

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ATEMOIEIRA 'GEFNER' TRATADAS COM AUXINAS¹

GISELA FERREIRA², TAINARA BORTOLUCCI FERRARI³,
SHEILA ZAMBELLO DE PINHO⁴, EDSON TADASHI SAVAZAKI⁵

RESUMO-A propagação da atemoieira deve ser feita assexuadamente e, nesse contexto, a estaquia surge como alternativa. Dessa forma, objetivou-se determinar a parte do ramo de atemoieira (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) cv. 'Gefner' mais apropriada para estaquia. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3 (reguladores x tipos de estaca), com 5 repetições de 12 estacas. Os reguladores utilizados foram AIB 0,5% e ANA 0,5%, aplicados na forma de talco na base das estacas, além da testemunha. Os diferentes tipos de estacas foram retirados de 3 regiões do caule (apical, mediana e basal). As estacas tratadas foram colocadas para enraizar em bandejas de poliestireno contendo substrato comercial Plantmax[®] e levadas para câmara de nebulização intermitente, onde permaneceram durante 136 dias. As variáveis avaliadas foram: porcentagem de estacas vivas, porcentagem de estacas vivas com enraizamento, porcentagem de estacas enraizadas com folhas remanescentes, com brotações e com folhas remanescentes + brotações, porcentagem de estacas enraizadas sem folhas, número, comprimento médio e massa da matéria seca de raízes por estaca enraizada, área foliar e massa da matéria seca de folhas remanescentes e brotações. A atemoieira apresenta maior potencial para formação de mudas por estaquia empregando-se estacas apicais sem tratamento e medianas tratadas com ANA (0,5%).
Termos para indexação: propagação, tipo de estaca, *Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.

ROOTING OF ATEMOYA 'GEFNER' CUTTINGS TREATED WITH AUXINS

ABSTRACT - Atemoya propagation must be done asexually; in this context, cutting represents an alternative. This work aimed to verify the most appropriate branch part of atemoieira (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) cv. 'Gefner' for cutting. The experimental design was completely randomized, in a 3x3 factorial arrangement (plant growth regulators x cutting types), with 5 replicates of 12 cuttings. The plant growth regulators IBA 0.5% and NAA 0.5% were applied as talc in the base of cuttings, besides the control. The different cutting types were taken from three stem regions (apical, medial and basal). The treated cuttings were placed in polystyrene trays containing Plantmax[®] commercial substrate to allow rooting and taken to an intermittent mist chamber, where they were kept for 136 days. The assessed variables were: percentage of live cuttings; percentage of live cuttings with rooting; percentage of rooted cuttings with remaining leaves, sprouts, and remaining leaves + sprouts; percentage of rooted cuttings without leaves; root number, average length and dry matter mass per rooted cutting; leaf area; and dry matter mass of remaining leaves and sprouts. Atemoya presents higher potential for seedling production using apical cuttings without treatment and medial cuttings treated with NAA (0.5%).

Index Terms: propagation, cutting type, *Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.

INTRODUÇÃO

A atemoieira é um híbrido interespecífico entre *Annona cherimola* Mill. e *Annona squamosa* L. que deve ter propagação feita assexuadamente para garantir suas características genéticas. Dentre os métodos, utiliza-se convencionalmente a enxertia por a borbulhia ou a garfagem (Tokunaga, 2000), embora até o momento não tenha sido encontrado porta-enxerto com todas as características desejadas (Kavati, 1992). A estaquia surge como alternativa, tanto para produção de porta-enxerto (Bettiol Neto et al., 2006) como para produção de muda da cultivar-copa (Ferreira & Cereda, 1999; Stenzel, 1997).

No entanto, apesar de suas vantagens, a estaquia necessita de alguns cuidados, como a definição correta do ramo a ser coletado e a posição da retirada da estaca nesse ramo.

Esses fatores induzem grande variação no enraizamento das estacas e conseqüente desenvolvimento das mudas (Hartmann et al., 2002). De forma geral, sabe-se que estacas caulinares colhidas da parte apical do ramo têm menor grau de lignificação, células meristemáticas com metabolismo mais ativo e ausência ou menor quantidade de compostos fenólicos, o que facilita o enraizamento e o brotamento (Hartmann et al., 2002).

A capacidade, portanto, de a estaca emitir raízes é uma função da interação de fatores endógenos e das condições ambientais proporcionadas ao enraizamento. Tem sido observado que a formação de raízes adventícias deve-se à interação de fatores existentes nos tecidos, como os níveis de carboidratos, água, nutrientes minerais e fitormônios e à translocação de substâncias sintetizadas nas folhas e gemas em desenvolvimento (Fachinello et al., 1995; Taiz & Zeiger, 2006).

O grupo de reguladores vegetais usado com maior

¹(Trabalho 029-08). Recebido em: 28-01-2008. Aceito para publicação em: 29-07-2008.

²Professora Doutora, Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu-SP. E-mail: gisela@ibb.unesp.br

³Bióloga, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu-SP. E-mail: tainara@ibb.unesp.br

⁴Professora Doutora, Departamento de Bioestatística, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu-SP. E-mail: sheila@ibb.unesp.br

⁵Engenheiro Agrônomo, CATI / Lins

freqüência para o enraizamento é o das auxinas, as quais são sintetizadas em gemas apicais e folhas jovens (Hartmann et al., 2002). De acordo com Figueiredo et al. (1995), as auxinas estimulam a divisão celular, modificações da parede celular e a atividade enzimática. Segundo Fachinello et al. (1995), uma das formas mais comuns de favorecer o balanço hormonal para o enraizamento é a aplicação exógena de auxinas, como o ácido indolbutírico (AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA).

Com relação à estaquia das Anonáceas, Sanewski (1991) relata que o AIB sob diferentes formas pode ser usado para o enraizamento de estacas de atemoieira. Sampaio (1992), referindo-se a Bankar (1989), relatou que houve 26,4% de enraizamento de estacas de *Annona squamosa* L. com a utilização de 3.000 mg L⁻¹ de AIB. Casas et al. (1984) não obtiveram sucesso com o uso de fitorreguladores no enraizamento de estacas de graviroleira (*Annona muricata* L.). Em trabalho realizado com araticum-de-terra-fria (*Rollinia sp.*) e araticum-mirim (*Rollinia emarginata* Schltdl.) tratados com 1.000, 2.000 e 3.000 mg L⁻¹ de AIB, Bettiol Neto et al. (2006) observaram que quanto maior a concentração, maior a porcentagem de enraizamento para araticum-de-terra-fria, enquanto para araticum-mirim, o AIB não influenciou no enraizamento. Ferreira & Cereda (1999) realizaram trabalho com enraizamento de estacas apicais e medianas de atemoieira nos substratos Plantmax® e vermiculita, e com AIB e ANA, e observaram que estacas medianas plantadas em Plantmax® apresentaram as maiores porcentagens de enraizamento.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi determinar a parte do ramo da atemoieira (*Annona cherimola* Mill. e *Annona squamosa* L.) 'Gefner' mais apropriada para estaquia, com uso de auxinas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, da Unesp, Botucatu-SP, com material vegetal obtido em pomar comercial no município de Lins-SP, Brasil.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3 (reguladores vegetais x tipos de estaca), com nove tratamentos e cinco repetições de 12 estacas por parcela. Os reguladores empregados foram as auxinas: ácido indolbutírico (AIB 0,5%), ácido naftalenoacético (ANA 0,5%) e a testemunha (sem regulador). As estacas foram retiradas durante o verão (janeiro), de árvores com cinco anos de idade, cujos ramos haviam sido formados na última estação vegetativa (ramos do ano). Os ramos que possuíam entre 80 e 100cm de comprimento foram fracionados em estacas apicais, medianas e basais, com 12 a 15cm de comprimento, nas quais foram mantidas duas folhas expandidas por estaca, além do ápice meristemático nas apicais. As bases de cada um dos tipos de estaca foram mergulhadas (cerca de 2 cm) em recipientes com os reguladores na forma de talco, e a testemunha (sem regulador), plantada diretamente no substrato.

Foram empregadas bandejas de poliestireno contendo 72 células (138cm x 12cm), preenchidas com substrato comercial Plantmax® e mantidas em câmara de nebulização intermitente. A

câmara de nebulização foi controlada por temporizador regulado para dez segundos de nebulização, em intervalos de quatro minutos entre as nebulizações no 1º mês e com intervalos de oito minutos até o final do experimento.

Aos 136 dias, realizaram-se a avaliação do experimento e os cálculos das seguintes variáveis: porcentagem de estacas sobreviventes, porcentagem de estacas sobreviventes enraizadas, porcentagem de estacas sobreviventes com calos, comprimento e número médio de raiz por estaca enraizada, massa da matéria seca de raízes por estaca enraizada, porcentagem de estacas enraizadas com folhas remanescentes, porcentagem de estacas enraizadas com brotações, porcentagem de estacas enraizadas com folhas remanescentes + brotações, massa da matéria seca e área foliar de brotações, e massa da matéria seca e área foliar de folhas remanescentes, porcentagem de estacas enraizadas sem folhas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Para os dados em porcentagem, foi utilizada a transformação arco-seno da raiz quadrada de x/100 (Pimentel-Gomes, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se interação significativa entre tipos de estacas e reguladores vegetais para as variáveis porcentagem de estacas sobreviventes, sobreviventes com enraizamento, sobreviventes com calos, comprimento, número e massa da matéria seca de raiz por estaca enraizada.

As maiores porcentagens de estacas sobreviventes (Figura 1A) foram as apicais tratadas com ANA (95%), AIB (98,33%) e sem tratamento (88,33%), o que não diferiu das medianas tratadas com ANA (78,33%) e das basais sem nenhum regulador (70%). A partir das estacas sobreviventes, observou-se 80% de enraizamento nas estacas apicais tratadas com ANA, 96,67% com AIB e 80% nas que não foram tratadas (testemunha) e ainda 68,33% nas medianas tratadas com ANA (Figura 1B). Essas porcentagens diferem significativamente das estacas basais tratadas com AIB (26,67%) e ANA (36,67%), e das medianas tratadas com AIB (43,33%), que apresentaram as menores porcentagens de enraizamento (Figura 1B). Resultados semelhantes foram obtidos por George & Nissen (1983), citados por Ferreira & Cereda (1999), que observaram maior porcentagem de enraizamento em estacas apicais de atemoieira 'Pink's Mammoth' e 'African Pride' com 2.000 mg L⁻¹ de AIB. Os autores sugerem que houve maior porcentagem de enraizamento em estaca apical porque materiais com menor grau de lignificação apresentam condições fisiológicas adequadas para a emissão de novas estruturas, como raízes adventícias. No entanto, verifica-se, neste trabalho, que estacas medianas também podem ser empregadas para propagação de atemoieira 'Gefner', desde que submetidas a tratamentos específicos, com ANA (0,5%), o que promoveria respostas semelhantes às das estacas apicais. Por outro lado, o uso de estacas basais encontra restrições por ser material mais adulto, com maior dificuldade de enraizamento e, portanto, talvez necessite de maiores concentrações de auxina para a promoção do enraizamento.

Esses resultados discordam parcialmente dos encontrados por Ferreira & Cereda (1999) em experimento realizado com estacas medianas e apicais de atemoieira em diferentes substratos (Plantmax® e vermiculita) e com reguladores vegetais (AIB e ANA), uma vez que os autores verificaram que estacas medianas apresentaram maiores porcentagens de enraizamento do que as apicais em ambos os substratos, mas os reguladores não promoveram diferenças significativas.

Observa-se que estacas apicais tratadas com AIB apresentaram a menor porcentagem de calos (1,67%) (Figura 1C). Porém, essa baixa porcentagem não significou diminuição da porcentagem de estacas enraizadas, uma vez que se verificou 96,67% de enraizamento (Figura 1B).

O calo aparece quando os tecidos do floema e xilema são lesionados, o que resulta em posterior formação de um tecido de cicatrização, constituído por um aglomerado de células desorganizadas, parenquimatosas e em diferentes etapas de lignificação (Fachinello et al., 1995). Desse modo, os resultados encontram embasamento nas afirmações de Hartmann et al. (2002) e Fachinello et al. (2005), de que as raízes aparecem freqüentemente após a formação de calos, como também podem ser processos independentes em função das condições endógenas da estaca e do ambiente no qual se desenvolve e, ainda, ocorrerem simultaneamente, por envolverem processos de divisão celular, o que justifica o fato da obtenção de estacas enraizadas com e sem calos.

O comprimento de raízes por estaca enraizada (Figura 2A) não diferiu entre estacas apicais e medianas tratadas com AIB (10,9cm e 7,52cm) e ANA (7,61cm e 7,49cm), porém esses resultados diferiram de estacas basais tratadas com AIB (2,33cm). Quando não se empregaram os reguladores (testemunha), as estacas apicais apresentaram maior comprimento de raízes. Assim, verifica-se que tanto estacas apicais como medianas apresentaram bom desenvolvimento radicular, o que pode ser confirmado ao se observar o número médio de raízes por estaca enraizada (Figura 2B).

Verifica-se que, na ausência dos reguladores, as estacas apicais apresentam maior número de raízes por estaca enraizada (5,31) (Figura 2B), o que diferiu das medianas (3,59), mas não das basais (4,51). Com o uso de ANA as estacas medianas apresentaram número de raízes significativamente maior do que das apicais e basais (5,62; 4,16 e 4,21, respectivamente). Em contrapartida, o AIB não alterou o número de raízes nas estacas apicais e medianas (5,48 e 4,82), reduzindo nas basais (3,32).

Quanto à massa da matéria seca de raízes por estaca enraizada (Figura 2C), que auxilia na avaliação do vigor da muda, verifica-se que ANA foi prejudicial para estacas apicais com redução da massa da matéria seca em relação à testemunha (0,0371g e 0,0509g, respectivamente) e ao AIB (0,066g). Nas estacas medianas e basais, não foram observadas diferenças entre os reguladores. No entanto, estacas medianas e basais tratadas com ANA não diferiram significativamente entre si nem do tratamento que promoveu a maior massa da matéria seca de raízes em estacas apicais, que foi o AIB.

Observando-se conjuntamente os resultados do sistema radicular, nota-se que, dependendo do tipo de estaca a ser

empregada na produção das mudas, haverá necessidade de tratamentos específicos para atingir os níveis desejados de enraizamento. Neste contexto, os resultados assemelham-se aos de Ferreira & Cereda (1999), que verificaram que estacas apicais e medianas não diferiram quanto ao desenvolvimento do sistema radicular quando plantadas em substrato Plantmax® e que a vermiculita prejudicava o enraizamento das estacas apicais.

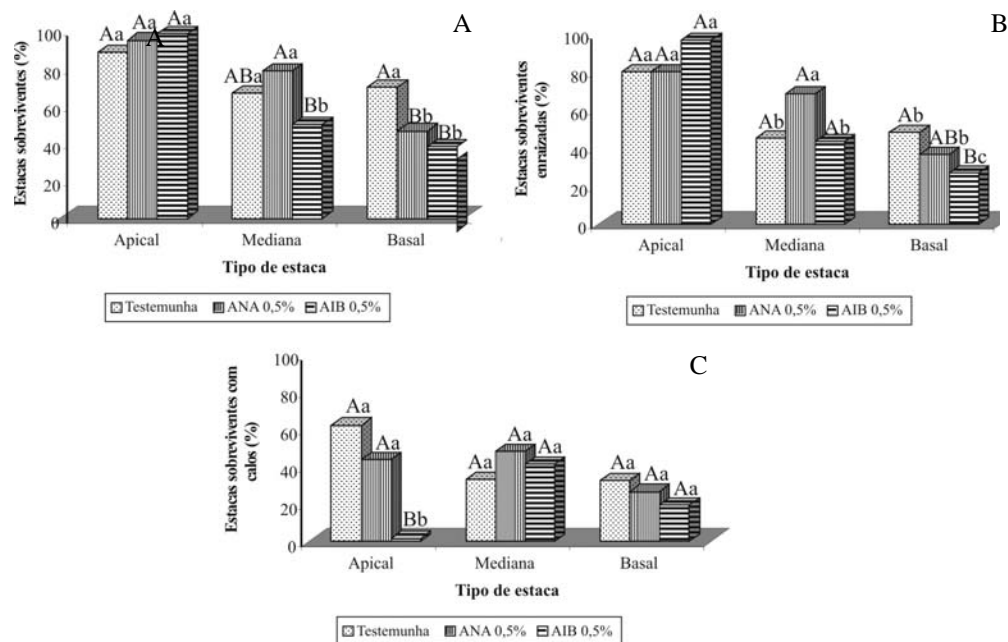
Os dados referentes à porcentagem de estacas enraizadas com folhas remanescentes (Figura 3A), com brotações (Figura 3B) e com folhas remanescentes + brotações (Figura 3C), massa da matéria seca de brotações (Figura 4A) e área foliar de brotações (Figura 4B) por estaca enraizada não apresentaram interações significativas entre tipos de estaca e reguladores, somente em relação aos tipos de estaca. Quanto às estacas enraizadas sem folhas, massa da matéria seca e área foliar de folhas remanescentes, nenhum dos tratamentos promoveu diferença significativa e, portanto, os dados não estão apresentados.

Na Figura 3A, verifica-se que as estacas apicais apresentaram os maiores valores (67,1%) para a porcentagem de estacas enraizadas com folhas remanescentes, em relação às medianas (30,8%) e basais (30,74%), enquanto o inverso é observado quando se refere à porcentagem de estacas enraizadas com brotações (Figura 3B), obtendo-se 7,15%, 55,24% e 57,4% para estacas apicais, medianas e basais, respectivamente. Observa-se ainda, na Figura 3C, que pequenas porcentagens de estacas apicais (15,18%), medianas (4,13%) e basais (11,79%) que enraizaram, mantiveram suas folhas e ainda emitiram brotações.

Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que, nas estacas apicais, devido a maiores concentrações endógenas de auxinas, a dominância apical foi mantida, conforme sugerem Hartmann et al. (2002), o que inibiu as brotações laterais e promoveu maior enraizamento. Nas estacas nas quais o ápice foi eliminado (medianas e basais), ocorreu maior número de brotações devido a alterações no balanço hormonal, porém não impediu o enraizamento (Figura 3B).

As massas da matéria seca de brotações (Figura 4A) das estacas medianas e basais ratificam essas informações, já que apresentaram os maiores valores (0,16g e 0,18g, respectivamente) e diferiram de estacas apicais (0,06g). Da mesma forma, estacas medianas (30,803cm²) e basais (30,735cm²) também apresentaram diferença significativa das apicais (10,609cm²) para área foliar de brotações (Figura 4B).

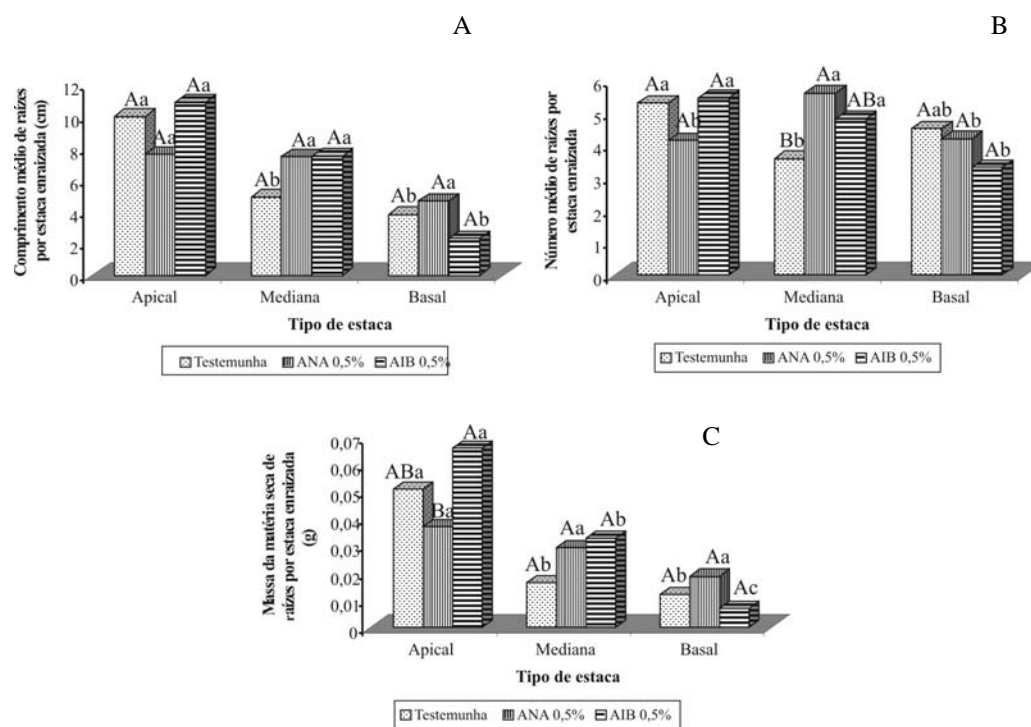
A relação entre a manutenção de folhas e o enraizamento pode ser confirmada por Van Overbeek et al. (1946), uma vez que as folhas são fonte de auxinas e nutrientes para a formação de raízes nas estacas. Da mesma forma, Wilkins et al. (1995) acrescentam que a prevenção da morte das folhas pode aumentar significativamente o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular. Neste caso, a emissão de brotações antes do início do enraizamento seria prejudicial, mas quando isso ocorre após o enraizamento, significa capacidade de regeneração da planta, o que foi observado neste experimento e também confirmado por Ferreira & Cereda (1999).



* Médias seguidas de letras maiúsculas iguais entre reguladores e minúsculas iguais entre tipos de estacas não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

- CV estacas sobreviventes: 3,71% - CV estacas enraizadas: 5,06% - CV estacas com calos: 12,74%

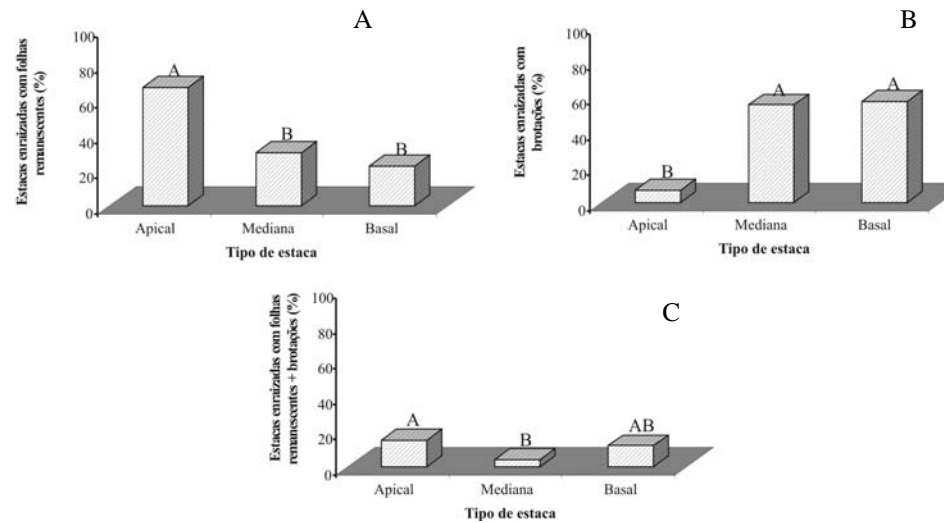
FIGURA 1- Porcentagem de estacas de atemoieira (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) 'Gefner' sobreviventes (A), sobreviventes enraizadas (B) e enraizadas com calos (C) retiradas de diferentes posições do ramo.



*Médias seguidas de letras maiúsculas iguais entre reguladores e minúsculas iguais entre tipos de estacas não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

- CV comprimento de raiz: 12% - CV número de raiz: 6,55% - CV massa da matéria seca de raiz: 17,05%

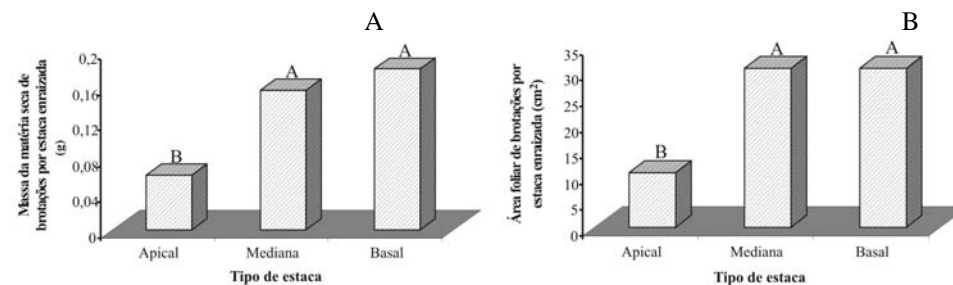
FIGURA 2- Comprimento médio (A), número médio (B) e massa da matéria seca (C) de raízes por estaca enraizada de atemoieira (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) 'Gefner' retiradas de diferentes posições do ramo.



*Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

- CV estacas com folhas remanescentes: 12,33% - CV estacas com brotações: 10,30% - CV estacas com folhas remanescentes + brotações: 32,40%

FIGURA 3- Porcentagem de estacas de atemoieira (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) 'Gefner' enraizadas com folhas remanescentes (A), com brotações (B) e com folhas remanescentes + brotações (C) retiradas de diferentes posições do ramo.



*Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

- CV massa da matéria seca de brotações: 17,20% - CV área foliar de brotações: 16,57%

FIGURA 4- Massa da matéria seca (A) e área foliar (B) de brotações por estaca enraizada de atemoieira (*Annona cherimola* Mill. x *Annona squamosa* L.) 'Gefner', retiradas de diferentes posições do ramo.

CONCLUSÃO

Para a formação de mudas de atemoieira 'Gefner' por estaquia, podem ser empregadas estacas apicais sem nenhum tratamento e medianas tratadas com ANA (0,5%), no intuito de garantir maior aproveitamento do material vegetal.

REFERÊNCIAS

BETTIOL NETO, J.E.; PIO, R.; BUENO, S.C.S.; BASTOS, D.C.; SCARPARE FILHO, J.A. Enraizamento de estacas dos porta-enxertos araticum-de-terra-fria (*Rollinia* sp.) e araticum-mirim (*Rollinia emarginata* Schltdl.) para Anonáceas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1077-1082, 2006.

CASAS, M.H.; VICTÓRIA, S.M.A.; ZARATE, R.R.D. Preliminary

trials on sexual and asexual propagation of soursop (*Annona muricata* L.). **Acta Agronomica**, Palmira, v.4, p.66-81, 1984.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMAN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 179 p.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.69-109.

FERREIRA, G.; CEREDA, E. Efeito da interação entre fitorreguladores, substratos e tipos de estacas no enraizamento de atemoieira (*Annona cherimola* Mill x *A. squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.21, n.1, p.79-83, 1999.

- FIGUEIREDO, S.L.B.; KERSTEN, E.; SCHUCH, M.W. Efeito do estiolamento parcial e do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.167-171, 1995.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, R.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation**: principles e practices. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.
- KAVATI, R. O cultivo da atemóia. In: DONADIO, L.C.; MARTINS, A.B.G.; VALENTE, J.P. **Fruticultura tropical**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.39-70.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- SANEWSKI, G.M. **Custard apples**: cultivation and crop protection. Brisbane: Queensland Department of Primary Industries, 1991. 103p.
- SAMPAIO, V.R. Propagação das frutíferas tropicais. In: DONADIO, L.C. (Ed). **Fruticultura tropical**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p.233-245.
- STENZEL, N.M.C. A cultura da atemóia no Estado do Paraná. In: SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I.V.B.; MORAIS, O.M.; REBOLÇAS, T.N.H. **Anonáceas, produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimóia)**. Vitória da Conquista: DFZ/ UESB, 1997. p.307-308.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4th ed. Massachussetts: Sinauer Associates, 2006. 705p.
- TOKUNAGA, T. **A cultura da atemóia**. Campinas: CATI, 2000. 80p.
- VAN OVERBEEK, J.; GORDON, S.A.; GREGORY, L.E. An analysis of the function of the leaf in the process of root formation in cuttings. **American Journal of Botany**, Lancaster, v.33, p.100-107, 1946.
- WILKINS, L.C.; GRAVES, W.R.; TOWNSEND, A.M. Development of plants from single-node cuttings differs among cultivars of red maple and freeman maple. **Hortscience**, Alexandria, v.30, n.2, p.360-362, 1995.