd ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato. 162 p.
- Matsumoto H, Hirasawa F & Torikai H (1976) Localization of absorbed aluminum in pea root and its binding to nuclei acid. *Plant and Cell Physiology* 17: 627-631.
- Mendonça RMN, Coelho AFS, Martinez HEP, Fontes PCR & Pereira PRG (1999) Respostas de mudas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) cultivadas em solução nutritiva, a diferentes níveis de

alumínio. Revista Ceres 46: 357-370.

Regina MA, Alvarenga AA, Chalfun NJ & Chalfun Jr A. (1998) Levantamento nutricional e diagnóstico agrônomo dos vinhedos de Caldas. Revista Brasileira de Fruticultura 20: 15-20.

Santos CH (1998) Influência de diferentes níveis de alumínio no desenvolvimento de dois porta-enxertos cítricos em cultivo hidropônico. Dissertação de Mestrado em Horticultura. Botucatu, Faculdade de

Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. 134 p.

Terra MM (1984) Carências de macronutrientes afetando o crescimento, concentração, acúmulo, e interação de nutrientes na videira cv. Niagara Rosada, desenvolvida em solução nutritiva. Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 221 p.

UVA. Agrianual (2004): Anuário da Agricultura Brasileira, São Paulo. p 488-496.

Aceito para publicação em 20/01/2006