

# Indução de brotação apical em mudas provenientes de sementes e do enraizamento de estacas de mangostãozeiro

Larissa Alexandra Cardoso Moraes<sup>1\*</sup>, Terezinha Batista Garcia<sup>1</sup>, Nelcimar Reis Sousa<sup>1</sup> e Adônias Moreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Amazônia Ocidental, Cx. Postal, 319, 69011-970, Manaus, Amazônia, Brasil. <sup>2</sup>Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: larissa.moraes@cpa.embrapa.br

**RESUMO.** Com objetivo de induzir a brotação apical de mudas de mangostãozeiro, foi realizado um experimento que consistiu na aplicação de dois reguladores de crescimento: cinetina (0, 100 e 400 mg L<sup>-1</sup>) e giberelina (50 mg L<sup>-1</sup>), e outros dois experimentos para obtenção de estacas enraizadas: a) aplicação de ácido-indol-3-butírico nas concentrações de 0, 100, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup> e b) aplicação de ácido  $\alpha$  naftaleno acético na concentração de 6000 mg L<sup>-1</sup>. Nesses ensaios foram utilizadas estacas maduras provenientes de ramos ortotrópicos. Os resultados indicaram a possibilidade do uso de reguladores para a obtenção de porta-enxertos mais uniformes e com menor tempo de formação, e apesar da baixa taxa de enraizamento, a obtenção de mudas de estacas enraizadas de mangostãozeiro obtida com fitormônios apresenta grande potencial, equivalendo em tamanho a uma muda de um ano proveniente de sementes apomíticas.

**Palavras-chave:** *Garcinia mangostana* L., fitohormônios, fitoreguladores.

**ABSTRACT. Induction of apical bud sprouting in seedlings and rooting of cuttings of mangosteen.** With the objective to induce apical bud sprouting in young mangosteen seedlings an experiment was carried out with the application of the plant growth regulators kinetin (0, 100 and 400 mg L<sup>-1</sup>) and gibberellin GA<sub>4+7</sub> (50 mg L<sup>-1</sup>). To obtain rooted cuttings two other experiments were performed: a) application of indolbutyric acid at the concentrations of 0, 100, 500 and 1000 mg L<sup>-1</sup> and b) application of  $\alpha$  naphthaleneacetic acid, at 6000 mg L<sup>-1</sup>. In these trials cutting from orthotropic branches were utilized. The results indicated the possibility of using plant growth regulators to obtain more uniform root stocks in a shorter nursery stage and, despite the low percentage of rooting the planting material obtained from cuttings has a great practical potential, since the size of the rooting cuttings is equivalent to that of one year old seedlings.

**Key words:** *Garcinia mangostana* L., phytohormones, phyto regulators.

## Introdução

O mangostãozeiro (*Garcinia mangostana* L. - Clusiaceae) é uma árvore frutífera, nativa das Ilhas de Sunda e da Península da Malásia, sendo cultivado em todo sudeste Asiático (Richards, 1990). A espécie está adaptada às condições de clima quente e úmido, com chuvas abundantes e bem distribuídas durante o ano, condições estas semelhantes às encontradas na região Amazônica (Muller *et al.*, 1995). O fruto é muito apreciado, devido à suavidade de seu sabor, e encontra amplo mercado na Europa e nos Estados Unidos, onde é comercializado com valor de rara “*delicatessen*”. A vida de prateleira dos frutos, sob as condições de ambiente natural, é de duas semanas, e sua produção no hemisfério sul coincide com a entressafra do Sudeste da Ásia, principal região produtora, situada no hemisfério norte (Moraes *et al.*, 2006).

A expansão de seu cultivo em áreas não tradicionais, como a Amazônia, tem sido limitada pelo período para o preparo de mudas (dois anos), obtidas de sementes, e pelo longo período, normalmente de dez ou mais anos, para o início da produção de frutos. Essa fase de produção pode ser reduzida para cinco anos pela utilização de mudas obtidas por meio da enxertia tipo garfagem em fenda cheia (Moraes e Garcia, 1998).

A propagação do mangostãozeiro em cultivos comerciais ocorre, principalmente, por sementes, sendo que nessa espécie a formação se dá por apomixia (ou agamosperma), que consiste na produção de sementes na ausência de polinização (Richards, 1990); portanto, as mudas são geneticamente idênticas. Apesar disso, ocorre uma variação no crescimento inicial das mudas de mangostãozeiro, certamente atribuída a efeitos não genéticos.

O crescimento lento das mudas provenientes de sementes apomíticas é atribuído à ausência de raízes capilares e ao pouco desenvolvimento de raízes laterais (Verheij e Coronel, 1992). Como as pontas das raízes em crescimento são fontes de citocininas (Taiz e Zeiger, 2004) e de giberelinas (Yaxley *et al.*, 2001), no presente trabalho, foi explorada a possibilidade de o crescimento lento, em função da reduzida expansão do sistema radicular, não ser devido apenas à restrição da absorção de água e nutrientes minerais, mas também ao baixo suprimento desses fitohormônios para a indução de brotação da gema apical.

Em outras espécies, estudos sobre o efeito de reguladores de crescimento como as giberelinas e as citocininas, indicam que essas substâncias apresentam papel fundamental na regulação da brotação e do crescimento das gemas laterais, aumentando o número de brotação de gemas dormentes e o tamanho dos ramos formados a partir dessas gemas (Allan e MacMillan, 1991; Taiz e Zeiger, 2004). Lang (1996) indica que a dormência das gemas em cerejeira pode ser quebrada tanto pela aplicação de citocininas como de giberelinas. Em muitas culturas, a técnica de enraizamento de estacas tem sido utilizada para solucionar diversos problemas, como dificuldade de obtenção de falsas sementes (agamospermia) de algumas espécies apomíticas, uniformização do material vegetal, bem como redução das etapas de desenvolvimento das plantas (Hartman *et al.*, 1990).

Visando à redução do tempo de envehecimento e à redução da desuniformidade de porta-enxertos, foi instalado um ensaio do efeito da cinetina e das giberelinas GA<sub>4+7</sub>, na indução da brotação das gemas apicais, a fim de verificar a possibilidade da obtenção de estacas enraizadas com o uso de auxinas, sob nebulização intermitente foi também testada em dois ensaios exploratórios.

### Material e métodos

Os experimentos foram realizados em condições de viveiro, no campo experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado nas coordenadas geográficas 3°8'S e 59°52'W, município de Manaus, Estado do Amazonas. O clima predominante é o tropical úmido, tipo Afi, pela classificação de Köppen, apresentando chuvas relativamente abundantes durante todo o ano (média de 2.250 mm) – a quantidade no mês de menor precipitação é sempre superior a 60 mm. A temperatura média encontrada na região é de, aproximadamente, 26°C (Vieira e Santos, 1987).

### Indução de brotação da gema apical

Foram coletados frutos em árvore com 15 anos de idade (planta matriz). Em seguida, as sementes foram retiradas e colocadas para germinar em sementeira umedecida, contendo areia lavada. Após a germinação e a emissão de um par de folhas, as plântulas mais vigorosas foram selecionadas para plantio em sacos de polietileno com 25 litros de capacidade.

Inicialmente, determinou-se a periodicidade de brotação da gema apical em 630 mudas selecionadas, conduzidas em viveiro com sombreamento de 50%. O substrato utilizado foi uma mistura de terriço+areia+esterco de galinha poedeira curtido, na proporção de 5:1:1/2. Para cada 100 litros dessa mistura, foram acrescentados 200 gramas de superfosfato triplo (37% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 100 g de calcário (26 dag kg<sup>-1</sup> de CaO, 12 dag kg<sup>-1</sup> de MgO e PRNT = 85%) e 50 gramas de KCl (58% de K<sub>2</sub>O). As mudas foram irrigadas diariamente por nebulização, a fim de repor a água perdida por transpiração e evaporação. A cada 60 dias após o plantio, as mudas receberam adubação foliar com uma solução contendo 0,4 mg L<sup>-1</sup> de B, Cu, Mn e Zn.

Os tratamentos dispostos em delineamento inteiramente ao acaso foram usados para a quebra da dormência das gemas, ou seja, cinetina nas doses de 0, 100 e 400 mg L<sup>-1</sup> e giberelina (GA<sub>4+7</sub> – hormônio utilizado para enraizamento de estacas de guaranazeiro) na dose de 50 mg L<sup>-1</sup>, aplicados em 10 mudas (repetição) por tratamento, com seis meses de idade. Cada regulador foi diluído em solução de etanol 46% e carbowax 8%. Foram realizadas duas aplicações da solução diretamente na gema apical das mudas, em um intervalo de sete dias. A avaliação foi efetuada 15 dias após a última aplicação pela contagem das brotações das gemas, sendo, posteriormente, os dados convertidos em porcentagem e comparados por meio do contraste entre médias, utilizando o teste de Tukey a 5% de significância (Pimentel Gomes e Garcia, 2002).

### Obtenção de estacas enraizadas de mangostãozeiro com o uso de auxinas sob nebulização intermitente

Do mesmo modo do experimento anterior, neste ensaio de enraizamento, foram utilizadas estacas originadas da mesma planta matriz, com aproximadamente 15 anos de idade. Em uma primeira fase, foram retiradas 60 estacas maduras de ramos ortotrópicos, providas de lançamentos antigos (cerca de um ano de idade), apresentando uma gema e um par de folhas cortadas ao meio. O comprimento médio das estacas situou-se em torno de 15 cm e o diâmetro médio de 6,0 mm.

A aplicação dos tratamentos consistiu da imersão rápida da ponta das estacas em soluções de ácido-indol-3-butírico (AIB), com 99% de pureza, em forma de solução, nas concentrações de 0, 100, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup>, utilizando-se cinco estacas para cada tratamento, em delineamento inteiramente casualizado com três repetições.

As estacas foram postas para enraizar em viveiro com nebulização intermitente, em canteiro com 1,2 m de largura e 3 m de comprimento, contendo como substrato areia lavada. Como avaliação, foram feitas inspeções mensais em todas as estacas registrando-se a percentagem de enraizamento do quinto ao sexto mês. Depois de enraizadas, estas foram colocadas em sacos de polietileno com dimensões de 40 x 40 cm e 0,15 mm de espessura, com capacidade para 25 quilogramas, tendo como substrato uma mistura de terriço, areia e esterco de galinha curtido, na proporção de 5:1:1/2.

Na segunda fase, foram retiradas 60 estacas maduras, providas de lançamentos recentes da mesma planta adulta (planta matriz), apresentando as mesmas características das estacas da fase anterior. Os tratamentos constituíram-se na testemunha e na imersão rápida das estacas em uma solução contendo ácido  $\alpha$  naftaleno acético (ANA), com 20% de pureza, em uma concentração de 6000 mg L<sup>-1</sup>. Neste experimento, foram utilizadas dez estacas para cada tratamento, com três repetições. As estacas foram postas para enraizar nas mesmas condições anteriores, recebendo os mesmos cuidados após o enraizamento.

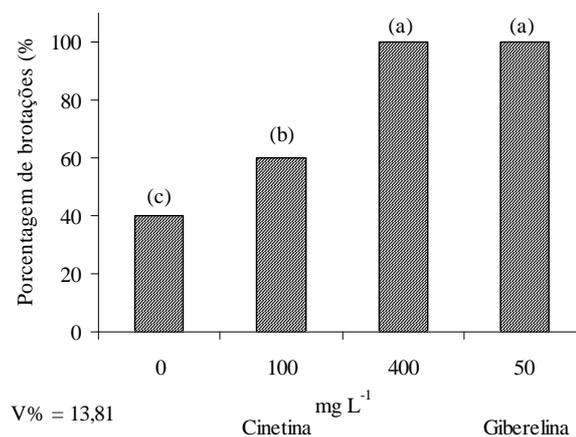
As plantas enraizadas foram convertidas em porcentagem e, conforme o tratamento, analisadas por meio de análise de variância, teste F, regressão (5% de significância) e comparação de contrastes entre médias, com o teste t com 5% de significância (Pimentel Gomes e Garcia, 2002).

## Resultados e discussão

Observou-se que os pares de folhas que brotam da gema apical levam de 19 a 28 dias para atingir a maturidade, no entanto uma nova brotação pode ocorrer entre 5 e 44 dias. Esse comportamento fenológico indica a ocorrência de uma variação na velocidade de crescimento das mudas de mangostãozeiro, apesar da uniformidade genética proporcionada pela apomixia obrigatória (Richards, 1990).

Verificou-se também que, no intervalo de 15 dias, as porcentagens de brotações de gemas foram estatisticamente diferentes, apresentando valores de 40, 60, 100 e 100% para as doses 0, 100 e 400 mg L<sup>-1</sup> de cinetina e 50 mg L<sup>-1</sup> de giberelina,

respectivamente (Figura 1). Houve, portanto, um aumento progressivo do número de gemas brotadas nos tratamentos com cinetina em relação à testemunha. Tal efeito observado pode ser explicado pela habilidade das citocininas em induzir a divisão celular, sendo seu principal sítio de biossíntese na planta o ápice radicular (Davis, 1995).

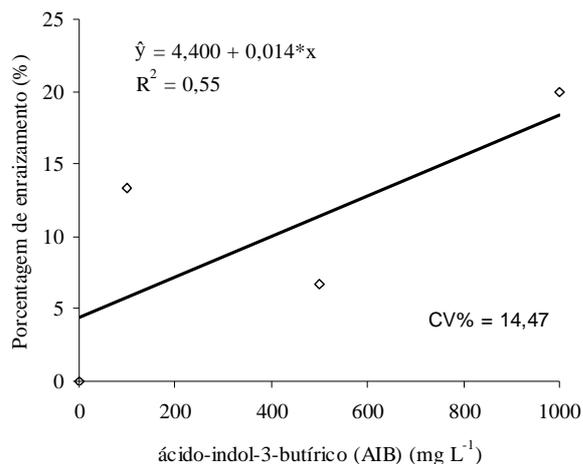


**Figura 1.** Porcentagem de brotações de gemas de mangostãozeiro em função da aplicação de cinetina e giberelina (n = 10 mudas). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

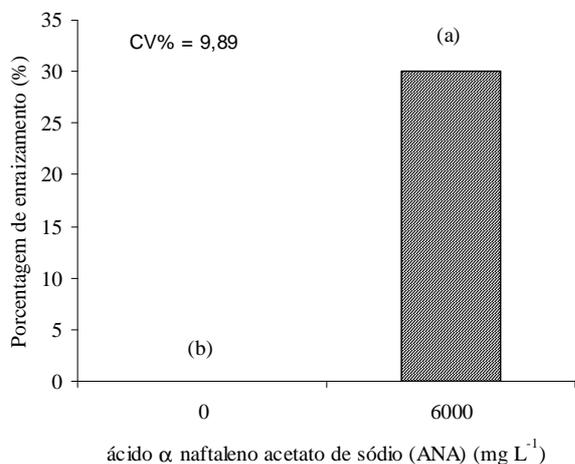
A síntese de giberelinas ocorre em tecidos em crescimento, como ápices radiculares ou caulinares (Yaxley *et al.*, 2001), sendo a evidência de seu transporte a longas distâncias, a sua presença no exudado do xilema e floema (Hoad, 1995). Além disso, a demonstração de que a giberelina A<sub>20</sub> é transportada na seiva ascendente, do porta-enxerto de ervilha para o enxerto (Reid *et al.*, 1983), sugere que as raízes também poderiam ser fonte de suprimento de giberelinas, o que explicaria a resposta obtida com a aplicação das giberelinas GA<sub>4+7</sub> nas gemas apicais, que estariam com baixo suprimento devido ao tamanho reduzido do sistema radicular. Em termos de resposta a doses, a giberelina foi mais eficiente do que a cinetina, cujas respostas máximas foram obtidas com, respectivamente, 50 e 400 mg L<sup>-1</sup>.

A expectativa é de que a antecipação do aumento da área foliar, com a maior frequência de brotação das gemas apicais, terá maior disponibilidade de fotoassimilados para o crescimento das raízes, que, por sua vez, passarão a induzir naturalmente brotações mais frequentes das gemas, pelo maior suprimento de fitohormônios, água e nutrientes minerais. Para atingir esse objetivo, falta ainda definir o número mínimo de repetições da aplicação de fitorreguladores, até que se estabeleça uma relação parte aérea/raízes mais harmônica.

Apesar da significância estatística (Figura 2), foi pequeno o enraizamento na primeira fase com aplicação de AIB, sendo que, em cada dose, os percentuais de enraizamento foram de: testemunha (0,0%), 100 mg L<sup>-1</sup> (13,3%), 500 mg L<sup>-1</sup> (6,7%) e 1000 mg L<sup>-1</sup> (20,0%). Na segunda fase, com aplicação de 6000 mg L<sup>-1</sup> de ANA, foi obtido, após um mês da aplicação do hormônio, um percentual de enraizamento de 30%, diferindo estatisticamente da testemunha (Figura 3).



**Figura 2.** Porcentagem de enraizamento de estacas de mangostãozeiro em razão das doses de AIB. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.



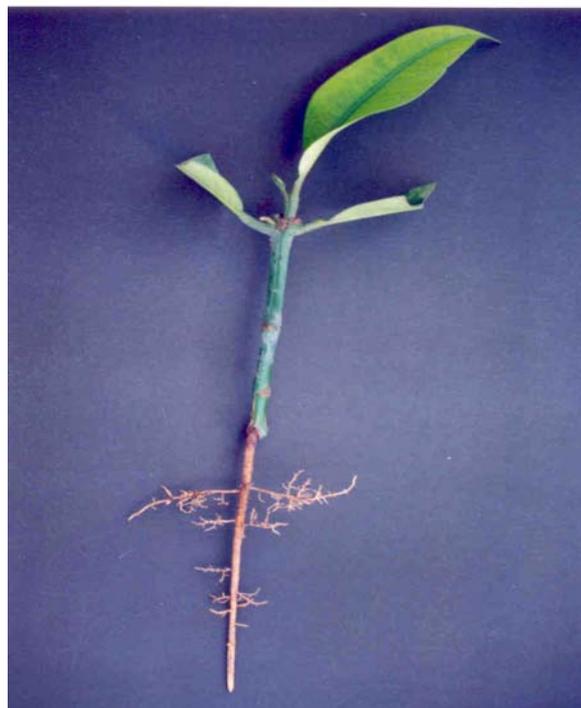
**Figura 3.** Porcentagem de enraizamento de estacas de mangostãozeiro em razão das doses de ANA. Entre parênteses, médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O desenvolvimento de raízes nas estacas tratadas das mudas do mangostãozeiro inicia-se com a formação de uma pivotante bem definida, de onde emergem as raízes laterais, o que não ocorre com a maioria das culturas, nas quais a técnica de enraizamento é aplicada. Nestas, por não

apresentarem pivotante bem definida, pode ocorrer o tombamento das árvores no futuro e uma maior sensibilidade ao estresse hídrico.

Diversos fatores podem estar relacionados com o enraizamento, tais como: época de coleta, estágio fenológico, grau de lignificação e equilíbrio hormonal (Hartman *et al.*, 1990). Na primeira fase do ensaio, o baixo percentual de enraizamento pode ser devido ao grau de lignificação das estacas, já que foram obtidas de lançamentos com cerca de um ano, e o aumento da lignificação pode dificultar a emissão de raízes. Nessas condições, em geral, a concentração de auxinas e co-fatores de enraizamento encontram-se reduzidos (Almeida Neto e Tavares, 2002). Isto, provavelmente, não ocorreu com as estacas da segunda fase, que tiveram um percentual de enraizamento maior em um período de tempo menor, por se tratarem de estacas mais jovens, com paredes celulares mais tenras e não-lignificadas. O uso da auxina em concentração mais alta também pode ter influenciado para a maior taxa de enraizamento.

Outro aspecto a destacar é o desenvolvimento das raízes nas estacas tratadas, as quais se iniciam com a formação de uma pivotante bem definida de onde emergem as raízes laterais (Figura 4), o que não ocorre com a maioria das plantas provenientes



**Figura 4.** Estaca de mangostãozeiro enraizada com solução de ácido α naftaleno acético (ANA), na dosagem de 6000 mg L<sup>-1</sup>, com formação de raiz pivotante, na qual emergem as raízes secundárias.

dessa técnica, que, por não apresentarem pivotante bem definida, podem tombar na idade adulta e também terem maior sensibilidade ao estresse hídrico durante os períodos de seca, por estarem as raízes na camada superficial do solo. Justifica-se, portanto, o prosseguimento desse estudo, para obtenção de taxas mais altas de enraizamento, com variação da concentração e modo de aplicação da auxina, tipos de substratos e estágio mais favorável de coleta das estacas da planta matriz.

### Conclusão

A utilização das doses 400 mg L<sup>-1</sup> de cinetina ou 50 mg L<sup>-1</sup> de giberelina acarretou em 100% de porcentagem de brotação de gemas, quando comparada com a testemunha e a aplicação de 100 mg L<sup>-1</sup>.

São necessários estudos mais completos para a definição da dosagem e do regulador de crescimento na obtenção de porta-enxertos mais uniformes e com menor tempo de formação.

A aquisição de mudas de estacas enraizadas de mangostãozeiro, obtidas com fitormônios, apresenta grande potencial, equivalendo a uma muda de um ano proveniente de sementes apomíticas.

### Agradecimento

Ao pesquisador Vicente Haroldo de Figueiredo Moraes, da Embrapa Amazônia Ocidental, pelas sugestões e pela revisão do manuscrito.

### Referências

ALLAN, P.; MacMILLAN, C.N. Advances in propagation of *Carica papaya* L. cv. Honey Gold cuttings. *J. South. Afr. Soc. Hortic. Sci.*, Pietermaritzburg, v. 1, n. 2, p. 69-72, 1991.

ALMEIDA NETO, D.; TAVARES, S. Translocação de hormônios vegetais. In: CASTRO, P.R.C. et al. (Ed.). *Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal*. Maringá: UEM, 2002. p. 123-137.

DAVIS, P.J. *Plant hormones; physiology, biochemistry and molecular biology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.

HARTMAN, T.H. et al. *Plant propagation: principles and practices*. New Jersey: Englewood Cliff, 1990.

HOAD, G.V. Transport of hormones in the phloem of higher plants. *J. Plant Growth Reg.*, Madison, v. 16, p. 173-182, 1995.

LANG, G.A. *Plant dormancy: physiology, biochemistry, and molecular biology*. Oxford: CAB International, 1996.

MORAES, L.A.C.; GARCIA, T.B. *Enraizamento de estacas de mangostão com diferentes concentrações de auxinas*. Manaus: CPAA, 1998.

MORAES, L.A.C. et al. Limitações nutricionais de mudas de mangostãozeiro. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 41, p. 1205-1208, 2006.

MÜLLER, C.H. et al. *A cultura do mangostão*. Brasília: Embrapa-SPI, 1995.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C.H. *Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais*. Piracicaba: Fealq, 2002.

REID, J.B. et al. Internode length in Pisum II additional information on the relationship and action of loci LeLa Cry Na and Lm. *J. Exp. Bot.*, Oxford, v. 34, n. 2, p. 349-364, 1983.

RICHARDS, A.J. Studies in *Garcinia*, dioecious tropical forest trees; the origin of the Mangosteen (*G. mangostana* L.). *Bot. J. Linnean Soc.*, Reading, v. 103, p. 301-308, 1990.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

VERHEIJ, E.W.M.; CORONEL, R.E. *Plant resources of South-East*. Edible fruits and nuts. Bogor: Prosea, 1992.

VIEIRA, L.S.; SANTOS, P.C.T.C. *Amazônia; seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo: Editora Ceres, 1987.

YAXLEY, J.R. et al. Gibberellin biosynthesis mutations and root development in pea. *Plant Physiol.*, Bethesda, v. 125, p. 627-633, 2001.

Received on April 28, 2006.

Accepted on April 02, 2007.