

Julho e Agosto de 1977

VOL. XXIV

N.º 134

Viçosa — Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PROVENIENTES DE MUDAS DE *Eucalyptus grandis* Maiden ex Hook*

Arno Brune
Renato M. Brandi
Nairam F. Barros**

1. INTRODUÇÃO

A propagação vegetativa de eucaliptos adultos é difícil, exceto na espécie *E. deglupta* (2, 3, 4, 15). Acima do 14.º entrenó, as plantas de eucalipto desenvolvem inibidores de enraizamento (15), que, até hoje, fizeram falhar todas as tentativas de enraizamento. Enraizamento de estacas foi conseguido em material adulto, esporadicamente. MARTIN e QUILLET (11) conseguiram enraizar poucas estacas de híbridos de eucaliptos com aplicação de auxinas. ARENS e ARENS (1) provocaram a formação de amido nas estacas deixando-as em solução de sacarose durante três dias. Nesta condição, estes autores conseguiram enraizar quinze estacas, de um total de vinte. Teste semelhante foi realizado em Viçosa, sem que se conseguisse resultado positivo.

Estacas tomadas de mudas, cortadas abaixo do 14.º entrenó, enraizam bem (2, 15, 17), porém são de pouca valia para o geneticista. Lignotúberes também enraizam bem e dão muitos brotos. A brotação de tocos é também de enraizamento relativamente fácil (11, 12, 13, 14, 16), sendo mais vantajosa para o geneticista do que as estacas de mudas, porém arrisca-se a perda do genótipo, se o toco não brotar.

Alporquia dá alguns resultados (5, 8), porém é variável quanto às espécies, idade e genótipo (17).

A enxertia, apesar de cara, é método promissor. É bastante segura, se for feita por encostia do cavalo na árvore adulta, e de alguma garantia se for feito o enxerto «mamadeira»⁺ (17). O enxerto «rind graft» também dá bons resultados (19). O problema sério da enxertia é a ocorrência de incompatibilidade, que atinge cerca de 70% em *E. grandis* (19). Usando-se as sementes da árvore a ser enxertada para produção de cavalos, a incompatibilidade cai para 40 - 50%, e há indicações de que sementes provenientes de auto fecundação, quando usadas para produção de cavalos, diminuem ainda mais a incompatibilidade (19).

⁺ Enxerto de encostia lateral, em que a parte inferior da estaca do cavaleiro fica imersa em água até à pega.

* Recebido para publicação em 23-03-1976. Projeto n.º 41299 do Conselho de Pesquisa da U.F.V.

** Respectivamente, Professor Adjunto, Professor Assistente e Auxiliar de Ensino Escola Superior de Florestas da U.F.V.

Em resumo, todos os tipos de propagação vegetativa trazem alguma dificuldade para o geneticista interessado em propagar árvores superiores para formação de pomares de sementes e produção de sementes melhoradas.

Este trabalho visa à testar, com estacas de mudas de *E. grandis*, todos os métodos que já deram algum resultado em espécies de difícil enraizamento. Como muitos destes métodos ainda não foram aplicados em *Eucalyptus* spp., e outros já mostraram relativo sucesso nessas espécies, espera-se encontrar os mais promissores. O presente estudo deverá ser seguido de outros em brotação de cepas e material adulto, com o objetivo de propagar os genótipos superiores para fins comerciais e para pomares de sementes. Auxinas só serão usadas em trabalhos posteriores, para aperfeiçoar ainda mais o método.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Sementes coletadas de cinco árvores «plus» de *Eucalyptus grandis*, adultas, foram postas para germinar em novembro de 1974. As mudas obtidas foram repicadas para sacos plásticos e mantidas no viveiro até março de 1975, quando se iniciou o primeiro teste. As mudas que apresentavam aproximadamente 40 cm de altura foram cortadas rente ao solo, e as estacas foram submetidas aos seguintes tratamentos:

1. Estacas cortadas a 10 cm da base e colocadas em água a 40°C, durante uma hora (9);
2. Estacas de aproximadamente 40 cm, embebidas em 10 mg/l de ethrel, durante 24 h (10);
3. Estacas de aproximadamente 40 cm, embebidas em 0,2% de sacarose, durante 3 dias (1);
4. Centrifugação de estacas cortadas a 10 cm da base, 9 dos quais mergulhados em água, a 3.000 ppm, durante uma hora (9);
5. Estacas cortadas a 10 cm da base;
6. Estacas não tratadas.

Os tratamentos foram aplicados de maneira que terminassem no dia 19 de março, ficando todas as estacas, depois disso, em uma solução de 0,2% do fungicida benlate, durante 24 h. Após esse tratamento as estacas foram postas em canteiro de areia lavada, com nebulização intermitente de 5 em 5 minutos, com um minuto de aspersão. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, usando-se cinco repetições. Cada repetição constava de cinco estacas, sendo cada uma proveniente de uma das árvores selecionadas. No dia 18 de abril foram retiradas do canteiro e avaliadas quanto à formação de calos ou de raízes.

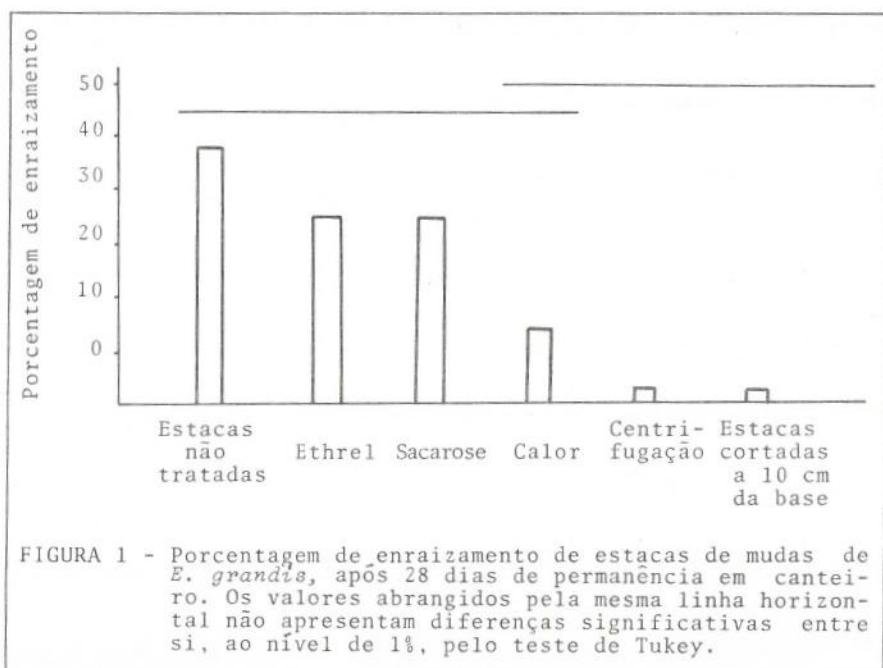
Um segundo teste, utilizando-se estacas de aproximadamente 40 cm de comprimento e novos tratamentos, foi iniciado no dia 13 de maio. Após os tratamentos e a imersão em benlate, as estacas foram postas em ambiente idêntico ao do teste anterior. No dia 3 de junho fez-se a remoção das estacas, as quais foram avaliadas. O delineamento estatístico foi o mesmo do teste anterior, e os tratamentos aplicados foram os seguintes:

1. Rega com solução de Hoagland uma vez por semana (7). Neste caso, à noite, a aspersão era interrompida até às 7 h do dia seguinte, em todo o canteiro;
2. Aquecimento com resistências elétricas por baixo do canteiro (6), sendo a temperatura mantida em torno de 40°C, perto da base da estaca;
3. Tratamento a frio (5°C), em uma geladeira escura, durante 7 dias, ficando a base das estacas imersa em água;
4. Testemunha.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância da porcentagem de enraizamento transformada em arc sen $\sqrt{\%}$ revelou, para o primeiro teste, diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade. As médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Tukey (18), e acham-se representadas na Figura 1.

A análise da porcentagem de estacas com calos ou raízes mostrou haver, também, diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre as médias que se acham ilustradas na Figura 2.



A porcentagem de sobrevivência das estacas enraizadas de acordo com os tratamentos foi a seguinte:

Estacas não tratadas	100%
Sacarose	100%
Ethrel	100%
Calor	100%
Estacas cortadas a 10 cm da base	80%
Centrifugação	76%

Quando se consideraram os dados por grupos de famílias de meios-irmãos, houve também diferenças, e as porcentagens de enraizamento e de plantas com calos ou raízes no melhor tratamento, «estacas não tratadas», são mostradas no Quadro 1.

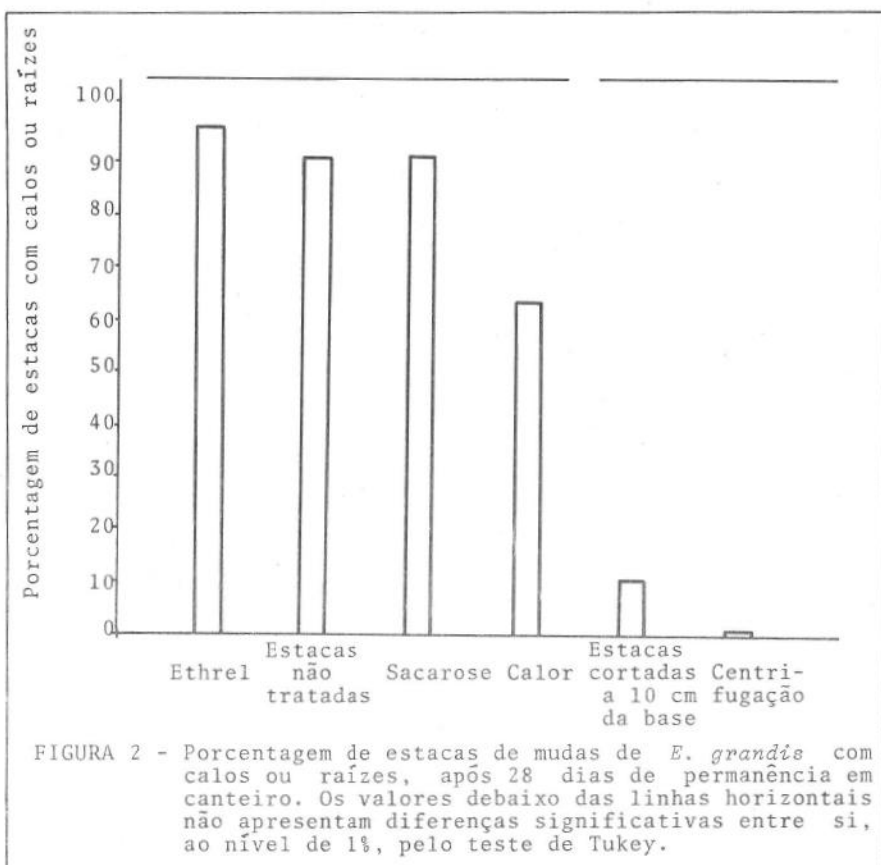
Para o grupo de tratamentos aplicados em maio os resultados de enraizamento estão ilustrados na Figura 3.

Os tratamentos Hoagland, testemunha e frio não diferiram entre si, porém diferiram do tratamento de aquecimento sob o leito, pelo teste de Tukey, a 5%. Considerando estacas enraizadas e com calos em conjunto, não houve diferença significativa entre os tratamentos, e as porcentagens respectivas são apresentadas na Figura 4.

Em famílias de meios-irmãos houve também diferenças quanto à origem das árvores. O Quadro 2 apresenta as porcentagens de enraizamento e enraizamento ou calos obtidas no melhor tratamento, isto é, com a aplicação de solução de Hoagland, e no testemunha.

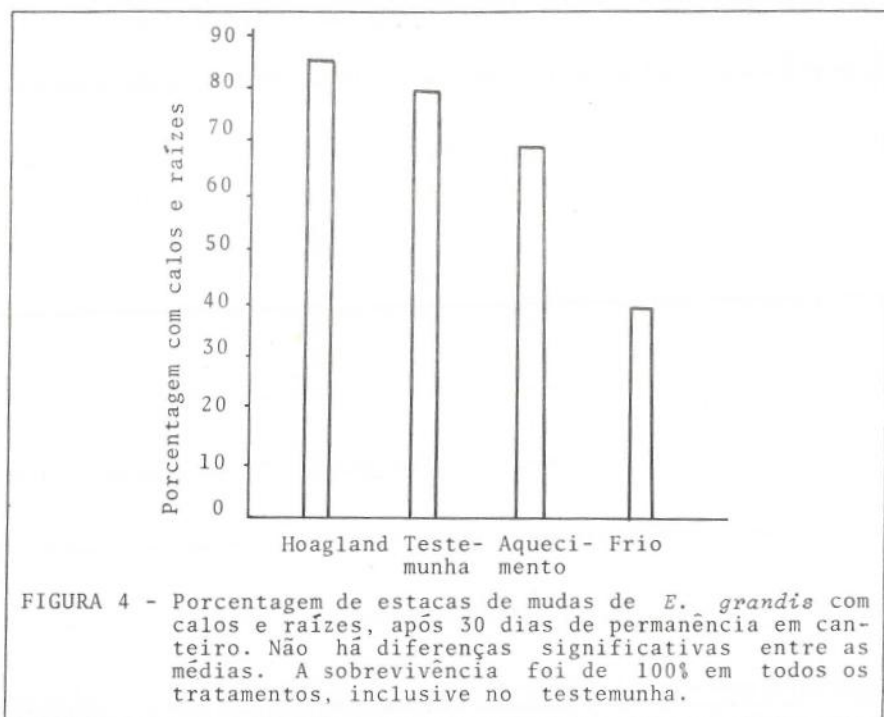
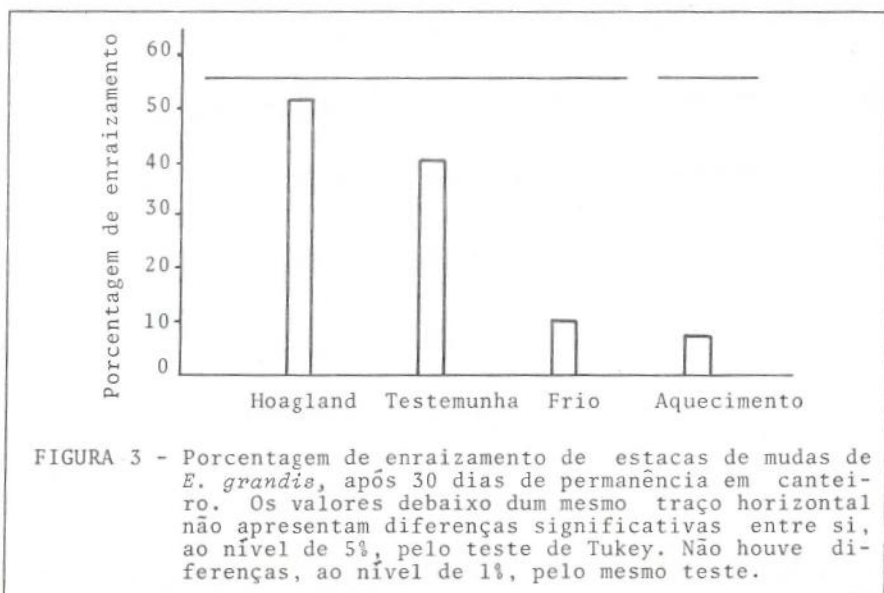
Não houve diferenças significativas entre qualquer dos tratamentos e a testemunha. Ainda assim as estacas tratadas com solução de Hoagland enraizam melhor do que todas as outras, o que confirma a importância dada à nutrição foliar por MARTIN e QUILLET (13) e POGGIANI e SUTTER F.^o (16). Tratamentos que merecem ser repetidos são o aquecimento do leito com outras temperaturas, aplicação da solução de Hoagland em diferentes concentrações e frequências, exposição a ethrel e sacarose em diferentes concentrações e espaços de tempo. Estudo que merece especial destaque é o das aplicações de hormônios, em razão de estas substâncias promo-

verem, com bastante certeza, o enraizamento de estacas.



QUADRO 1 - Porcentagens de enraizamento e de plantas com calos ou raízes no tratamento "estacas não tratadas"

Nº da Família	% de enraizamento	% de plantas com calos ou raízes
1	40%	90%
2	40%	100%
3	60%	100%
4	50%	80%
5	30%	90%



QUADRO 2 - Porcentagem de enraizamento e enraizamento ou calos obtida pela aplicação da solução de Hoagland e testemunha

q	Família	Hoagland		Testemunha	
		raízes	raízes ou calos	raízes	raízes ou calos
	1	40	80	20	80
	2	40	80	20	60
	3	80	80	60	100
	4	60	80	60	80
	5	40	100	40	100

4. RESUMO

O presente estudo teve como principal objetivo selecionar, dentre os métodos de enraizamento usados, aqueles que seriam mais promissores para a propagação de genótipos superiores de *Eucalyptus* spp. para fins comerciais e de formação de pomares porta-sementes. Para tanto, utilizaram-se estacas provenientes de mudas de *Eucalyptus grandis*, com aproximadamente 4 meses de idade, que foram cortadas rente ao solo.

O experimento constou de dois testes consecutivos, dos quais o primeiro envolveu os seguintes tratamentos básicos: (1) imersão parcial das estacas em água a 40°C, (2) embebição em solução de etrel, (3) embebição em solução de sacarose, (4) centrifugação, (5) estacas seccionadas na base e (6) estacas não tratadas. No segundo teste, os tratamentos aplicados foram: (1) rega com solução de Hoagland, (2) aquecimento do leito de enraizamento, (3) tratamento a frio e (4) testemunha (estacas de aproximadamente 40 cm, sem nenhum tratamento).

Em ambos os testes, após a aplicação dos respectivos tratamentos, as estacas permaneceram em uma solução de benlate durante 24 horas, sendo, em seguida, postas em canteiros de areia lavada, sob nebulização intermitente.

No primeiro teste, a maior porcentagem de enraizamento foi conseguida com a testemunha. Este resultado, todavia, não difere significativamente dos obtidos com os tratamentos etrel, sacarose e calor. O enraizamento mais baixo foi obtido por centrifugação e testemunha de centrifugação, que não diferiram significativamente do resultado obtido pela aplicação de calor. No segundo teste, as porcentagens de enraizamento obtidas com a rega com solução da Hoagland, testemunha e frio foram estatisticamente idênticas, mas diferiram da obtida com calor, que proporcionou o pior resultado.

Concluiu-se que entre os tratamentos promissores para o enraizamento de estacas de eucalipto, além da aplicação de auxinas, está a embebição em etrel, em sacarose, o aquecimento do leito e as aplicações foliares de nutrientes. Recomenda-se que os tratamentos devam ser repetidos, usando-se outras variáveis além das usadas aqui, com aplicações de auxinas. O método deve ser estendido para a brotação de tocos.

5. SUMMARY

This study sought to select the best method for propagation of superior *Eucalyptus* spp. genotypes for commercial use and for the establishment of clonal seed orchards. Four-month-old *Eucalyptus grandis* seedlings which were cut close to the

soil were used for treatments.

In a preliminary experiment, the cuttings were submitted to the following basic treatments: 1) partial immersion in water at 40°C, 2) soaking in a sucrose solution, 3) centrifugation, 4) centrifugation control, 5) control and, 6) soaking in an ethrel solution. In the second experiment, treatments used were: 1) watering with Hoagland's solution, 2) heating of the shoot-bed, 3) cold treatment and, 4) control.

In both experiments, after treatments, the cuttings were placed for 24 hrs. in a benlate solution and later placed in washed sand beds under intermittent mist.

In the first experiment, the highest percentage of rooting was achieved in the control, but this result was not significantly different from ethrel, sucrose, and heat treatments. Least rooting was obtained by centrifugation and its control, which also did not differ significantly from the heat treatment. In the second experiment, rooting percentages in Hoagland solution, control and cold treatment were statistically identical, but differed from the heat treatment which gave the lowest rooting percentage.

It was concluded that applications of ethrel and sucrose solutions, heating of the shoot-bed and application of foliar fertilizers are among the most promising treatments for rooting eucalypt cuttings. It is recommended that effects of other variables besides those studied can be investigated separately, combined with each other and combined with auxin applications. The methods should be extended to eucalypt coppice shoots.

6. LITERATURA CITADA

1. ARENS, T. & ARENS, K. O enraizamento de *Eucalyptus* no clima do Estado de São Paulo. *Ciência e Cultura* 24(3):233-237. 1972.
2. BURGESS, I.P. Vegetative propagation of *Eucalyptus grandis*. *N.Z.J. For. Sci.* 4(2):181-184. 1974.
3. DAVIDSON, J. Some physiological aspects of rooting cuttings of *Eucalyptus deglupta* Blume. *Proc. IUFRO Workshop on Vegetative Propagation of Forest Trees*. November 12-17, Rotorua, N. Zealand, 1973. 17 p.
4. DAVIDSON, J. A technique for rooting seedling of *Eucalyptus deglupta* Blume. *Proc. IUFRO Workshop on Vegetative Propagation of Forest Trees*. November 12-17, Rotorua, N. Zealand, 1973, 18 p.
5. DUTT, A.K., MADAN, C.L. & ATAL, C.K. Vegetative propagation of the eucalypts. *Ind. For.* 97(9):517-518. 1971.
6. FADL, M.S. & HARTMANN, H.T. Relationship between seasonal changes in endogenous parameters and inhibitors in pear buds and cuttings. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 91:96-112. 1967.
7. HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water-culture method for growing plants without soil. *Cal. Agric. Exp. Stn., Circular N.º 347*, California, 1950, 32 p.
8. HUSSAIN, A.M.M. Preliminary observations on air — layering in *Eucalyptus* (Mysore hybrid). *Ind. For.* 92(8):544-547. 1966.
9. KAWASE, M. Causes of centrifugal root promotion. *Physiol. Plant.* 25: 64-70. 1971.
10. KRISHNAMOORTHY, H.N. Promotion of rooting in mung-bean hypocotyl treated with ethrel, an ethylene releasing compound. *Plant and Cell Phys.* 11:979-982. 1970.
11. MARTIN, B. & QUILLET, G. Bouturage des arbres forestiers au Congo. *Bois et Forêts des Tropiques* 154:41-57. 1974.
12. MARTIN, B. & QUILLET, G. Bouturage des arbres forestiers au Congo. *Bois et Forêts des Tropiques* 155:15-33. 1974.

13. MARTIN, B. & QUILLET, G. Bouturage des arbres forestiers au Congo. *Bois et Forêts des Tropiques* 156:39-61. 1974.
14. MARTIN, B. & QUILLET, G. Bouturage des arbres forestiers au Congo. *Bois et Forêts des Tropiques* 157: 21-40. 1974.
15. PATON, D.M., WILLING, R.R., NICHOLS, W. & PRYOR, L.D. Rooting of stem cuttings of *Eucalyptus*, a rooting inhibitor in adult tissue. *Aust. J. Bot.* 18:175-183. 1970.
16. POGGIANI, F. & SUTTER FILHO, W. Importância da nebulização intermitente e efeito do tratamento hormonal na formação de raízes em estacas de eucalipto. *IPEF* 9:119-129. 1974.
17. PRYOR, L.D. & WILLING, R.R. The vegetative propagation of *Eucalyptus*: an account of progress. *Austr. For.* 27(1):52-62. 1963.
18. STEEL, R.G. & TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics*. Mc Graw-Hill Book. Co. 1960. 481 p.
19. WYK, G. van. *Report on pollen handling, control pollination and grafting of Eucalyptus*. Presented to E. E. Franklin, Southeastern For. Exp. Stn. Florida. 1974. 11 p.