

EFEITOS DE REGULADORES VEGETAIS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS CAULINARES DE *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* (T. Ito)¹

LEANDRO TERUEL FELZENER², ADRIANA PACHECO BARREIRO³, ELIZABETH ORIKA ONO⁴,
SUSETTE APARECIDA DE BARROS-CARDOSO⁵, JOÃO DOMINGOS RODRIGUES⁶

RESUMO - O trabalho objetivou estudar os efeitos de reguladores vegetais no enraizamento de estacas caulinares de Flying Dragon [*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* (T. Ito)]. Na metade de cada estação do ano, ramos de citros foram coletados (4 experimentos), a partir dos quais foram retiradas estacas com 10 cm de comprimento com uma folha cortada ao meio. As bases das estacas foram tratadas com os seguintes reguladores vegetais na forma de talco: Testemunha (H₂O); IBA 0,5%; NAA a 0,5%; IBA + ácido caféico a 0,5%, e NAA + ácido caféico 0,5%. As estacas foram plantadas em bandejas de isopor contendo fibra de coco e mantidas por três meses em câmara de nebulização. Os resultados mostraram que para a propagação desta espécie por estaquia, a coleta dos ramos deve ser no outono e que as mesmas sejam tratadas com a mistura de NAA + ácido caféico, ambos a 0,5%.

Termos para indexação: propagação vegetativa, auxinas, ácidos fenólicos, açúcares.

EFFECT OF PLANT GROWTH REGULATORS ON ROOTING OF *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* (T. ITO) CUTTINGS

ABSTRACT- The work aimed study the effects of plant growth regulators on the rooting of 'Flying Dragon' stem cuttings [*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* (T. Ito)]. Citrus branches were collected of each season of the year (4 experiments). Cuttings (10-cm-long) containing one half leaf were obtained from these branches. The base of the cuttings was treated with plant growth regulators in the talc formulation: Control (H₂O); IBA 0.5%; NAA 0.5%; IBA + caffeic acid 0.5%; and NAA + caffeic acid 0.5%. The cuttings were planted in trays containing coconut fiber and maintained for three months in the misting chamber. The cuttings collected in the fall and treated with a mixture of NAA 0.5% and caffeic acid at 0.5% showed higher rooting percentage.

Index terms: asexual propagation, auxins, phenolic acids, sugars.

O 'Flying Dragon' [*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* (T. Ito)] é utilizado principalmente como porta-enxerto de limas doces e ácidas (Koller, 1994), constituindo um porta-enxerto ananicante, favorecendo o plantio adensado, facilitando a colheita e os tratos culturais e apresentando resistência à gomose, ao nematóide dos citros e à Tristeza e Morte Súbita dos Citros (Medina et al., 2000; Stuchi, 2001).

De modo geral, as sementes de citros são poliembriônicas, normalmente um embrião é zigótico e os demais são produzidos assexualmente por divisões mitóticas de células somáticas do nucelo e, por isso, são chamados de embriões nucelares (Koller, 1994). Os embriões nucelares dão origem a plantas com características idênticas às da planta-matriz; por isso, os porta-enxertos de citros podem ser obtidos através de sementes, sem segregação genética, mantendo as características desejadas.

A reprodução por embriões nucelares representa um método de multiplicação assexuada fácil. No entanto, o 'Flying Dragon' destaca-se como uma espécie de baixa propensão à

poliembrionia. Assim, a propagação através da estaquia torna-se importante ferramenta para aumentar a produção de mudas desse porta-enxerto.

Dentre os vários fatores que influenciam no enraizamento de estacas caulinares, as auxinas desempenham papel importante e, quando aplicada em estacas, o aumento da sua concentração produz efeito estimulador de raízes (Ferri, 1997), translocando carboidratos para a área tratada, aumentando a taxa de respiração e ocorrendo transformações nos carboidratos e nos compostos nitrogenados orgânicos. As auxinas, quando aplicadas em estacas, estimulam a iniciação radicular, estimulando a formação de raízes em estacas (Ferri, 1997).

Para aumentar a taxa de enraizamento das estacas, é necessário que seja determinada a melhor época para a retirada dos ramos para cada espécie, situação que está diretamente relacionada com a condição fisiológica da planta (Hartmann et al., 2002). A estação do ano influencia no enraizamento das estacas, por estar relacionada com a atividade cambial e o nível endógeno

¹ (Trabalho 078-06). Recebido em : 05-06-2006. Aceito para publicação em : 19-04-2007.

²UNESP - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, aluno do Curso de Ciências Biológicas – Bacharelado, Botucatu- SP, leandrotrl@yahoo.com.br.

³UNESP - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Botucatu-SP, dribarreiro@yahoo.com.br.

⁴UNESP - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Prof^a Adjunta/Livre-Docente do Departamento de Botânica, C.P. 510, CEP 18618-000, Botucatu-SP, (14) 3811-6053, eono@ibb.unesp.br.

⁵Doutora, Pesquisadora da Companhia Agrícola de Botucatu, Fazenda Morrinhos, Botucatu- SP, susette.cardoso@botucatucitrus.com.br.

⁶UNESP - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Prof. Titular do Departamento de Botânica, C.P. 510, CEP 18618-000, Botucatu-SP, (14) 3811-6053, mingo@ibb.unesp.br.

de auxina (IAA), porém as auxinas aplicadas não modificam esta relação (Iritani et al., 1986).

Ainda que a auxina tenha papel importante na iniciação radicular, outras substâncias mostram-se também fundamentais, entre quais estão os açúcares (Breen & Muraoka, 1985). A relação entre auxinas e carboidratos no desenvolvimento de raízes parece complexa, porém a auxina pode influenciar diretamente no acúmulo basal de carboidratos, devido ao aumento da sua concentração, condições que induzem o enraizamento (Altman & Wareing, 1975).

Também, certos compostos fenólicos, como ácido caféico, catecol e ácido clorogênico, interagem com as auxinas induzindo a iniciação das raízes. Observou-se ainda que o composto fenólico catecol reage sinergicamente com o IAA na produção de raízes; nesse ponto, o catecol é facilmente oxidado a uma quinona. Essa oxidação do ortodihidroxifenol é um primeiro passo para a iniciação das raízes, confirmando a observação de Bouillette & Bouillette-Walrand (1955), citados por Hartmann et al. (2002).

O objetivo deste trabalho foi verificar a capacidade de enraizamento desta espécie de porta-enxerto para aumentar a produção de mudas, uma vez que o 'Flying Dragon' é uma espécie que apresenta baixa poliembrião; além disso, estudar os efeitos de ácido indolilacético (IBA) e ácido naftalenoacético (NAA), e ácido caféico no enraizamento de estacas caulinares de 'Flying Dragon' [*Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* (T. Ito)].

Para tanto, ramos das plantas foram coletados na Fazenda Morrinhos, da Companhia Agrícola de Botucatu-SP. Os ramos foram coletados entre 8 e 10 horas da manhã em cada uma das quatro estações do ano (quatro experimentos).

Após a coleta dos ramos, estacas foram preparadas com 10 a 12 cm de comprimento, dois nós, uma folha cortada pela metade e com corte em bisel na porção basal, sendo, nas bases destas, aplicados os seguintes tratamentos na forma de talco: 1- Testemunha (H₂O); 2- ácido indolilbutírico (IBA) 0,5%; 3- ácido naftalenoacético (NAA) 0,5%; 4- IBA 0,5% + ácido caféico 0,5%, e 5- NAA 0,5% + ácido caféico 0,5%. Após os tratamentos, procedeu-se ao plantio das estacas em bandejas de isopor de 72 células de 12 cm de comprimento, preenchidas com fibra de coco, sendo estas mantidas em câmara de nebulização com sistema de refrigeração, ventilação e um conjunto de nebulizadores controlados por painel elétrico, por 90 dias. Após esse período, as estacas foram coletadas para a avaliação da porcentagem de enraizamento, número de raízes por estaca e comprimento da maior raiz formada nas estacas (mm). As estacas enraizadas foram colocadas em sacos de papel e secas em estufa, a 70°C, com circulação forçada de ar e, depois, trituradas em moinho com peneira de malha 20 mesh para a determinação dos teores de açúcares totais e redutores, pelo método de Somogy-Nelson (Nelson, 1944).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições de 12 estacas, sendo os resultados submetidos à análise de variância em cada época de montagem do experimento, e as médias, comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Pela Tabela 1, verifica-se que estacas da testemunha apresentaram as menores porcentagens de enraizamento (máximo

de 12,5% no verão e mínimo de 2,0% no inverno). No entanto, quando estas foram tratadas com auxinas e ácido caféico, verificou-se aumento de, aproximadamente, sete vezes sobre a porcentagem de enraizamento (83,3%) da testemunha. Assim, para aumentar a porcentagem de enraizamento das estacas, houve necessidade do tratamento das mesmas com auxinas e ácido caféico, principalmente na estação do outono.

Para estacas de ramos coletados na primavera, verão e outono, as maiores porcentagens de enraizamento foi observada no tratamento 5: NAA + ácido caféico (62,5%, 62,5% e 83,3%, respectivamente). Nas três estações, não houve diferenças significativas entre as duas auxinas empregadas isoladamente, IBA e NAA. No inverno, estacas tratadas com NAA constituíram o tratamento que apresentou a maior porcentagem de enraizamento (79,2%), com diferença estatística entre as duas auxinas sem o ácido caféico, mas sem efeito significativo quando em mistura com o ácido. Sabe-se da importância da auxina na iniciação radicular, mas outras substâncias mostram-se também fundamentais, denominadas de co-fatores do enraizamento (Hess, 1962), como os ácidos fenólicos, que agem sinergicamente com as auxinas (Ono & Rodrigues, 1996), caso do ácido caféico, utilizado neste estudo, como inibidor da atividade da IAA-oxidase, beneficiando o enraizamento das estacas por manter alta a concentração de auxina (Coll et al., 2001). Nas estacas caulinares de *P. trifoliata* var. *monstrosa* (T. Ito), em que o tratamento apenas com auxinas foi pouco efetivo na indução da formação de raízes, estas necessitam de um fornecimento maior de auxinas endógenas (IAA) por meio da inibição do sistema IAA-oxidase de inativação do IAA endógeno, pela aplicação de ácido caféico.

Nas estacas enraizadas, contou-se o número de raízes por estaca e mediu-se o comprimento da maior raiz formada, observando-se que, nas estacas de ramos retirados no verão os resultados não foram significativos, sugerindo que não há necessidade de aplicação dos reguladores vegetais nessa estação (Tabela 2). Em estacas de ramos retirados no outono e inverno, aquelas tratadas com NAA apresentaram o maior número de raízes e, nas retiradas na primavera, todos os tratamentos apresentaram maior número de raízes que a testemunha.

Em relação ao comprimento da raiz, o verão foi a estação do ano que promoveu o maior crescimento das raízes em todos os tratamentos, enquanto no outono e no inverno, as raízes formadas não foram compridas (Tabela 3). Os tratamentos influenciaram pouco nesta característica, pois as diferenças de comprimento das raízes entre os tratamentos não foram significativas em todas as estações do ano, com exceção do outono, onde as estacas tratadas com NAA e IBA, combinadas com ácido caféico, apresentaram as raízes mais compridas. Provavelmente, a temperatura do ambiente de enraizamento no verão teve maior influência no crescimento das raízes do que o tratamento indutor da formação de raízes.

Os resultados referentes ao teor de açúcares redutores em estacas de 'Flying Dragon' (Tabela 4) mostraram que, em todos os tratamentos, esses teores foram menores em estacas de ramos retirados na primavera e verão, e maiores no outono e no inverno. Os teores de açúcares redutores em estacas da primavera

e inverno não tiveram influência significativa dos tratamentos. No entanto, em estacas de verão e outono, as tratadas com IBA apresentaram os maiores teores desses açúcares.

Quanto aos açúcares totais (Tabela 5), estacas do verão e inverno não apresentaram diferenças significativas, não havendo, portanto, influência dos reguladores vegetais utilizados nessas estacas, em relação à concentração desses açúcares. Os maiores teores de açúcares totais foram obtidos em estacas retiradas no verão e no outono, sendo que, na primavera, estacas do tratamento-controle apresentaram as maiores concentrações de açúcares totais e, no outono, o tratamento com NAA apresentou o menor teor. Assim, os teores de açúcares redutores e totais foram elevados em estacas de ramos retirados no outono, época em que a porcentagem de estacas enraizadas foi alta, sugerindo existir relação positiva entre a porcentagem de enraizamento e o teor de açúcares redutores e totais. O aumento no teor desses açúcares funciona como fonte de carbono para a formação e crescimento das raízes nas estacas. Breen & Muraoka (1985) citam que, no enraizamento, há pronunciado aumento de açúcares e diminuição na concentração de amido (através da hidrólise) nas estacas.

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que, para aumentar a porcentagem de estacas enraizadas, faz-se necessária a retirada dos ramos no outono e o tratamento das estacas de trifoliata 'Flying Dragon' com NAA a 0,5% mais ácido caféico a 0,5% na forma de talco.

TABELA 1- Porcentagem média de estacas caulinares enraizadas de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., tratadas com reguladores vegetais, em quatro épocas de estaquia.

Tratamentos	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Testemunha	4,1 c	12,5 b	4,2 c	2,0 c
IBA 0,5%	27,1 b	35,4 ab	29,2 bc	18,7 bc
NAA 0,5%	31,2 b	41,7 a	64,6 ab	79,2 a
IBA + ácido caféico 0,5%	31,2 b	47,9 a	50,0 ab	20,9 bc
NAA + ácido caféico 0,5%	62,5 a	62,5 a	83,3 a	39,6 b
F (5%)	16,4*	7,29*	9,95*	17,2*
C.V. (%)	22,6	24,0	35,5	31,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 2- Número médio de raízes formadas em estacas caulinares de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., tratadas com reguladores vegetais, em quatro épocas de estaquia.

Tratamentos	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Testemunha	0,37 b	2,6 a	0,5 c	0,25 c
IBA 0,5%	2,45 a	3,0 a	3,5 bc	0,9 c
NAA 0,5%	3,35 a	4,1 a	9,1 a	11,5 a
IBA + ácido caféico 0,5%	3,75 a	2,7 a	3,0 bc	1,1 bc
NAA + ácido caféico 0,5%	4,65 a	5,2 a	7,6 ab	3,8 b
F (5%)	15,12*	2,35	10,12*	32,81*
CV (%)	15,48	18,82	25,68	20,99

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 3- Comprimento (em mm) médio de raízes formadas em estacas caulinares de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., tratadas com reguladores vegetais, em quatro épocas de estaquia.

Tratamentos	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Testemunha	11,75 a	39,2 a	0,7 c	1,75 a
IBA 0,5%	36,35 a	52,5 a	1,6 bc	4,82 a
NAA 0,5%	26,17 a	55,1 a	3,5 ab	6,75 a
IBA + ácido caféico 0,5%	36,77 a	54,4 a	4,4 a	5,8 a
NAA + ácido caféico 0,5%	30,8 a	52,9 a	4,3 a	6,92 a
F (5%)	2,25	0,96	8,66*	2,87
CV (%)	48,19	26,32	38,96	47,73

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 4- Porcentagem de açúcares redutores em estacas de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., tratadas com reguladores vegetais em quatro épocas de estaquia.

Tratamentos	Primavera	Verão	Outono	inverno
Testemunha	1,24 a	1,57 cd	4,40 ab	4,04 a
IBA	1,46 a	3,59 a	5,39 a	3,71 a
NAA	0,74 a	1,11 d	2,05 c	3,53 a
IBA + ác. caféico 0,5%	0,47 a	2,85 ab	4,06 ab	4,48 a
NAA + ác. caféico 0,5%	1,08 a	2,30 bc	3,71 b	4,03 a
F (5%)	2,50	18,90*	10,93*	1,26
C.V. (%)	50,15	19,93	18,84	16,36

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 5 - Porcentagem de açúcares totais em estacas de *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., tratadas com reguladores vegetais em quatro épocas de estaquia.

Tratamentos	Primavera	Verão	Outono	inverno
Testemunha	7,10 a	7,94 a	8,09 a	3,12 a
IBA	4,72 ab	6,14 a	8,45 a	2,71 a
NAA	5,43 ab	7,39 a	2,02 b	1,32 a
IBA + ác. caféico 0,5%	3,17 b	8,40 a	6,93 a	4,80 a
NAA + ác. caféico 0,5%	3,48 b	6,16 a	4,45 ab	5,52 a
F (5%)	5,45*	2,51	8,26*	2,96
C.V. (%)	28,44	18,02	31,53	55,87

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS

- ALTMAN, A.; WAREING, P.F. The effect of IAA on sugar accumulation and basipetal transport of ^{14}C -labelled assimilates in relation to root formation in *Phaseolus vulgaris* cuttings. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.33, p.32-8, 1975.
- BREEN, P.J.; MURAOKA, T. Effect of indolbutyric acid on distribution of ^{14}C -photosynthate in softwood cuttings on Matiana 2624 Plum. **Journal of the American Society Horticulture**, Alexandria, v.42, p.153-155, 1985.
- COLL, J.B.; RODRIGO, G.N.; GARCIA, B.S.; TAMÉS, R.S. **Fisiologia vegetal**. 6th ed. Madrid: Ediciones Pirâmide, 2001. p.369-376.
- FERRI, C.P. Enraizamento de estacas de cítrus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.19, n.1, p.113-121, 1997.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. New York: Prentice-Hall, 2002. 880p.
- HESS, C.E. Characterization of rooting co-factors extracted from *Hedera helix* L. and *Hibiscus rosa-sinensis*. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 16., 1962. Toronto. **Paper...** p.382-388.
- IRITANI, C.; SOARES, R.V.; GOMES, A.V. Aspectos morfológicos da aplicação de reguladores do crescimento nas estacas de *Ilex paraguariensis* St. Hilaire. **Acta Biologica do Paraná**, Curitiba, v.15, p.21-26, 1986.
- KOLLER, O. C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Editora Rigel, 1994. 446p.
- MEDINA, C.L.; MULLER, G.W.; FIGUEIREDO, J.O.; SALIBE, A.A. Porta-enxerto 'Flying Dragon' em plantios adensados de lima ácida Tahiti. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, n.14, p.8-10, 2000.
- NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogy method for determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v.153, p.375-380, 1944.
- ONO, E.O., RODRIGUES, J.D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83p.
- STUCHI, E.S. Tahiti sobre o trifoliata Flying Dragon é uma boa opção. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, n.21, p.12-13, 2001.