

Aplicação de regulador vegetal na aclimação de mudas de *Cariniana estrellensis*

Priscilla Oro¹, Cátia Raquel Volkweis¹, Walkyria Neiverth¹, João Alexandre Lopes Dranski¹, Ubirajara Contro Malavasi¹ e Marlene Matos Malavasi¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE - Rua Pernambuco, 1777, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon – PR, Brasil

pri_oro@hotmail.com, ctvolkweis@hotmail.com, walkybio@yahoo.com.br, joaodranski@yahoo.com.br, biramalavasi@yahoo.com.br, marlenemalavasi@yahoo.com.br

Resumo: Objetivou-se com este avaliar os efeitos da aplicação de diferentes concentrações de ethephon (0, 100, 200 e 300 mg (i.a) L⁻¹) na aclimação de mudas de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. O experimento foi conduzido em casa de vegetação sob delineamento experimental inteiramente casualizado. As aplicações foram realizadas na implantação do experimento e após 15 dias, sendo que, com 30 dias quantificaram-se os incrementos na altura e no diâmetro do coleto, relação altura/diâmetro de coleto, incremento de massa seca de raiz e parte aérea, área foliar, índice de clorofila e perda de eletrólitos radiculares. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância no programa estatístico SISVAR e as médias quando significativas comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A aplicação foliar de diferentes dosagens de ethephon nas mudas de *Cariniana estrellensis* culminou em maior integridade celular radicular. Sugere-se a aplicação de doses mais concentradas para resultados mais eficazes na aclimação das mudas.

Palavras-chave: rustificação, ethephon, jequitibá-branco.

Application of plant growth in the acclimatization of *Cariniana estrellensis* seedlings

Abstract: The aim of this work is evaluate the effects of applying different concentrations of ethephon (0, 100, 200 and 300 mg (ai) L⁻¹) as a method of hardening of seedlings *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. The experiment was conducted in a greenhouse in a completely randomized design. The applications were made in the implementation of the experiment and after 15 days and with 30 days to quantify the increases in height and stem diameter, biomass of roots and shoots, leaf area, chlorophyll content and rate of loss of electrolytes root. The data were subjected to analysis of variance SISVAR the statistical program and means significant when compared by Tukey test at 5% probability. Leaf application of different doses of ethephon in *Cariniana estrellensis* seedlings culminated in greater root cellular integrity. It's suggested the application of more concentrated doses for more effective results in the acclimatization of the seedlings.

Key words: hardening, ethephon, jequitibá-branco.

Introdução

A produção de mudas florestais é uma das atividades mais importantes da silvicultura cujo sucesso depende de uma série de técnicas adequadas e eficazes que proporcionem a

melhor adaptação das espécies ao ambiente. No Brasil existe forte demanda por mudas florestais para a recuperação de áreas degradadas. Diversas espécies lenhosas nativas podem ser utilizadas para aquele fim (Carneiro, 1995) como a espécie *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, popularmente conhecida como jequitibá-branco (Lorenzi, 2002).

Para obter um alto índice de sobrevivência após o plantio, as mudas devem apresentar um elevado grau de resistência às condições ambientais adversas e um crescimento volumétrico desejável (Gomes *et al.*, 1991).

A aclimação das mudas objetiva prepará-las fisiologicamente para suportar o choque do plantio e das adversidades ambientais das primeiras semanas que o sucedem (Ferrari e Shimizu, 2005). Compreende um conjunto de práticas que elevam a resistência das mudas aos estresses do transporte, manejo, plantio e pós-plantio (Jacobs e Landis, 2009).

Na aclimação boa parte da energia destinada ao crescimento da parte aérea é direcionada ao desenvolvimento do sistema radicular, acarretando no engrossamento e aumento da biomassa das raízes o qual serve como órgão de armazenamento de fotossintatos que serão utilizados para o estabelecimento e o crescimento após o plantio (Carneiro, 1995; Jacobs e Landis, 2009).

Comumente, as práticas adotadas em viveiros durante a rustificação das mudas compreendem a redução de sua densidade, monda para áreas com diferentes regimes de luz e temperatura, redução da frequência de regas, suspensão da fertilização nitrogenada e poda de raízes ou da parte aérea (Jacobs e Landis, 2009).

Alternativamente, uma das formas encontradas para propiciar maior rusticidade durante a formação de mudas é a aplicação de reguladores vegetais. Para Castro e Vieira (2001), reguladores vegetais são substâncias sintetizadas que se aplicadas exógenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos que atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e no desenvolvimento das plantas (Rodrigues *et al.*, 2003).

O ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) é caracterizado como um regulador de crescimento que estimula a produção endógena do hormônio etileno que, dentre seus diversos efeitos fisiológicos, promove o crescimento de raízes e de pelos radiculares, bem como inibe a ação e translocação das auxinas na parte aérea no vegetal diminuindo assim o seu crescimento. Entretanto, o equilíbrio entre a interação etileno e auxina é temporário, quando efeito cessa a planta retorna ao estado normal (Taiz e Zieger, 2009).

Os reguladores que reduzem a estatura da planta são geralmente antagônicos à ação de giberelina e agem dificultando a produção de giberelinas ativas passando a sintetizar e

acumular giberelina menos eficiente (Rodrigues *et al.*, 2003). Segundo Taiz e Zieger (2009), são estes fatores que proporcionam na prática, a redução do alongamento celular (crescimento) sem causar deformação morfológica do caule.

Mudas de qualidade são de fundamental importância para melhor adaptação, crescimento e sobrevivência no plantio definitivo. Desta forma, objetivou-se com este avaliar os efeitos da aplicação de diferentes concentrações de ethephon na aclimação de mudas de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze.

Material e Métodos

A fase de rustificação das mudas foi conduzida no ano de 2011, em casa de vegetação com 50% de sombreamento, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* de Marechal Cândido Rondon, PR, latitude 24º 33' 40" S, longitude 54º 04' 12" O e altitude de 420 metros. O clima é caracterizado como subtropical úmido (Cfa), com precipitação média anual de 1.500 mm.

As mudas de *Cariniana estrellensis* foram propagadas via semeadura direta no viveiro florestal do Instituto Ambiental do Paraná, unidade de Toledo, PR, em tubetes de 120 cm³. As mesmas apresentavam 160 dias de formação e altura entre 20 e 25 cm.

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, com cinco repetições de três mudas. Os tratamentos foram compostos por pulverizações foliares com ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico) nas concentrações de: 100, 200 e 300 mg (i.a) L⁻¹ de água, bem como um tratamento controle, sem a aplicação do produto.

As mudas foram pulverizadas com auxílio de um borrifador manual de 1 L, até o ponto de gotejamento. O pH da água antes da diluição do produto foi ajustado para 4,5. Foram realizadas duas pulverizações, a cada 15 dias.

Após 30 dias do início da rustificação foram avaliados os incrementos em altura (IH) e diâmetro do coleto (DC), a relação entre altura/diâmetro coleto (HD), incremento na massa seca radicular (MSR) e aérea (MSPA), a área foliar, o índice de clorofila obtido por unidades SPAD e o teste da perda de eletrólitos do tecido radicular.

Para a avaliação da massa seca, utilizou-se o método gravimétrico, sendo a massa seca de raiz e parte aérea obtidas pela secagem em estufa a 65°C com circulação de ar por 48h.

Na determinação da área foliar, foi utilizado o método dos discos foliares. Sendo: $AF = AD \times ND \times (MSF + MSD) / MSD$. Logo: AD (área do disco foliar), ND (número de discos), MSF (massa seca foliar), MSD (massa seca do disco). O índice SPAD foi obtido de seis

folhas por muda, com medidas tomadas no centro da folha, com auxílio de um medidor de clorofila Minolta SPAD-502.

Para o teste da perda de eletrólitos de raízes foi adotado o método proposto por Wilner (1955). Depois de retiradas do recipiente, as raízes foram lavadas em água corrente para remoção de partículas do solo, seguido de lavagem com água deionizada para remoção de íons nas superfícies. A porção central do sistema radicular foi removida e descartada. Utilizou-se 0,2 g de raízes finas (< 2 mm), retiradas do terço superior e acondicionadas em recipientes de vidro contendo 20 mL de água deionizada, mantidos a temperatura de 20 °C por 24 horas. Após este período, a condutividade elétrica da solução (C_{viva}) foi obtida com condutivímetro termo-compensado. Em seguida, as mesmas raízes foram autoclavadas a 100 °C por 10 minutos e recolocadas em solução renovada nas mesmas condições anteriormente descritas. A condutividade elétrica da solução (C_{morta}) foi quantificada da mesma maneira da C_{viva} e o valor de PER calculado pela razão $C_{viva}/C_{morta} \times 100$.

Os dados obtidos foram averiguados quanto à normalidade da distribuição dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente, submetidos à análise de variância, com o auxílio do software estatístico SISVAR ver. 5.0 (Ferreira, 2008). Quando da existência de diferenças estatisticamente significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Resultados e Discussão

Mudas submetidas as diferentes dosagens de ethephon não diferiram ($p>0,05$) quanto ao incremento em altura, diâmetro de coleto, relação entre altura e coleto e massa seca radicular (Tabela 1). Em contrapartida, para Dranski *et al.* (2011) a aplicação de ethephon em mudas de *Pachystroma longifolium* (Ness) ocasionou a diminuição no incremento em altura e na relação altura/diâmetro em até 50% e 10%, respectivamente, quando da aplicação de 600 mg L⁻¹ de ethephon.

Para Campos (2010) houve redução no crescimento das plantas de *Gladiolus communis* L. tratadas com ethephon 200 mg.L⁻¹, principalmente, quando foram realizadas seis aplicações. A altura das mesmas ficou entre 70 e 85 cm, enquanto que nos demais tratamentos as plantas apresentaram altura em torno de 115 cm.

A menor altura da planta obtida é uma característica desejável, pois plantas vigorosas e de menor altura tendem a ser mais resistentes e a sofrerem menos injúrias no meio (Strassburger *et al.*, 2010).

Tabela 1 - Incremento na altura (IH), no diâmetro do coleto (IC) e relação entre altura e diâmetro de coleto (HD) em mudas de *Cariniana estrellensis* submetidas a diferentes concentrações de ethephon

Concentração mg (i.a) L ⁻¹	IH	ID	Relação HD
	cm 30 dias	mm 30 dias	cm/mm ⁻¹
0	1,38 a*	0,07 a	6,52 a
100	2,14 a	0,08 a	6,26 a
200	2,53 a	0,08 a	6,42 a
300	2,70 a	0,10 a	6,33 a
DMS	1,40	0,08	0,67
C.V. (%)	16,29	16,03	10,93

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

A inibição do crescimento resultante da divisão e do alongamento celular é um efeito marcante do etileno. Em caules e raízes a inibição é rápida, porém reversível (Kerbaux, 2008). Possivelmente para *C. estrellensis* a concentração de ethephon utilizada não foi suficiente para indução da produção de etileno endógeno que agiria sobre a ação e translocação de auxina na parte aérea do vegetal e, com isso, não houve inibição do crescimento.

A divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro de coleto exprime um equilíbrio de crescimento, conhecido como quociente de robustez (Gomes e Paiva, 2004). Quanto menor a relação maior a capacidade das mudas de se estabelecerem a campo (Carneiro, 1995). No presente ensaio, as mudas não diferiram estatisticamente entre si, possivelmente pela evolução gradual no incremento da altura e do diâmetro de coleto.

Para as variáveis massa seca da parte aérea e área foliar (Tabela 2) a testemunha mostrou-se estatisticamente superior ($p > 0,05$) aos outros tratamentos dada a redução na área foliar observada nos tratamentos submetidos a aplicação do regulador vegetal, provavelmente devido a queda foliar.

Os resultados corroboram com Campos *et al.* (2010) que verificaram redução estatisticamente significativa de massa seca da parte aérea e na área foliar com a aplicação de ethephon em plantas de *Gladiolus communis* L., diante da elevada queda de folhas nos tratamentos que tiveram a aplicação do ácido.

Ngatia *et al.* (2003) também observaram redução da área foliar de *Phaseolus vulgaris* L.) tratado com ethephon com concentrações crescentes até 300 mg L⁻¹, aos 28 dias após o plantio. Assim como, Dranski *et al.* (2011) verificaram 28% de redução da parte área em mudas de *Pachystroma longifolium* (Ness) santa tratadas com 600 mg L⁻¹ de ethephon.

Tabela 2 - Massa seca de raiz (MSR), parte aérea (MSPA), área foliar e índice de clorofila por unidades SPAD em mudas de *Cariniana estrellensis* submetidas a diferentes concentrações de ethephon

Concentração mg (i.a) L ⁻¹	MSR	MSPA	Área foliar	Índice de clorofila
	g muda ⁻¹		cm ² muda ⁻¹	SPAD
0	0,98 a*	0,88 a	61,59 a	14,54 a
100	1,04 a	0,48 b	12,80 b	15,00 a
200	1,05 a	0,57 b	18,84 b	15,65 a
300	0,85 a	0,53 b	34,42 b	15,91 a
DMS	0,32	0,17	25,12	2,35
C.V. (%)	20,32	17,3	48,7	9,17

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

A desfolha é comumente encontrada quando aplicado ethephon em culturas de cítricos e videiras (Domingues, 2001; Fracaro, 2004).

A aplicação exógena de etileno ou do seu precursor aumentam a produção endógena do mesmo e aceleram a senescência foliar. O etileno tende a diminuir a atividade da auxina, tanto pela redução da sua síntese e transporte quanto pelo aumento da sua degradação. Com a diminuição da auxina, a zona de abscisão no pecíolo se torna sensível ao etileno e as células sensibilizadas desta região acabam respondendo ao etileno a partir da produção de celulasas e outras enzimas de degradação da parede celular, ocasionando abscisão e consequentemente, redução em área foliar (Taiz e Zieger, 2009).

Na avaliação do índice SPAD (Tabela 2) não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre as mudas submetidas ou não à aplicação de ethephon. O mesmo foi reportado por Veiga *et al.* (2009) em mudas de algodoeiro.

A aplicação de concentrações de 100 a 300 mg L⁻¹ de ethephon culminou em menores médias para a perda de eletrólitos do sistema radicular, indicando maior resistência de membrana ao extravasamento de íons para o meio extracelular (Tabela 3).

Plantas submetidas a condições ambientais desfavoráveis levam a perda da capacidade da permeabilidade seletiva da membrana celular de tecidos radiculares e consequentemente a

de reter íons. Assim, a quantificação dos íons que extravasam através das membranas celulares dos tecidos radiculares estima as condições de integridade celular dos mesmos (Fernades e Souza, 2006).

Tabela 3 - Perda de eletrólitos de raízes em mudas de *Cariniana estrellensis* submetidas a diferentes concentrações de ethephon

Concentração mg (i.a) L ⁻¹	Perda de eletrólitos de raízes
	----- % -----
0	36,00 a*
100	19,28 b
200	20,28 b
300	15,15 b
DMS	13,92
C. V. (%)	23,47

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

Com a aplicação de ethephon há um estímulo à produção endógena de etileno que, dentre seus diversos efeitos fisiológicos, promove o crescimento de raízes e de pelos radiculares (Taiz e Zieger, 2009), além de promover a deposição adicional de substâncias osmoticamente ativas no sistema radicular, como prolina e açúcares solúveis que conferem maior tolerância às condições de estresse ambiental, através do ajustamento osmótico (Guo *et al.*, 2010).

A diminuição do extravasamento de eletrólitos se assemelha aos resultados obtidos Perks e Mckay (1997), Mckay (1998), Généré e Garriou (1999), Sarvas (2003), e Garriou *et al.* (2000) que trabalharam com diversas espécies florestais e constataram que a perda de eletrólitos radiculares mostrou ser um eficiente parâmetro para avaliar grau de integridade de membranas. No complexo ambiente solo-água-plantas as raízes estão intimamente associadas às atividades de natureza fisiológica das mudas e podem prever um melhor desenvolvimento no campo (Carneiro, 1995). Evidencia-se a necessidade de se dar maior atenção ao sistema radicular das mudas em conjunto aos parâmetros morfológicos.

Recentemente, vem se incentivando a utilização de técnicas em viveiros que proporcionem maior taxa de sobrevivência de mudas florestais a campo, como a aplicação de reguladores vegetais.

A aplicação de diferentes doses de ethephon em mudas de *C. estrellensis* não se mostrou suficiente na paralisação do crescimento e aumento do diâmetro de coleto da espécie.

Contudo, ocasionou uma diminuição da massa seca da parte aérea e da área foliar, sem afetar os níveis de clorofila, assim a espécie manteve níveis de atividade fotossintética e os fotoassimilados foram direcionados ao sistema radicular dando sustentação ao alongamento e expansão celular (Salisbury e Ross, 1991), culminando em maior integridade celular dos tecidos rediculares.

Conclusão

A aplicação foliar de diferentes dosagens de ethephon nas mudas de *Cariniana estrellensis* culminou em maior integridade celular radicular. Sugere-se a aplicação de doses mais concentradas para resultados mais eficazes na aclimação das mudas.

Agradecimentos

Externamos nossos agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsa de estudos e ao Instituto Ambiental do Paraná – IAP pela doação das mudas.

Referências

- CAMPOS, M.F.; BACKES, C.; ROTERS, J.M.C.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Influência de retardantes de crescimento no desenvolvimento de plantas de gladiolo (*Gladiolus communis* L. spp., Iridaceae). **Biotemas**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 31-36, 2010.
- CARNEIRO, J.G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/UENF/FUPEF, 1995. 415p.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 588p.
- DOMINGUES, M. C. S.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Reguladores vegetais e o desbaste químico de frutos de tangor murcote. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p.487-490, 2001.
- DRANSKI, J. A. L.; ORO, P.; VOLKWEIS, C. R.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Uso de ethephon na rustificação de mudas de Espinheira-Santa. In: II ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, p.269, 2011, Campinas. **Anais**. Campinas: IPEF, 2011.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- FRACARO, A. A.; PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Uso do Ethephon antes da poda de produção em videira 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p.82-85, 2004.

GÉNÉRE, B.; GARRIOU, D. Stock quality and field performance of Douglas fir seedlings under varying degrees of water stress. **Annals of Forest Science**, v. 56, n. 6, p. 501-510, 1999.

GARRIOU, D.; GIRARDC, S.; GUEHLD, J.M.; GÉNÉRE, B. Effect of desiccation during cold storage on planting stock quality and field performance in forest species. **Annals of Forest Science**, v. 57, n.1, p. 101-111, 2000.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. C. G.; FONSECA, E. P. Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden, em Win-Strip. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.1, p. 35-41, 1991.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. P. **Viveiros Florestais (Propagação sexuada)**. Viçosa: UFV, 2004. 116 p.

GUO, J.; YANGA, Y.; WANGA, G.; YANGA, L.; SUNA, W. Ecophysiological responses of *Abies fabri* seedlings to drought stress and nitrogen supply. **Physiologia Plantarum**, v.139, n.4, p. 335-347, 2010.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**, 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabarra Koogan, 2008. 452 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. v. 1, ed. 4, Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.

MCKAY, H.M. Root electrolyte leakage and root growth potential as indicators of spruce and larch establishment. **Silva Fennica**, v. 32, n. 3, p. 241-252, 1998.

NGATIA, T. M.; SHIBAIRO, S. I.; EMONGOR, V. E.; KIMENJU, J. W. Effects of ethephon on the growth, yield and yield components of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Jornal of agriculture Science and Technology**, v. 5, n. 1, p. 22-38, 2003.

PERKS, M.P.; MCKAY, H.M.; Morphological and physiological differences in scots pine seedlings of six seed origins. **Forestry**, v.70, n.3, p. 223-232, 1997.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; TEIXEIRA, M. M. C.; ROMAN, E. S. **Redutores de crescimento**. Embrapa Trigo, 2003 Disponível em <www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/pci14.htm>. Acesso em: 06 de maio de 2012.

SARVAŠ, M. Change of cold hardiness in bare-rooted norway spruce planting stock during autumn and its effect on survival. **Journal of Forest Science**, v. 49, n. 3, p. 133-139, 2003.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M.; FERNANDES, H. S.; HORNER, M.; BACCHI, S. **Crescimento de mudas para o cultivo sem solo do tomateiro sob o efeito de estimulação mecânica e pulverização com etileno**. 2010. Disponível em <<http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/cpfi2010c.pdf>>. Acesso em 06 de maio de 2012.

VEIGA, F. L.; SARDELLI, A. P.; FERRARI, J. V.; GOUVEA, A. P. L.; FURLANI JUNIOR, E.; RODRIGUES, J. M. S. Avaliação dos teores foliares de clorofila, com o uso do spad-502, em função de cultivares e de regulador de crescimento em algodoeiro. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, p. 1186-1190, 2009 , Foz do Iguaçu. **Anais.** Foz do Iguaçu: CBA, 2009.

WILNER, J. Results of laboratory tests for winter hardiness of woody plants by electrolyte methods. **Proceedings American Horticulture Science**, v.66, n.1, p.93-99, 1955.