



Revista
Técnico-Científica



MULTIPLICAÇÃO *IN VITRO* DO PORTA-ENXERTO DE MACIEIRA G.202

¹AnaLuiza Arruda, ²Priscila Santos da Silva, ³Fernanda Grimaldi, ⁴Adrick Francis Richter, ⁵Leo Rufato, ⁶Aike Anneliese Kretzschmar

¹Engenheira Agrônoma e Mestranda em Produção Vegetal CAV/UEDESC; ²Engenheira Agrônoma e Doutoranda em Produção Vegetal CAV/UEDESC; ³Bióloga e Pós-Doutora CAV/UEDESC; ⁴Adrik Francis Richter - Engenheiro Agrônomo e Mestre em Produção Vegetal CAV/UEDESC; ⁵Leo Rufato - Engenheiro Agrônomo e Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UEDESC); ⁶Aike Anneliese Kretzschmar - Engenheira Agrônoma e Professora da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UEDESC)

RESUMO: Objetivou-se avaliar a multiplicação *in vitro* do porta-enxerto de macieira G.202, através da utilização de diferentes meios de cultura e uso de diferentes concentrações de BAP. O experimento foi realizado no Laboratório de Micropropagação Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UEDESC) em Lages/SC, 2017. No primeiro experimento foram estudados três meios de cultura (Adams, QL modificado e MS) e analisadas as variáveis comprimento médio de brotações, número de folhas, número de brotações e comprimento da maior brotação. No segundo estudo foram testadas quatro concentrações de BAP (0; 0,25; 0,5 e 1,0 mg.L⁻¹) e as variáveis analisadas foram número de brotações e número de raízes. As maiores médias para comprimento médio de brotações (2,37 cm), número de folhas (117,8), número de brotações (29,2) e comprimento da maior brotação (3,8 cm) foram obtidas com a utilização do meio Adams. No entanto, para as variáveis número de brotações e comprimento da maior brotação, o uso do meio Adams não diferiu estatisticamente do meio MS. A dose de BAP que proporcionou o maior número de brotações foi 0,25 mg.L⁻¹ (11,25). Para a multiplicação do porta-enxerto de macieira G.202 recomenda-se o cultivo em meio Adams ou MS acrescido de 0,25 mg.L⁻¹ de BAP.

Palavras-chave: micropropagação, meio de cultura, citocinina

IN VITRO MULTIPLICATION OF APPLE ROOTSTOCK G202

ABSTRACT: The objective was to evaluate the *in vitro* multiplication of the G.202 apple tree rootstock, through the use of different culture media and the use of different BAP concentrations. The experiment was carried out at the Vetegal Micropropagation Laboratory of the State University of Santa Catarina (CAV / UDESC) in Lages / SC, 2017. In the first experiment three culture media (Adams, QL modified and MS) were studied and the analyzed variables average length of shoots, number of leaves, number of shoots and length of greatest shoot. In the second study four concentrations of BAP (0; 0,25; 0,5 and 1,0 mg.L⁻¹) were tested and the variables analyzed were number of shoots and number of roots. The highest averages for mean shoot length (2,37 cm), number of leaves (117,8), number of shoots (29,2) and shoot length (3,8 cm) were obtained with the use of medium

Adams. However, for the number of shoots and length of the highest shoot, the use of the Adams medium did not differ statistically from the MS medium. The BAP dose which provided the highest number of shoots was $0,25 \text{ mg.L}^{-1}$ (11,25). For the multiplication of the apple tree rootstock G.202 the cultivation in Adams or MS medium plus $0,25 \text{ mg.L}^{-1}$ of BAP is recommended.

Keywords: micropropagation, culture medium, cytokinin

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de maçãs expandiu-se de forma considerável nas últimas duas décadas. Os fatores que levaram a esse crescimento significativo estão ligados à produção de variedades modernas, porta-enxertos de elevada qualidade fitossanitária e pomares de alta densidade. Houve um aumento da produção em torno de um milhão de toneladas, onde o estado de Santa Catarina é responsável por 59% da produção nacional (BITTENCOURT, 2011).

O município de São Joaquim, responsável por aproximadamente 38% do total de maçãs produzidas no estado de Santa Catarina (SÍNTESE, 2013) apresenta condições de solos rasos e pedregosos, e apesar da baixa densidade de plantas por hectare, o porta-enxerto Marubakaido é o mais utilizado devido ao seu elevado vigor (DENARDI et al., 2015). A combinação desse porta-enxerto com interenxerto (filtro) do ananizante M.9 tem possibilitado maior adensamento dos pomares, entretanto, essa combinação apresenta algumas desvantagens, como suscetibilidade do interenxerto ao pulgão-lanífero, maior custo das mudas e desuniformidade do pomar (PASA et al., 2016). Portanto, é essencial que se identifiquem porta-enxertos alternativos aos tradicionalmente utilizados.

De acordo com Denardi et al (2015), dentre todos os porta-enxertos desenvolvidos no mundo, os pertencentes à série americana Geneva são os mais completos em termos de aspectos agronômicos. Destacam-se pela resistência ao pulgão lanífero, melhor ramificação e ângulo de abertura dos ramos, acréscimo de produtividade e tolerância à doença de replantio (FAZIO et al., 2013).

O porta-enxerto G.202 é um híbrido interespecífico entre *Malus domestica* x *Malus robusta*, considerado um porta-enxerto semi-anão que confere vigor à cultivar copa semelhante ao M.26. As cultivares copas quando enxertadas sobre G.202,

crecem 35 a 40 % em relação a uma planta oriunda de sementes (CUMMINS et al., 2006).

Devido as vantagens citadas, os porta-enxertos desta série poderão substituir os tradicionalmente utilizados na região Sul do Brasil. Porém, a possível substituição dos porta-enxertos comumente utilizados por outras opções, requer a disponibilidade de uma grande quantidade de material vegetal. Sendo assim, a técnica da micropropagação torna-se uma alternativa quando se tem uma limitação no número de plantas matrizes ou quando se necessita de uma grande quantidade de material vegetal com uniformidade e qualidade (ALBERT, et al., 2009).

A composição do meio de cultura tem função importante nas respostas de crescimento de células e tecidos, já que plantas ou explantes cultivados *in vitro* têm exigências nutricionais específicas e requerem meios nutritivos compostos por minerais, vitaminas e fontes de energia (BRAGA et al., 2009). Os meios de cultura geralmente utilizados no cultivo *in vitro* de porta-enxertos de macieira são o MS e o QL (MENEGUZZI et al., 2017; AMIRI; ELAHINIA, 2011).

Além da composição de sais do meio de cultura, o crescimento *in vitro* de plantas exige a adição de reguladores de crescimento, que são essenciais para o desenvolvimento dos explantes e estão intimamente relacionados com a divisão celular e o crescimento (REIS et al., 2008). Entre as citocininas comercialmente disponíveis, a 6-benzilaminopurina (BAP) é a que geralmente proporciona os resultados mais satisfatórios na micropropagação de porta-enxertos de macieira (AMIRI; ELAHINIA, 2011).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar diferentes meios de cultura e distintas concentrações de BAP na etapa de multiplicação *in vitro* do porta-enxerto de macieira G.202.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa se constituiu de dois experimentos, ambos na etapa de multiplicação *in vitro*, realizados no Laboratório de Micropropagação Vegetal, na Universidade do Estado de Santa Catarina - Centro de Ciências Agroveterinárias (UDESC/CAV), em Lages, no ano de 2017.

No primeiro experimento, explantes de porta-enxerto de macieira, G.202, previamente estabelecidos e multiplicados, foram cultivados em três diferentes meios de cultura: Adams (1974); MS (Murashige; Skoog, 1962) e QL modificado (Leblay, 1991). Os meios de cultura foram suplementados com $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ de BAP, 30 g L^{-1} de sacarose, 100 mg L^{-1} de inositol e o pH ajustado para 5,6 antes da adição de $6,0 \text{ g L}^{-1}$ de ágar. Utilizaram-se frascos, contendo 30 mL de meio de cultura.

No segundo experimento, explantes de porta-enxerto de macieira, G.202, previamente estabelecidos e multiplicados, foram cultivados em meio Adams, com base nos resultados do experimento anterior, contendo 30 g L^{-1} de sacarose, 100 mg L^{-1} de inositol e o pH ajustado para 5,6 antes da adição de $6,0 \text{ g L}^{-1}$ de ágar. O meio foi suplementado com diferentes concentrações de BAP (0; 0,25; 0,5 e $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$). Cada frasco incluiu 30 mL de meio de cultura.

Nos dois experimentos em estudo, os frascos contendo o meio de cultura foram autoclavados a 121°C e 1,5 atm por 20 minutos e posteriormente os explantes foram inoculados em câmara de fluxo laminar e mantidos em sala de crescimento, sob um fotoperíodo de 16 horas e temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ por 45 dias.

O delineamento experimental utilizado nos experimentos foi inteiramente casualizado, com três tratamentos no primeiro experimento e com quatro tratamentos no segundo, com cinco repetições constituídas de três explantes. No primeiro estudo, foram feitas avaliações após 45 dias, através da contagem do número de brotações e do número de folhas e medição, com auxílio de uma régua, do comprimento médio e comprimento da maior brotação (cm). No segundo estudo, as avaliações foram contagem do número de brotações e de raízes.

Os dados do primeiro experimento foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. No segundo experimento, os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos pelo teste F, foi efetuada a análise de regressão. Para as análises estatísticas dos dois experimentos foi utilizado o programa estatístico Sisvar.

RESULTADOS

Experimento 1

Observou-se que todas as variáveis analisadas foram afetadas de forma significativa de acordo com o meio de cultura em que os explantes do porta-enxerto de macieira G.202 foram cultivados (Figura 1).

As maiores médias para comprimento médio de brotações e número de folhas foram obtidas com a utilização do meio de cultura Adams. Tanto para a variável número de brotações quanto para comprimento da maior brotação, o meio de cultivo mais satisfatório foi o Adams, porém, não diferindo estatisticamente do meio MS (Figura 1).

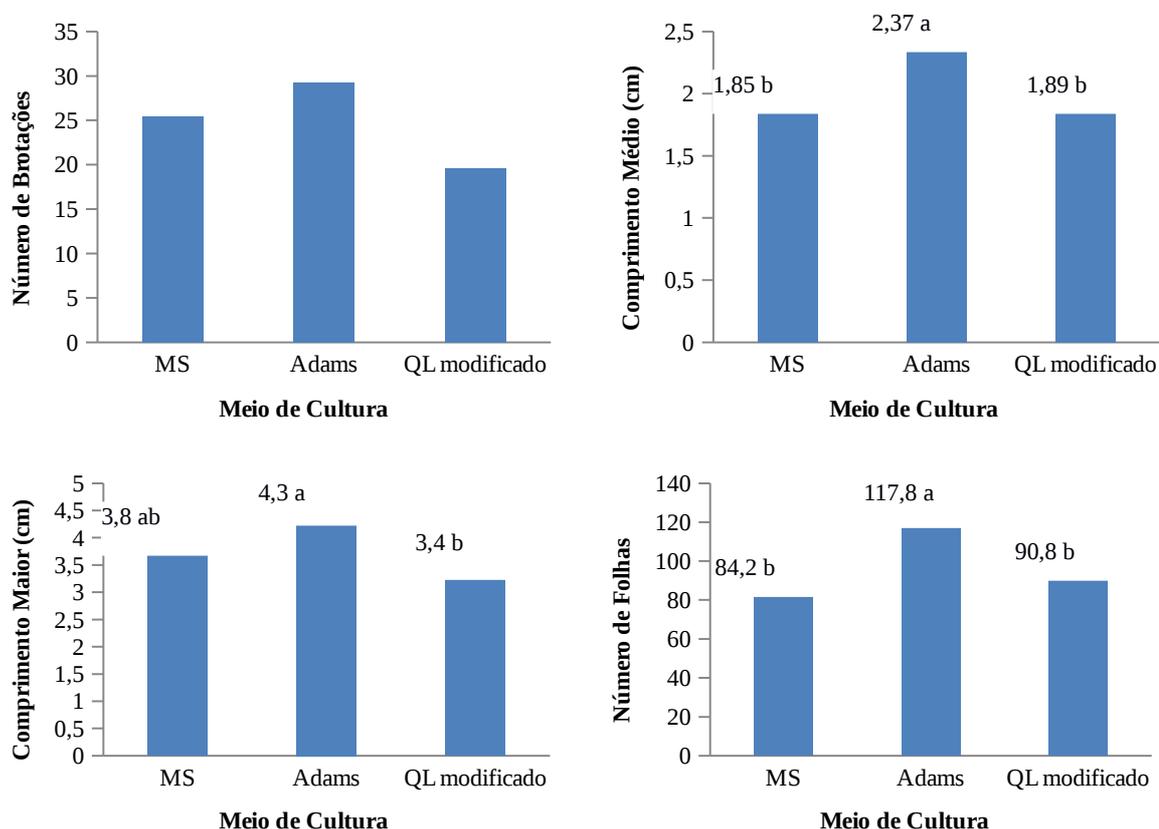


Figura 1. Número de brotações, comprimento médio e comprimento da maior brotação (cm) e o número de folhas de explantes de porta-enxerto de macieira G.202 cultivados em diferentes meios de cultura.

Figure 1. Number of shoots, mean length and largest bud (cm) and number of leaves of apple tree rootstock explants G.202 grown in different culture media.

Experimento 2

O número de brotações respondeu as doses de BAP, sendo a curva de regressão polinomial verificada através da Figura 2. A maior média para esta variável, foi obtida através da adição de $0,25 \text{ mg.L}^{-1}$ da citocinina ao meio de cultura.

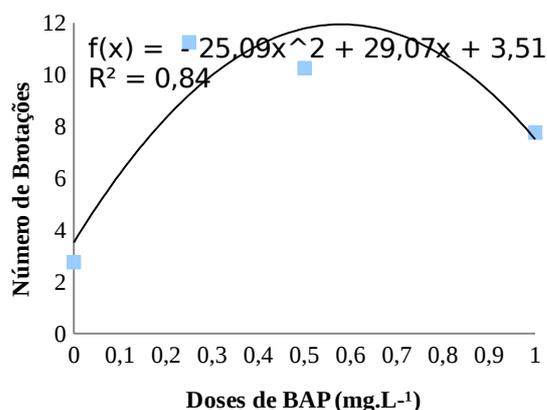


Figura 2. Número de brotações do porta-enxerto de macieira G.202 em função da adição de diferentes concentrações de BAP ao meio de cultura.
Figure 2. Number of shoots of apple rootstock G.202 on the basis of the addition of different concentrations of BAP to the culture medium.

Os resultados obtidos para a variável número de raízes podem ser observados por meio da Figura 3, onde apenas na ausência de BAP houve desenvolvimento do sistema radicular.

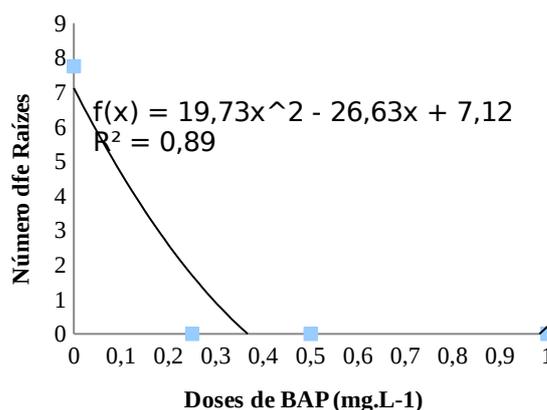


Figura 3. Número de raízes do porta-enxerto de macieira G.202 em função da adição de diferentes concentrações de BAP ao meio de cultura.
Figure 3. Number of roots of apple rootstock G.202 on the basis of the addition of different concentrations of BAP to the culture medium.

DISCUSSÃO

Experimento 1

O meio de cultura QL modificado não compartilha do mesmo teor de macronutrientes presente nos demais meios analisados (Tabela 1), e este fator, pode estar relacionado com as menores médias obtidas para as variáveis número de brotações e comprimento da maior brotação.

A principal variação são as concentrações dos íons nitrato e amônio, sendo que os meios MS e Adams possuem altas concentrações de nitrato de amônio (NH_4NO_3) e nitrato de potássio (KNO_3) enquanto que o QL modificado possui baixa concentração de nitrato de amônio. Em adição, o meio QL modificado utiliza nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) como uma fonte de nitrogênio (Tabela 1). Os resultados indicam que o número de brotações formadas, bem como o comprimento da maior brotação, foram beneficiados quando utilizada a combinação de altas concentrações de nitrato de amônio e nitrato de potássio. Respostas semelhantes foram encontradas por Grattapaglia; Machado (2004) e Araújo et al. (2009) que comprovaram que a combinação de altas concentrações de amônio e nitrato estimulam o crescimento *in vitro* de várias espécies.

Na cultura de tecidos de plantas, as vitaminas glicina, tiamina, ácido nicotínico, piridoxina e mio-inositol encontradas no meio de cultura MS, são as mais frequentemente utilizadas, sendo que, a adição de outras vitaminas essenciais ao meio possuem incertezas quanto aos seus benefícios e devem ser estudadas para justificar sua adição (ABRAHAMIAN; KHANTARAJAH, 2011). Porém, as respostas encontradas neste estudo em relação às vitaminas presentes no meio de cultura Adams foram satisfatórias para a obtenção do maior comprimento médio de explantes e maior número de folhas, evidenciando, que cada espécie possui uma necessidade específica.

Tabela 1. Composição dos meios de cultura utilizados para a micropropagação de porta-enxerto de macieira G.202

Table 1. Composition of culture media used for micropropagation of apple rootstock G.202

Macronutrientes	Meio de Cultura		
	MS (mg.L ⁻¹)	Adams (mg.L ⁻¹)	QL modificado (mg.L ⁻¹)
NH ₄ NO ₃	1650	1650	600
KNO ₃	1900	1900	1800
CaCl ₂ .2H ₂ O	440	440	-
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	-	-	1133
MgSO ₄ .7H ₂ O	370	370	355
KH ₂ PO ₄	170	170	405
Micronutrientes			
MnSO ₄ .H ₂ O	22,3	22,3	0,76
ZnSO ₄ .7H ₂ O	8,6	8,6	8,6
H ₃ BO ₃	6,2	6,2	6,2
KI	0,83	0,83	0,08
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,25	0,25	0,25
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025	0,025	0,025
CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025	0,025	0,025
FeSO ₄ .7H ₂ O	27,8	-	27,8
Na ₂ EDTA.2H ₂ O	37,3	40	37,3
Vitaminas			
Glicina	2	-	2
Ácido Nicotínico	0,5	5	0,5
Piridoxina	0,5	1	0,5
Tiamina	0,5	1	0,5
Mio-Inositol	100	100	100
Pantotenato de	-	5	-
Cálcio			
Biotina	-	0,01	-
Ácido Fólico	-	0,1	-
Cloreto de Colina	-	1	-

Experimento 2

Para a variável número de brotações, se observa um comportamento de curva de regressão polinomial, onde a concentração que proporcionou a maior multiplicação dos explantes (11,25 brotações) foi 0,25 mg.L⁻¹ de BAP. Os resultados encontrados nesta pesquisa corroboram com os de Meneguzzi et al. (2017), onde para a multiplicação *in vitro* de porta-enxerto de macieira G.814, o maior número de brotações foi obtido com a adição de 1 mg.L⁻¹ de BAP. Essa resposta distinta evidencia a diferença existente entre os materiais genéticos de macieira e enfatiza a necessidade do ajuste da melhor concentração de BAP para cada porta-enxerto.

Resultados semelhantes aos encontrados neste presente estudo também foram verificados por Castillo et al (2015) onde observaram que as menores taxas de multiplicação para o porta-enxerto de macieira CG.41 foram obtidas quando não houve adição de citocininas ao meio de cultivo, destacando a dependência da utilização deste regulador de crescimento nesta etapa do cultivo *in vitro* para a indução de novas brotações.

As concentrações de BAP agiram de forma negativa na formação do sistema radicular, sendo que, a presença de raízes foi verificada apenas na ausência do regulador de crescimento. Os mesmos resultados encontrados neste estudo em relação à formação do sistema radicular, foram também verificados por Costa et al. (2015), onde, na ausência de BAP os explantes de manjeriço formaram raízes e à medida em que se aumentaram as concentrações da citocinina no meio de cultura a porcentagem de emissão de raízes diminuiu. Da mesma forma que o porta-enxerto de macieira G.202, o porta-enxerto de videira “VR043-43” enraíza facilmente *in vitro* na ausência de BAP (MACHADO, 2007). Isto indica que não há necessidade da adição de reguladores de crescimento para desenvolvimento do sistema radicular, conseqüentemente, reduzindo o custo por muda produzida.

Múltiplas vias de sinalização de fito-hormônios interagem para controlar o crescimento radicular, dentre elas, a do hormônio etileno que inibe o surgimento de raízes (MOUBAYIDIN et al., 2009 ; PETRICKA et al., 2012 ; VANSTRAELEN E BENKOVÁ, 2012). A utilização de citocininas impede o desenvolvimento do sistema radicular através da sinalização do etileno, sendo que, o alongamento radicular inibido pela citocinina é parcialmente bloqueado pela ação dos inibidores de etileno ou nos mutantes insensíveis a este hormônio (STREET, 2015). Zd 'árská (2013) identificaram que todas as enzimas da rota de biossíntese do etileno são reguladas positivamente pelo BAP.

CONCLUSÕES

Recomenda-se o cultivo dos explantes de porta-enxerto de macieira G.202 em meio Adams para obter maior número de folhas e maior comprimento médio de brotações e em meio Adams ou MS para alcançar a maior taxa de multiplicação e comprimento superior da maior brotação.

A concentração de BAP que induziu a maior taxa de multiplicação foi 0,25 mg.L⁻¹.

Não há necessidade da adição de regulares de crescimento no meio de cultura para formação do sistema radicular.

REFERÊNCIAS

ABRAHAMIAN, P.; KANTARAJAH, A. Effect of vitamins on *in vitro* organogenesis of plant. **American Journal of Plant Sciences**, v.2, p.669-674, 2011. DOI: 10.4236/ajps.2011.25080

ADAMS, A.N. An improved medium for strawberry meristem culture. **Journal Horticulturae Science**, n. 17, p. 263-264, 1972. DOI: 10.1080/00221589.1972.11514466

ALBERT, T.; STARAST, M.; KARP, K.; KALDMAE, H.; VOOL, E.; PAAL, T. The influence of propagation method on growth of the half highbush blueberry "Northblue". **Acta Horticulturae**, v. 812, p. 141-146, 2009. DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.812.14

AMIRI, E. M.; ELAHINIA, A. Optimization of medium composition for apple rootstocks. **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.18, p.3594-3601, 2011. DOI: 10.5897/AJB10.1945

ARAUJO, A. G; PASQUAL, M; RODRIGUES, F. A; CARVALHO, J. G de; ZAGARRA, D. Z A. Fontes de nitrogênio no crescimento *in vitro* de plântulas de *Cattleya loddigesii* Lindl. (Orchidaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 31, n. 1, p. 35-39, 2009. DOI: DOI: 10.4025/actascibiolsoci.v31i1.309

BITTENCOURT, C. C.; MATTEI, I. F.; SANT'ANNA, P. R.; LONGO, O. C.; BARONE, F. M. The productive chain of the apple in Santa Catarina: competitiveness according to production and packing house. **Revista de Administração Pública**, v.45, n.4, p.1199-1222, 2011. DOI: 10.1590/S0034-76122011000400013

BRAGA, F. T.; NUNES, C. F.; FAVERO, A. C.; PASQUAL, M.; CARVALHO, J. G. de; CASTRO, E. M de. Características anatômicas de mudas de morangueiro

micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 128-132, 2009. DOI: 10.1590/S0100-204X2009000200003

CASTILLO, A.; CABRERA, D.; RODRÍGUEZ, P.; ZOPPOLO, R.; ROBINSON, T. In vitro micropropagation of G41 apple rootstock. **Acta Horticulturae**, v.1083, n.1, p.569-576, 2015. DOI: 10.17660/ActaHortic.2015.1083.76

COSTA, A.S. da; BLANCK, M. de F.; SILVA, J. H. S.; TORRES, M. F.; SANTOS, O. N. A.; BLANCK, A. F. Multiplicação *in vitro* e indução de calos embriogênicos em híbrido de manjeriço. **Scientia Plena**, Sergipe, v.11, n.1, p.1-12, 2015.

CUMMINS, J.; ALDWINCKLE, H.; ROBINSON, T. **Apple tree rootstock named 'G.202'**. U.S. Patent Application n. 11/010,982, 15 jun. 2006. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US20060130195P1/en>. Acesso em: 24 jul. 18.

DENARDI, F.; KVITSCHAL, M.V.; BASSO, C.; BONETI, J.I.S.; KATSURAYAMA, Y. Desempenho agrônomo de porta-enxertos de macieira da série americana 'Geneva'® no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, p.104-111, 2015. DOI: 10.1590/0100-2945-438/14

FAZIO, G.; ALDWINCKLE, H.; ROBINSON, T. Unique Characteristics of Geneva® Apple Rootstocks. **New York Fruit Quarterly**, v.21, p.25-28, 2013.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. (Ed.). **Técnicas e aplicação da cultura de tecidos de plantas**. Brasília: EMBRAPA/CNPq, 2004, p. 99-169.

LEBLAY, C.; CHEVREAU, E.; RABOIN, L.M. Adventitious shoot regeneration from in vitro leaves of several pear cultivars (*Pyrus communis* L.). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.25, p.99-105, 1991. DOI: 10.1007/BF00042180

MACHADO, M. P.; BIASI, L. A.; RITTER, M.; RIBAS, L. L. F.; KOEHLER, H. S.; ZANETTE, F. Meios de cultura na micropropagação do porta-enxerto de videira "VR043-43" (*Vitis vinifera* x *Vitis rotundifolia*). **Ciência Rural**, v.37, n.1, p.277-280, 2007. DOI: 10.1590/S0103-84782007000100046

MENEGUZZI, A.; GONÇALVES, M. J.; CAMARGO, S. S.; GRIMALDI, F. WEBER, G. C.; RUFATO, L. Micropropagation of the new apple rootstock 'G. 814'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 6, p.1-5, 2017. DOI: 10.1590/0103-8478cr20160615

MOUBAYIDIN, L.; MAMBRO, R. di.; SABATINI, S. Cytokinin–auxin crosstalk. **Trends in plant science**, v.14, n.10, p.557-562, 2009. DOI:10.1016/j.tplants.2009.06.010

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiology Plantarum**, v. 15, p. 473-497, 1962. DOI:10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x

PASA, M. da S.; KATSURAYAMA, J. M.; BRIGHENTI, A. F.; FILHO, J. V. de A.; BONETI, J. I. da S. Desempenho de macieiras 'Imperial Gala' e 'Mishima Fuji' em diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.1, p.17-26, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000100003

PETRICKA, J. J.; WINTER, C, M.; BENFEY, P. N. Control of Arabidopsis Root Development. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, v.63, p.563-590, 2012. DOI: 10.1146/annurev-arplant-042811-105501

REIS, E. S.; PINTO, J. E. B. P.; ROSADO, L. D. S.; CORRÊA, R. M. Influência do meio de cultura na germinação de sementes in vitro e taxa de multiplicação de *Melissa officinalis* L. **Revista Ceres**, v.55, p.160-167, 2008.

SÍNTESE anual da agricultura de Santa Catarina 2012-2013. Florianópolis: Epagri, 2013. v.34, 178p

STREET, I. H; AMAN. S.; ZUBO, Y.; RAMZAN, A.; WANG, W.; SHAKEEL, S, N.; KIEBER, J. J.; SCHALLER, G. E. Ethylene inhibits cell proliferation of the Arabidopsis root meristema. **Plant Physiology**, v.169, p.338-350, 2015. DOI: 10.1104/pp.15.00415

ZD'ÁRSKA, M.; ZATLOUKALOVÁ, P.; BENÍTEZ, M.; ŠEDO, O.; POTEŠIL, D.; NOVÁK, O.; SVACINOVÁ, J.; PEŠEK, B.; MALBECK, J.; VAŠICKOVÁ, J.; ZDRÁHAL, Z.; HEJÁTKO, J. Proteome analysis in arabidopsis reveals shoot and root specific targets of cytokinin action and differential regulation of hormonal

homeostasis. **Plant Physiology**, v.161, p.918-930, 2013. DOI: 10.1104/pp.112.202853

VANSTRAELEN, M.; BENKOVÁ, E. Hormonal Interactions in the Regulation of Plant Development. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, v.28, p.463-487, 2012. DOI: 10.1146/annurev-cellbio-101011-155741