

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITOS DE AUXINA E BORO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS  
CAULINARES DE LOURO (*Laurus nobilis* L.)**

**TATIANA ISABEL REATEGUI HERRERA**

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Orika Ono

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Horticultura.

BOTUCATU – SP

Dezembro - 2001

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E  
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO  
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA  
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

H565e Herrera, Tatiana Isabel Reateghi, 1956  
Efeitos de auxina e boro no enraizamento de estacas  
caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.) / Tatiana Isa-  
bel Reateghi Herrera. - Botucatu, [s.n.], 2001  
xiii, 59 f. : il.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Estadual Pau-  
lista, Faculdade de Ciências Agronômicas  
Orientador: Elizabeth Orika Ono  
Inclui bibliografia

1. Plantas - Propagação por estaquia 2. Reguladores  
de crescimento I. Ono, Elizabeth Orika II. Universida-  
de Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Campus de  
Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas IV. Títu-  
lo

Palavras-chave: IBA; Auxina; Boro; Estaquia; Enraizamento; Pro-  
pagação vegetativa; Plantas condimentares

À DEUS,  
pela vida e oportunidades,

**AGRADEÇO**

Aos meus pais,  
ULISES E EDITH com  
reconhecimento e gratidão,

**DEDICO**

“É preciso aprender a transformar o medo em respeito,  
o respeito em confiança. Descubra como é bom chegar quando se tem paciência.  
E para chegar, onde quer que seja, aprenda que não é preciso dominar a força da razão.  
É preciso antes de mais nada querer”.

**(Amyr Klink)**

## AGRADECIMENTOS

À Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Orika Ono pela competente orientação, confiança e estímulo à minha formação profissional, pela oportunidade e facilidades oferecidas para a realização do experimento.

Ao Prof. Dr. Lin Chau Ming e sua esposa Margarete pela amizade, oportunidade, facilidades e estímulo a minha formação.

Assim, como ao amigo Francês Didier Lacasse e ao Dr. Michel Alexiades, por vincularem com a UNESP, através do Prof. Dr. Lin Chau Ming.

Ao amigo Dr. Rafael Urrelo Guerra, ex-Reitor da Universidad Agraria de la Selva UNAS e ex-Congressista do Peru, por seu decisivo apoio na gestão de financiamento.

À Faculdade de Ciências Agronômica da Universidade Estadual Paulista - UNESP, pela formação acadêmica e pela oportunidade para a realização do curso.

Aos Professores Dr. João Domingos Rodrigues, Dr<sup>ª</sup> Carmen Silvia Fernandes Boaro Dr<sup>ª</sup> Marcia O. Maya Marquéz, Dr. Francisco Luiz A. Câmara, Dr. Rogério Vieites, Dr. Roberto Vieira, Dr<sup>ª</sup> Romy Goto e Dr. William Bale pela formação acadêmica e amizade.

À Comissão Nacional de Ciência e Tecnologia do Peru – CONCYTEC, em especial à Dr<sup>a</sup> Mercedes Fernandes e ao Eng. Juan Barrera Delgado pela concessão de bolsa de estudo.

À Municipalidade Provincial de Coronel Portillo e a Universidade Nacional de Ucayali na Amazônia Peruana, pela confiança que tiveram para a realização do curso.

Aos amigos do curso de Pós-graduação: Ari F. Hidalgo, Júlio A. Robles, Célio M. Chaves, Lilian, Cirino Corrêa, Fedra, Maria dos Anjos, Cássia Fernanda, Dulce, Paulo Costa, Santino, Silvio, Edwin C. Palomino, Mauro, Carlos.

Aos amigos Maria Luisa e seu esposo Airton, ao Pe. Joinville, a Sr<sup>a</sup> Maria Lucinda Villas Boas pela amizade e colaboração.

À todos os funcionários da Seção de Pós-graduação da FCA – Campus de Botucatu, em especial a Marilena do Carmo Santos.

Aos funcionários da Biblioteca, do Departamento de Horticultura, em especial, a Rosemeire, Edson, Tomé, Ademilson pela amizade e colaboração durante a realização do curso.

À todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

**Meus sinceros agradecimentos**

## SUMARIO

	<b>Página</b>
LISTA DE QUADROS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
1. RESUMO .....	01
2. SUMMARY .....	03
3. INTRODUÇÃO .....	05
4. REVISAO DE LITERATURA .....	08
4.1. Descrição botânica .....	08
4.2. Princípios ativos do louro .....	08
4.3. Utilização do louro .....	09
4.4. Propagação vegetativa .....	10
4.5. Substrato .....	13
4.6. Bases fisiológicas do enraizamento .....	14
4.7. Bases anatômicas de enraizamento .....	19
4.8. Boro no enraizamento .....	22
4.9. Interação entre auxina e boro no enraizamento .....	24
5. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
5.1 Local de coleta das estacas .....	28
5.2 Preparo do material .....	29
5.3. Tratamento das estacas .....	29
5.4. Local e médio de propagação .....	30

5.5. Sistema de nebulização .....	30
5.6. Delineamento experimental .....	30
5.7. Parâmetros observados .....	31
6. RESULTADOS .....	32
6.1. Porcentagem de estacas de louro enraizadas .....	32
6.2. Porcentagem de estacas com formação de calos .....	36
6.3. Porcentagem de estacas mortas .....	38
6.4. Porcentagem de estacas vivas .....	40
6.5. Número de raízes formadas por estaca .....	42
6.6. Comprimento das raízes formadas .....	44
6.7. Considerações finais .....	47
7. CONCLUSÕES .....	49
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	50



**LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro</b>	<b>página</b>
1- Análise de variância das médias da porcentagem de estacas de louro <i>(Laurus nobilis L.)</i> enraizadas, submetidas a tratamentos com IBA e boro .....	34
2- Análise de variância das médias da porcentagem de estacas de louro <i>(Laurus nobilis L.)</i> com calos, submetidas a tratamentos com IBA e boro .....	37
3- Análise de variância das médias da porcentagem de estacas de louro <i>(Laurus nobilis L.)</i> mortas, submetidas a tratamentos com IBA e boro .....	39
4- Análise de variância das médias da porcentagem de estacas de louro <i>(Laurus nobilis L.)</i> vivas, submetidas a tratamentos com IBA e boro .....	41
5- Análise de variância das médias do número de raízes formadas em estacas de louro <i>(Laurus nobilis L.)</i> , submetidas a tratamentos com IBA e boro .....	43
6- Análise de variância das médias do comprimento das raízes formadas em estacas de louro <i>(Laurus nobilis L.)</i> , submetidas a tratamentos com IBA e boro .....	45

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1- Porcentagem média de estacas de louro enraizadas tratadas com IBA, com e sem a adição de boro .....	34
2- Porcentagem média de estacas de louro com calos tratadas com IBA, com e sem a adição de boro .....	37
3- Porcentagem média de estacas de louro mortas tratadas com IBA, com e sem a adição de boro .....	39
4- Porcentagem média de estacas de louro vivas tratadas com IBA, com e sem a adição de boro .....	41
5- Número médio de raízes formadas nas estacas de louro tratadas com IBA, com e sem a adição de boro .....	43
6- Comprimento médio das raízes formadas nas estacas de louro tratadas com IBA, com e sem a adição de boro .....	45

## 1. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de ácido indol-butírico (IBA) no enraizamento de estacas apicais de louro (*Laurus nobilis* L.) aplicado sozinho ou em conjunto com ácido bórico, em câmara de nebulização com temperatura e umidade controladas.

As estacas foram coletadas de ramos jovens (mais externos) de louro, no dia 14 de fevereiro de 2001 entre 7:00 e 9:00 horas da manhã e transportadas ao Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências – UNESP, onde procedeu-se ao preparo das mesmas. Dos ramos foram retiradas estacas apicais mantendo-se apenas duas folhas na parte superior, sendo o comprimento de 15cm.

Após o preparo das estacas, estas receberam diferentes concentrações de ácido indol-butírico (IBA) a 0, 50, 150 e 300mg.L<sup>-1</sup>, misturado ou não com boro

150 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ , onde as suas bases permaneceram imersas por 24 horas. Logo após os tratamentos, as estacas foram colocadas em bandejas de isopor contendo como substrato, casca de arroz carbonizada e mantidas sob nebulização.

A coleta das estacas foi realizada 70 dias após a instalação, onde foram avaliadas a porcentagem de estacas enraizadas, porcentagem de estacas com calo, porcentagem de estacas vivas, porcentagem de estacas mortas, número de raízes formadas e comprimento das raízes.

Os resultados obtidos mostraram que, o IBA 50 $\text{mg.L}^{-1}$  proporcionou a maior porcentagem de estacas enraizadas (54,17%). A adição de boro aos tratamentos auxínicos levou a maior porcentagem de estacas com calos e menor porcentagem de estacas mortas. O tratamento com IBA 50 $\text{mg.L}^{-1}$  + boro proporcionou o maior número de raízes nas estacas (10,12) e maior comprimento dessas raízes (46,57mm).

EFFECT OF AUXIN AND BORON ON LAUREL (*Laurus nobilis* L.) STEM CUTTINGS ROOTING. Botucatu, 2001. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: TATIANA ISABEL REATEGUI HERRERA

Adviser: ELIZABETH ORIKA ONO

## 2- SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the effect of the indole-butyric acid (IBA) on laurel (*Laurus nobilis* L.) stem cuttings rooting applied with or without boric acid, carried within greenhouse with mist, on controlled temperature and humidity.

The cuttings was obtained as harvest of laurel plants, in February, 14, in the between at 7:00 and 9:00 hours, and transported for the Plant Physiology Laboratory from Department of Botany of Institute of Bioscience - UNESP where was preceded the preparation of cuttings. The cuttings was taked of apical portion and leaving two leaves by the up-side. The cuttings' lenght was 15cm.

The cuttings were treated with indole-butyric acid (IBA) at 0, 50, 150 and  $300\text{mg.L}^{-1}$  with or without  $150\mu\text{g.mL}^{-1}$  of boron, where 1cm of the cutting base was immersed for 24 hours. After the treatments, the cuttings were put in styrofoam trays with carbonized rice hull and maintained on intermittent mist during 70 days when was evaluated the rooting percentage, stem cuttings with callus percentage, live cuttings percentage, dead cuttings percentage, roots number and roots length.

The results showed that IBA  $50\text{mg.L}^{-1}$  enhanced the rooting percentage (54,17%). Auxins treatments with boron enhanced the stem cuttings with callus percentage and lower dead cuttings percentage. The treatments with IBA  $50\text{mg.L}^{-1}$  + boron showed the higher root number in stem cuttings (10,12) and higher length of this roots (46,57mm).

---

Keywords: *Laurus nobilis* L., rooting, IBA, boron.

### **3- INTRODUÇÃO**

O louro é uma planta originária da região Mediterrânea. Na Grécia e Roma da antiguidade, o louro era um símbolo de soberania e de glória, pois vencedores de competições olímpicas e imperadores eram coroados com folhas de louro.

O louro é uma árvore de pequeno porte, atingindo de 10 a 20 metros, apresentando folhas alternas, coriáceas, muito aromáticas de cor verde escura. A espécie produz plantas masculinas e femininas, separadamente.

O óleo essencial que é retirado das folhas de louro é bastante usado em perfumaria e suas folhas também são muito utilizadas para temperar carnes. Além disso, o louro estimula o apetite e é recomendado para o alívio da dor e nas infecções cutâneas e do ouvido.

As folhas de melhor qualidade são produzidas no Centro-Sul do Brasil em climas com temperaturas mais baixas.

Os princípios ativos do óleo essencial de louro são: pireno, laurina, ácido laurínico, geraniol, louro-estearina, cineol, eugenol, ácido isobutírico, ácido valerianico, terpenos, sesquiterpenos, álcool sesquiterpineno (Font Quer, 1993).

A propagação do louro pode ser através de semente, por estaquia e por mergulhia, no viveiro ou em local definitivo (Vasconcellos, 1949). Giacconetti (1989) relata que a propagação de louro no Brasil é realizada vegetativamente por meio da alporquia de estacas com folhas ou rebentões. Na Europa é propagado através de sementes, pois lá as árvores frutificam abundantemente. No Brasil o louro não frutifica, portanto as plantas são propagadas sempre vegetativamente.

A propagação vegetativa é a técnica que consiste em reproduzir indivíduos sem modificações em sua composição genotípica, a partir de partes vegetativas bem diferenciadas, o que não acontece na propagação sexuada, devido à recombinação gênica (Silva, 1985). A estaquia é um método de propagação assexuada realizado à partir de segmentos de caule, raízes ou brotações, induzindo a formação de sistemas radiculares pela aplicação de reguladores vegetais, sob condições semi ou totalmente controladas (Oliveira, 1989).

Hartmann et al. (1997) relatam que o emprego de auxinas se faz útil, para estimular e acelerar o enraizamento das estacas, uniformizando e induzindo a formação de raízes.

A escassez de trabalhos científicos sobre a propagação de louro (*Laurus nobilis* L.) desperta o interesse na busca de respostas sobre os vários aspectos



envolvidos na propagação vegetativa dessa planta, já que a mesma apresenta grande interesse econômico.

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.).

## **4- REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1. Descrição botânica**

Segundo Font Quer (1993), o louro (*Laurus nobilis* L.) pertencente à família Lauraceae, é um arbusto ou pequena árvore que atinge altura de 10 a 20 metros, sempre verde. As folhas são alternas, coriáceas, lanceolado-oblongas de aproximadamente 8cm de comprimento na parte superior, de cor verde escuro brilhante e na parte inferior de um verde amarelado, persistentes durante todo o ano. A espécie produz plantas masculinas e femininas separadamente ou podem ter os dois sexos. As flores são fasciculadas, dióicas, branco-esverdeadas, pequenas; as masculinas apresentam de oito a doze estames e as femininas com dois a quatro estaminódios; ocorrem ao final da primavera. O fruto é uma baga negra brilhante que amadurece no verão. A casca do caule é lisa e de cor cinza. É uma planta

muito sensível à geada, sendo preferível cultivá-la em espaços abrigados e quentes. As árvores de louro respondem bem à poda.

#### **4.2. Princípios ativos do louro**

Vasconcellos (1949) descreve que as folhas de louro contêm tanino; os frutos têm 30% de óleo balsâmico de consistência butirosa e também pequenas porcentagens de essência e resina. Já segundo Zanuto (1978) citado por Giaconetti (1989) menciona que, os princípios ativos do óleo de louro como: pireno, laurina, ácido laurínico, geraniol e louro-estearina. Mais recentemente, Font Quer (1993) acrescenta indicando além disso, cineol, eugenol, ácido isobutírico, ácido valeriânico, terpenos, sesquiterpenos, álcool sesquiterpineno e relata que nas análises das folhas secas de louro o conteúdo dos óleos essenciais aparecem na proporção de 4%, constituindo-se em sua maioria de cineol, aproximadamente 50% e com quantidades variáveis de eugenol livre e em menor proporção pineno, ácido acético, ácido isobutírico, valerianato, terpenos, sesquiterpenos e álcool sesquiterpineno.

#### **4.3. Utilização do louro**

O óleo essencial que é retirado das folhas de louro é bastante usado em perfumaria e suas folhas também são muito utilizadas para temperar carnes. Além disso, o louro estimula o apetite e é recomendado para o alívio da dor e nas infecções cutâneas e do ouvido (Font Quer, 1993).

Na medicina popular as folhas de louro são utilizadas como sudorífico e anticatarral. A partir delas preparam-se uma essência de aroma suave, empregada no comércio de perfumes. As maiores quantidades de folha de loureiro são consumidas como condimento (Vasconcellos, 1949), que devem ser secas para intensificar o sabor devendo-se realizar a secagem no escuro (Font Quer, 1993). Giacometti (1989) relata que as folhas frescas de louro são amargas, portanto deve-se secá-las à sombra e conservá-las em frascos bem fechados.

Loewenfeld & Bach (1980) relatam que as folhas de louro estimulam o apetite, aliviam a dor e é muito utilizado nas infecções cutâneas. Já Font Quer (1993), descreve que o louro pode ser utilizado como tônico estomacal, carminativo e emenagogo.

As folhas são ligeiramente amargas quando frescas, mas dulcificam-se na secagem tornando-se fortemente aromáticas. Antigamente, ramos de louro eram queimados em tempos de pestes, na proteção contra insetos, colocados junto a grãos e farinha para repelir gorgulhos e o óleo das bagas era usado em contusões (Garland, 1989).

Segundo Balmé (s/d), o louro pode ser utilizado em banho de imersão para combater o cansaço e a insônia, pode ser empregado para fricções em contusões e no reumatismo e o chá de louro facilita a digestão.

#### **4.4. Propagação vegetativa**

A propagação assexual ou vegetativa é definida por Mahbsted & Hager (1957), como o tipo de reprodução na qual o novo indivíduo apresenta exatamente as mesmas características da planta original.

Este sistema de propagação tem as seguintes vantagens, se não ocorrerem mutações; há possibilidade de obterem-se plantas uniformes em constituição genética, a descendência terá as mesmas características da planta matriz e as plantas começam a produzir mais cedo do que as propagadas por sementes, da mesma espécie (Benza, 1980).

Dentre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia é, ainda a técnica de maior viabilidade econômica para o estabelecimento de plantios clonais, pois permite com menor custo, a multiplicação de genótipos selecionados, em curto período de tempo (Paiva & Gomes, 1993). A propagação vegetativa por estacas, consiste em destacar da planta original um ramo, uma folha ou raiz e colocá-los em meio adequado, para que se forme o sistema radicular e/ou desenvolva a parte aérea.

A propagação vegetativa é utilizada largamente em floricultura, e mais recentemente na silvicultura e horticultura com o objetivo de melhorar e conservar os clones, ecótipos ou variedades de importância econômica (Silva, 1985).

Giaconetti (1989) relata que a propagação do louro no Brasil é realizada vegetativamente por meio da alporquia, de estacas com folhas ou de rebentões. Na Europa é propagado através de sementes, pois lá as árvores frutificam abundantemente. No Brasil o louro não frutifica, portanto as plantas são propagadas sempre vegetativamente.

Reuther et al. (1973) salientam que as estacas devem ser provenientes de ramos terminais de maturação recente, de árvores sadias e vigorosas, sendo o vigor e a sanidade das árvores, especialmente importantes como fatores condicionantes da facilidade para enraizamento das espécies.

Autores como Vilanova (1959), Gachanja (1975), Válio (1979a) e Monteiro et al. (1985) reportam ser o enraizamento dependente de fatores internos como o

estado nutricional, a atividade vegetativa e outros, bem como de fatores externos e ambientais, aos quais as estacas estão sujeitas até o enraizamento como temperatura, luz, umidade, etc.

Weaver (1987) relata que a probabilidade de obter bons resultados no enraizamento de estacas, quando se coleta as estacas no final do inverno ou início da primavera, antes de iniciar-se o novo crescimento e quando existem carboidratos suficientes armazenados.

Ainda segundo Weaver (1987), é necessário para um bom enraizamento, a presença nas estacas de certo número de co-fatores os quais, em combinação com as auxinas, permitem que as estacas emitam raízes e a origem desses co-fatores estaria nas folhas.

Existem provas experimentais em que a presença de folhas nas estacas exerce influência estimuladora na formação de raízes, sendo tal fato atribuído à presença de carboidratos, resultantes da atividade fotossintética, os quais atuariam como fonte de reservas, para a iniciação das raízes. Além disso, sabe-se que as folhas e gemas são órgãos formadores de auxinas (Leonel, 1992).

Segundo Hartmann et al. (1997), a presença de folhas e gemas exerce forte influência estimulando a formação de raízes. Os carboidratos resultantes da atividade fotossintética das folhas, também contribuem para a formação de raízes, embora os efeitos estimuladores das folhas e gemas devam-se, principalmente, à produção de auxinas.

Existe duas hipóteses para explicar o difícil enraizamento de algumas estacas: a primeira seria de que as estacas de difícil enraizamento não emitirem raízes por não possuírem os co-fatores necessários em quantidades suficientes; outra possibilidade seria as

estacas conterem substâncias inibitórias em concentrações suficientemente altas, para anular o efeito das substâncias promotoras presentes (Weaver, 1987).

Para vários autores, o intervalo de 90 a 120 dias é viável para o processo de propagação por estaquia (Gomes, 1987; Hartmann et al., 1997).

#### **4.5. Substrato**

Long (1932) afirma que a areia pode ser utilizada como meio de enraizamento de baixo custo e de fácil obtenção, e por ser um meio inerte, livre de matéria orgânica, apresenta menor risco de contaminação por doenças e pragas. No entanto, sua retenção de umidade é muito baixa, necessitando de irrigações freqüentes.

Cuculiza (1956) menciona que a escolha do meio de enraizamento é crítica naquelas estacas que apresentam dificuldade de enraizar, podendo influenciar não só na porcentagem, como também na qualidade.

Lucchesi (1995) afirma que o substrato utilizado no enraizamento de estacas deve apresentar suficiente retenção de umidade, para que após a emissão dos primórdios radiculares, as raízes possam encontrar um ambiente propício para o desenvolvimento, formando um bom sistema radicular.

Hartmann et al. (1997) consideram algumas características importantes para que o substrato seja considerado adequado ao enraizamento, como capacidade para sustentar as estacas durante todo o processo de enraizamento, proporcionar umidade e permitir a aeração de suas bases.

Também Hartmann et al. (1997) afirmam que as irrigações aplicadas várias vezes ao dia na forma de névoa, permitem manter um nível elevado de umidade relativa do ar próxima às estacas, impedindo a desidratação das mesmas e melhor enraizamento.

#### **4.6. Bases fisiológicas do enraizamento**

Já em 1966, Janick relatava que o enraizamento de estacas pode ser influenciado pelas auxinas, embora não sejam as únicas substâncias envolvidas no processo da formação de raízes. O mesmo autor afirmava que a auxina natural, ácido indol-3-acético (IAA) produzida pelas folhas novas e gemas, move-se para a parte inferior da estaca, acumulando-se na base do corte, junto com açúcares e outras substâncias nutritivas.

Hartmann et al. (1997) relatam que o emprego de auxinas se faz útil, para estimular e acelerar o enraizamento das estacas, uniformizando e induzindo a formação de raízes.

Eliasson (1980), Ono (1994) e Silva & Pedras (1997) reportam que o número de raízes pode ser determinado por um balanço entre fatores endógenos estimulatórios e inibitórios, sendo um dos fatores mais importantes a auxina endógena, mais provavelmente o IAA, o qual é formado nas folhas em crescimento e parte do caule.

As auxinas são substâncias promotoras do crescimento, produzidas nas gemas apicais e folhas jovens e transportadas até as raízes. Estão envolvidas na síntese de proteínas e promovem o alongamento das células a certa distância do ápice. Quando aplicadas em estacas, o aumento da sua concentração produz efeito estimulador no enraizamento (Alvarenga & Carvalho, 1983).



Leopold (1964) menciona que a auxina influencia no processo fisiológico e de desenvolvimento, requerendo geralmente, outras substâncias como co-fatores que irão estimular a divisão celular, alongamento, diferenciação do xilema e iniciação de raízes.

A ação positiva das auxinas sobre o enraizamento de estacas deve estar relacionada com a divisão das células que darão origem às raízes (Haissig, 1972). Além disso, esses hormônios levam a síntese de RNA, que intervêm na iniciação do primórdio radicular (Hess, 1969), favorecendo a atividade metabólica necessária para o desenvolvimento dos novos tecidos de raiz e estimulando seu crescimento (Altman, 1972; Breen & Muraoka, 1973).

Potsch et al. (1972) relatam que a ação das auxinas ocorre inicialmente a nível celular nos mecanismos primário e secundário, estimulando a divisão celular e o subsequente alongamento das células. Segundo Hartmann et al. (1997), essa ação inicial das auxinas culmina com a formação das raízes, que são resultantes das alterações morfogênicas e da diferenciação das células das estacas.

Segundo Haissig (1973), plantas de difícil enraizamento que com aplicações exógenas de auxinas não enraízam ou possuem um enraizamento pouco representativo, podem ser atribuídas à diferentes fatores como:

- a)- Falta de enzimas necessárias para promover o complexo auxina/fenólicos;
- b)- Falta de ativadores enzimáticos;
- c)- Presença de inibidores enzimáticos;
- d)- Ausência de compostos fenólicos;
- e)- Separação física de enzimas reagentes, devido à compartimentação celular.

Existem várias substâncias que apresentam o mesmo efeito das auxinas endógenas (IAA, IBA, 4-Cloro-IAA, PAA) conhecidas como auxinas sintéticas. O ácido indol-butírico sintético (IBA) é uma das auxinas mais empregadas por possuir alta atividade, faixa maior de concentrações não fitotóxicas e ser efetivo em muitas espécies (Loreti & Hartmann, 1964).

Segundo Haissig (1972) estacas de fácil enraizamento respondem bem ao tratamento com IAA ou auxinas sintéticas. No entanto, as de difícil enraizamento não respondem ao IAA, mas respondem às auxinas sintéticas, principalmente ao IBA sintético.

Nelson & Goldweber, citados por Ledin (1958) e Castro (1975) relataram ser o IBA o melhor regulador vegetal para induzir a formação de raízes. Weaver (1987) concorda com esses autores, afirmando ser o ácido indol-butírico um eficiente agente na formação de raízes por ser persistente, isto é, não degradar com facilidade e devido a sua maior estabilidade, quando exposto à luz (Kersten, 1987).

A utilização da auxina mais adequada para o enraizamento de estacas é muito variada, tanto em relação à concentração como ao tempo de imersão destas nas soluções (Ono & Rodrigues, 1996).

Zanco et al. (1994) trabalhando com estacas de alecrim não obtiveram aumento na porcentagem de enraizamento naquelas tratadas com IBA, verificaram somente que o IBA aumentou a taxa de sobrevivência das estacas. Já Lucchesi (1995), recomenda a utilização de IBA e NAA para a propagação por estaquia de alecrim, sendo IBA o mais utilizado.

Iritani (1981) sugere que estacas herbáceas devem ser tratadas com baixas concentrações de auxinas, enquanto que para estacas lenhosas e de difícil enraizamento a concentração deve ser alta, próxima a fitotóxica.

Kersten (1987) relata ter sido demonstrado que, quando a concentração de auxinas é relativamente alta, ocorre favorecimento na formação de raízes adventícias, impedindo a formação de gemas. Quando outros constituintes da planta, como as adeninas, encontram-se em níveis relativamente elevados, ocorre a formação de gemas inibindo a formação de raízes, sendo que em proporções quase iguais, ocorre a proliferação de células sem a formação de órgãos.

Existem dois tipos básicos de aplicação de auxinas: de baixas concentrações (0 a  $500\text{mg.L}^{-1}$ ) num tempo de imersão prolongado (24 horas) e as altas concentrações (500 a  $10.000\text{mg.L}^{-1}$ ) num tempo de imersão bastante rápido (5 segundos), resultando em tratamentos mais caros (Weaver, 1987). A pesquisa mostra resultados satisfatórios, com os dois métodos de aplicação.

Segundo Reuther et al. (1973), existe outro tipo de aplicação, na forma de talco, que é um método de fácil utilização e possível recomendação, sendo empregado em viveiros comerciais da Califórnia, através do uso de ácido indol-butírico (IBA) ou do ácido naftaleno-acético (NAA) na concentração de 3000 (0,3%) a 8000 (0,8%)  $\text{mg.L}^{-1}$ .

Cartechini & Fontanazza (1975) obtiveram porcentagens elevadas de enraizamento com a utilização de estacas semi-lenhosas de pessegueiro cultivar Antônio de Francia, no tratamento com IBA na concentração de  $2000\text{mg.L}^{-1}$ , em sistema de nebulização intermitente.

Fachinello & Kersten (1981) estudando o efeito do IBA na porcentagem de enraizamento de estacas semi-lenhosas de pessegueiro, em condições de nebulização, analisaram as concentrações 0, 400, 800, 1000, 1200 e 1600mg.L<sup>-1</sup> aplicadas por imersão, durante 5 minutos em estacas com duas folhas e sem folhas, concluindo que o IBA não apresentou efeito na emissão de raízes em estacas sem folhas, mas apresentou resultado positivo naquelas que possuíam folhas. Os melhores resultados foram obtidos com os tratamentos de 1200 a 1600mg.L<sup>-1</sup> de IBA, atingindo 77 a 84% de enraizamento, respectivamente.

Menzel (1986) com a aplicação de auxinas observou aumento no número e comprimento das raízes em estacas de lixeira, sendo as melhores respostas obtidas com a aplicação de auxinas na faixa de 100 e 200mg.L<sup>-1</sup> (imersão por 24 horas) ou 5000 e 10000mg.L<sup>-1</sup> (método de imersão rápida).

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 das raízes, aumentando a área de sustentação das estacas. Tal fato, se torna muito importante, no momento em que as estacas são transferidas ao campo, pois aumenta a porcentagem de sobrevivência das mesmas.

Castro et al. (1984) trabalhando com estacas de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., verificaram aumento na porcentagem de enraizamento das estacas que permaneceram imersas, durante 60 minutos, em solução de IBA 2500mg.L<sup>-1</sup>. De acordo com Pereira et al. (1983), o NAA é um dos reguladores vegetais mais promissores para o enraizamento de estacas dessa mesma espécie.

Ono (1990) observou maior porcentagem do enraizamento de estacas de café (*Coffea arabica* L.) com NAA  $100\text{mg.L}^{-1}$  do que com IBA.

Martins & Ferreira (1996) obtiveram enraizamento de 63,33% e número médio de 13 raízes por estaca de acerola tratadas com IBA  $200\text{mg.L}^{-1}$ /14 horas. Estas estacas permaneceram em sistema de nebulização por 60 dias, verificando-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos realizados sobre o comprimento das raízes formadas, confirmando o efeito indutor de formação de raízes do IBA e não o de estimular o seu crescimento.

#### **4.7. Bases anatômicas do enraizamento**

Segundo Kersten (1987), a base anatômica que torna possível a propagação assexuada através da estaquia é a divisão mitótica, que ocorre em ápices de ramos, pontas de raízes, calos, regiões lesadas, etc., constituindo-se um processo básico do crescimento vegetativo normal. Entretanto, nem todas as espécies reagem com igual facilidade, para a indução de raízes.

Existe uma clara influência genética em que cultivares de crescimento pouco vigoroso enraizam menos, devido à lenta proliferação do tecido do calo. Isto pode talvez explicar as diferentes porcentagens de enraizamento obtidos em diversos experimentos.

O calo é uma formação regenerativa que ocorre, principalmente, pelo estímulo da atividade cambial, tendo origem nas células do câmbio vascular e do floema. A rapidez na formação do calo, muitas vezes, determina o êxito do plantio das estacas, porém nem sempre, está relacionado com a formação de raízes, uma vez que são processos

fisiológicos independentes (Silva, 1985). As células que formam o primórdio radicular são derivadas do parênquima interfascicular em ramos novos, e dos raios vasculares de ramos mais velhos.

No enraizamento de estacas de figueira, a formação do primórdio radicular depende da formação do calo na região do líber ou periciclo, que cresce em forma de “bolsa” até atingir, de um lado, o câmbio adjacente a um raio lenhoso, e de outro lado o córtex. No período inicial do desenvolvimento, a radícula utiliza parte do parênquima caloso, sendo que o restante integra-se aos tecidos da estaca (Shimoya & Gomide, 1969).

Brutsh et al. (1977), trabalhando com estacas caulinares de *Carya illinoensis* (Wangenheim) K.Koch., observaram 20 dias após o plantio que houve entumescimento da base e, logo depois, formação de calos em muitas delas, sendo que o primórdio radicular era visualizado após 4 a 5 semanas.

Beakbane (1961) sugere que além das diferenças entre concentrações de auxinas endógenas e citocininas nas plantas, que a capacidade das estacas caulinares de frutíferas para formar raízes, parece estar relacionada com a estrutura anatômica do floema primário. Os ramos de plantas jovens são relativamente livres de células escleróticas no floema primário, quando comparados com ramos de plantas adultas, sendo que o lenho das variedades de difícil enraizamento, é frequentemente caracterizado por apresentar um alto grau de esclerificação.

Ciampi & Gellini (1963) e Sach et al. (1964) concordam que o grau de continuidade da camada esclerenquimática mostra a capacidade de enraizamento das estacas, isto é, o aumento dessa camada diminui a capacidade de propagação.

Williams et al. (1984) observaram que o pobre enraizamento em muitas espécies lenhosas correlaciona-se mais com a suberificação do córtex, do que com a inibição através da esclerificação.

Hartmann et al. (1997) afirmam que algumas espécies continuam a ter problemas no enraizamento, mesmo que ocorra uma quebra na continuidade do anel esclerenquimático, por atividade meristemática.

Em estudos sobre origem e o desenvolvimento de raízes adventícias em estacas de limeira (*Citrus limettioides* T.), El-Tomi & Galal (1980), constataram a presença de dois feixes vasculares, na região entre o câmbio e o periciclo, nas células parenquimatosas, embora a maioria delas tenha originado dos tecidos dos calos.

Goddin (1965) afirmou que as plantas como *Pfitosporum* mesmo não apresentando a barreira de esclerênquima, dificilmente enraízam. Assim, afirma que deve haver um envolvimento químico. A literatura sugere que há resposta química ao problema do difícil enraizamento, é provável também que a diminuição na relação entre os tecidos esclerenquimatoso e parenquimatoso promova condições para a formação de primórdios radiculares. Além disso, a quebra da barreira de esclerênquima se não é fator condicionante principal para o enraizamento, deve facilitar a passagem de primórdios radiculares (Medrado, 1992).

Mahlstede & Watson (1952), estudando a formação de raízes em estacas de *Vaccinium corymbosum* L., verificaram que as raízes se originavam do câmbio e do floema, sendo muitas vezes retardadas pela presença de fibras lignificadas do periciclo e da epiderme.

Segundo Esau (1965), as raízes adventícias que se desenvolvem nas estacas de muitas plantas, originam-se nas proximidades do tecido diferenciado.

Fahn (1982) relata que as raízes podem ter origem de células da epiderme, do córtex, do câmbio vascular, do floema secundário, do periciclo ou ainda de outras regiões do cilindro vascular.

Hartmann et al. (1997) relatam que em lenho perene, onde já estão presentes xilema e floema secundários, as raízes adventícias têm origem, geralmente, do tecido jovem do floema secundário, mas também podem originar-se dos raios vasculares, câmbio ou dos calos produzidos na base das estacas.

#### **4.8. Boro no enraizamento**

O boro, de acordo com Brunner (1970), pode apresentar efeito positivo quando utilizado em conjunto com reguladores vegetais. Já Lewis (1980), afirma que do ponto de vista fisiológico e bioquímico, a via metabólica que envolve o boro, está ligada com o metabolismo de hormônios, especialmente as auxinas. Jarvis et al. (1983) sugerem que o boro, provavelmente, regule os níveis endógenos de auxinas durante o desenvolvimento das raízes.

Alguns papéis atribuídos ao boro são: na formação da parede celular, na divisão celular, no aumento do tamanho das células, onde o ácido bórico formaria complexos com os carboidratos, controlando a disposição de microfibrilas de celulase e evitando o excessivo endurecimento de parede, no transporte de carboidratos das folhas para outros órgãos e para o desenvolvimento de raízes pela manutenção dos pontos de crescimento (Andrew, 1962).



Gauch & Dugger (1953) propuseram a existência de um controle direto do movimento de carboidratos pelo boro, postulando que esse mineral forma um complexo ionizável boro-sacarose, facilitando o transporte de carboidratos através das membranas, os quais são translocados rapidamente para os locais onde está ocorrendo desenvolvimento e alongamento celular.

Jacob & Uexkull (1960) enfatizam ser o boro particularmente, necessário nos processos que envolvem ativação da divisão celular, que é de grande importância na regeneração das raízes, agindo sobre a translocação de substâncias.

Lewis (1980) relata que o boro está envolvido na biossíntese de lignina e, juntamente com a auxina, na diferenciação do xilema e no desenvolvimento das raízes

Segundo Skok (1958), Hewitt (1963), Nason & Mc Elroy (1963), Street & Opik (1970), Dugger (1973), Robertson & Loughman (1974), Hewitt & Smith (1975), Pollard et al. (1977) e Tanada (1978), citados por Ono & Rodrigues (1996), o papel do boro pode ser:

- a- no controle do crescimento e diferenciação;
- b- no controle da permeabilidade da membrana celular e na translocação de açúcares;
- c- no controle das enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos, polifenóis e lignina, de auxinas e dos ácidos nucleicos.

Do ponto de vista fisiológico e bioquímico, a cadeia metabólica que envolve boro, lignificação e peroxidases está ligada ao metabolismo de hormônios, especialmente as auxinas (Lewis, 1980).

#### 4.9. Interação entre auxina e boro no enraizamento

Cohen & Albert (1974), citados por Ono & Rodrigues (1996), relatam que a ausência de tratamentos com boro resultam em cessamento da mitose, pela inibição da síntese de DNA. Também Hirsch et al. (1982) notaram diferenças no alongamento de raízes, tratadas ou não com boro, correlacionando esse fato com a inibição da atividade mitótica, em raízes sem tratamento com boro.

Concluíram ainda, que o boro não age primeiro sobre os níveis de auxinas afetando o alongamento das células, mas ao contrário, acreditam que esse seja o próximo passo, após a alteração da membrana celular, onde o boro facilita o transporte através das membranas ou na manutenção da integridade destas (Pollard et al., 1977; Hirsch & Torrey, 1980; Roth-Bejerano & Itai, 1981, citados por Ono & Rodrigues, 1996).

Jarvis et al. (1983) verificaram, em estacas de *Phaseolus aureus* Roxb., que o crescimento ótimo das raízes ocorreu quando ácido bórico foi fornecido na concentração de 0,01 a 5µg/ml. Os autores relatam que o boro, apesar de ser essencial para o desenvolvimento do primórdio radicular e subsequente crescimento, tem efeito antagônico ao efeito das auxinas, principalmente quando a última está presente em baixas concentrações.

Os autores, através dos dados obtidos concluíram, que para obter o máximo efeito da auxina, devem-se tratar as estacas com altas concentrações desse regulador vegetal, logo após o preparo das mesmas. O atraso na aplicação da auxina diminui a resposta de enraizamento. O boro pode ser fornecido juntamente com a auxina, ou até 48 horas após esse tratamento. Isso confirma o fato enfatizado por vários trabalhos, de que a auxina inicia o

enraizamento e o boro tem efeito sobre o crescimento das raízes formadas (Mohammed & Ericksen, 1974; Middleton et al., 1978 b).

Middleton et al. (1980) verificaram que, em estacas não tratadas com IBA, o nível de auxina endógeno não é o suficiente para levar à formação de raízes; sendo assim, o IBA aplicado exógenamente aumenta o nível de auxina endógena, levando ao sucesso do enraizamento. A análise do conteúdo de açúcares indica que o IBA sozinho promove aumento imediato de açúcares livres nas folhas, mas o boro sozinho não o faz, levando apenas ao aumento de açúcares no sítio de iniciação de raízes. Pode-se interpretar que a auxina leva a aumentos da concentração de açúcares nas folhas, facilitando o boro o transporte destes carboidratos até o sítio de iniciação radicular.

Torrey (1965) citado por Ono & Rodrigues (1996), relata que as raízes das estacas sem tratamento com boro mostram inibição do alongamento, mudando a direção da expansão celular de longitudinal para radial, levando à morte de muitos ápices radiculares. Muitas dessas alterações morfológicas, causadas pela falta de tratamento com boro, são semelhantes aos sintomas causados pela concentração supra-ótima de auxinas, aplicadas exógenamente.

Middleton et al. (1978a), em estacas de *Phaseolus aureus* Roxb., observaram que aquelas que não receberam tratamento auxínico não mostraram formação de raízes visíveis. A aplicação de boro sozinho também não levou à formação de raízes; no entanto, em estacas tratadas com IBA e boro, a resposta ao enraizamento foi satisfatória. Aparentemente, o enraizamento é iniciado pela auxina, mas o subsequente crescimento das raízes é dependente do fornecimento de boro, o que está de acordo com os resultados de Hemberg (1951).

Weiser & Blaney (1960), em estacas de *Ilex aquifolium* L., notaram 100% de enraizamento em tratamentos com IBA mais boro na concentração de 50 e 25mg.L<sup>-1</sup> respectivamente, quando comparados a tratamentos com IBA sem adição de boro, que tiveram 46% de estacas enraizadas. Além disso, os autores observaram que tratamentos com IBA mais boro apresentaram raízes maiores e em maior número. No experimento, o tratamento com água e boro sozinho, apresentou baixa porcentagem de enraizamento.

Os mesmos autores observaram as estacas periodicamente, verificando que na primeira semana de enraizamento o tratamento com IBA sozinho e o tratamento com IBA mais boro revelaram grande aumento na produção de raízes, principalmente, o último. Esse fato, leva a concluir que o boro atua sobre a iniciação de raízes, contrariando a proposta de Gorter (1958), o qual sugere que o boro apenas estimula o crescimento das raízes.

Jarvis et al. (1983) verificaram que poucas raízes se desenvolvem nas estacas tratadas só com boro, levando-os a concluir que essas raízes tenham se desenvolvido devido à concentração da auxina endógena, confirmando, mais uma vez, o fato de que as auxinas iniciam a formação de raízes enquanto o boro age sobre o crescimento dessas.

Em 1959, Weiser, trabalhando com estacas de *Clematis* (Cipó Barba Branca), verificou que tratamentos realizados com IBA mais boro estimularam o enraizamento, aumentando a porcentagem de estacas enraizadas, resultando em 85% de enraizamento, contra 53,3% em estacas sem tratamento algum. Quando as estacas foram tratadas com boro ou auxina, sozinhos, a porcentagem de enraizamento foi 53,3% e 74,4%, respectivamente.

Nos Estados Unidos, Misra & Jauhari (1970), em estacas de *Morus alba* L., verificaram que o tratamento em que houve alta porcentagem de enraizamento, maior

número de raízes e maior comprimento dessas, foi a interação de IBA  $200\text{mg.L}^{-1}$  e boro  $25\text{mg.L}^{-1}$ . Além disso, estudaram o efeito de misturas de auxinas com adição de boro, tendo observado que IBA mais NAA a  $7.500\text{mg.L}^{-1}$  mais boro  $100\text{mg.L}^{-1}$  originaram resultados de enraizamento melhores que aqueles apresentados quando as estacas foram tratadas só com a mistura de auxinas.

Górecka (1979), trabalhando com estacas de *Vaccinium vitis-idaea*, tratadas com IBA e boro, verificaram que quando estas eram tratadas apenas com IBA  $100\text{mg.L}^{-1}$  a porcentagem de enraizamento foi de 40%, quando foram tratadas com IBA  $50\text{mg.L}^{-1}$  mais boro, a porcentagem de enraizamento passou para 85%, o dobro daquela obtida tratada só com auxina.

Ono et al. (1992a), trabalhando com estacas semi-lenhosas de camélia (*Camellia japonica* L.), obtiveram alta porcentagem de enraizamento, maior número de raízes formadas e maior comprimento de raízes, quando foi usado tratamento com auxina mais boro, em comparação com o tratamento apenas com auxina. Ainda Ono et al. (1992b), com estacas de hortênsia (*Hydrangea macrophylla* Ser.) obtiveram rápida formação de raízes vigorosas, quando tratadas com IBA mais boro. Também em estacas de café (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo) Ono et al. (1994), obtiveram enraizamento satisfatório quando tratadas com IBA + boro  $150\mu\text{g/ml}$ .

Estacas herbáceas de hortênsia (*Hydrangea macrophylla* Ser.) apresentaram maior número de raízes quando foram tratadas com IBA  $100\text{mg.L}^{-1}$ , com ou sem a adição de boro  $150\mu\text{g/ml}$  (Ono et al., 1992a).

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1. Local de coleta das estacas

As estacas foram coletadas de plantas de louro (*Laurus nobilis* L.) pertencente à Fazenda Experimental Lageado localizada no município de Botucatu, Estado de São Paulo com coordenadas de 22°49'10''S e 48°24'35''W. O clima da região é do tipo Cfa, temperado (mesotérmico), segundo classificação de Köppen. A precipitação pluviométrica média anual é de 1506,3mm e as médias da temperatura máxima e mínima são de 23,6°C e 17,4°C, respectivamente (Tubelis et al., 1972).

## 5.2. Preparo do material

Ramos jovens (mais externos) de louro foram coletados no dia 14 de fevereiro de 2001 entre 7:00 e 9:00 horas da manhã da Fazenda Experimental Lageado, sendo transportados ao Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista – UNESP, onde procedeu-se o preparo das estacas.

Dos ramos foram retiradas estacas apicais retirando-se quase todas as folhas, e mantendo-se apenas duas folhas. O comprimento de todas as estacas foi de aproximadamente 15cm.

## 5.3. Tratamento das estacas

Aproximadamente 1,0cm da base das estacas foi imersa em solução auxínica por 24 horas. A auxina sintética utilizada foi o ácido indol-butírico (IBA) nas concentrações de 0, 50, 150 e 300mg.L<sup>-1</sup> com a adição ou não de ácido bórico 150µg.mL<sup>-1</sup>. Após o tratamento auxínico, as estacas foram plantadas no dia 15 de fevereiro de 2001.

Após o plantio das estacas, realizaram-se a pulverizações semanais com 0,2% de benomyl para prevenir contaminação por patógenos.

#### **5.4. Local e meio de propagação**

A estufa onde as estacas foram mantidas até o enraizamento é coberta com plástico e sombrite (70% de bloqueio de luz), apresentando controle de temperatura e umidade.

As estacas foram colocadas em bandejas de enraizamento de isopor de 12cm de profundidade com 16 x 8 células, utilizando-se como substrato casca de arroz carbonizada.

#### **5.5. Sistema de nebulização**

O sistema de nebulização foi intermitente, acionado por eletrobomba e regulado por temporizador, colocado a 240cm da superfície do substrato. O tempo de nebulização foi de 10 minutos e a sua frequência regulada a cada 10 minutos, para manter folhas e caules sempre túrgidos.

#### **5.6. Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 concentrações de IBA (0, 50, 150 e 300mg.L<sup>-1</sup>) com ou sem a adição de boro (0 e 150µg.mL<sup>-1</sup>), totalizando 8 tratamentos com quatro repetições de 16 estacas cada. Os tratamentos empregados foram:

T1- testemunha – água



T2- boro  $150\mu\text{g.mL}^{-1}$  (B)

T3- IBA  $50\text{mg.L}^{-1}$

T4- IBA  $50\text{mg.L}^{-1}$  + B

T5- IBA  $150\text{mg.L}^{-1}$

T6- IBA  $150\text{mg.L}^{-1}$  + B

T7- IBA  $300\text{mg.L}^{-1}$

T8- IBA  $300\text{mg.L}^{-1}$  + B

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).

### **5.7. Parâmetros avaliados**

A coleta das estacas foi realizada aos 70 dias após o plantio, sendo avaliados os seguintes parâmetros:

- Porcentagem de estacas enraizadas (%);
- Porcentagem de estacas com calos (%);
- Porcentagem de estacas mortas (%);
- Porcentagem de estacas vivas (%);
- Comprimento das raízes formadas (mm);
- Número de raízes formadas.

## **6. RESULTADOS**

### **6.1. Porcentagem de estacas de louro enraizadas**

No Quadro 1 são apresentados os resultados da análise de variância e a comparação das médias de porcentagem de estacas de louro (*Laurus nobilis* L.) enraizadas, submetidas a tratamentos com IBA e boro.

Através deste Quadro se pode notar-se que os tratamentos com diferentes concentrações de IBA (0, 50, 150 e 300mg.L<sup>-1</sup>) apresentaram diferenças significativas e a adição ou não de boro não mostrou diferença significativa.

De acordo com o teste Tukey só houve diferença significativa entre a testemunha e as demais concentrações de IBA.

A maior porcentagem de enraizamento (54,17%) foi observada no tratamento com IBA 150mg.L<sup>-1</sup> sem a adição de boro e a menor na testemunha sem boro (18,75%). Assim, pode-se dizer que a adição de boro aos tratamentos com IBA não influenciou positivamente no aumento do enraizamento. Mas o tratamento das estacas de louro com IBA, principalmente a 50mg.L<sup>-1</sup>, aumentou a porcentagem de estacas enraizadas.

Pela Figura 1 observa-se redução na porcentagem de enraizamento com o aumento da concentração de IBA sem a adição de boro. A adição de boro às soluções auxínicas incrementou a porcentagem de enraizamento até a concentração de 150mg.L<sup>-1</sup>. Portanto, pode-se dizer que concentrações acima dessa foram supra-ótimas para promover o enraizamento. Além disso, sugere-se que a concentração “ideal” para o enraizamento de estacas de louro esteja entre 0 e 50mg.L<sup>-1</sup> de IBA. Assim, para um próximo estudo deve-se avaliar concentrações de IBA dentro dessa faixa, na qual poder-se-á obter alta porcentagem de enraizamento.

Muitos autores confirmam o efeito promotor da iniciação de raízes pelo boro como Weiser & Blaney (1960) em estacas de *Ilex aquifolium* L. os quais obtiveram maior enraizamento em tratamentos com IBA + B, na concentração de 50mg.L<sup>-1</sup> de boro quando comparados a tratamentos com IBA sem adição de boro. Górecka (1979) trabalhando com estacas de *Vaccinium vitis-idaea* tratadas com IBA e boro, obteve maior porcentagem de enraizamento em estacas tratadas com IBA mais boro do que apenas com IBA.

**Quadro 1.** Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de estacas de louro (*Laurus nobilis* L.) enraizadas, submetidas a tratamentos com IBA e boro.

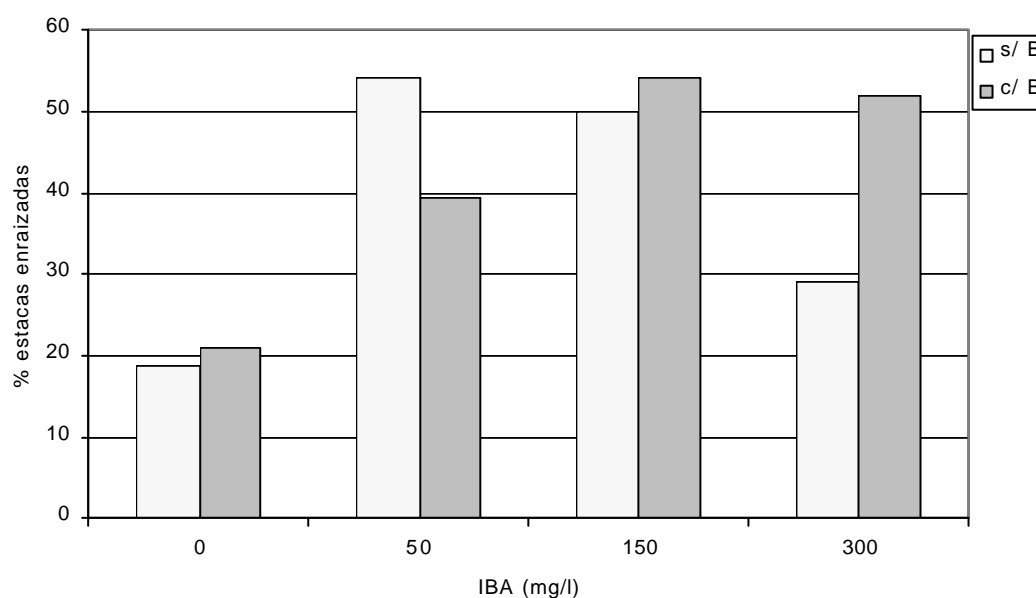
Causa de variação	GL.	Q.M.	F
Boro (B)	1	106,32	0,49
Concentrações (C)	3	1605,13	7,47**
Interação B x C	3	470,98	2,19
Resíduo	24	214,85	
Total	31		

C.V.= 36,79%

\*\* significativo à 1% de probabilidade

Concentrações	s/ boro	c/ boro	Média
Testemunha	18,75	20,83	19,79 B
IBA 50mg.L <sup>-1</sup>	54,17	39,58	46,87 A
IBA 150mg.L <sup>-1</sup>	50,00	54,16	52,08 A
IBA 300mg.L <sup>-1</sup>	29,17	52,08	40,62 A
Média	38,02 a	41,66 a	-

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



**Figura 1.** Porcentagem média de estacas de louro enraizadas tratadas com IBA, com e a 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 às aquelas não tratadas com boro.

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

Porém, os resultados encontrados no presente experimento não concordam com a literatura. Verificou-se efeito promotor do tratamento com IBA nas estacas de louro sem a adição de boro.

Middleton et al. (1978a) em estacas de *Phaseolus aureus* Roxb., observaram que a aplicação de boro sozinho não levou a formação de raízes, no entanto, em estacas tratadas com IBA e boro, a resposta de enraizamento foi satisfatória. Também neste trabalho a aplicação de boro sozinho apresentou resultado semelhante à testemunha, assim, boro sozinho não teve efeito promotor do enraizamento.

Hemberg (1951) observou que o enraizamento é iniciado pela auxina, mas o subsequente crescimento das raízes é dependente do fornecimento de boro. Esse fato também é relatado por vários trabalhos (Mohammed & Ericksen, 1974; Middleton et al., 1978b) onde a auxina inicia o enraizamento e o boro tem efeito sobre o crescimento das raízes formadas.

Gauch & Dugger (1953) propuseram a existência de um controle direto do movimento de carboidratos pelo boro, postulando que esse mineral forma um complexo ionizável boro-sacarose, facilitando o transporte de carboidratos através das membranas, os

quais são translocados rapidamente para os locais onde está ocorrendo desenvolvimento e alongamento celular.

De acordo com Brunner (1970), o boro pode apresentar efeito positivo quando utilizado em conjunto com reguladores vegetais. Assim, Jarvis et al. (1983) sugerem que o boro, provavelmente, regula os níveis endógenos de auxina durante o desenvolvimento das raízes e no caso deste trabalho, também de calos.

## **6.2. Porcentagem de estacas com formação de calos**

No Quadro 2 estão apresentados os resultados da análise de variância e a comparação das médias de porcentagem de estacas com calos de louro (*Laurus nobilis* L.), submetidas a tratamentos com IBA e boro. Pode observar-se efeito significativo dos tratamentos com boro e as concentrações de IBA utilizadas.

Assim, verifica-se a existência de diferença entre a testemunha e IBA 300mg.L<sup>-1</sup>. A Figura 2 mostra redução da porcentagem de estacas com calos com o aumento da concentração de IBA com a adição de boro.

O calo é uma formação regenerativa 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.

**Quadro 2.** Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de estacas de louro (*Laurus nobilis* L.) com calos, submetidas a tratamentos com IBA e boro.

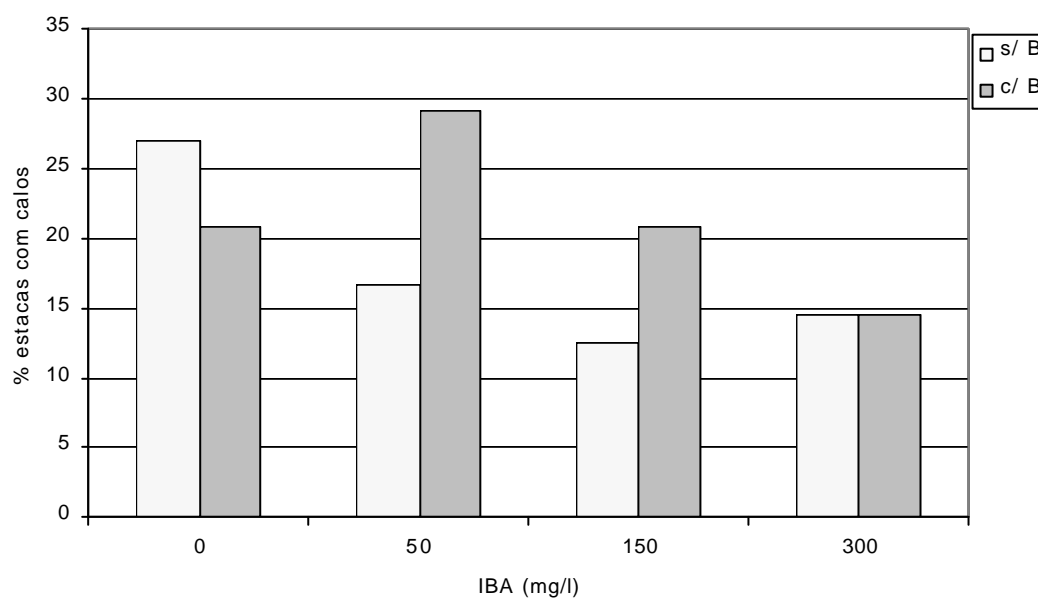
Causa de variação	GL.	Q.M.	F
Boro (B)	1	555,44	4,57*
Concentrações (C)	3	567,16	4,67*
Interação B x C	3	69,42	0,57
Resíduo	24	121,54	
Total	31		

C.V.= 50,40%

\* significativo à 5% de probabilidade

Concentrações	s/ boro	c/ boro	Média
Testemunha	27,08	20,83	23,95 A
IBA 50mg.L <sup>-1</sup>	16,67	29,16	22,91 AB
IBA 150mg.L <sup>-1</sup>	12,50	20,83	16,66 AB
IBA 300mg.L <sup>-1</sup>	14,58	14,58	14,58 B
Média	17,71 a	21,35 a	-

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade



**Figura 2.** Porcentagem média de estacas de louro com calos tratadas com IBA, com e a sem adição de boro.

Jacob e Uexkull (1960) enfatizam ser o boro, particularmente, necessário nos processos que envolvem a ativação celular, que é de grande importância na regeneração de raízes, agindo sobre a translocação de substâncias e dessa forma, também atuando na formação de calos em estacas de louro.

### **6.3. Porcentagem de estacas mortas**

O Quadro 3 mostra os resultados da análise de variância e a comparação das médias da porcentagem de estacas mortas de louro (*Laurus nobilis* L.), submetidas a tratamentos com IBA e boro.

Através deste Quadro verifica-se que não houve efeito significativo de ambos os tratamentos, com IBA e boro, sobre a porcentagem de estacas mortas.

Esse resultados mostram que os tratamentos com IBA nas diferentes concentrações utilizadas e a mistura ou não com boro não foram fitotóxicas às estacas de louro. A porcentagem de estacas mortas próxima à 20% não ocorreu devido aos tratamentos utilizados.

Nos tratamentos de IBA sem boro há incremento na porcentagem de estacas mortas em função da concentração de IBA utilizada, como mostra a Figura 3 e a adição de boro, principalmente, na concentração de  $300\text{mg.L}^{-1}$  de IBA reduziu a porcentagem de estacas mortas. Assim, pode-se sugerir que a adição de boro não teve efeito na mortalidade de estacas, mas a sua adição ao IBA parece que auxiliou na diminuição da mortalidade das estacas.



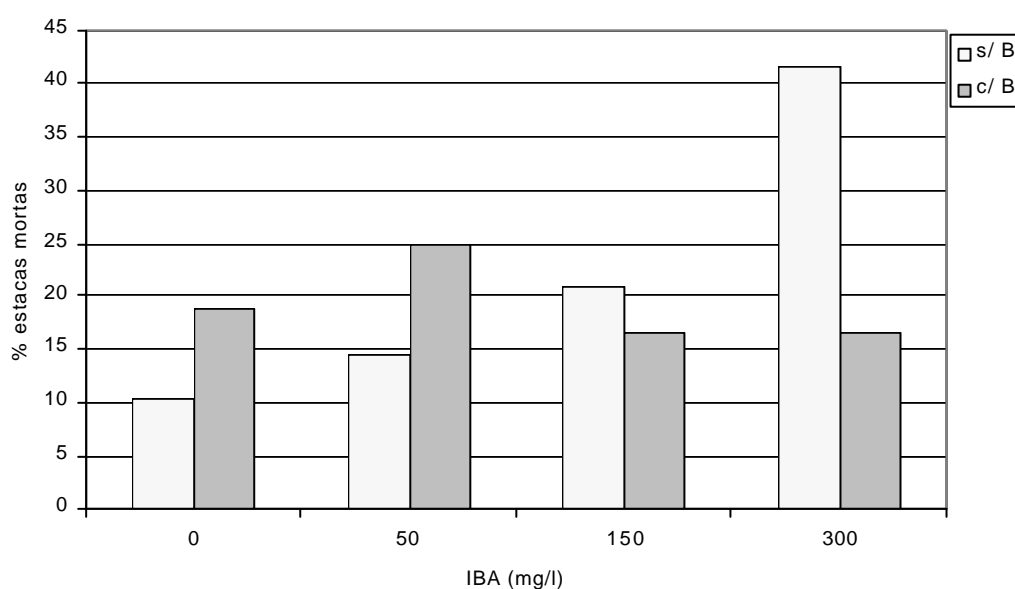
**Quadro 3.** Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de estacas de louro (*Laurus nobilis* L.) mortas, submetidas a tratamentos com IBA e boro.

Causa de variação	GL.	Q.M.	F
Boro (B)	1	54,21	0,31
Concentrações (C)	3	303,10	1,71
Interação B x C	3	528,71	2,98
Resíduo	24	177,25	
Total	31		

C.V.= 64,71%

Concentrações	s/ boro	c/ boro	Média
Testemunha	10,41	18,75	14,58 A
IBA 50mg.L <sup>-1</sup>	14,58	25,00	19,75 A
IBA 150mg.L <sup>-1</sup>	20,83	16,67	18,75 A
IBA 300mg.L <sup>-1</sup>	41,66	16,67	29,16 A
Média	21,87 a	15,10 a	-

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



**Figura 3.** Porcentagem média de estacas de louro mortas tratadas com IBA, com e a sem adição de boro.

Lee & 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.

#### **6.4. Porcentagem de estacas vivas**

No Quadro 4 são apresentados os resultados da análise de variância e a comparação das médias da porcentagem de estacas vivas de louro (*Laurus nobilis* L.), submetidas a tratamentos com IBA e boro. Através deste Quadro pode notar-se que os tratamentos com IBA e boro não apresentaram efeitos significativos.

De acordo com o teste Tukey as médias obtidas com IBA e com boro são iguais, obtendo-se maior porcentagem de estacas vivas com o tratamento testemunha, sem IBA e sem boro, com 89,58%. Pode-se inferir que essa alta porcentagem de estacas vivas da testemunha deve-se a alta porcentagem de estacas com calos observada.

Para os resultados dos tratamentos com IBA sem a adição de boro verifica-se que o aumento da concentração de IBA diminuiu a porcentagem de estacas vivas (Figura 4). Fato este que está de acordo com a literatura existente, a qual relata que concentrações elevadas de auxinas nas estacas podem levar à morte das mesmas.

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.

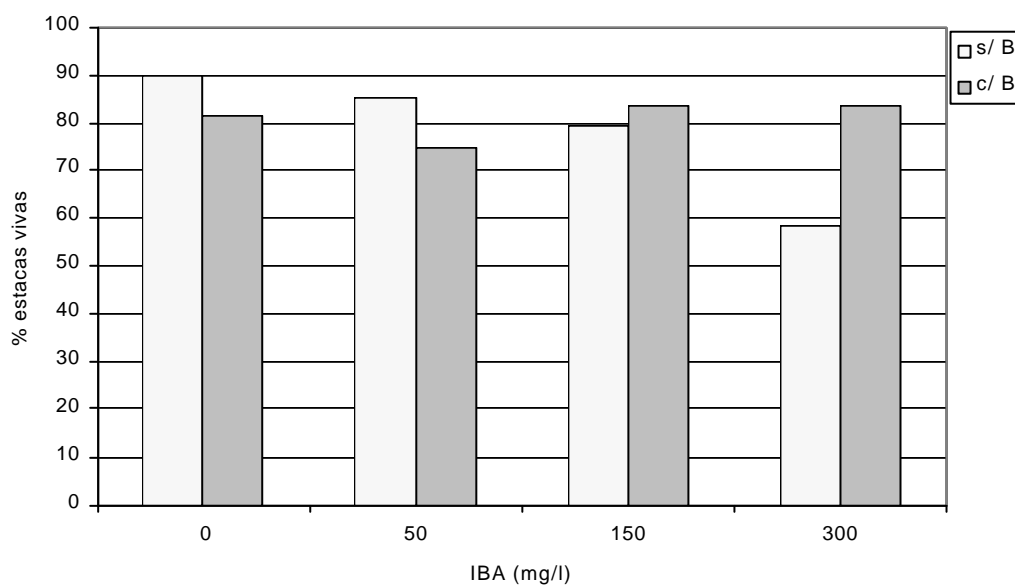
**Quadro 4.** Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de estacas de louro (*Laurus nobilis* L.) vivas, submetidas a tratamentos com IBA e boro.

Causa de variação	GL.	Q.M.	F
Boro (B)	1	54,21	0,31
Concentrações (C)	3	303,10	1,71
Interação B x C	3	528,71	2,98
Resíduo	24	177,25	
Total	31		

C.V.= 16,76%

Concentrações	s/ boro	c/ boro	Média
Testemunha	89,58	81,25	85,41 A
IBA 50mg.L <sup>-1</sup>	85,41	75,00	80,20 A
IBA 150mg.L <sup>-1</sup>	79,17	83,33	81,25 A
IBA 300mg.L <sup>-1</sup>	58,33	83,33	70,83 A
Média	78,12 a	80,73 a	-

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade



**Figura 4.** Porcentagem média de estacas de louro vivas tratadas com IBA, com e a sem adição de boro.

### 6.5. Número de raízes formadas por estaca

Os resultados da análise de variância e a comparação das médias do número de raízes formadas em estacas de louro (*Laurus nobilis* L.), submetidas a tratamentos com IBA e boro estão apresentados no Quadro 5, pelo qual verifica-se interação significativa entre os tratamentos com IBA e boro.

Na concentração de  $50\text{mg.L}^{-1}$  de IBA houve diferença significativa, onde a adição de boro levou ao maior número de raízes formadas com média de 10,12 raízes formadas por estaca e sem boro a média de 5,78 raízes formadas por estaca.

Pela Figura 5 observa-se também, que apenas IBA  $50\text{mg.L}^{-1}$  a adição de boro levou a maior formação de raízes. De uma maneira geral, a adição de boro diminuiu o número de raízes por estaca, sugerindo que o seu efeito não está relacionado com a indução da iniciação de raízes. Fato este confirmado pelos resultados obtidos para porcentagem de estacas enraizadas onde a adição de boro não promoveu o aumento deste parâmetro.

Os menores valores de número de raízes por estaca são observados no tratamento apenas com boro sem IBA, com valor de 4,32, e a testemunha que apresentou 7,49 raízes por estaca.

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 em consequência, aumentando a área de sustentação das estacas. Tal fato, se torna muito importante, no momento em que as estacas são transferidas ao campo, pois pode aumentar a porcentagem de sobrevivência das mesmas.

**Quadro 5.** Análise de variância e comparação das médias do número de raízes formadas em estacas de louro (*Laurus nobilis* L.), submetidas a tratamentos com IBA e boro.

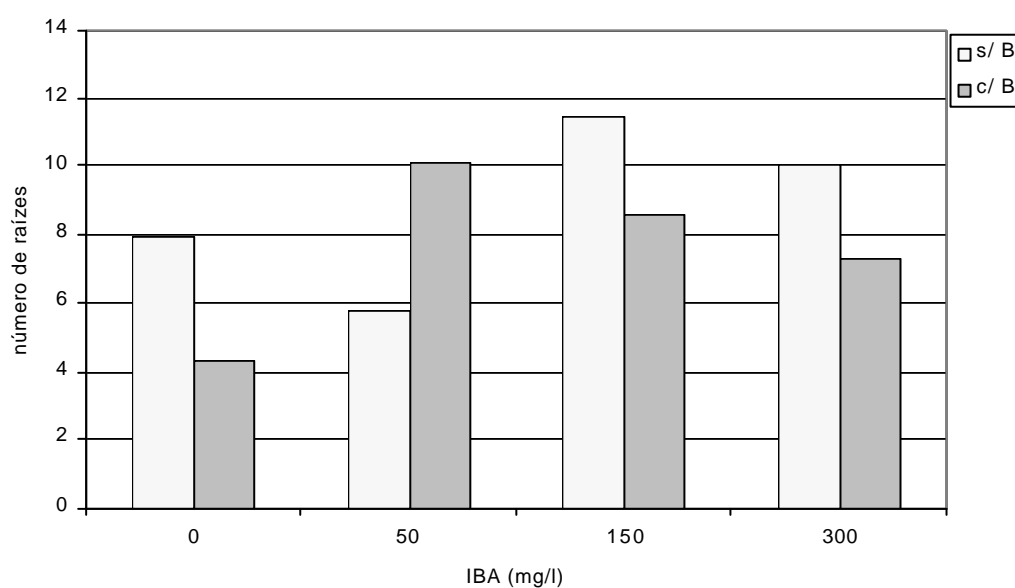
Causa de variação	GL.	Q.M.	F
Boro (B)	1	11,97	1,35
Concentrações (C)	3	20,85	2,35
Interação B x C	3	27,85	3,15*
Resíduo	24	8,85	
Total	31		

C.V.= 36,32%

\* significativo à 5% de probabilidade

Concentrações	s/ boro	c/ boro	Média
Testemunha	7,94Aa	4,32Aa	-
IBA 50mg.L <sup>-1</sup>	5,78Aa	10,12Ab	-
IBA 150mg.L <sup>-1</sup>	11,47Aa	8,55Aa	-
IBA 300mg.L <sup>-1</sup>	10,05Aa	7,32Aa	-
Média	-	-	-

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



**Figura 5.** Número médio de raízes formadas nas estacas de louro tratadas com IBA, com e a sem adição de boro.

## 6.6. Comprimento das raízes formadas

Através do Quadro 6 verifica-se que não houve efeito significativo dos tratamentos com IBA e boro sobre o comprimento das raízes formadas.

Embora não havendo diferença estatística significativa, observa-se que a adição de boro aos tratamentos com IBA levou ao maior comprimento das raízes formadas (Figura 6). Concordando com os relatos de Mohammed & Ericksen (1974) e Middleton et al. (1978b) os quais relatam que a auxina é essencial para a iniciação das raízes nas estacas e o boro para o crescimento dessas raízes.

Os maiores comprimentos das raízes foram obtidos com tratamentos de 0, 50 e 150mg.L<sup>-1</sup> de IBA + boro com valores de 44, 46,57 e 43,21cm, respectivamente.

Com relação ao tratamento com IBA 50mg.L<sup>-1</sup> + boro que apresentou o maior número de raízes por estaca, foi também aquele que apresentou as raízes mais compridas, indicando efeito na melhor qualidade das estacas deste tratamento, para a obtenção de mudas de louro.

Segundo Lewis (1980), o boro está envolvido na biossíntese de lignina e, juntamente com a auxina, na diferenciação do xilema, no desenvolvimento das raízes adventícias.

Haissig (1972) afirma que a auxina endógena ou exógena é indispensável para a iniciação de raízes adventícias em segmentos caulinares. Segundo Brunner (1970), pode apresentar efeito mais positivo quando utilizado em conjunto com reguladores vegetais.

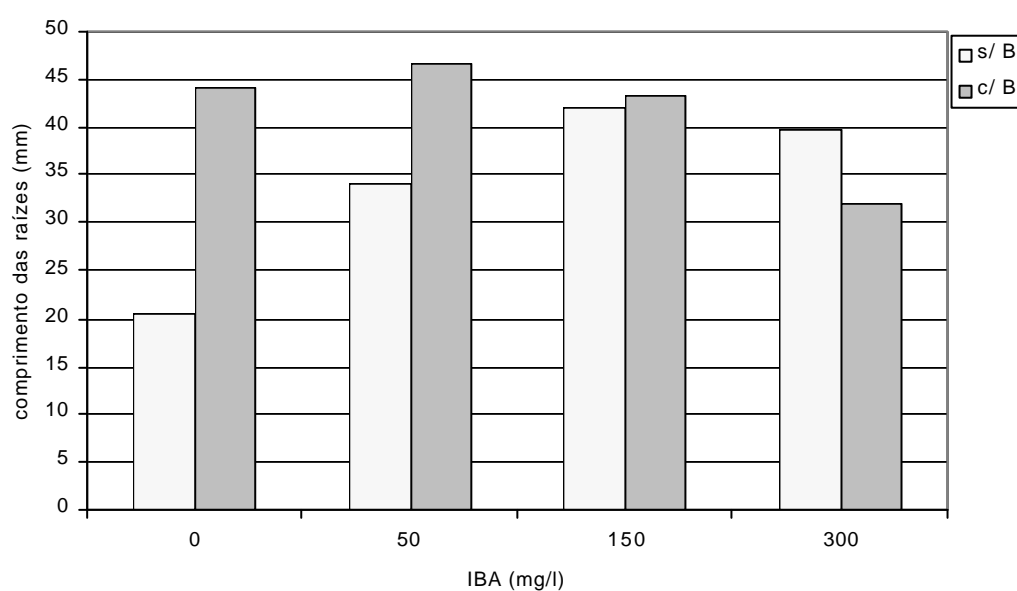
**Quadro 6** Análise de variância e comparação das médias do comprimento das raízes formadas em estacas de louro (*Laurus nobilis* L.), submetidas a tratamentos com IBA e boro.

Causa de variação	GL.	Q.M.	F
Boro (B)	1	443,50	3,12
Concentrações (C)	3	169,74	1,19
Interação B x C	3	368,02	2,59
Resíduo	24	142,10	
Total	31		

C.V.= 31,60%

Concentrações	s/ boro	c/ boro	Média
Testemunha	20,44	44,00	32,22 A
IBA 50mg.L <sup>-1</sup>	34,00	46,57	40,28 A
IBA 150mg.L <sup>-1</sup>	41,87	43,21	42,54 A
IBA 300mg.L <sup>-1</sup>	39,68	32,00	35,84 A
Média	34,00 a	41,44 a	-

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



**Figura 6.** Comprimento médio das raízes formadas nas estacas de louro tratadas com IBA, com e a sem adição de boro.

Jacob & Uexkull (1960) enfatizam ser o boro particularmente necessário nos processos que envolvem ativação da divisão celular, que é de grande importância na regeneração das raízes agindo sobre a translocação de substâncias.

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 iniciam a formação de raízes, enquanto o boro age sobre o crescimento dessas.

Salisbury & Ross (1992) afirmam que quando as raízes contém suficientes teores de auxinas endógenas, ao receberem uma aplicação exógena, inibem o crescimento destas. O que poderia ter acontecido com concentrações de  $300\text{mg.L}^{-1}$  de IBA, ocasionando ligeiro excesso de concentração de auxina com efeito de inibição no crescimento das raízes.

Estes resultados também coincidem com Torrey (1965), citado por Ono & Rodrigues (1996) os quais relatam que as raízes das estacas sem tratamento com boro mostram inibição da expansão celular de longitudinal para radial, levando à morte de muitos ápices radiculares. Muitas dessas alterações morfológicas são causadas pela falta de tratamento com boro, que são semelhantes aos sintomas causados pela concentração supratóxica de auxinas, aplicadas exógenamente.

Cohen & Albert (1974), citados por Ono & Rodrigues (1996), relatam que a ausência de tratamentos com boro resulta em parada da mitose, pela inibição da síntese de DNA. Também Hirsch et al. (1982), notaram diferenças no alongamento de raízes tratadas



ou não com boro, correlacionando esse fato com a inibição da atividade mitótica, em raízes sem tratamento com boro.

### **6.7. Considerações finais**

A análise dos resultados mostra que a maior porcentagem de estacas enraizadas (54,17%) foi obtida no tratamento com IBA 50mg.L<sup>-1</sup>, porém este mesmo tratamento não foi aquele que apresentou o maior número de raízes por estaca (5,78) e nem o maior comprimento das raízes (34mm). Características estas muito importantes para a sobrevivência das mudas provenientes de estaquia. Portanto, mudas provenientes das estacas tratadas com IBA 50mg.L<sup>-1</sup>, com poucas raízes e curtas, podem comprometer na sobrevivência das mudas.

Já o tratamento das estacas com IBA 50mg.L<sup>-1</sup> mais boro, não foi aquele que apresentou a maior porcentagem de estacas enraizadas (39,58%), mas foi aquele que proporcionou a maior formação de raízes (10,12) com maior crescimento (46,57mm). Mudas provenientes de estacas com estas características devem apresentar melhores condições de sobreviverem no campo, podendo formar plantas sadias.

Assim, tratamentos que levam a maior porcentagem de enraizamento das estacas, não estão diretamente relacionados àqueles que irão produzir mudas de maior potencialidade de sobrevivência e de melhor qualidade.

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).

## 7. CONCLUSÕES

Fundamentando-se nos resultados obtidos para o enraizamento de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.), submetidas a tratamentos com IBA e/ou boro pode concluir-se que:

- a maior porcentagem de estacas enraizadas (54,17%) foi proporcionado pelo tratamento das estacas com  $50\text{mg.L}^{-1}$  de ácido indol-butírico (IBA);
- o maior número de raízes formadas por estaca (10,12) e maior comprimento dessas raízes (46,57mm) foram obtidos em estacas tratadas com IBA  $50\text{mg.L}^{-1}$  + boro  $150\mu\text{g.mL}^{-1}$ , sem diferir estatisticamente da testemunha e dos demais tratamentos.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTMAN, A. The role of auxin in root initiation in cutting. *Proc. Intl. Plant Prop. Soc.*, v.22, p.280, 1972.
- ALVARENGA, L.R., CARVALHO, V.D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. *Informe Agropecuário*, v.9, n.101, p.47-55, 1983.
- AMINAH, H., DICK, J..M.C.P., LEAKEY, R.R.B., GRACE, J., SMITH, R.I. Effect of indolebutyric acid (IBA) on stem cuttings of *Shorea leprosula*. *Forest Ecology Management*, v.72, p.199-206, 1985.
- ANDREW, C.S. Influence of nutrition on nitrogen fixation and growth of legumes. In: HUNLAY, B. A review of nitrogen in the tropics with particular reference to pastures. *Comm. Bur. Past. Fed. Crop. Bull.*, 46. 130-46, 1962.

- BALMÉ, F. *Plantas medicinais*. São Paulo: Hemus, s.d. p.224-225.
- BEAKBANE, A.B. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. *Nature*, v.192, p.954-955, 1961.
- BENZA, J.C. *Frutales Nativos*. San Borja: Edit. El Estudiante, 1980. 319p.
- BREEN, P.J., MURAOKA, T. The effect of indolebutyric acid on distribution of  $^{14}C$  – photosynthase in softwood cutting of Mariana 2624 Plum *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, v.98, p.436-439, 1973.
- BRUNNER, H. Beeinflussung der Adventiveurzelbildung bei Tradescantia un Fuchsia durch Makronährstoffe. II mikronährstoffe. **Gartenbauwissenschaft.**, v.35, n.4/5, p.393-413, 1970.
- BRUTSCH, M.O., ALLAN, P., WOLSTENHOLME, B.N. The anatomy of adventitious root formation in adult-phase pecan (*Carya illinoensis*) Wang. K.Koch. *Hort. Rest.*, v.17, p.23-31, 1977.
- CASTRO, P.R.C. Propagação vegetativa. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 05 Out. 1975. Suplemento Agrícola, p.05.
- CASTRO, P.C.R., FACHINELLO, J.C., FAQUIM, J.F.V., RAMALHO, G.P., BACCHI, O.O.S. Estimulação do enraizamento de estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Anais Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, v.41, p.349-357, 1984.
- CIAMPI, C., GELLINI, R. The origin and development of adventitious roots in *Olea europea*: the importance of in rootlet development. *Nuovu G. Bot. Ital*, Florence, v.70, p.62-74, 1963.
- CUCULIZA, P.J. *Propagação de plantas*. Lima: Talleres gráficos P.L. Villanueva S.A., 1956. 280p.

- ELIASSON, L. Interaction of light and auxin in regulation of rooting in pea stem cuttings. *Physiol. Plant.*, v.48, p.78-82, 1980.
- EL-TOMI, A.L., GALAL, M.A. Origin and development of adventitious roots in semi-hardwood cuttings of sweet lemon. *Egypt. J. Hortic.*, v.7, n.1, p.79-89, 1980.
- ESAU, K. *Plant anatomy*. 2.ed. New York: J. Wiley, 1965. p.69.
- FACHINELLO, J.C., KERSTEN, E. Efeito do ácido indol-butírico na porcentagem de estacas semi-lenhosas enriazadas de pessegueiro (*Prunus persica* L. Bastsch.), cv. Diadema, em condição de nebulização. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.3, p.49-50, 1981.
- FAHN, A. *Anatomia Vegetal*. 3.ed. Madrid: Piramide, 1982. 599p.
- FONT QUER, P. *Plantas Medicinales: el dioscóride renovado*. Zaragoza: Labor S.A., 1993. p.199-202.
- GACHANJA, S.P. Training and pruning of fruit (*Passiflora edulis*) in Kenya. *Act. Hort.*, v. 49, p.219-222, 1975.
- GARLAND, S. *Gran libro de las Hierbas y Especies*. Barcelona: Editorial Blume, 1989.
- GAUCH, H.G., DUGGER, W.M. The role of boron in the translocation of sucrose. *Plant Physiol.*, v.28, p.457-466, 1953.
- GIACONETTI, . *Ervas condimentarias e especiarias*. São Paulo: Nobel, 1989. 158p.
- GOMES, P. *Fruticultura brasileira*. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1987. p.448.
- GOODIN, J.J. Anatomical changes associated with to nature growth phase transition in hedera. *Nature*, v.208, p.504-505, 1965.
- GÓRECKA, C.J. The effect of growth regulators on rooting of Ericaceae plants. *Acta Hort.*, v.91, p.483-489, 1979.

- GORTER, C.J. Synergism of indole-3-acetic acid in root production of *Phaseolus* cuttings. *Physiol. Plant.*, v.11, p.1-9, 1958.
- HAISSIG, B.E. Meristematic activity during adventitious root primordium development. I. Influences of endogenous auxin and applied gibberellic acid. *Plant Physiology*, v.49, p.886-892, 1972.
- HAISSIG, B.E. Influence of hormones and auxin synergists on adventitious root initiation. In: **Proc. I.U.F.R.O Working Party on Reprod. Processes**, New Zealand, 1973.
- HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES JR., F.T., GENEVE, R.L. *Plant propagation; principles and practices*. 6.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 770p.
- HARVEY, J. *Ervas: aplicações culinárias decorativas e cosméticas - Arte de viver*. Portugal: Publicações Europa - América Ltda., 1976.
- HEMBERG, T. Rooting experiments with hypocotyls of *Phaseolus vulgaris* L. *Physiol. Plant.*, v.4, p.358-369, 1951.
- HESS, C.E. *Internal and external factors regulating root initiation; root growth*. London: Butterworth, 1969. p.42-53.
- HIRSCH, A.M., PENGELLY, W.L., TORREY, J.G. Endogenous IAA levels in boron deficient and control root tips of sunflower. *Bot. Gaz.*, v.143, p.15-19, 1982.
- IRITANI, G. Ação de reguladores de crescimento na propagação por estaquia de *Ilex paraguayensis* Saint Hilaire e *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze. Curitiba, 1981. 163p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
- JACOB, A., UEXKULL, H.V. *Fertilizer use, nutrition and manuring of tropical crops*. Hannover: Verlagsgesellschaft Ackarbau, 1960. 230p.
- JANICK, J. *A Ciência da horticultura*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1966. 485p.

- JARVIS, B.C, ALI, A.H.N., SHAHEED, A.I. Auxin and boron interrelation to the rooting response and ageing of mung bean cuttings. *New Phytol.*, v.95, p.509-518, 1983.
- KERSTEN, E. Propagação vegetativa dos citros por métodos não convencionais. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1987. 20 p. (mimeogr.).
- LEDIN, R.B. The Barbados on West Indian Cherry. *Buth. Fla. Agric. Exp. Sta.*, v.549, p.28, 1958.
- LEE, S., ARNOFF, S. *Boron in plants a biochemical role*. Washington, 1967. p.798-799.
- LEONEL, S. Efeitos de reguladores vegetais e ácido bórico, na promoção do sistema radicular, em estacas de *Litchi chinensis* Sonn. Botucatu, 1992. 138p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- LEOPOLD, A.C. *Plant growth and development*. New York: Mc Graw-Hill, 1964.
- LEWIS, D.H. Boron, lignification and the origin of vascular plants a unifiend hypothesis. *New Phytol.*, v.84, p.209-229, 1980.
- LIONAKIS, S.M. Physiological studies on growth and dormancy of the kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch). London, 1981, 381p. Thesis (PhD) - University of London.
- LOEWENFELD, C., BACH, F. *Guias de las Hierbas y Especies*. Barcelona: Ediciones Omega S.A , 1980. p.192-193.
- LONG, G.C. The influence of rooting media on the character of the roots produced by cuttings. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, v.29, p.352-355, 1932.
- LORETI, F., HARTMANN, H.T. Propagation of olive trees by rooting leafy cuttings under mist. *Proc. Soc. Hort. Sci.*, v.85, p.257-264. 1964.



- LUCCHESI, A.A. *Propagação de Plantas Mediciniais*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. p. 24-29.
- MAHBSTEDE, J.D., HAGER, E.S. *Assexual propagation of higher plants*. New York, v.13, p.191-228, 1957.
- MAHLSTEDE, J.P., WATSON, D.P. An anatomical study of adventitious root development in stem of *Vaccinium corymbosum*. *Bot. Gaz.*, v.113, p.279-285, 1952.
- MEDRADO, M.S.J. Fatores relacionados ao processo da propagação da seringueira (*Hevea spp*) em Piracicaba, S.P. Piracicaba, 1992. 178p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MENZEL, C.M. Propagation of lychee: a review. *Scientia Horticulturae*, v.178, p.245-256, 1986.
- MIDDLETON, W., JARVIS, B.C., BOOTH, A. The boron requirement for root development in stem cutting of *Phaseolus aureus* Roxb. *New Phytol.*, v.81, p.287, 1978a.
- MIDDLETON, W., JARVIS, B.C., BOOTH, A. The effects of ethanol on rooting and carbohydrate metabolism in stem cuttings of *Phaseolus aureus* Roxb. *New Phytol.*, v.81, p.279-285, 1978b.
- MIDDLETON, W., JARVIS, B.C., BOOTH, A. The role of leaves in auxin and boron – dependent rooting of stem cuttings of *Phaseolus aureus* Roxb. *New Phytol.*, v.84, p.251-259, 1980.
- MISRA, A .K., JAUHARI, O.S. Root induction in layers and stem cuttings of *Morus alba* L. and *Zizyphus mauritiana* Lam., with special reference to plant growth regulators. *Indian J. Hortic.*, v.27, p.141-146, 1970.

- MOHAMMED, S., ERICKSEN, E.N. Root formation in pea cuttings. IV. Further studies on the influence of indole-3-acetic acid at different developmental stages. *Physiol. Plant.*, v.32, p.94-96, 1974.
- MONTERO, F.P., AGUER, E., JIMENEZ, F. Comparative effect of different growth regulators and boron on rooting of carnation cuttings. *Agrochimica*, v.29, p.356-363, 1985.
- OLIVEIRA, E.T. Propagação vegetativa de *Pinus sp.* via cultura de tecido. Piracicaba, 1989. 132p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Fisiologia Vegetal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ONO, E.O. Interações entre auxinas e ácido bórico, no enraizamento de estacas caulinares de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo. Botucatu, 1990. 164p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.
- ONO, E.O. Efeitos de reguladores de crescimento e ácido bórico, no enraizamento de estacas caulinares de kiwi (*Actinidia chinensis* Pl.). Botucatu, 1994. 248p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas/Botânica) – Instituto de Biociências Universidade Estadual Paulista.
- ONO, E.O., RODRIGUES, J.D., RODRIGUES, S.D. Interações entre auxinas e boro no enraizamento de estacas de camélia (*Camellia japonica* L.). *Rev. Bras. Fisiol. Veg.*, v.4, n.2, p.107-112, 1992a.
- ONO, E.O., RODRIGUES, S.D., RODRIGUES, J.D. Interações entre auxinas e boro no enraizamento de estacas de hortênsia (*Hydrangea macrophylla* Ser.). *Científica*, v.20, n.2, p.413-422, 1992b.

- ONO, E.O., RODRIGUES, J.D., PINHO, S.Z. Ação de auxinas e/ou boro no processo de formação de raízes em estacas de café (*Coffea arabica* L. cv Mundo Novo). *Arq. Biol. Tecnol.*, v.37, n.1, p.157-166, 1994.
- ONO, E.O., RODRIGUES, J.D. *Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares*. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83p.
- PEREIRA, F.M., SHE, M.E., MARTINEZ JÚNIOR, M. et al. Influência da época de estaquia, em recipiente, no pegamento e desenvolvimento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, 1983, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis, 1983, p.446-452.
- PIMENTEL-GOMES, F. *Estatística experimental*. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- POTSCH, W., POTSCH, C., ARENS, K. *Botânica*. São Paulo: Nobel, 1972. 353p.
- REUTHER, W., BATCHELOR, L.D., WEBBER, H.J. *The Citrus industry*. 2.ed. California: University of California, 1973. p.32-35.
- SACHS, R.M., LORETI, F., DEBIE, J. Plant rooting studies indicated sclerenchyma tissue is not a restricting factor. *Calif. Agric.*, v.18, n.9, p.4-5, 1964.
- SALISBURY, F.B., ROSS, C.W. *Plant Physiology*. New York: Wadsworth Publishing Company, 1992. 762p.
- SHIMOYA, C., GOMIDE, C.J. Desenvolvimento anatômico da raiz adventícia em estacas de figueira (*Ficus carica* L.). *Revista Ceres*, v.16, p.41-49, 1969.

- SILVA, A.A. Propagação vegetativa em *Pinus spp.* *Silvicultura*, v.2, n.8, p.141, 1985.
- SILVA, C.P., PEDRAS, J.F. Produção de raízes em estacas de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) nas diferentes épocas do ano, em função dos tratamentos com auxinas sintéticas e ácido bórico. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48, 1997, Crato. *Resumos ...* Crato, Sociedade Botânica do Brasil, 1997.
- TUBELIS, A., NASCIMENTO, F.J.L., FOLONI, L.L. Meteorologia e climatologia. Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, v. 3, p.344-362, 1972. (mimeografado).
- VÁLIO, I.F.M. Auxinas. In: FERRI, M.G. *Fisiologia Vegetal*. São Paulo: EDUSP, 1979. p.39-73.
- VASCONCELLOS, J.C. *Plantas medicinais e aromáticas*. Brasília: Ministério da Economia, 1949. p.64-65.
- VILANOVA, M.T. Propagación vegetativa del café. *Café Salvador*, v.29, p.669-681, 1959.
- WEAVER, R.J. *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. 5.ed. Barcelona: Trillas, 1987. 624p.
- WEISER, C.J. Effect of boron on the rooting of *Clematis* cuttings. *Nature*, v.183, p.559, 1959.
- WEISER, C.J., BLANEY, L.T. The nature of boron on the rooting of English Holly cuttings. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.*, v.75, p.704-710. 1960.
- WILLIAMS, R.R., TAJI, A.M., BOLTON, J.A. Suberization and adventitious rooting in Australian plants. *Aust. J. Bot.*, v.32, p.363-366, 1984.
- ZANCO, J.J., SCHUCH, M.W., VAZ CORVELLO, W.B., KERSTEN, E. Efeito do ácido indol-butírico (IBA) e da época no enraizamento de estacas de alecrim (*Rosmarinus*

*officinalis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS MEDICINAIS, 351, 1994.