

Níveis de ácido indol butírico (AIB) no enraizamento *in vitro* de microestacas de mamoeiro 'Tainung 01'

Edilson Romais Schmidt¹, José Augusto Teixeira do Amaral^{2*}, Omar Schmidt³, Ruimário Inácio Coelho², Wanderson Souza Rabello³ e Sebastião Martins Filho⁴

¹Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, Espírito Santo, Brasil.

²Centro Agropecuário, Universidade Federal do Espírito Santo, Cx. Postal 16, 29500-000, Alegre, Espírito Santo, Brasil.

³Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense "Darcy Ribeiro", Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. ⁴Departamento de Estatística, Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: augusto@npd.ufes.br

RESUMO. Este trabalho teve como objetivo avaliar níveis de AIB no enraizamento *in vitro* de microestacas de mamoeiro (*Carica papaya* L. 'Tainung 01'). Ápices caulinares de plantas com 120 dias de idade foram estabelecidos e avaliados em meio MS, suplementado com complementos orgânicos constituídos de sacarose a 87,64 mM, mio-inositol a 555,06 μ M, tiamina-HCl a 0,30 μ M, piridoxina-HCl a 2,43 μ M, ácido nicotínico a 4,06 μ M e 0; 0,74; 1,48; 2,96 e 5,92 μ M de AIB, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco tubos de ensaio por parcela. Após 30 dias, avaliou-se a percentagem de enraizamento, o crescimento das microestacas, o comprimento da maior folha e a massa de calo. Observou-se que o maior percentual estimado de enraizamento ocorreu com a adição de 5,92 μ M no meio de cultivo. Apesar do maior crescimento das microestacas e da maior folha ocorrer em níveis de AIB superiores a 0,74 μ M, ocorre, concomitantemente, maior formação de calos na base das microestacas e muitas das raízes são provenientes desses calos, as quais não possuem conexões com o sistema vascular dos ramos.

Palavras-chave: *Carica papaya*, auxina, micropropagação, cultura de tecidos.

ABSTRACT. Indole butyric acid (IBA) levels in the *in vitro* rooting of microcuttings of papaya tree 'Tainung 01'. The objective of this work was to test IBA levels in the *in vitro* rooting of microcuttings of papaya tree (*Carica papaya* L. 'Tainung 01'). Apical stems of plants at 120 days of age were established and evaluated onto MS supplemented medium with organic complements constituted of sucrose at 87.64 mM, myo-inositol at 555.06 μ M, thiamin-HCl at 0.30 μ M, pyridoxine-HCl at 2.43 μ M, nicotinic acid at 4.06 μ M and treated with 0, 0.74, 1.48, 2.96 and 5.92 μ M of IBA, in a completely randomized design, with four replications. After 30 days, the percentage of rooted microcuttings, the development of microcuttings, the length of the largest leaf and callus mass were evaluated. It was observed that the largest percentage of rooting happens in the presence of IBA at 5.92 μ M during of cultivation. In spite of the fact that larger growth of microcuttings and the largest leaf happened in levels above 0.74 μ M of IBA, a larger formation of calluses happens concomitantly in the microcuttings and many of the roots are coming from those calluses, which do not possess connections with the vascular system of the shoots.

Key words: *Carica papaya*, auxin, micropropagation, tissue culture.

Introdução

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta cujo fruto tem grande importância econômica, alimentícia e social. É cultivado principalmente nos países tropicais e possui ótima aceitação no mercado internacional. A participação brasileira na produção mundial de mamão é da ordem de 24%, com um volume de 1,6 milhões de toneladas de frutos (AGRIANUAL 2006, 2006).

A micropropagação do mamoeiro ainda não é comercialmente usual, ao contrário do que tem sido

estabelecido para outras frutíferas (CATUNDA et al., 2008; NOMURA et al., 2008). May et al. (2007) conseguiram por micropropagação obter 5.000 plantas de mamoeiro hermafroditas, geneticamente homogêneas, em nível de campo. Todavia, os trabalhos de micropropagação com mamoeiro ainda estão em fase de adaptação de protocolos e precisam ser melhorados (ROHMAN et al., 2007).

No processo de micropropagação, o enraizamento é muito complexo, incluindo fatores fisiológicos, bioquímicos e biológicos (fatores

internos), que interagem com os fatores externos (MEIRA, 1999). Além disso, a complexidade é aumentada pela variabilidade genética pela multiplicidade das espécies e cultivares. Segundo Teo e Chan (1994), é mais fácil induzir enraizamento em culturas como cálam, citros e gengibre do que em mamoeiro. O sucesso do enraizamento não depende apenas do percentual de enraizamento obtido, mas também do número e da qualidade das raízes formadas (GEORGE et al., 2008).

O controle do desenvolvimento de raízes é influenciado por substâncias reguladoras de crescimento. O alongamento de raízes primárias é inibido por concentrações endógenas de auxina maiores que 10^{-8} M, enquanto que a iniciação de raízes laterais e adventícias é estimulada por altos níveis de auxina (TAIZ; ZEIGER, 2004). Fachinello et al. (2005) relatam que aumentos nas concentrações de auxina exógena aplicada na base de estacas promovem o enraizamento até certo valor, a partir do qual qualquer acréscimo tem efeito inibitório. Os autores relatam, ainda, que a formação de calo na zona de enraizamento é indesejável, pois pode afetar a qualidade das raízes, principalmente no que se refere à conexão vascular com a planta.

Os mecanismos reguladores dos níveis de auxinas livres nas células envolvem o transporte, a conjugação, a compartimentalização, a oxidação e a biossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2004). Além disso, estes autores afirmam que, em solução aquosa, a auxina é degradada pela luz visível. Assim, os níveis e os tipos de reguladores de crescimento são de grande importância no enraizamento dos explantes em meios de cultura, podendo, inclusive, influenciar a qualidade das raízes formadas. Telles e Biasi (2005) constataram que o ANA é mais eficiente na indução da organogênese direta em segmentos radiculares de caqui do que o AIA e o AIB. Todavia, em mamoeiro, Rajeevan e Pandey (1986) verificaram que as raízes formadas na presença de AIB são normais e os brotos apresentam bom crescimento, enquanto que o uso de ANA forma raízes grossas e anormais, além de causar senescência dos brotos. O AIB tem sido o fitorregulador mais utilizado na indução do enraizamento *in vitro* do mamoeiro (RAJEEVAN; PANDEY, 1986; SCHMILDT et al., 1997; ROHMAN et al., 2007). Rohman et al. (2007) avaliaram níveis de AIB no enraizamento *in vitro* de microestacas de mamoeiro, encontrando melhores respostas com $4,9 \mu\text{M}$, sem contudo citar a cultivar utilizada nos estudos. Com relação ao mamoeiro híbrido 'Tainung 01' estudos sobre o enraizamento *in vitro* foram encontrados na literatura os trabalhos de Schmildt et al. (1997) e Schmildt et al. (2007a).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o enraizamento *in vitro* de microestacas de mamoeiro 'Tainung 01' submetidas a níveis de AIB.

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUFES), localizado no município de Alegre, Estado do Espírito Santo.

Segmentos apicais de mamoeiro (*Carica papaya* L.) 'Tainung 01', geração F_1 , foram obtidos a partir de ápices caulinares de plantas com 120 dias de idade, cultivadas em casa de vegetação, e multiplicadas no Laboratório de Biotecnologia Vegetal por quatro subcultivos em meio de cultura de Murashige e Skoog (1962), suplementado com BAP (6-Benzilaminopurina) a $2 \mu\text{M}$, ANA (ácido α -naftalenoacético) a $0,5 \mu\text{M}$ e sulfato de adenina a $74,19 \mu\text{M}$. Parte dessas microestacas, em número de 100, foi padronizada em 1,5 cm de comprimento, contendo quatro folhas visíveis. Feito isso, as microestacas uniformes foram submetidas ao cultivo *in vitro*, em meio semi-sólido contendo sais de Murashige e Skoog (1962), contendo complementos orgânicos constituídos de sacarose a 87,64 mM, mio-inositol a $555,06 \mu\text{M}$, tiamina-HCl a $0,30 \mu\text{M}$, piridoxina-HCl a $2,43 \mu\text{M}$, ácido nicotínico a $4,06 \mu\text{M}$. Os tratamentos consistiram dos seguintes níveis de AIB (ácido 3-indolbutírico): 0; 0,74; 1,48; 2,96 e $5,92 \mu\text{M}$.

O meio de cultivo, com pH regulado em 5,7, foi padronizado a volumes de 20 mL, contidos em tubos de ensaio de 25 mm x 150 mm. A seguir, os tubos de ensaio contendo os meios de cultivo foram autoclavados a 121°C e à pressão de 15 lib pol⁻², durante 15 min. As microestacas foram mantidas em sala de cultura, sob lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia, fornecendo $22,8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de fluxos fotônicos fotossintéticos, fotoperíodo de 16h e temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, e cada parcela foi constituída de cinco tubos de ensaio, contendo uma microestaca em cada tubo.

Transcorridos 30 dias de cultivo, foram realizadas as avaliações relativas à porcentagem de microestacas enraizadas, alongamento das microestacas enraizadas, comprimento da maior folha em cada microestaca enraizada e massa fresca de calo, conforme Schmildt et al. (1997). Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o software SAEG (EUCLYDES, 2004), e realizados estudos de regressão por meio do Teste F (5%).

Resultados e discussão

Os níveis de AIB adicionados ao meio de cultura de ápices caulinares de mamoeiro 'Tainung 01' influenciaram significativamente a percentagem de enraizamento na base das microestacas (Figura 1). Durante a fase experimental de 30 dias, a presença de AIB no meio de cultivo ocasionou incrementos crescentes nos percentuais de enraizamento, apresentando valores estimados de 49,9; 53,54; 57,45 e 61,64%, nos níveis de 0,74; 1,48; 2,96 e 5,92 μM de AIB, respectivamente. Na ausência de AIB no meio de cultura, ocorreu o menor percentual de enraizamento. Esses resultados estão em conformidade com o protocolo estabelecido por Almeida et al. (2000), em que o meio MS suplementado com 5 μM de AIB mostrou ser o mais adequado para o enraizamento de plântulas de mamoeiro cv. Baixinho de Santa Amália. Rohman et al. (2007) notaram que a melhor produção de raízes em plântulas de mamão oriundas de gemas laterais de plantas adultas ocorreu em meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ F suplementado com 5,0 μM de AIB. Em concentrações mais elevadas de AIB (20 μM), no meio de cultivo *in vitro*, também promovem o enraizamento de brotos laterais de mamoeiro, mas as plântulas assim produzidas permanecem raquíticas (RAJEEVAN; PANDEY, 1986). Schmildt et al. (1997) observaram percentuais de enraizamento de 45%, semelhantes aos percentuais obtidos no presente estudo, com ápices caulinares de mamoeiro cv. Formosa, após 39 dias em meio MS *in vitro*, suplementado com 1 μM de AIB. Em segmentos nodais de louro-pardo, o melhor enraizamento das brotações foi obtido com 2,5 μM de AIB combinado ao carvão ativado (1,5 g L^{-1}), acrescidos ao meio de cultura (MANTOVANI et al., 2001). A adição de 3 μM de AIB proporciona melhor enraizamento *in vitro* de brotos de macieira cv. Fred Hough, adicionados ao meio de cultura MS com a concentração de sais reduzida para 50% (CENTELLAS et al., 1999).

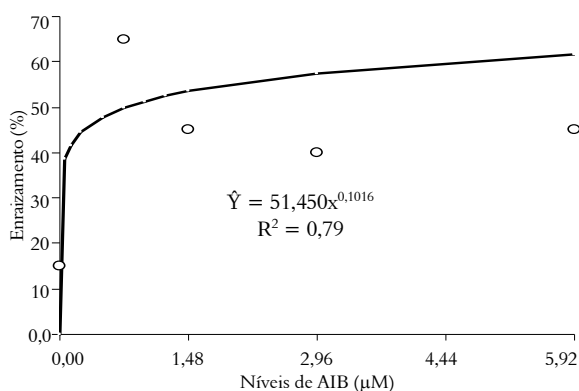


Figura 1. Percentagem de enraizamento *in vitro* de microestacas de mamoeiro 'Tainung 01' submetidas a diferentes níveis de AIB. Alegre, Estado do Espírito Santo, 2007.

A massa de calo formada na base das microestacas também foi influenciada pelos níveis de AIB presentes no meio de cultura, estabelecendo-se relação linear de primeiro grau (Figura 2). Observa-se que a maior formação de calo no cultivo *in vitro* de mamoeiro 'Tainung 01' foi de 1,14 g por ramo, ocorrida após 30 dias no nível mais elevado de AIB, de 5,92 μM . George et al. (2008) salientam que quantidades excessivas de auxina *in vitro* estimulam a produção de calo nos explantes. Maior massa de calo em ápices caulinares de mamoeiro 'Tainung 01' pode ser obtida com a utilização de 10 μM de ANA e 25 μM de cinetina (SCHMILDT et al., 2007b). Radmann et al. (2003) também observaram incrementos na formação de calo em explantes de amoreira-preta com a elevação nos níveis de AIB, o mesmo sendo observado por Rohman et al. (2007) em mamoeiro.

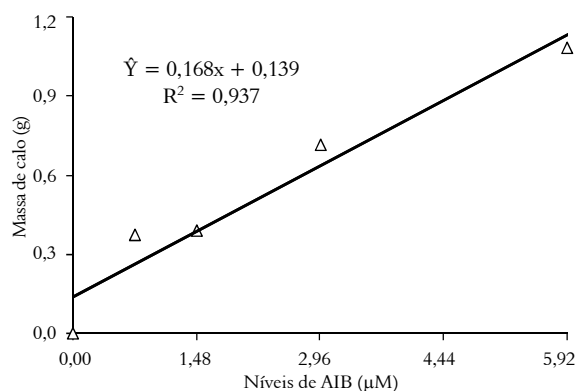


Figura 2. Massa fresca de calo na base de microestacas de mamoeiro 'Tainung 01' submetidas a diferentes níveis de AIB no enraizamento *in vitro*. Alegre, Estado do Espírito Santo, 2007.

Calo é uma massa de células não-organizadas, em crescimento desordenado e irregularmente diferenciadas. A presença de calo na base das microestacas pode afetar negativamente a rizogênese (GEORGE et al., 2008) ou a sobrevivência das plantas (ROGALSKI et al., 2003; AGNIHOTRI et al., 2004; ROHMAN et al., 2007). No entanto, quando se objetiva a micropropagação por embriogênese somática (ALMEIDA et al., 2001), ou organogênese indireta, esse incremento pode ser interessante, por esses processos estarem relacionados diretamente com a produção de calo.

No presente estudo, verificou-se que, nos níveis de 0 e 0,74 μM de AIB no meio de cultivo, não houve formação de raízes nos calos, mas nos níveis de 1,48; 2,96 e 5,92 μM de AIB, houve incremento de microestacas enraizadas a partir do calo, com valores de 10, 15 e 45%, respectivamente, as quais apresentavam geotropismo negativo (dados não

apresentados). Esse enraizamento não é interessante para trabalhos cujo objetivo é a propagação de plantas, uma vez que essas raízes surgem pela rediferenciação das células do calo e raramente possuem conexões vasculares com microestacas regeneradas de calo (GEORGE et al., 2008). Rohman et al. (2007) verificaram que acima de $7,4 \mu\text{M}$ de AIB as microestacas de mamoeiro não sobreviviam durante a aclimatização devido ao excesso de massa de calo na base das microestacas.

O crescimento em extensão das microestacas apresentou resposta significativa, de comportamento quadrático, em função dos níveis de AIB, com ponto de máximo incremento no alongamento estimado em $2,23 \text{ cm}$ para o nível de $5,2 \mu\text{M}$ de AIB (Figura 3). Rohman et al. (2007) obtiveram melhores crescimentos das microestacas de mamoeiro utilizando $7,4 \mu\text{M}$ de AIB. A concentração ótima de auxina para alongamento celular de segmentos da parte aérea está entre 10^{-6} M e 10^{-5} M (TAIZ; ZEIGER, 2004), ou seja entre $0,98$ a $9,84 \mu\text{M}$ de AIB, o que justificaria os resultados alcançados neste trabalho. Esse crescimento diferenciado se deve principalmente ao alongamento celular, em virtude da capacidade desse hormônio de promover a extensão da parede celular (TAIZ; ZEIGER, 2004).

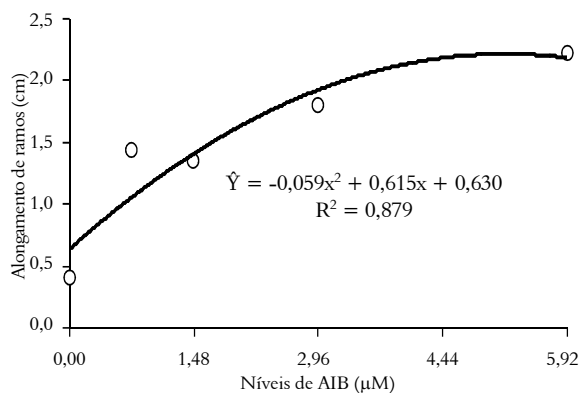


Figura 3. Incrementos do alongamento de microestacas de mamoeiro 'Tainung 01' submetidas a diferentes níveis de AIB no enraizamento *in vitro*. Alegre, Estado do Espírito Santo, 2007.

O crescimento da maior folha também foi influenciado pelos níveis de AIB no meio de cultura, estabelecendo-se uma resposta de comportamento quadrático, e o maior valor estimado ocorreu no nível de $4,32 \mu\text{M}$ de AIB, correspondendo a $1,52 \text{ cm}$ de comprimento da maior folha (Figura 4). Taxas de crescimento semelhantes foram constatadas por Schmidt et al. (1997) com ápices caulinares de

mamoeiro Formosa, pré-tratados *in vitro* com $0,98 \mu\text{M}$ de AIB, por cinco dias, em que, aos 39 dias de cultivo, o crescimento foi de $1,67 \text{ cm}$ para as microestacas remanescentes em meio de indução e de $1,79 \text{ cm}$ para aquelas transferidas para o meio de regeneração (sem AIB).

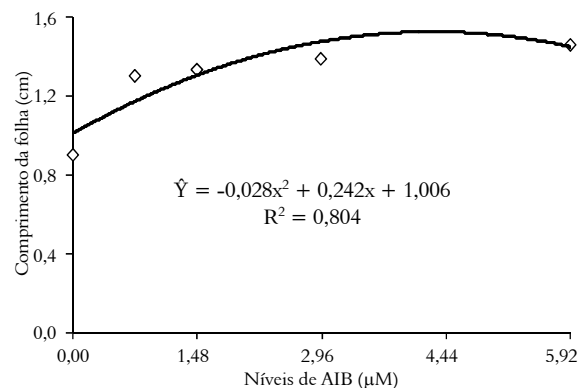


Figura 4. Comprimento da maior folha em microestacas de mamoeiro 'Tainung 01' submetidas a diferentes níveis de AIB no enraizamento *in vitro*. Alegre, Espírito Santo, 2007.

Níveis de AIB de $5,2$; $4,32$ e $5,92 \mu\text{M}$ promoveram maiores incrementos no alongamento (Figura 3), no crescimento da maior folha (Figura 4) e maiores percentuais de enraizamento (Figura 1), respectivamente, das microestacas de mamoeiro 'Tainung 01'. Drew et al. (1993) observaram que o maior percentual de enraizamento e número de raízes ocorreu com o uso de AIB a $9,84 \mu\text{M}$. No presente estudo, os níveis de AIB que proporcionaram maiores percentuais de enraizamento (Figura 1) foram menores que os resultados alcançados pelos referidos autores. Drew et al. (1993), no entanto, expuseram os brotos de mamoeiro por três dias na presença de AIB e, posteriormente, transferiram-nos para outro meio sem auxina. Neste trabalho, os brotos permaneceram durante toda a fase experimental, de 30 dias, na presença de AIB no meio de cultura. Pode ocorrer, ainda, resposta diferenciada à auxina dependendo da espécie. Schmidt et al. (1997) verificaram que a permanência de microestacas na presença de auxina afeta a iniciação e alongamento das raízes, assim como causa inibição no crescimento dos ramos de mamoeiro. Já em explantes de amoreira-preta a ausência de AIB ocasionou incrementos no número e comprimento das raízes (RADMANN et al., 2003).

Conclusão

Níveis de AIB de $5,2$; $4,32$ e $5,92 \mu\text{M}$ promovem, respectivamente, maiores incrementos no

alongamento, no crescimento da maior folha e no percentual de enraizamento de microestacas de mamoeiro 'Tainung 01'.

Aumentos nos níveis de AIB de 0 a 5,92 μM proporcionam incrementos lineares na formação de calo na base das microestacas.

Incrementos nos níveis de AIB a partir de 1,48 μM favorecem a formação de raízes provenientes de calo.

Referências

- AGNIHOTRI, S.; SINGH, S. K.; JAIN, M.; SHARMA, M.; SHARMA, A. K.; CHATURVEDI, H. C. *In vitro* cloning of female and male *Carica papaya* through tips of shoots and inflorescences. **Indian Journal of Biotechnology**, v. 3, n. 2, p. 235-240, 2004.
- AGRIANUAL 2006. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, Consultoria e Comércio, 2006.
- ALMEIDA, E. P.; OLIVEIRA, R. P.; DANTAS, J. L. L. Protocolo para a embriogênese somática do mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 10, p. 2017-2024, 2000.
- ALMEIDA, E. P.; OLIVEIRA, R. P.; DANTAS, J. L. L. Indução e desenvolvimento de calos e embriões somáticos em mamoeiro. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 51-54, 2001.
- CATUNDA, P. H. A.; MARINHO, C. S.; GOMES, M. M. de A.; CARVALHO, A. J. C. Brassinosteróide e substratos na aclimação do abacaxizeiro 'Imperial'. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 345-352, 2008.
- CENTELLAS, A. Q.; FORTES, G. R. L.; MÜLLER, N. T. G.; ZANOL, G. C.; FLORES, R.; GOTTINARI, R. A. Efeito de auxinas sintéticas no enraizamento *in vitro* da macieira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 181-186, 1999.
- DREW, R. A.; McCOMB, J. A.; CONSIDINE, J. A. Rhizogenesis and root growth of *Carica papaya* L. *in vitro* in relation to auxine sensitive phase and use of riboflavin. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 33, n. 1, p. 1-7, 1993.
- EUCLYDES, R. F. **Sistema para análises estatísticas (SAEG 9.0)**. Viçosa: Funarbe, 2004.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005.
- GEORGE, E. F.; HALL, M. A.; DE KLERK, G. J. **Plant propagation by tissue culture: volume 1. the background**. 3rd ed. Dordrecht: Springer, 2008.
- MANTOVANI, N. C.; FRANCO, E. T. H.; VESTENA, S. Regeneração *in vitro* de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel). **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 93-101, 2001.
- MAY, C. T.; GIL, F. E.; CONTRERAS, F.; SANTAMARÍA, J. M. Field performance of 100% hermaphrodite micropropagated papaya plants. **Acta Horticulturae**, v. 1, n. 748, p. 219-222, 2007.
- MEIRA, Z. Developmental and structural patterns of *in vitro* plants. In: SOH, W. Y.; BHOJWANI, S. S. (Ed.). **Morphogenesis in plant tissue cultures**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999. p. 235-254.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.
- NOMURA, E. S.; LIMA, J. D.; GARCIA, V. A.; RODRIGUES, D. S. Crescimento de mudas micropropagadas da bananeira cv. Nanicao, em diferentes substratos e fontes de fertilizantes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 359-363, 2008.
- RADMANN, E. B.; GONCALVES, E. D.; FORTES, G. R. de L. Concentrações de ácido indolbutírico e períodos de escuro, no enraizamento *in vitro* de amoreira-preta (*Rubus* sp.), cv. ébano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 124-126, 2003.
- RAJEEVAN, M. S.; PANDEY, R. M. Lateral bud culture of papaya (*Carica papaya* L.) for clonal propagation. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 6, n. 2, p. 181-188, 1986.
- ROGALSKI, M.; MORAES, L. K. A.; FELISBINO, C.; CRESTANI, L.; GUERRA, M. P.; SILVA, A. L. Aclimação de porta-enxertos de *Prunus* sp. micropropagados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 279-281, 2003.
- ROHMAN, M. M.; ISLAM, M. N.; ALAM, M. S.; AHMAD, M. R.; PAUL, T. K. Lateral bud culture of papaya (*Carica papaya*) for clonal propagation. **Biotechnology**, v. 6, n. 3, p. 339-343, 2007.
- SCHMILDT, E. R.; TEIXEIRA, S. L.; CRUZ, C. D.; COUTO, F. A. D.; LANI, E. R. G. Enraizamento de ramos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) obtidos por cultivo *in vitro* de ápices caulinares. **Revista Ceres**, v. 44, n. 253, p. 339-345, 1997.
- SCHMILDT, E. R.; AMARAL, J. A. T. do; SCHMILDT, O. Sacarose na fase de enraizamento *in vitro* de mamoeiro 'Tainung 01'. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 1, p. 25-30, 2007a.
- SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E. R.; AMARAL, J. A. T. Cinetina e ana na multiplicação *in vitro* de mamoeiro 'Tainung 01'. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 1, p. 55-60, 2007b.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- TELLES, C. A.; BIASI, L. A. Organogênese do caquizeiro a partir de ápices meristemáticos, segmentos radiculares e foliares. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 4, p. 581-586, 2005.
- TEO, C. K. H.; CHAN, L. K. The effects of agar content, nutrient concentration, genotype and light intensity on the *in vitro* rooting of papaya microcuttings. **Journal of Horticultural Science**, v. 69, n. 2, p. 267-73, 1994.

Received on July 1, 2007.

Accepted on February 18, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.