

INFLUÊNCIA DO ANELAMENTO NA NUTRIÇÃO E NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS LENHOSAS DO PORTA-ENXERTO 'MALLING-MERTON 106'¹

JOSÉ CARLOS FACHINELLO², ANTONIO AUGUSTO LUCCHESI³ e
LUIZ EDUARDO GUTIERREZ⁴

RESUMO - Plantas-matrizes do porta-enxerto 'Malling-Merton 106' foram submetidas a três formas de anelamento (aneladas, estranguladas e não-aneladas) em duas épocas antes da coleta das estacas para enraizamento. Cinquenta por cento das estacas receberam tratamento na base com AIB (ácido indolilbutírico) e 50% foram utilizadas para determinação de açúcares solúveis totais e nitrogênio. Cento e dois dias após, as estacas foram avaliadas no leito de enraizamento. Os resultados mostraram que o anelamento estimulou o enraizamento das estacas e a quantidade de matéria seca de raízes e ramos, principalmente em estacas da posição basal do ramo. As estacas aneladas podem dispensar a aplicação de reguladores de crescimento para a iniciação de raízes. Nos tratamentos em que se aplicou o AIB houve maiores ganhos de matéria seca. Não houve correlação entre os teores de açúcares solúveis e nitrogênio total e o aumento no enraizamento das estacas.

Termos para indexação: plantas-matrizes, ácido indolilbutírico, nitrogênio.

EFFECT OF GIRDLING ON NUTRITION AND ROOTING OF CUTTINGS OF THE APPLE ROOTSTOCK 'MALLING-MERTON 106'

ABSTRACT - Mother plants of 'Malling-Merton 106' rootstock were subjected to three types of girdling (girdled, strangled and nongirdled) in two periods before harvest of cuttings for rooting. Fifty percent of the cuttings were treated with an IAB (indolebutyric acid) treatment and fifty percent were used to determine total soluble sugar and nitrogen. One hundred and two days later cuttings were evaluated in the rootbed. Results showed that girdling stimulated rooting of cuttings as well as quantity of dry matter of roots and branches, especially in cuttings from the basal portions. Girdled cuttings do not require application of growth regulators for root initiation. There were greater dry matter gains in the treatments in which indolebutyric acid was applied. There was no correlation between soluble sugar content and total nitrogen and increased rooting of cuttings.

Index terms: mother plants, indolebutyric acid, nitrogen.

INTRODUÇÃO

O processo tradicional de multiplicação de porta-enxertos de macieira é através da megulhia de cepa. Essa técnica possibilita a obtenção de, aproximadamente, quatro porta-enxertos/ano planta-matriz a partir do segundo ano de plantio, requerendo áreas relativamente grandes para viveiros, o que contribui para onerar o custo da muda.

A propagação vegetativa através de estacas lenhosas de ramos tem sido objeto de estudo por vários pesquisadores, entre eles: Gardner (1937), Hartmann et al. (1965), Ashiru & Carlson (1968), Doud & Carlson (1977), Denardi (1980), Bassuk & Howard (1981) e Howard et al. (1984); entretanto, ainda não se dispõe de uma técnica satisfatória, pois vários fatores de ordem bioquímica e fisiológica estão envolvidos.

Existem evidências de que as estacas provenientes de plantas bem nutridas, porém com teores de nitrogênio em condições normais, enraizam-se com mais facilidade; nesta condição, o maior índice de enraizamento é atribuído ao maior acúmulo de carboidratos, ou, possivelmente, a redução dos níveis de citocininas na estaca (Haun & Cornell 1951, Pearse 1943). Alguns trabalhos de pesquisa têm procurado relacionar a capacidade de enraizamento com a relação carbono/nitrogênio, indicando que uma alta relação C/N é favorável à

¹ Accito para publicação em 23 de março de 1988.

Parte do trabalho apresentado pelo primeiro autor para atender às exigências do Curso de Doutorado, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

² Eng. - Agr., Prof. - Adj., Dep. de Fitot., Fac. de Agron. "Eliseu Maciel", Caixa Postal 354, CEP 96100 Pelotas, RS.

³ Eng. - Agr., Prof. - Tit., Dep. de Botânica, Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", CEP 13400 Piracicaba, SP.

⁴ Eng. - Agr., Prof. - Ass., Dr., Dep. de Química, Esc. Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz".

iniciação de raízes, ao passo que uma baixa relação é favorável ao desenvolvimento de ramos. O uso desta relação nem sempre propicia respostas satisfatórias, pois depende das quantidades destes nutrientes envolvidos e também do material propagativo utilizado.

O balanço dos fatores bioquímicos requeridos para a iniciação de raízes é constante na planta, mas pode ser modificado por diferentes meios, de acordo com as estações do ano. Estas alterações podem ser feitas através de condicionamentos da planta, tais como: anelamento do ramo sobre a planta antes da retirada da estaca (Stoltz & Hess 1966a, b, Mendes 1959), estiolação (Gardner 1937, Doud & Carlson 1977, Harrison-Murray 1982, Hermann & Hess 1963, Frolich 1961), aplicação de reguladores de crescimento e injúrias mecânicas, ou a combinação entre tratamentos (Gorecki 1979, Howard et al. 1984).

O presente experimento foi desenvolvido com a finalidade de verificar a influência do anelamento na variação dos teores endógenos de açúcares solúveis e nitrogênio e sua correlação com o enraizamento de estacas lenhosas do porta-enxerto 'MM-106'.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução do experimento utilizaram-se porta-enxertos da cultivar Malling Merton 106, conhecida como 'MM-106', cujas matrizes foram plantadas no Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ, Piracicaba, no dia 10.07.84, em solo que sofreu calagem e correção de P e K. As mudas foram plantadas no espaçamento de 1,0 m x 0,4 m. Depois do plantio, as mudas foram rebaiadas até à altura de 0,1 m do solo, permanecendo com apenas uma haste.

Anelaram-se os ramos em duas épocas: 03.04.85 (época 1) e 23.05.85 (época 2); na ocasião, foram aneladas 150 plantas em cada época. As formas de anelamento foram duas: aneladas com retirada de um anel de casca; e anelada com fio de cobre, "estranguladas", conforme técnica utilizada por Mendes (1959). Incluiu-se testemunha, sem anelamento.

Os ramos anelados foram retirados das plantas para produção de estacas, no dia 07.07.85, sendo que cada um deles foi separado em três porções: apical, mediana e basal com 25 cm de comprimento. Antes de as estacas serem levadas para enraizar, parte delas recebeu um tratamento na base com ácido indolilbutírico, e parte delas foi utilizada para determinações de nitrogênio total pelo método Kjeldahl e açúcares solúveis totais, extraídos

com água em ebulição, utilizando-se o método descrito por Dubois et al. (1956).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com três repetições, totalizando-se 36 tratamentos, sendo que cada tratamento era composto de 24 estacas, totalizando 864 estacas. Os tratamentos foram: a) três tipos de anelamentos (estranguladas, aneladas e não aneladas); b) três tipos de estacas (apicais, medianas e basais); c) duas concentrações de AIB (zero e 2.500 ppm); e d) duas épocas de anelamento.

As estacas foram enraizadas em canteiros, com uma camada de 30 cm de areia. Foram enterradas as estacas até 2/3 de seu comprimento e mantidas parcialmente sombreadas até o dia 22.10.85, ocasião em que se colheram os resultados. A umidade no leito de enraizamento era mantida através de irrigações, com controle por meio de tensiômetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A prática do anelamento em ramos do porta-enxerto de macieira 'MM-106', como forma de condicionamento para posterior utilização na propagação vegetativa por estaquia, mostrou influência significativa na percentagem de estacas enraizadas (Tabela 1 e Fig. 1 e 2), no ganho de matéria seca de raízes e ramos (Tabelas 2 e 3) e açúcares solúveis (Tabela 4), porém não influenciou a percentagem de nitrogênio total.

Análises realizadas em estacas aneladas mostraram que houve acúmulo de carboidratos, variação nos teores de nitrogênio, aumento nos teores de auxinas (Higdon & Westwood 1963), cofatores de enraizamento (Fadl & Hartmann 1967) e principalmente aumentos na quantidade de tecidos pouco diferenciados, capazes de se tornarem meristemáticos. Estas modificações do ramo na região anelada foram acompanhadas de aumento na capacidade rizogênica da estaca. Estas observações estão de acordo com as verificadas por Stoltz & Hess (1966b), Mendes (1959), Gardner (1937), Jauhari & Rahman (1959), entre outros).

A percentagem de estacas enraizadas, conforme Tabela 1 e Fig. 2, foi influenciada de maneira significativa pela prática do anelamento, posição da estaca no ramo, presença de AIB e épocas de realização do anelamento. A aplicação de AIB com 2.500 ppm proporcionou aumentos mais significativos nas estacas não aneladas do que nas aneladas, o que se pode atribuir ao estímulo provocado pelo AIB na divisão celular e diferenciação de primór-

TABELA 1. Efeito do anelamento, posição da estaca nos ramos, do AIB, das épocas e das interações estacas x anelamento e estacas x época na percentagem de estacas enraizadas.

Anelamento	Enraizamento (%)	Posição da estaca	Enraizamento (%)	AIB	Enraizamento (%)	Época	Enraizamento (%)
Estranguladas	35,0 a	Basais	75,6 a	Com AIB	38,2 a	Época ₁	29,4 a
Aneladas	30,9 a	Medianas	9,4 b	Sem AIB	14,4 b	Época ₂	21,5 b
Não aneladas	12,4 b	Apicais	4,6 b				

Estacas	Anelamento			Épocas	
	Estranguladas	Aneladas	Não aneladas	Época ₁	Época ₂
Basais	93,0 a	90,1 a	32,7 a	86,2 a	63,1 a
Medianas	14,3 b	10,4 b	4,7 b	10,4 b	8,5 b
Apicais	4,3 b	3,5 b	6,2 b	3,9 b	5,3 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (CV) 40,7%.

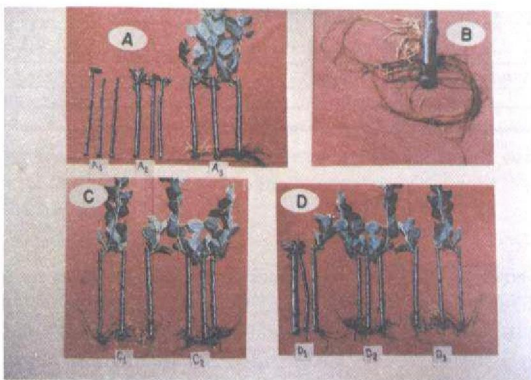


FIG. 1. Enraizamento em estacas lenhosas do porta-enxerto de macieira MM-106 (A a D). A - Posição da estaca no ramo, sendo A₁ - Apicais, A₂ - Medianas e A₃ - Basais; B - Formação de raízes em estaca da posição basal a partir da intumescência na região do nó; C - Enraizamento em estacas basais aneladas (C₁) e estranguladas (C₂); D - Enraizamento em estacas basais, sendo D₁ - Não aneladas, D₂ - Aneladas, e D₃ - Estranguladas.

dios radiculares, o que foi reportado por Higdon & Westwood (1963) em estacas lenhosas de pereira, nas quais o anelamento foi capaz de suprir e elevar os teores endógenos de auxinas, dispensando assim os tratamentos com este hormônio.

Para todas as variáveis estudadas, os resultados obtidos na época 1 (97 dias antes da coleta das estacas no campo) foram mais expressivos que os obtidos na época 2 (47 dias antes da coleta das estacas), principalmente para as estacas da posição basal do ramo, o que se pode atribuir à diminuição na taxa de crescimento na época 2, pois nesta

oportunidade a planta havia iniciado o processo de dormência e apresentava dificuldade para soltar a casca do lenho. A formação de calo no período de dormência, em plantas aneladas, é impedida pela baixa mobilidade de solutos no ramo e também pelo aumento de inibidores de crescimento, principalmente em plantas de clima temperado. Portanto, o condicionamento deve ser realizado quando a planta se encontra em atividade vegetativa, independentemente da época, o que se verifica quando a casca é removida com facilidade.

Conforme mostra a Tabela 1, as estacas da posição basal do ramo que receberam anelamento alcançaram percentagens médias de enraizamento de 93,0% para as estranguladas, e 90,1% para as aneladas, e apenas 32,7% para as não-aneladas; estes resultados foram superiores aos obtidos por Denardi (1980), que obteve 32% de estacas enraizadas; Hartmann et al. (1965), que obtiveram 28,8%; e semelhantes aos obtidos por Howard et al. (1984), que foram de 94%, porém com outro porta-enxerto e com controle da temperatura no leito de enraizamento.

Além da maior percentagem de estacas enraizadas, as estacas da posição basal do ramo, principalmente as aneladas, apresentaram maiores quantidades de matéria seca de ramos e raízes (Tabelas 2 e 3). Estes resultados em conjunto evidenciam que a taxa de regeneração potencial das estacas da

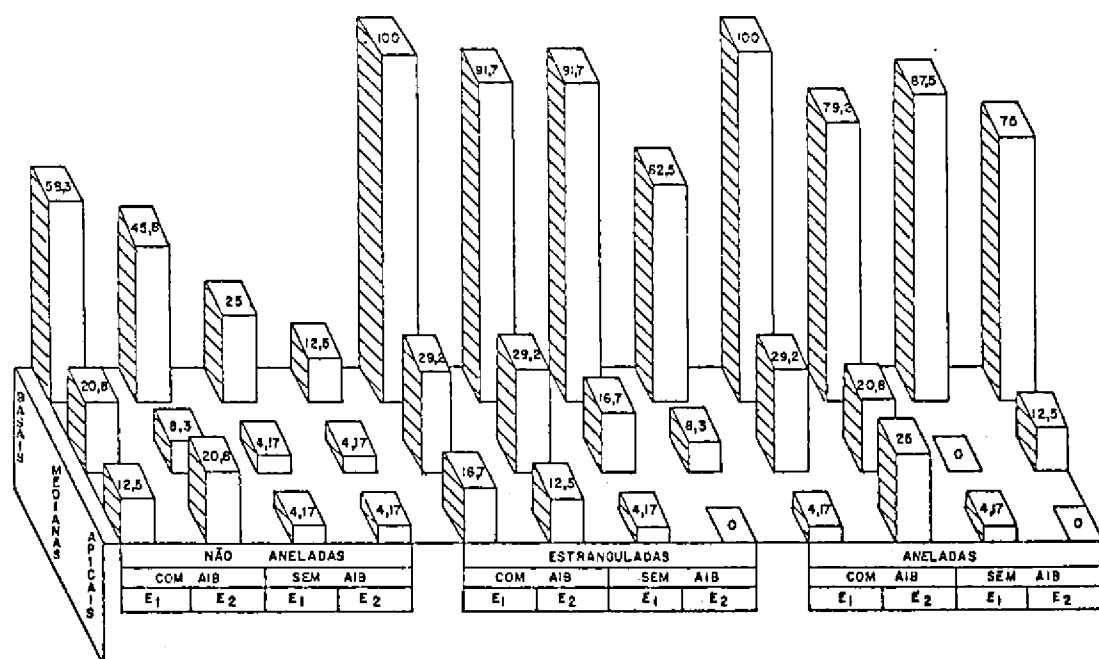


FIG. 2. Percentagem de estacas lenhosas enraizadas do porta-enxerto MM-106 em função da posição da estaca no ramo, tipo de anelamento, AIB e épocas de anelamento.

TABELA 2. Efeito do anelamento, posição da estaca no ramo, do AIB, das épocas e das interações (estacas x anelamento e estacas x época) na produção de matéria seca (g) de raízes de estacas lenhosas.

Anelamento	Matéria seca (g)	Estacas	Matéria seca (g)	AIB	Matéria seca (g)	Época	Matéria seca (g)
Aneladas	0,29 a	Basais	0,69 a	Com AIB	0,29 a	Época ₁	0,27 a
Estranguladas	0,29 a	Medianas	0,05 b	Sem AIB	0,15 b	Época ₂	0,17 b
Não aneladas	0,09 b	Apicais	0,01 b				
Estacas	Anelamento			Épocas			
	Não aneladas	Estranguladas	Aneladas	Época ₁	Época ₂		
Basais	0,25 a	0,92 a	0,98 a	0,89 a	0,50 a		
Medianas	0,03 b	0,07 b	0,05 b	0,05 b	0,05 b		
Apicais	0,02 b	0,02 b	0,01 b	0,02 b	0,01 b		

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (CV) 8,08%.

TABELA 3. Efeito do anelamento, da posição da estaca no ramo, do AIB e das épocas na produção de matéria seca (g) de ramos de estacas lenhosas.

Anelamento	Matéria seca (g)	Estacas	Matéria seca (g)	AIB	Matéria seca (g)
Estranguladas	1,93 a	Basais	5,65 a	Com AIB	1,98 a
Aneladas	1,79 a	Medianas	0,35 b	Sem AIB	1,00 b
Não aneladas	0,77 b	Apicais	0,14 b		

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (CV) 27,0%.

TABELA 4. Efeito do anelamento e da posição da estaca no ramo na variação do teor de açúcares solúveis (g de glucose/100 g de matéria seca).

Anelamento	Açúcares solúveis g/100 g m.s.	Estacas	Açúcares solúveis g/100 g m.s.
Estranguladas	7,69 a	Apicais	7,72 a
Aneladas	7,67 a	Medianas	7,11 ab
Não aneladas	6,30 b	Basais	6,82 b

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (CV) 10,88%.

posição basal foi sensivelmente aumentada pelo anelamento, tendo como conseqüência um acúmulo na quantidade de cofatores do enraizamento, os quais diminuem na base para o ápice do ramo. Esta observação foi constatada por Tukey & Green (1934) em outras espécies. O aumento das reservas de nutrientes, aliado à presença de cofatores do enraizamento, proporcionou ganhos superiores em matéria seca radicular e foliar, quando comparados com os das estacas da posição mediana e apical.

Os teores de açúcares solúveis totais (Tabela 4) foram aumentados de forma significativa pelo anelamento, principalmente para as estacas da posição apical do ramo, porém o mesmo não aconteceu com o nitrogênio total (Tabela 5), embora os maiores teores deste nutriente tenham-se concentrado na porção apical do ramo, independentemente da forma de anelamento. Este acúmulo de açúcares solúveis e nitrogênio na porção apical pode ser justificado pela obstrução ao fluxo des-

cedente de seiva elaborada e seu acúmulo acima da porção anelada, e também pela existência de pontos de crescimento, tais como folhas e meristemas, que mobilizam grandes quantidades destes nutrientes. O aumento do teor destes nutrientes nas estacas da posição apical e mediana não foram acompanhados por aumentos na percentagem de estacas enraizadas.

Os açúcares analisados foram basicamente as formas solúveis em água quente, não se analisando a fração total de amido isoladamente. De acordo com Vieitz et al. (1980), o amido, quando presente na estaca, é a única fonte de carboidratos que irá fornecer a energia necessária para a inicia-

TABELA 5. Efeito da posição da estaca no ramo e das interações significativas (estacas x épocas e anelamento x estacas) na variação do teor de nitrogênio total (%).

Estacas	Nitrogênio (%)	Nitrogênio total (%)	
		Época ₁	Época ₂
Apicais	0,67 a	0,72 a	0,62 a
Basais	0,49 b	0,49 b	0,49 b
Medianas	0,48 b	0,47 b	0,48 b

Anelamento	Nitrogênio total (%)		
	Apicais	Medianas	Basais
Estranguladas	0,71 a	0,44 a	0,44 b
Aneladas	0,69 a	0,47 a	0,45 b
Não aneladas	0,61 a	0,52 a	0,59 a

Médias de tratamentos seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (CV) 12,59%.

ção e o desenvolvimento de primórdios radiculares. Doud & Carlson (1977) mostraram que em estacas de macieira existe uma relação positiva entre o acúmulo de amido próximo à gema no ramo e a capacidade de enraizamento, mas sempre em locais que foram previamente condicionados, através de anelamento ou através da estiolação.

Os nutrientes não foram capazes de responder pelo menor ou maior enraizamento das estacas, embora seja conhecido que teores elevados de carboidratos nos tecidos estão relacionados com teores elevados de potássio nos tecidos e que o boro facilita a distribuição de carboidratos, e que também os tecidos ricos em nitrogênio apresentam baixa capacidade de regeneração de raízes, principalmente quando o N está associado a baixos teores de carboidratos.

Para plantas obtidas através de uma seleção clonal e propagadas vegetativamente, como é o caso do porta-enxerto 'MM-106', o condicionamento da planta ao enraizamento torna-se imperioso, uma vez que os tecidos são altamente diferenciados e esta cultivar apresenta dificuldade para enraizamento através de estacas lenhosas.

CONCLUSÕES

1. O anelamento provocou alterações nos cofatores do enraizamento e cortou o fluxo descendente de seiva elaborada.
2. O anelamento aumentou a percentagem de estacas enraizadas e a quantidade de matéria seca de raízes e ramos, sendo as estacas da posição basal as mais influenciadas.
3. As estacas tratadas com AIB apresentaram maiores ganhos de matéria seca.
4. O condicionamento do ramo para o enraizamento, através do anelamento, é mais eficiente quando realizado em plena atividade vegetativa da planta.
5. Os aumentos nos teores de açúcares solúveis e nitrogênio na estaca não foram acompanhados de aumentos no enraizamento.
6. Independentemente das formas de anelamento, as estacas da posição basal do ramo enraízam melhor que as da posição mediana, e estas, melhor que as apicais.

REFERÊNCIAS

- ASHIRU, G.A. & CARLSON, R.F. Some endogenous rooting factors associated with rooting of East Malling II and Malling-Merton 106 apple clones. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 92:106-12, 1968.
- BASSUK, N.L. & HOWARD, B.H. A positive correlation between endogenous root-inducing cofactor activity in vacuum-extracted sap and seasonal changes in rooting of M-26 winter apple cuttings. *J. Hortic. Sci.*, 56(4):301-12, 1981.
- DENARDI, F. Propagação vegetativa do porta-enxerto de macieira (*Malus domestica*, Borkh) Malling-Merton 106 (MM-106) por meio de estacas lenhosas. Pelotas, UFPel, 1980. 69p. Tese Mestrado.
- DOUD, S.L. & CARLSON, R.F. Effects of etiolation, stem anatomy, and starch reserves on root initiation of layered *Malus* clones. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 102(4):487-91, 1977.
- DUBOIS, M.; GILBS, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBENS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28:350-6, 1956.
- FADL, M.S. & HARTMANN, H.T. Isolation, purification and characterization of an endogenous root-promoting factor obtained from the basal sections of pear hardwood cuttings. *Plant Physiol.*, 42:541-9, 1967.
- FROLICH, E.F. Etiolation and rooting of cuttings. *Proc. Int. Plant Propag. Soc.*, 11:277-83, 1961.
- GARDNER, F.E. Etiolation as a method of rooting apple variety stem cuttings. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 34:323-9, 1937.
- GORECKI, R.S. The effect of an auxin (IBA), fungicide (captan) and of wounding on the rooting of soft wood apple (*Malus* Mill.) cuttings. *Acta Agrobot.*, 32(2):223-32, 1979.
- HARRISON-MURRAY, R.S. Etiolation of stock plants for improved rooting of cuttings. I. Opportunities suggested by work with apple. *Proc. Int. Plant Propag. Soc.*, 31:386-92, 1982.
- HARTMANN, H.T.; HANSEN, C.J.; LORETI, F. Propagation of apple rootstocks by hardwood cuttings. *Calif. Agric.*, 19(6):4-5, 1965.
- HAUN, J.R. & CORNELL, P.W. Rooting response of geranium (*Pelargonium hortorum*, Bailey var. Ricard) cuttings as influenced by nitrogen, phosphorus, and potassium nutrition of stock plant. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 58:317-23, 1951.
- HERMANN, D.E. & HESS, C.E. The effect of etiolation upon the rooting of cutting. *Proc. Int. Plant Propag. Soc.*, 13:42-62, 1963.
- HIGDON, R.J. & WESTWOOD, M.N. Some factors affecting the rooting of hardwood pear cuttings. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 83:193-8, 1963.
- HOWARD, B.H.; HARRISON-MURRAY, R.S.; MALKENZIE, K.A.D. Rooting responses to wounding winter cuttings of M 26 apple rootstock. *J. Hortic. Sci.*, 59(2):131-9, 1984.

- JAUHARI, O.S. & RAHMAN, S.F. Further investigations on rooting in cuttings of sweet lime (*Citrus limettoides*, Tanaka). *Sci. Cult.*, 24:432-4, 1959.
- MENDES, L.O.T. A multiplicação da seringueira (*Hevea brasiliensis*, Muell., Arg.) por meio de estacas. *Bragantia*, 18(1):245-82, 1959.
- PEARSE, H.L. The effect of nutrition and phytohormones on the rooting of vine cuttings. *Am. Bot.*, 7(26): 123-32, 1943.
- STOLTZ, L.P. & HESS, C.E. The effect of girdling upon root initiation; auxin and rooting cofactors. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 89:746-51, 1966a.
- STOLTZ, L.P. & HESS, C.E. The effect of girdling upon root initiation; carbohydrates and amino acids. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 89:734-43, 1966b.
- TUKEY, H.B. & GREEN, E.L. Gradient composition of rose shoots from tip to base. *Plant Physiol.*, 9:157-63, 1934.
- VIEITZ, A.M.; BALLESTER, A.; GARCIA, M.T.; VIEITZ, E. Starch depletion and anatomical changes during the rooting of *Castanea sativa* Mill, cuttings. *Sci. Hortic.*, 13:261-6, 1980.