

Efeitos de auxina e boro no enraizamento adventício de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.)

Tatiana Isabel Herrera¹
Elizabeth Orika Ono^{2*}
Fernando Perez Leal¹

¹Departamento de Produção Vegetal – Horticultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, SP.

² Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP, C.P. 510 – CEP18618-000 – Botucatu, SP.
E-mail: eoono@ibb.unesp.br

*Autora para correspondência

Aceito para publicação em 04/11/2003

Resumo

Este trabalho avaliou o efeito de ácido indol-butírico (IBA) no enraizamento de estacas apicais de louro (*Laurus nobilis* L.), aplicado isoladamente ou com adição de ácido bórico. As estacas (15cm) foram retiradas de ramos de louro brotados no mesmo ano, que apresentavam duas folhas apicais. As bases das estacas foram tratadas com IBA a 0, 50, 150 e 300 mg L⁻¹, com ou sem a adição de boro a 150 mg mL⁻¹ por 24 horas. Em seguida, as estacas foram plantadas em bandejas de isopor contendo casca de arroz carbonizada como substrato e mantidas em câmara de nebulização. Após 70 dias da instalação foram avaliadas as porcentagens de estacas enraizadas, estacas com calo, estacas vivas, estacas mortas, o número de raízes formadas e o

comprimento das raízes (mm). Os resultados mostraram que IBA a 50 sem a adição de boro e IBA 150 e 300mg L⁻¹ com a adição de boro proporcionou maior porcentagem de estacas enraizadas e o tratamento com IBA a 150 mg L⁻¹ levou ao maior número de raízes nas estacas de louro.

Unitermos: enraizamento, IBA, boro, *Laurus nobilis* L.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of indolebutyric acid (IBA), applied with or without boric acid, on rooting laurel (*Laurus nobilis* L.) stem cuttings. The cuttings (15cm) that presented two apical leaves were collected from the apexes. They were treated with IBA 0, 50, 150 and 300 mg L⁻¹, with or without boron 150 mg mL⁻¹, for 24 hours. After the treatments, the cuttings were cultivated in polystyrene trays with carbonized rice linings and maintained under intermittent nebulization for 70 days when the percentages for rooting, stem cuttings with callus, and live and dead cuttings, root numbers and root lengths were evaluated. The results showed that IBA 50 mg L⁻¹, IBA 150 and 300mg L⁻¹ with boron enhanced the rooting percentage. The treatment with IBA 150 mg L⁻¹ showed the highest root number in stem cuttings.

Key words: *Laurus nobilis* L., rooting, IBA, boron.

Introdução

Segundo Font Quer (1993), o louro (*Laurus nobilis* L.) é uma planta perene, cuja árvore alcança 10 a 20 metros de altura, apresentando folhas alternas, coriáceas, muito aromáticas de cor verde escura, a espécie é dióica, suas folhas são usadas para temperar carnes e delas é extraído um óleo essencial, bastante utilizado pela indústria de perfumaria, o louro estimula o apetite

e é recomendado para o alívio da dor e nas infecções cutâneas e do ouvido.

A propagação do louro pode ser realizada pela via seminífera e pela via vegetativa (Vasconcellos, 1949). No Brasil, pelo fato da planta não produzir sementes viáveis, a propagação se dá exclusivamente a partir de processos vegetativos, ao passo que na Europa se realiza, também, através de sementes, onde esta planta completa seu ciclo reprodutivo natural (Fundação Dalmo Giaconetti, 1989).

Os métodos de propagação vegetativa, normalmente utilizados são a estaquia e a mergulhia, com predominância do primeiro, por sua maior viabilidade econômica e maior número de mudas produzidas em menor espaço de tempo, propiciando o estabelecimento de plantios clonais a partir de genótipos selecionados (Silva, 1985). No processo da estaquia utilizam-se tanto estacas caulinares como foliares e radiculares, plantando-as em um meio adequado, para se formar um bom sistema radicular e/ou parte aérea. Com relação à mergulhia, a alporquia é, segundo a Fundação Dalmo Giaconetti (1989), a modalidade mais utilizada, podendo-se utilizar também brotos "ladrões".

Hartmann et al. (1997) relatam que as auxinas são fundamentais para induzir o processo de enraizamento adventício e uniformizar a formação de raízes. A ação positiva das auxinas sobre o enraizamento de estacas parece relacionar-se com a divisão das células que darão origem às raízes (Haissig, 1972). Além disso, esses biorreguladores levam à síntese de RNA, que intervêm na iniciação do primórdio radicular (Hess, 1969), favorecendo a atividade metabólica necessária para o desenvolvimento dos tecidos constituintes das raízes neoformadas e estimulando seu crescimento (Breen e Muraoka, 1973).

O louro é considerado uma planta de difícil enraizamento adventício, existindo grande escassez de trabalhos científicos sobre sua propagação, seja pelo processo de mergulhia, seja

principalmente, pelo processo de enraizamento por estacas caulinares.

Existem duas hipóteses para explicar o difícil enraizamento de algumas estacas: a primeira seria pelo fato das estacas de difícil enraizamento não emitirem raízes por não possuírem os cofatores de enraizamento necessários em quantidades suficientes; outra possibilidade seria as estacas conterem inibidores do enraizamento em concentrações suficientemente altas, anulando o efeito das substâncias promotoras do enraizamento presentes. Dessa forma, segundo o mesmo autor, para um bom enraizamento seria necessária a presença quantitativa e qualitativa nas estacas de cofatores que, em combinação com as auxinas, propiciam o processo de rizogênese.

O boro pode ser considerado um cofator do enraizamento pois, segundo muitos pesquisadores (Hirsch e Torrey, 1980; Roth-Bejerano e Itai, 1981), esse micronutriente atua no processo rizogênico somente após a ação das auxinas no alongamento celular e alteração da membrana celular, com o boro facilitando o transporte através das membranas ou na manutenção da integridade destas.

Além disso, Ono e Rodrigues (1996) mostram que o boro tem importância no controle das enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos, polifenóis e lignina, de auxinas e dos ácidos nucléicos.

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo verificar o efeito do ácido indol-butírico (IBA), com ou sem a adição de boro, no enraizamento de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.).

Material e Métodos

As estacas foram coletadas de plantas de louro (*Laurus nobilis* L.) ocorrentes na Fazenda Experimental Lageado

localizada no município de Botucatu, SP. Ramos do ano e da periferia da copa de louro foram coletados no dia 14/02/2001. Dos ramos foram retiradas estacas apicais com comprimento de 15cm mantendo-se apenas duas folhas inteiras. Em seguida a base das estacas foi tratada com soluções de ácido indol-butírico (IBA) nas concentrações de 0, 50, 150 e 300 mg L⁻¹ com ou sem a adição de ácido bórico 150 mg mL⁻¹ por 24 horas, sendo as estacas controle não submetidas a nenhum tratamento.

Após os tratamentos as estacas foram colocadas em bandejas de isopor contendo casca de arroz carbonizada como substrato e mantidas em câmara de nebulização por 70 dias. Após este período, procedeu-se a avaliação da porcentagem de estacas enraizadas, porcentagem de estacas com calos, porcentagem de estacas mortas, porcentagem de estacas vivas, comprimento das raízes formadas (mm) e número de raízes formadas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 concentrações de IBA com ou sem a adição de boro, totalizando 8 tratamentos com quatro repetições de 16 estacas cada.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 1990).

Resultados e Discussão

Porcentagem de estacas enraizadas

Pela tabela 1, observa-se que o tratamento das estacas com IBA a 50mg L⁻¹, IBA 150mg L⁻¹ + B e IBA 300mg L⁻¹ + B aumentaram, significativamente, a porcentagem de estacas enraizadas em relação à testemunha. Observa-se tendência de redução na porcentagem de enraizamento com o aumento da

concentração de IBA sem a adição de boro, podendo-se sugerir que concentrações acima de 50mg L^{-1} possam ter sido supra-ótimas para promover o enraizamento.

O efeito benéfico do boro no processo de enraizamento foi confirmado por Weiser e Blaney (1960) em estacas de *Ilex aquifolium* L. que obtiveram maior enraizamento em tratamentos com IBA + B, na concentração de 50mg L^{-1} quando comparados a tratamentos com IBA sem adição de boro. Jarvis et al. (1983), em estacas de *Phaseolus aureus* Roxb., tratadas com IBA mais boro observaram aumento de quatro vezes no número de estacas enraizadas em relação àquelas não tratadas com boro.

Também, Ono et al. (1992), em estacas de *Camellia japonica* L., obtiveram alta porcentagem de enraizamento com IBA 100mg L^{-1} + boro (83%) em comparação ao tratamento apenas com auxina. Ono et al. (1994) obtiveram satisfatório número de estacas enraizadas de café (*Coffea arabica* L cv. Mundo Novo) tratadas com IBA + boro.

De acordo com Jarvis et al. (1983), o boro pode apresentar efeito positivo quando utilizado em conjunto com reguladores vegetais, sugerindo que o boro, provavelmente, regule os níveis endógenos de auxina durante o desenvolvimento das raízes.

Os resultados encontrados neste trabalho mostram que não é necessária a adição de boro às soluções de IBA, visto que este, nas concentrações de 50 e 150mg L^{-1} , foi eficiente em promover o enraizamento de estacas de louro.

Middleton et al. (1978a), em estacas de *Phaseolus aureus* Roxb., observaram que o tratamento das estacas apenas com boro não levou à formação de raízes, no entanto, em estacas tratadas com IBA e boro, o processo de enraizamento foi satisfatório. Também neste trabalho, o tratamento das estacas apenas com boro apresentou resultado semelhante à testemunha, mostrando que esse micronutriente sozinho não foi efetivo em promover o enraizamento.

Porcentagem de estacas com formação de calos

Esta observação foi realizada no mesmo dia da contagem de estacas enraizadas, entrando na contagem apenas as estacas que não enraizaram, mas apresentaram formação de calos.

Pela tabela 1, observa-se que não houve efeito significativo dos tratamentos com IBA com e sem a adição de boro sobre a porcentagem de estacas de louro (*Laurus nobilis* L.) que formaram calo em suas bases.

TABELA 1 – Comparação das médias das porcentagens de estacas de louro (*Laurus nobilis* L.) enraizadas, com calos, mortas e vivas, submetidas a tratamentos com IBA e/ou boro.

Tratamentos	% enraizamento	% calos	% mortas	% vivas
Testemunha	18,75 b	27,08 a	10,41 b	89,58 a
IBA 50 mg L ⁻¹	54,17 a	16,67 a	14,58 ab	85,41 ab
IBA 150 mg L ⁻¹	50,00 ab	12,50 a	20,83 ab	79,17 ab
IBA 300 mg L ⁻¹	29,17 ab	14,58 a	41,66 a	58,33 b
Boro (B)	20,83 ab	20,83 a	18,75 ab	81,25 ab
IBA 50 mg L ⁻¹ + B	39,58 ab	29,16 a	25,00 ab	75,00 ab
IBA 150 mg L ⁻¹ + B	54,16 a	20,83 a	16,67 ab	83,33 ab
IBA 300 mg L ⁻¹ + B	52,08 a	14,58 a	16,67 ab	83,33 ab
C.V. (%)	22,77	32,60	40,17	36,86

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical não diferiram significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

O calo é uma formação morfogênica que ocorre, principalmente, pelo estímulo da atividade cambial, tendo origem nas células do câmbio vascular e do floema. A formação de raízes e do calo são processos fisiológicos independentes (Beakbane,

1961). Portanto, não se pode afirmar que essas estacas com calos venham a enraizar mais tarde.

Jacob e Uexkull (1960) relatam que o boro é particularmente necessário nos processos que envolvem a ativação celular, evento fundamental para o processo rizogênico, agindo sobre a translocação de substâncias e, dessa forma, também atuando na formação de calos. Neste trabalho, entretanto, o efeito do boro na formação de calos em estacas de louro não foi demonstrado.

Porcentagem de estacas mortas

O tratamento com IBA a 300mg L^{-1} sem a adição de boro apresentou maior porcentagem de estacas mortas em comparação com a testemunha (Tabela 1). A adição de boro, principalmente, na concentração de 300 mg L^{-1} de IBA tendeu a reduzir a porcentagem de estacas mortas. Assim, pode-se sugerir que a adição de boro parece que auxiliou na diminuição da mortalidade das estacas.

Lee e Arnoff (1967) sugerem que a deficiência de boro inibe a enzima 6-fosfogluconato desidrogenase, levando ao excesso de ácidos fenólicos que, por sua vez, causariam necrose dos tecidos até a morte da planta.

Porcentagem de estacas vivas

Na tabela 1, verifica-se que a maior porcentagem de estacas de louro (*Laurus nobilis* L.) vivas foram obtidas no tratamento testemunha em comparação com o tratamento IBA 300mg L^{-1} sem a adição de boro.

Segundo Lionakis (1981), a presença das folhas garante a sobrevivência das estacas, tanto pela síntese de carboidratos através da fotossíntese como pelo fornecimento de auxinas e

outras substâncias, refletindo na maior porcentagem de enraizamento e maior porcentagem de estacas vivas.

Número de raízes formadas por estaca

Os resultados do número de raízes formadas em estacas de louro mostram que o tratamento IBA a 150mg L^{-1} induziu a maior formação de raízes (Tabela 2). O menor valor de número de raízes por estaca foi observado no tratamento com boro.

Aminah et al. (1985), trabalhando com estacas de *Shorea leprosula*, afirmaram que o tratamento das estacas com IBA aumentou o número de raízes formadas e a velocidade de formação de raízes, aumentando a área de sustentação das estacas. Tal fato, torna-se muito importante, no momento em que as estacas são transferidas ao campo, pois pode aumentar a porcentagem de sobrevivência das mesmas.

Comprimento das raízes formadas

Pela tabela 2, verifica-se que não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o comprimento das raízes formadas, embora todos os tratamentos, com exceção da testemunha, tenham mostrado tendência biológica em estimular o crescimento das raízes formadas, concordando com os relatos de Middleton et al. (1978b).

Segundo Lewis (1980), o boro está envolvido na biossíntese de lignina e, juntamente com a auxina, na diferenciação do xilema e no desenvolvimento das raízes adventícias. Jarvis et al. (1983) verificaram que, poucas raízes se desenvolvem nas estacas tratadas só com boro, fato que foi observado neste experimento. Assim, pode-se sugerir que as auxinas induzem e promovem a formação de raízes, enquanto o boro age sobre o crescimento dessas, estando de acordo com relatos de Middleton et al. (1978b).

TABELA 2 – Comparação das médias do número e comprimento de raízes formadas em estacas de louro (*Laurus nobilis* L.), submetidas a tratamentos com IBA e/ou boro.

Tratamentos	Número de raízes	Comprimento (cm)
Testemunha	7,94 ab	20,44 a
IBA 50 mg L ⁻¹	5,78 ab	34,00 a
IBA 150 mg L ⁻¹	11,47 a	41,87 a
IBA 300 mg L ⁻¹	10,05 ab	39,68 a
Boro	4,32 b	44,00 a
IBA 50 mg L ⁻¹ + B	10,12 ab	46,57 a
IBA 150 mg L ⁻¹ + B	8,55 ab	43,21 a
IBA 300 mg L ⁻¹ + B	7,32 ab	32,00 a
C.V. (%)	36,32	31,60

Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferiram significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Não obstante, o tratamento das estacas com IBA a 50 mg L⁻¹ e adição de boro, não foi o que proporcionou a maior porcentagem de estacas enraizadas (39,58%), mas foi aquele que proporcionou alta formação de raízes por estaca (10,12) com maior comprimento médio (46,57 mm). Mudanças com estas características devem apresentar melhores condições de sobreviverem no campo, podendo formar plantas com padrões agrônômicos superiores.

Assim, tratamentos que levam a maior porcentagem de estacas enraizadas, não estão intrinsecamente relacionados àqueles que produzem mudas com maior padrão de qualidade e com maiores chances de sobrevivência.

Observou-se que antes de morrer a maioria das estacas perderam suas folhas por falta de sistema radicular, o que indica

que a presença das folhas garante a sobrevivência das estacas, tanto pela síntese de carboidratos através da fotossíntese como pelo fornecimento de auxinas e outras substâncias que são importantes no processo de formação das raízes, estimulando a atividade cambial e a diferenciação celular, conforme relato de Lionakis (1981).

Fundamentando-se nos resultados obtidos para o enraizamento de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.), submetidas a tratamentos com IBA e/ou boro conclui-se que: a maior porcentagem de estacas enraizadas (54,17%) foi proporcionada pelos tratamentos das estacas com IBA 50 mgL⁻¹ sem a adição de boro e IBA 150 e 300mg L⁻¹ com a adição de boro e o maior número de raízes formadas por estaca (11,47) foi obtido em estacas tratadas com IBA 150 mgL⁻¹.

Referências Bibliográficas

- Aminah, H.; Dick, J. M. C. P.; Leakey, R. R. B.; Grace, J.; Smith, R. I. 1985. Effect of indolebutyric acid (AIB) on stem cuttings of *Shorea leprosula*. **Forest Ecology Management**, **72**: 199-206.
- Beakbane, A. B. 1961. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. **Nature**, **192**: 954-955.
- Breen, P. J.; Muraoka, T. 1973. The effect of indolebutyric acid on distribution of ¹⁴C – photosynthase in softwood cutting of Mariana 2624 Plum. **Journal of American Society Horticultural Science**, **98**: 436-439.
- Font Quer, P. 1993. **Plantas Medicinales: el dioscóride renovado**. Labor S.A., Zaragoza, Espanha, 1033 pp.
- Fundação Dalmo Giaconetti. 1989. **Ervas, condimentarias e especiarias**. Nobel, São Paulo, Brasil, 158 pp.
- Haissig, B. E. 1972. Meristematic activity during adventitious root primordium development. I. Influences of endogenous

auxin and applied gibberellic acid. **Plant Physiology**, **49**: 886-892.

Hartmann, H. T.; Kester, D. E.; Davies Jr., F. T.; Geneve, R. L. 1997. **Plant propagation; principles and practices**. 6th ed. Prentice-Hall, New Jersey, USA, 770 pp.

Hess, C. E. 1969. Internal and external factors regulating root initiation; root growth. **Proceedings 15th Easter School in Agricultura Science, University of Nottingham**, London, Inglaterra, p. 42-53.

Hirsch, A. M.; Torrey, J. G. 1980. Ultrastructural changes in sunflower root cells in relation to boron deficiency and added auxin. **Canadian Journal of Botany**, **58**: 856-866.

Jacob, A.; Uexkull, H. V. 1960. **Fertilizer use, nutrition and manuring of tropical crops**. Hannover, Verlagsgesellschaft Ackarbau, Alemanha, 230 pp.

Jarvis, B. C.; Ali, A. H. N.; Shaheed, A. I. 1983. Auxin and boron interrelation to the rooting response and ageing of mung bean cuttings. **New Phytologist**, **95**: 509-518.

Lee, S.; Arnoff, S. 1967. Boron in plants a biochemical role. **Science**, **158**: 798-799.

Lewis, D. H. 1980. Boron, lignification and the origin of vascular plants an unfield hypothesis. **New Phytologist**, **84**: 209-229.

Lionakis, S.M. 1981. **Physiological studies on growth and dormancy of the kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch)**. Thesis (PhD), University of London, Inglaterra, 381 pp.

Middleton, W.; Jarvis, B. C.; Booth, A. 1978a. The boron requirement for root development in stem cutting of *Phaseolus aureus* Roxb. **New Phytologist**, **81**: 287.

Middleton, W.; Jarvis, B. C.; Booth, A. 1978b. The effects of ethanol on rooting and carbohydrate metabolism in stem cuttings of *Phaseolus aureus* Roxb. **New Phytologist**, **81**: 279-285.

Ono, E. O.; Rodrigues, J. D. 1996. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. FUNEP, Jaboticabal, Brasil, 83 pp.

Ono, E. O.; Rodrigues, J. D.; Rodrigues, S. D. 1992. Interações entre auxinas e boro no enraizamento de estacas de camélia (*Camellia japonica* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, **4** (2): 107-112.

Ono, E. O.; Rodrigues, J. D.; Pinho, S. Z. 1994. Ação de auxinas e/ou boro no processo de formação de raízes em estacas de café (*Coffea arabica* L. cv Mundo Novo). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, **37** (1): 157-166.

Pimentel-Gomes, F. 1990. **Estatística experimental**. 13ª ed. Nobel, Piracicaba, Brasil, 468 pp.

Roth-Bejerano, N.; Itai, C. 1981. Effect of boron on stomatal opening in epidermal strips of *Commelina communis*. **Physiologia Plantarum**, **52**: 302-304.

Silva, A. A. 1985. Propagação vegetativa em *Pinus* spp. **Silvicultura**, **2** (8): 141.

Vasconcellos, J. C. 1949. **Plantas medicinais e aromáticas**. Dir. Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa, Portugal, 200 pp.

Weiser, C. J.; Blaney, L. T. 1960. The nature of boron on the rooting of English Holly cuttings. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, **75**: 704-710.

