

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

FENOTIPICAL SELECTION OF GRAPEVINE ROOTSTOCK GRAPEVINE FOR ALUMINUM TOLERANCE CULTIVATED IN NUTRITION SOLUTION

Fabiola Villa¹; Ângelo Albérico Alvarenga²; Moacir Pasqual¹;
Geraldo Magela de Almeida Cançado⁴; Franscinely Aparecida de Assis³; Gleice Aparecida de Assis¹

¹Departamento de Agricultura (DAG), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brasil. Caixa Postal: 3037, CEP: 37200-000. E-mail: fvilla2003@libero.it

²Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Lavras, MG, Brasil. Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000.

³Departamento de Entomologia (DEN), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brasil. Caixa Postal 3037, CEP: 37200-000.

⁴Laboratório de Biotecnologia Vegetal, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Caldas, MG, Brasil. Caixa Postal 33, CEP: 37800-000.

(Manuscrito recebido em 15.05.08 . Aceite para publicação em 20.01.09)

RESUMO

O Brasil tem 20% do seu território ocupado com solo de cerrado no qual a elevada acidez e a toxicidade pelo alumínio dificultam a sua utilização para cultivo. Objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar oito porta-enxertos de videira quando submetidos a diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva, com a finalidade de selecionar os genótipos mais tolerantes ao alumínio. As estacas dos porta-enxertos de videira, com comprimento de 30cm, foram mantidas por 30 dias em câmara fria. Após esse período, foram hidratadas com água + AIB, por 24 horas na concentração de 2000 mg L⁻¹, sendo colocadas posteriormente para enraizar em vermiculita + areia (1:1), durante 60 dias e, a seguir, transferidas para os vasos com volume de 3,5 L, nos quais estava a solução nutritiva. As estacas dos genótipos: 'Gravesac', 'IAC766', '420A', 'IAC572', 'RR101-14', 'Kobber 5BB', '1045P' e '1103P' foram submetidas aos seguintes tratamentos de alumínio (0, 10, 20 e 40 mg L⁻¹ de Al). Após 40 dias de cultivo, foram avaliados comprimento da parte aérea, peso seco da parte aérea, comprimento do sistema radicular, peso seco do sistema radicular e peso seco da estaca. O delineamento experimental utilizado foi o DIC, em esquema fatorial 8x4 com 5 repetições, perfazendo um total de 160 parcelas experimentais. Maior comprimento da parte aérea é obtido pelo genótipo 'IAC766', na ausência de alumínio e pelo genótipo '420A', com a dosagem de 40 mg L⁻¹. Maior comprimento do sistema radicular é obtido pelo genótipo Gravesac, na dosagem de 10 mg L⁻¹. Quanto ao peso da matéria seca do sistema radicular, o '1045P' mostra-se pouco sensível na dosagem de 10 mg L⁻¹. As cultivares IAC572, IAC766 e 1103P apresentam crescimento do sistema radicular semelhante na ausência ou na presença do alumínio, o que faz supor uma boa resistência à toxicidade deste elemento.

ABSTRACT

Brazil presents 20% of this territory occupied with savannah soil, that due to your high acidity and toxicity for the aluminum hinder your use for cultivation. It was aimed at with this work to evaluate eight grapevine rootstock when submitted at different levels of aluminum in nutrition solution, with the purpose of selecting the most tolerant genotype to the aluminum. The grapevine rootstock with 30cm length were maintained by 30 days in cold camera. After this period they were moisturized with water + AIB for 24 hours in the concentration of 2000 mg L⁻¹, being placed later to take root in vermiculite + sands (1:1) for 60 days and to proceed transferred for the vases with 3.5L of volume where the nutrition solution was contained. The genotype 'Gravesac', 'IAC766', '420A', 'IAC572', 'RR101-14', 'Kobber 5BB', '1045 P' and '1103P' were submitted to the following treatments of aluminum (0, 10, 20 and 40 mg L⁻¹ Al). After 40 days of cultivation were appraised the lengths of the aerial part, dry weight of the aerial part, length of the radicular system, dry weight of the radicular system and dry weight of the rootstock. The experimental designed was DIC in factorial 8x4 with 5 repetitions with 160 experimental portions. The largest length of the aerial part is obtained by the genotype 'IAC766' in the absence of aluminum, and for the genotype '420A' with the 40 mg L⁻¹. Larger dry weight of the aerial part and weigh dry of the rootstock 'IAC572' is obtained with 40 mg L⁻¹. The largest length of the radicular system was obtained by the 'Gravesac' with 10 mg L⁻¹. With relationship to the dry weight of the radicular system of the '1045 P' shown a little sensitive in the concentration of 10 mg L⁻¹. The cvs. 'IAC572', 'IAC766' and '1103P' presente a similar growth of the radicular system in the absence or presence of aluminum, the one that does suppose a good resistance to the toxicity of this element.

Palavras-chave: *Vitis* spp., toxicidade, sistema radicular.

Key-words: *Vitis* spp., toxicity, radicular system.

INTRODUÇÃO

A videira (*Vitis* spp.) está entre as frutíferas mais cultivadas no mundo. No Brasil, a produção concentra-

se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Os estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Pernambuco, Paraná, Bahia, Santa Catarina e Minas Gerais são os

principais produtores (Camargo, 1998).

O uso de porta-enxertos na viticultura é comum há mais de cem anos, porém, as características a serem selecionadas dependem das condições intrínsecas de cada local ou região, em adição à resistência à filoxera (Sousa, 1996). Nos últimos anos, o Brasil tem se destacado no desenvolvimento de novos porta-enxertos, mais adaptados às suas condições de clima e solo. Neste segmento, foram criados e introduzidos novos porta-enxertos, visando atender a condições como seca, calor, resistência à fitotoxicidade ao alumínio e acidez do solo, colocando o país em condição de destaque, no que se refere à viticultura.

O território brasileiro apresenta 20% de sua área ocupada com solos de cerrado que, apesar de possuírem boas propriedades físicas, como profundidade e relevo plano, deixam a desejar no aspecto químico, por serem ácidos, sendo sujeito à toxicidade do alumínio. Hamel *et al.* (1998) estimam que 78,4% das terras cultivadas sejam compostas de solos ácidos, impossibilitando a exploração viável da maioria das culturas.

A toxidez de alumínio (Al) é um fator importante e limitante da produção agrícola em solos tropicais e subtropicais do mundo (Adams e Pearson, 1967), sendo particularmente severa em pH abaixo de 5,0. Para cada espécie, o pH crítico das concentrações tóxicas depende de vários fatores do solo, como os minerais argilosos predominantes, o nível de matéria orgânica e as concentrações de outros cátions, ânions e sais totais (Fageria, 1999), sendo o fator mais importante para o controle do Al^{+3} solúvel e trocável dos solos (Costa, 1995). Os principais sintomas de toxicidade pelo alumínio ocorrem no sistema radicular, gerando redução da divisão celular, diminuindo o alongamento radicular, deixando as raízes curtas, grossas, quebradiças e com cor amarronzada, interferindo na absorção, no transporte e na utilização dos nutrientes (Foy, 1974).

Uma alternativa para contornar o problema de toxidez é a neutralização, pelo menos em parte, do Al trocável da solução do solo pela aplicação de calcário. O uso de genótipos mais tolerantes a altos níveis de Al^{+3} pode ser uma solução complementar à calagem. Numerosos estudos têm sido realizados com a utilização de solução nutritiva e amplamente relatados, com o intuito de determinar a tolerância de espécies ou de variedades ao Al. Dantas *et al.* (2001), estudando 18 soma clones e 3 porta-enxertos de macieira mantidos em solução nutritiva com Al, concluíram que algumas plantas mostraram-se bem sensíveis, outras moderadamente tolerantes e ainda, outras, tolerantes às concentrações de Al empregadas.

Porém, para frutíferas de clima temperado, especialmente a videira, os dados ainda são muito insípidos. No Brasil, em experimentos com porta-enxertos de videira em solo, realizados por Fráguas (1999), concluiu-se que 'R99', 'Rupestris du Lot', 'Kobber 5BB'

e a produtora 'Isabel' (que já foi usada como porta-enxerto) foram os mais sensíveis ao Al e o '1103P', 'RR101-14' e '196-17Cl' foram os mais tolerantes. Alvarenga (2001), realizando experimento em casa de vegetação, verificou que os porta-enxertos 'IAC572' e 'Gravesac' foram os mais tolerantes ao Al e o 'Kobber 5BB' foi o mais sensível. Tecchio *et al.* (2005) avaliaram diversas variáveis fisiológicas em dois porta-enxertos de videira cultivados em solução nutritiva com a adição de alumínio.

Várias metodologias vêm sendo desenvolvidas pelos programas de melhoramento genético, na tentativa de identificar ou obter constituições genéticas tolerantes a este íon metálico. A avaliação em campo para reação ao alumínio tóxico é a mais utilizada pelos melhoristas, porém, pode ser detectada também por meio de diferentes parâmetros em testes de casa de vegetação e laboratório, empregando-se soluções nutritivas (Sánchez-Chacón *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2004; Malavolta, 2006; Finatto *et al.*, 2007).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar as respostas de oito porta-enxertos de videira quando submetidos a diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva, com a finalidade de selecionar os genótipos mais tolerantes à toxidez desse elemento.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de montagem do experimento

O experimento foi realizado em 2005, na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), localizada no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG.

Material vegetal

As estacas lenhosas de 1 ano foram coletadas a partir de plantas matrizes adultas, em perfeitas condições de vigor e sanidade, sendo conservadas com adequado teor de umidade, embaladas em câmara fria ($\pm 5^{\circ}C$) para a quebra de dormência até o momento do plantio (30 dias). Dos porta-enxertos empregados, sete ('IAC766', '420A', 'IAC572', 'RR101-14', 'Kobber 5BB', '1045P' e '1103P') foram trazidos da Epamig de Caldas, MG. Apenas o 'Gravesac' foi oriundo da Embrapa Uva e Vinho de Bento Gonçalves, RS.

No dia anterior ao plantio, as estacas foram preparadas com um tamanho de 30cm, por meio de um corte reto na base e outro em bisel na parte superior, distante 2 cm da última gema. Estas estacas foram colocadas com a base na água por 24 horas, com a finalidade de promover sua reidratação.

Tratamento das estacas

Após o período de quebra de dormência, as estacas foram hidratadas em água + ácido indolbutírico (AIB), por 24 horas, na concentração de 2.000 mg

L⁻¹, para que essa auxina pudesse estimular o enraizamento. Após este tratamento, foram enraizadas em casa de vegetação, em substrato a base de vermiculita + areia lavada grossa (1:1). Após 60 dias os genótipos foram transferidos para os vasos com solução nutritiva. A irrigação dos vasos + estacas foi feita diariamente e manualmente. Procurou-se manter a umidade dentro da melhor condição para o desenvolvimento das plantas.

O controle das ervas daninhas, durante a fase de enraizamento (areia + vermiculita) foi feito manualmente, sempre que necessário, enquanto o controle das doenças fúngicas foi preventivo, utilizando-se o Mancozeb. Não foi observada a ocorrência de pragas. As demais adubações foram realizadas conforme indicado para a cultura (Comissão Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999).

Plantio das estacas

Os vasos com capacidade de 3,5 L de volume foram pintados externamente com tinta à base de alumínio para que adquirissem coloração opaca, com o objetivo de aumentar a reflexão da luz solar e diminuir o aquecimento da solução nutritiva no interior dos vasos (Figura 1).

Em seguida, as oito estacas foram colocadas nos vasos com a solução nutritiva, contendo apenas 1/3 da concentração padrão (Quadro II). As estacas foram mantidas na posição vertical, tendo como suporte o isopor (Figura 2).

Solução nutritiva

A solução nutritiva utilizada foi a de Furlani e Furlani (1998), modificada por Santos (1998), conforme Quadro I.

Após dez dias do plantio das estacas, a solução foi trocada por outra com 1/2 da força e, depois de mais 10 dias, foi realizada a última troca com 100% de força. Somente após a última troca de solução foram adicionados os devidos tratamentos de alumínio (Quadro II).

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 8x4, combinando os porta-enxertos e os níveis de alumínio, com 5 repetições, num total de 160 parcelas experimentais. O software empregado para a avaliação dos dados experimentais foi o Sisvar (Ferreira, 2000), utilizando-se regressão polinomial para as variáveis qualitativas.

Avaliações

Após 40 dias de cultivo, foram avaliados o comprimento e o peso da matéria seca da parte aérea, comprimento e peso da matéria seca do sistema radicular. O comprimento do sistema radicular foi avaliado por meio da metodologia proposta por Tennant (1975).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, verificou-se, pelo teste F, a 5% de probabilidade, interação significativa para todas as variáveis estudadas (Quadro III).

Comprimento da parte aérea

Visualmente, verificou-se a presença de internódios mais curtos e folhas menores, em todos os porta-enxertos de videira estudados (Figura 3). De acordo com Marschner (1986), o Al pode afetar diretamente a absorção do P através de formação de complexo que se precipita na forma de fosfato de alumínio na superfície da raiz, podendo afetar também o desenvolvimento da parte aérea.

A análise estatística entre os porta-enxertos de videira detectou diferenças entre a tolerância dos mesmos ao estresse provocado pelo alumínio, tendo somente os porta-enxertos 'IAC766' e '420A' demonstrado ser menos sensíveis aos efeitos do alumínio, apresentando, em média, 92,5 cm e 63,3 cm de altura, quando submetidos às dosagens de 0 e 40 mg L⁻¹, respectivamente. Entretanto, as cultivares 1045P, Gravesac, IAC572, Kobber, 1103P e RR101-14 mostraram-se indiferentes em relação à presença ou à ausência de alumínio na solução nutritiva em relação ao comprimento da parte aérea (Figura 4).

Fráguas *et al.* (1989), comparando os genótipos SO4, RR101-14, 420A, 161-49Cl e Kobber 5BB em relação à presença de alumínio no solo, verificaram maior crescimento em altura de 'Kobber 5BB'. Porém, em outro estudo, Fráguas (1999), comparando treze porta-enxertos de videira, verificou que existia uma superioridade do genótipo 'RR101-14' em relação a 'Kobber 5BB', imprimindo maior altura da planta, quando submetida à presença de alumínio no solo.

Veloso *et al.* (1995), trabalhando com pimenteiras do reino (*Piper nigrum*), verificaram que a relação parte aérea/raiz não foi afetada pela adição de Al na solução, mostrando, com isso, que o efeito do alumínio foi homogêneo na planta inteira. Em contrapartida, Helyar (1978) afirma que as doses crescentes de alumínio causam um declínio exponencial na produção da parte aérea. Quando se usam espécies mais tolerantes, nota-se um estímulo na produção em baixas doses de alumínio, mas o declínio volta a aparecer em altas doses.

Peso da matéria seca da parte aérea

Observou-se efeito positivo do alumínio para o genótipo 1045P até a dosagem de 20 mg L⁻¹. O '420A' mostrou crescimento contínuo, atingindo, na dose de 40 mg L⁻¹, 6,51g de peso da matéria seca. Já o porta-enxerto 'IAC572' apresentou o maior peso da matéria seca da parte aérea. Porém, seu comportamento não foi constante, como pode ser verificado na Figura 5.

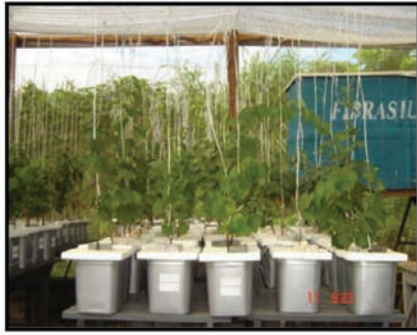


Fig. 1 - Detalhe do plantio das estacas de videira em vasos com capacidade de 3,5 L, pintados com tinta à base de alumínio. UFLA, Lavras, MG, Brasil. 2008.
Detail of grapevine cuttings plantation in pots with 3,5 L capacity, painted with aluminate's ink. UFLA, Lavras, MG, Brasil. 2008.



Fig. 2 - Detalhe do plantio vertical das estacas de videira em vasos, tendo como suporte o isopor. UFLA, Lavras, MG, Brasil. 2008.
Detail of grapevine vertical plantation in pots, having as has support the isopor.



Fig. 3 - Detalhe dos internódios curtos e folhas menores em porta-enxerto de videira '1045P', cultivado em solução nutritiva, na presença de concentrações de Al (mg L⁻¹). UFLA, Lavras, MG. 2008.

Detail of short buds and leaves in grapevine rootstock '1045P', cultivated in nutritional solution, in the presence of Al concentrations (mg L⁻¹). UFLA, Lavras, MG. 2008.

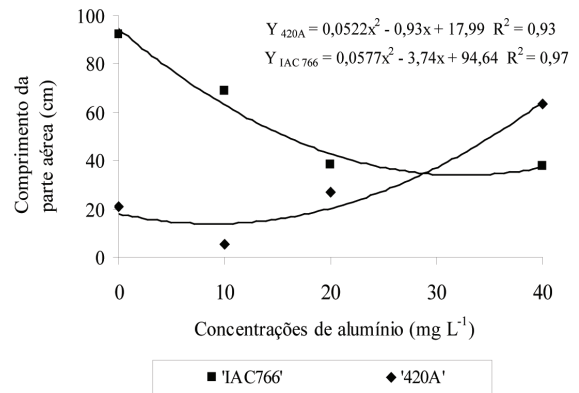


Fig. 4 - Comprimento da parte aérea em porta-enxertos de videira, com diferentes concentrações de Al. Epamig, UFLA, Lavras, MG, Brasil. 2008.

Length of the aerial part in grapevine rootstock with different Al concentrations. Epamig, UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2008.

QUADRO I

Composição da solução nutritiva de acordo com Furlani & Furlani (1998), FCAV/UNESP, Botucatu, SP, Brasil, 2003.
Composition of nutrition solution according to Furlani & Furlani (1998), FCAV/UNESP, Botucatu, SP, Brasil, 2003.

| 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 | 21,0 | 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 |

QUADRO II

Tratamentos referentes às doses de alumínio aplicadas aos porta-enxertos de videira cultivados em solução nutritiva. Epamig, UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2008.
Treatments referring to aluminum concentration applied to grapevine rootstock cultivated in nutritional solution. Epamig, UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2008.

| Tratamentos | Alumínio (mg L ⁻¹) | mL da solução |
|-------------|--------------------------------|---------------|
| 1 | 0 | 0,00 |
| 2 | 10 | 0,33 |
| 3 | 20 | 0,66 |
| 4 | 40 | 1,33 |

QUADRO III

Análise de variância para comprimento da parte aérea (CPA), peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), comprimento do sistema radicular (CSR), peso da matéria seca do sistema radicular (PMSSR) e peso da matéria seca da estaca (PMSE). UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2008.
Variance analysis for length of aerial part, weight of aerial part dry matter, length of the radicular system, weight of radicular system dry matter and weight of cutting dry matter. UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2008.

| Fontes de variação | GL | Quadrados médios | | | | |
|--------------------|-----|------------------|---------|-------------|--------|--------|
| | | CPA | PSPA | CSR | PSSR | PSE |
| Conc. de Al | 3 | 864,18* | 17,21* | 223900,12 | 23,62* | 15,67* |
| Genótipos | 7 | 6948,74* | 239,24* | 1172881,82* | 14,49* | 43,84* |
| Al x Gen. | 21 | 1012,98* | 11,64* | 535079,09* | 7,92* | 5,47* |
| Erro | 128 | 163,80 | 3,51 | 140888,61 | 3,12 | 3,01 |
| CV (%) | | 36,25 | 39,84 | 33,35 | 47,08 | 32,56 |

Conc. = concentrações; Al = alumínio; Gen. = genótipos
 *Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

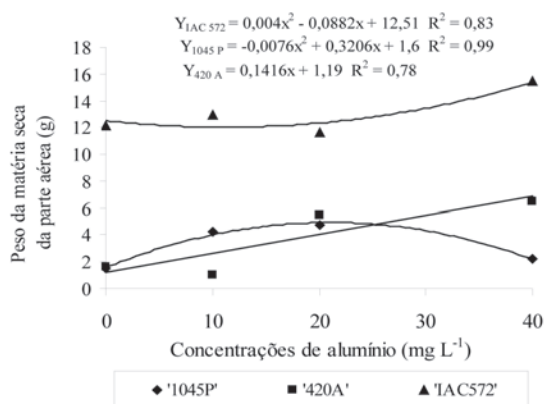


Fig. 5 - Peso da matéria seca da parte aérea em porta-enxertos de videira, com diferentes concentrações de Al. Epamig, UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2008.

Weight of aerial part dry matter in grapevine rootstock, with different Al concentrations. Epamig, UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2008

Resultados semelhantes foram observados por Alvarenga (2001) que, estudando cinco diferentes porta-enxertos de videira, verificou um maior peso da matéria seca da parte aérea do genótipo IAC572.

Comprimento do sistema radicular

Segundo Cambraia *et al.* (1991), o alumínio afeta, principalmente, o sistema radicular das plantas cultivadas. O genótipo Gravesac, mesmo apresentando interação significativa com as concentrações de alumínio, expressou comportamento decrescente do sistema radicular a partir de 10 mg L⁻¹, demonstrando ser sensível às maiores dosagens do alumínio em solução nutritiva (Figura 6).

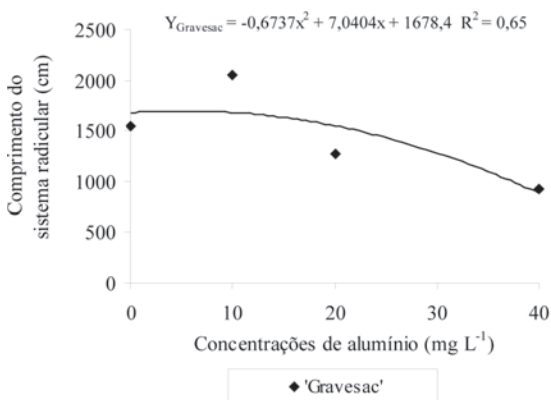


Fig. 6 - Comprimento do sistema radicular de porta-enxertos de videira, com diferentes concentrações de Al. Epamig, UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2008.

Length of grapevine rootstock radicular system, with different Al concentrations. Epamig, UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2008.

Outro sintoma da toxicidade de Al detectado no sistema radicular foi o aumento do número de raízes laterais. É provável que o efeito tóxico do Al na destruição das células meristemáticas da raiz principal altere a produção de hormônios que controlam o crescimento da parte apical (Foy, 1974). Segundo Rengel (1992), o Al promove a redução da síntese e do transporte de citocininas nos meristemas da raiz, alterando a direção do movimento acrópeto em vez do basípeto e aumentando os níveis de ácido abscísico. A perda da dominância apical manifestou-se pela proliferação de raízes laterais dos porta-enxertos aqui estudados. Resultados similares foram também observados em porta-enxertos somaclonais de macieira cultivados em solução nutritiva, na presença de diferentes níveis de Al (Dantas *et al.*, 2001).

O Al acumula-se, preferencialmente, no sistema radicular das plantas, translocando-se em pequenas quantidades para a parte aérea. Esse fato justifica o efeito notável desse íon sobre o sistema radicular, constatado, principalmente, no porta-enxerto 'Gravesac'. Massot *et al.* (1992) consideram que um dos principais efeitos do Al é a inibição do crescimento das raízes, que se tornam curtas e grossas. Essa característica, por sinal, serve como o melhor indicador para se avaliar a tolerância ao Al, em solução nutritiva, entre cultivares de diversas espécies.

Peso da matéria seca do sistema radicular

O genótipo '1045P' demonstrou ser menos sensível ao alumínio, quando comparado com os demais genótipos, apresentando comportamento de forma quadrática. Os melhores resultados foram obtidos com a dosagem de 10 mg L⁻¹, quando obtiveram-se 5,68 g (Figura 7).

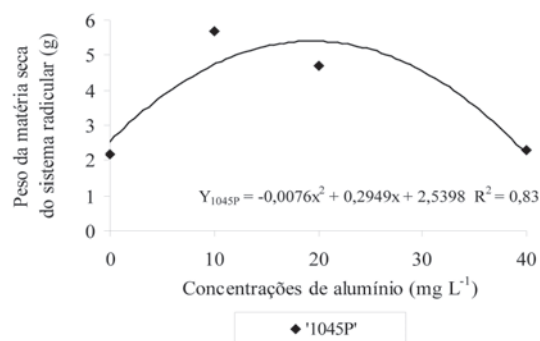


Fig. 7 - Peso da matéria seca do sistema radicular em porta-enxertos de videira, com diferentes concentrações de Al. Epamig, UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2008.

Weight of grapevine rootstock dry matter of radicular system, with different Al concentrations. Epamig, UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2008.

Segundo Nascimento et al. (1997), raízes de plantas que apresentam danos quando expostas ao Al não mantêm a capacidade de assimilação dos nutrientes necessários para a produção de matéria seca, como verificado para o porta-enxerto '1045P'.

Veloso et al. (1995), trabalhando com pimenteiras do reino (*Piper nigrum*), verificaram que a relação parte aérea/raiz não foi afetada pela adição de Al na solução, mostrando, com isso, que o efeito do alumínio foi homogêneo na planta inteira. Em contrapartida, Helyar (1978) afirma que o aumento das doses de Al causam um declínio exponencial na produção da parte aérea. Quando se usam espécies mais tolerantes, nota-se um estímulo na produção em baixas doses de Al, mas o declínio volta a aparecer em altas doses.

Embora a presença do Al no tecido vegetal cause danos fisiológicos e bioquímicos por vezes irreversíveis e intrinsecamente relacionados ao crescimento de plantas (Pegtel, 1986), os resultados obtidos na matéria seca das estacas de 'IAC572' sugerem que o efeito do Al sobre ela pode estar relacionado à própria absorção dos nutrientes.

CONCLUSÕES

Maior comprimento da parte aérea é obtido pelo genótipo 'IAC766', na ausência de alumínio e pelo genótipo '420A', com a dosagem de 40 mg L⁻¹.

Maior comprimento do sistema radicular é obtido pelo genótipo Gravesac, na dosagem de 10 mg L⁻¹. Quanto ao peso da matéria seca do sistema radicular, o '1045P' mostra-se pouco sensível na dosagem de 10 mg L⁻¹.

As cultivares IAC572, IAC766 e 1103P apresentam crescimento do sistema radicular semelhante na ausência ou na presença do alumínio.

Referências Bibliográficas

- Alvarenga A. A., 2001. *Avaliação de cultivares porta-enxertos e produtoras de videira (Vitis spp.) em condições de solos ácidos e alumínio..* 153p. Tese (Doutorado em Agronomia. Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- Adams F., Pearson R. W., 1967. Crop response to line in the Southern United States and Puerto Rico. In: PEARSON, R. W.; ADAMS, F. Soil acidity and liming. Madison: American Society of Agronomy., p. 161-206.
- Camargo U. A., 1998. Cultivares para a viticultura tropical no Brasil. *Informe Agropecuário*, **19** (194): 15-19.
- Cambraia J., Silva M. A., Cano M. A. O., SANTANA R., 1991. Método simples para avaliação de cultivares de sorgo quanto à tolerância ao alumínio. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, **3**, (2): 87-96.
- Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. , 1999. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.* MG.: 359p.
- Costa M. C. R., 1995. *Comparação de seis cultivares de milho submetidos a níveis de alumínio em solução nutritiva..* 165 p.
- Dissertação (Mestrado em Agronomia, Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- Dantas A. C. M., Fortes G. L. R., Silva J. B., Nezi A. N., Rodrigues A. C., 2001. Tolerância ao alumínio em porta-enxertos somaclonais de macieira cultivados em solução nutritiva. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **36** (4): 615-623.
- Fageria N. K., 1999. Adubação e calagem. In: Viera N. R. A., Santos A. B., Sant'ana, E. P. (Ed.). *A cultura do arroz no Brasil*, EMBRAPA-CNPAP: 329-353.
- Ferreira D. F., 2000. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45. *Anais*: 255-258.
- Finatto T., Silva J. A. G., Carvalho F. I. F., Oliveira A. C., Valério I. P., Reis C. E. S., Ribeiro G., Silveira G., Fonseca D. A. R., 2007. Reação da tolerância de genótipos de aveia branca a concentração de alumínio em solução nutritiva. *Magistra*, 19 (1) :7-15.
- Foy C. D., 1974. Effects of aluminum on plant growth. In: CARSON, E. W. (Ed.). *The plant roof and its environment*. Charlottesville: University of Virginia, p. 601-642.
- Fráguas J. C., 1999. Tolerância de porta-enxerto de videira ao alumínio do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **34**, (7): 1193-1200.
- Fráguas J. C., Amaral F. A. L., Braga J. M., Cardoso A. A., 1989. Tolerância de porta-enxertos de videira (*Vitis* spp.) à saturação de alumínio. *Revista Ceres*, **36** (203): 13-26.
- Furlani A. M. C., Furlani P. R., 1998. Composição e pH de soluções nutritivas para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições adversas. *Boletim Técnico do Instituto Agronômico*, **121**: 21-26.
- Hamel F., Breton C., Houde M., 1998. Isolation and characterization of wheat aluminum-regulated genes: possible involvement of aluminum as a pathogenesis response elicitor. *Planta*, **205**: 531-38.
- Helyar K. R., 1978. Effects of aluminum and manganese toxicity on legume growth. In: Andrew C. S., Kamprath E. J. (Ed.) Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils. CSIRO: 207-231.
- Malavolta E., 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo. Ceres. 638 p.
- Marschner H., 1986. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic., 674p.
- Massot N., Poschenrieder C., Barcelò J., 1992. Differential response of three bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars to aluminum. *Acta Botanica Neerlandica*, Stuttgart, **41**: 293-298.
- Nascimento C. W. A., Souza JR. J. O., 1997. Martinez H. E. P., Teixeira P. R. G., Fontes P. C. R., Absorção de P e Al em cafeeiro (*Coffea arabica*) cultivado em solução nutritiva com sistema radicular parcialmente submetido à doses de alumínio. *Revista Ceres*, **44** (253): 331-338.
- Pegtel D. M. 1986. Responses of plants to Al, Mn and Fe, with particular reference to *Succisa pratensis* Moench. *Plant and Soil*, **43**: 43-55.
- Rengel Z., 1992. Role of calcium in aluminiumtoxicity. *New Phytologist*, **121**:499-513.
- Sánchez-Chacón C. D., Federizzi L. C.; Milach S. C. K., Pacheco M. T., 2000. Variabilidade genética e herança da tolerância à toxicidade do alumínio em aveia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **35**: 1797-1808.
- Santos C. H., 1998. *Influência de diferentes níveis de alumínio no desenvolvimento de dois porta-enxertos cítricos em cultivo hidropônico..* 134p. Dissertação (Mestrado em Horticultura) - Universidade Estadual Paulista, Unesp, Botucatu, SP.
- Silva J. A. G., Carvalho F. I. F., Oliveira A. C., Silva S. A.,

Marchioro V. S., Lorencetti C., Benin G., Schimdt D. A. M., Hartwig I., 2004. Trigos dihaplóides com potencial para tolerância a toxicidade ao alumínio e a sensibilidade ao ácido giberélico em cultivo hidropônico. *Revista Brasileira de Agrociência*, **10** (1): 37-41.

Sousa J. S. I., 1996. *Uvas para o Brasil*. Piracicaba: FEALQ.

Tecchio M. A., Pires E. J. P., Filho H. G., Brizola R. M. O., Vieira C. R. Y., Terra M. M., 2005. Avaliação de variáveis fisiológicas em porta-enxertos de videira cultivados em solução nutritiva com a adição de alumínio. *Ciência e Agrotecnologia*, **29** (2): 274-283.

Tennant D. 1975. A teste of modified line intersect method of estimating root lenght. *Journal of Ecology*, **63** (3): 995-1001.

Veloso C. A. C., Muraoka T., Malavolta E., Carvalho J. G., 1995. Efeitos do alumínio em pimenteiras do reino (*Piper nigrum* L.) cultivadas em solução nutritiva. *Scientia Agricola*, **52** (2): 368-375.