

**USO DO ESTIOLAMENTO E DO ÁCIDO  
INDOLBUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE  
ESTACAS DE *Pyrus calleryana* Dcne**

**JANAINE MYRNA RODRIGUES REIS**



**JANAINE MYRNA RODRIGUES REIS**

**USO DO ESTIOLAMENTO E DO ÁCIDO INDOLBUTÍRICO  
NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE  
*Pyrus calleryana* Dcne**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador  
Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1999

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Reis, Janaine Myrna Rodrigues

Uso do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de  
*Pyrus calleryana* Dcne / Janaine Myrna Rodrigues Reis. – Lavras : UFLA,  
1999.

64 p. : il.

Orientador: Nilton Nagib Jorge Chalfun.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Pera – *Pyrus calleryana*. 2. Estiolamento. 3. Ácido indolbutírico. 4.  
Enraizamento. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.133

**JANAINE MYRNA RODRIGUES REIS**

**USO DO ESTIOLAMENTO E DO ÁCIDO INDOLBUTÍRICO  
NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE  
*Pyrus calleryana* Dcne**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".


**APROVADA em 26 de março de 1999**

**Prof. Dr. José Darlan Ramos**

**UFLA**

**Prof. Dr. Ruben Delly Veiga**

**UFLA**

  
**Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chaifun**  
**UFLA**  
**(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**



**Aos meus pais, Antônio e Maria Aparecida  
Pela confiança, dedicação e incentivo**

## **DEDICO**

**Aos meus irmãos Joseane, Jaqueline, Jefferson e Jomara, pelo  
apoio em todos os momentos.**

**Ao meu esposo Marcelo, pelo carinho, apoio e companheirismo.**

## **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me conceder a vida e iluminar o meu caminho.

A minha família, pela força e incentivo.

À UFLA (Universidade Federal de Lavras), pela oportunidade concedida de realizar o curso.

Ao Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun, pela orientação, apoio, estímulo e pela amizade.

Ao Departamento de Agricultura, na pessoa do Prof. Dr. Rovilson José de Souza, coordenador da Pós-Graduação/Fitotecnia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Ruben Delly Veiga, pela orientação estatística.

Aos Professores Dr. Luís Carlos de Oliveira Lima e Dr. Eduardo Valério de B. Vilas Boas, pela colaboração e ensinamentos, e ao departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade na realização das análises laboratoriais.

Ao professor Dr. José Darlan Ramos, pelo convívio.

Ao meu cunhado Carlos Alberto S. Souza, pelo apoio durante o curso.

Aos colegas de curso, especialmente a Carla de Pádua Martins, Luciana Costa Lima e Tânia das Graças Silva, pela amizade e convívio, e a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.



# SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 A Cultura da Pereira.....	3
2.2 Porta-enxertos para pereira.....	4
2.3 Propagação através de estacas.....	6
2.4 Fatores que afetam o enraizamento das estacas.....	7
2.4.1 Uso de reguladores de crescimento.....	8
2.4.2 Uso do estiolamento.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Localização.....	16
3.2 Material utilizado e Preparo das árvores.....	16
3.3 Coleta, preparo e plantio das estacas.....	17
3.4 Delineamento e condução do experimento.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Sistema radicular da planta.....	20
4.1.1 Porcentagem de estacas enraizadas.....	20
4.1.2 Peso médio da matéria seca das raízes.....	24
4.1.3 Porcentagem de raízes laterais.....	27
4.2 Parte aérea da planta.....	30
4.2.1 Porcentagem de estacas brotadas.....	30
4.2.2 Peso médio da matéria seca das brotações.....	33
4.3 Formação de calos.....	35
4.4 Comprimento dos internódios.....	37
4.5 Análises Químicas.....	38
4.5.1 Lignina.....	38

4.5.2 Compostos fenólicos totais.....	40
4.5.3 Açúcares totais.....	43
4.5.4 Análise de nutrientes minerais.....	44
4.5.4.1 P, Mg, Cu, Mn, Zn.....	44
4.5.4.2 N, K, Ca, B.....	47
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	58
6 CONCLUSÕES.....	59
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

## RESUMO

REIS, Janaine Myrna Rodrigues. **Uso do Estiolamento e do Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de *Pyrus calleryana* Dcne.** Lavras: UFLA, 1999. 64 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).\*

O presente estudo teve como objetivo verificar o enraizamento de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana* Dcne provenientes de plantas estioladas e de ramos com estiolamento basal durante um período de 100 dias, tratadas com AIB (ácido indolbutírico), à 2000 ppm em imersão rápida por 5 segundos. Este trabalho foi conduzido em telado (sombrite 50% de sombreamento) nas dependências do pomar da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sendo o material propagativo obtido de um bloco de matrizes deste porta-enxerto com 6 anos de idade, do mesmo pomar. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 x 2 (com e sem estiolamento da planta inteira, com e sem estiolamento basal, com e sem AIB), sendo 4 repetições e 13 estacas por parcela. Após 90 dias do plantio das estacas, foram avaliadas as seguintes características : Porcentagem de enraizamento, matéria seca de raiz, porcentagem de estacas com enraizamento lateral, porcentagem de estacas brotadas, matéria seca de brotação e porcentagem de calejamento. No dia do plantio, foi avaliado ainda o comprimento do primeiro internódio acima da base de cada estaca coletada e, em intervalos de 18 em 18 dias, foram realizadas também análises químicas de nutrientes minerais, açúcares totais, lignina e compostos fenólicos. Houve enraizamento das estacas (67.27%), independente do uso do estiolamento e do ácido indolbutírico; nas condições de estiolamento, o maior percentual de enraizamento (63.37%) ocorreu nas estacas provenientes das plantas estioladas associadas ao estiolamento basal, sem AIB; o maior percentual de estacas com enraizamento lateral ocorreu nas estacas estioladas (30.80%); as estacas provenientes de plantas estioladas e com estiolamento basal apresentaram menores porcentagens de lignina; não se verificou diferença nos teores de compostos fenólicos totais e açúcares totais entre as estacas estioladas e não estioladas; não houve diferença nos teores de P, Mg, Cu, Mn e Zn ao longo do período de enraizamento e verificou-se um consumo e absorção dos nutrientes N, K, Ca, e B durante o enraizamento das estacas.

---

\* Comitê Orientador: Nilton Nagib Jorge Chalfun - UFLA (Orientador), José Darlan Ramos - UFLA, Ruben Delly Veiga - UFLA.

## ABSTRACT

REIS, Janaine Myrna Rodrigues. Use of etiolation and indolbutyric acid in the rooting of cuttings of *Pyrus calleryana* Dcne. Lavras: UFLA, 1999. 64 p. (Dissertation - Master of in Science in Plant Science).\*

The present study was designed to verify the rooting of the rootstock of pear tree *Pyrus calleryana* Dcne coming from etiolated plants and branches with basal etiolation (banding) for a 100 day period, treated with indolbutyric acid (IBA), at 2000 ppm in a fast immersion for 5 second. This work was conduted under shade house (sombrite 50% of shade) in the annex buildings of the Universidade Federal de Lavras (UFLA) orchard, the propagation material being obtained from a parent plant block from this rootstock six 6 years of age, from the same orchard. The experimental design utilized was the completely randomized in a 2 x 2 x2 fatorial scheme (with and without etiolation na etiolation of the whole plant, with and without a basal etiolation and with and without AIB), being 4 replications and 13 cuttings per plot. After 90 days from the cuttings planting, the following characteristics were evaluated: percentage of rooting, root dry matter, percentage of cuttings with lateral rooting, percentage of sprouted cuttings, sprouting dry matter and percentage of callus. On the planting day, the length of the first internod above the base of each cutting collected was evaluated as well and at every 18 days' interval, also chemical analyses of mineral nutrients, total sugars, lignin and phenolic compounds were performed. There was cutting rooting (67.27%) independent of the use etiolation and indolbutyric acid; under the etiolation conditions, the highest percentage of rooting (63.37%) took place on cuttings coming from the etiolated plants associated with basal etiolation without AIB; the greatest percent of cuttings with lateral rooting occurred on etiolated cuttings (30.80); the cuttings etiolated plants and com basal etiolation presented the poorest percentages of lignin; no differences in the contentes of total phenolic compounds and total sugars among etiolated cuttings and non-etiolated were found; there was no difference in the contents of P, Mg, Cu, Mn and Zn throreghout rooting period and a consumption and uptake of the nutrients N, K, Ca and B during cutting rooting were verified.

---

\* Guidance Committee: Nilton Nagib Jorge Chalfun - UFLA (Major Professor), José Darlan Ramos - UFLA and Ruben Delly Veiga - UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

A pereira (*Pyrus communis* L.) pertencente à família das Rosáceas e sub-família Pomoideae, é uma espécie frutífera tipicamente de clima temperado, com origem nas regiões européia e asiática. Foi introduzida no Brasil por volta de 1926 e atualmente vem apresentando uma importância crescente no cenário frutícola brasileiro. Embora a espécie em causa venha sendo cultivada e se expandindo progressivamente em regiões com maior disponibilidade de frio, como a região Sul do Brasil, esta cultura pode se apresentar como uma grande alternativa para a fruticultura de clima temperado, especialmente para o Sul do Estado de Minas Gerais .

Assim, com o grande interesse despertado nos últimos anos pela cultura da pereira, torna-se eminente a necessidade de novas opções de combinações de cultivares copa/ porta-enxerto com boa adaptação às diferentes condições edafoclimáticas da região, e que sejam altamente produtivas e com frutos de boa qualidade. Neste sentido, o uso de porta-enxertos adequados e de mudas sadias e em grande quantidade constitui-se em um dos principais obstáculos para o desenvolvimento desta espécie.

Para a obtenção de porta-enxertos, pode-se utilizar a propagação sexuada para as cultivares cujas estacas enraízam com dificuldade, porém este processo propicia a uma grande variabilidade genética, de modo que a multiplicação através da propagação assexuada se torna mais viável.

Atualmente a pereira é propagada através da enxertia, e os porta enxertos *Pyrus calleryana* e *P. betulaefolia* são os mais utilizados. Estes porta-enxertos são obtidos através da estaquia, cuja principal vantagem é a preservação das características da planta-mãe. A estaquia consiste na utilização de partes de ramos (estacas) que são separados da planta matriz, e uma vez submetidos a

condições favoráveis, são capazes de regenerar raízes, resultando em uma nova planta.

Entretanto, a dificuldade de enraizamento envolvendo a participação tanto de fatores relacionados à própria planta como também ao próprio ambiente constitui-se num dos mais sérios problemas destas espécies.

A participação no enraizamento dos fitoreguladores associados a cofatores fenólicos, bem como a carboidratos, tem sido apontada como fator determinante na formação radicular.

Sua aplicação exógena vem sendo bastante utilizada na propagação por estacas, visando balancear a concentração interna hormonal, proporcionando o enraizamento adventício. Dentro do grupo destes reguladores, encontram-se as auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico e etileno, sendo que as auxinas são as substâncias que despertam maior interesse na estaquia.

O estiolamento, que é o desenvolvimento de brotos, ramos ou partes de ramos na ausência de luz, é uma técnica utilizada como uma ferramenta na propagação tanto de espécies frutíferas como as ornamentais. Assim, o uso combinado do estiolamento e da aplicação de reguladores de crescimento vem se destacando nas técnicas modernas de propagação, no sentido da busca de melhorar o enraizamento das estacas de diferentes espécies.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito de dois tipos de estiolamento, associados a aplicação do regulador de crescimento AIB (Ácido indolbutírico) no enraizamento de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana* Dcne.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A Cultura da Pereira

A pereira é cultivada praticamente em todo o mundo, sendo a Europa e a Ásia as regiões maiores produtoras (Faoro, 1991). Dentre os países de maior produção, destaca-se a China que apresentou uma produção média de 2,7 milhões de toneladas/ano no período entre 1989 a 1993, representando 27,6 % da produção mundial, seguida pela Itália, com 885 mil toneladas (8,9 %) e pelos Estados Unidos, com 843 mil toneladas/ano (8,5 %). A produção chinesa se mantém crescente, enquanto a italiana e norte-americana são bastante oscilantes. Dentre os países que vêm apresentando um crescimento bastante importante na produção de pêras, destaca-se a Argentina, onde a oferta passou de 227 mil toneladas/ano em 1989 para 370 mil em 1993 e o Chile, que evoluiu de 119 mil para 210 mil toneladas/ano no mesmo período (Maia et al, 1996).

Segundo este mesmo autor, quanto aos países maiores importadores, estes situam-se na Europa, como a Alemanha, Itália, Grã-Bretanha, França e Países Baixos. Na América do Norte, os maiores importadores são os Estados Unidos, Canadá e México, enquanto o Brasil é o maior importador da América do Sul.

No Brasil, a produção de pêras é de aproximadamente 20.000 t e a demanda é de 110.000 t, demanda esta que está muito abaixo do patamar das frutas mais consumidas, como citros, banana, uva, pêsego e maçã. A pêra ocupa a terceira posição dentro das frutíferas de clima temperado mais consumidas no Brasil, sendo superada apenas pela maçã e pêsego. Portanto, a produção desta espécie representa uma potencialidade ainda não explorada pela fruticultura brasileira, sendo que cerca de 90 % do seu abastecimento é realizado

principalmente através de importações de outros países como o Chile , Argentina e o Uruguai .

Somente nos últimos anos a produção brasileira de pêras vem se destacando, sendo que um dos grandes problemas enfrentados para se expandir esta cultura no Brasil é principalmente a falta de opções de cultivares copa com boa adaptação de clima e com qualidade de fruto e também a falta de bons porta-enxertos.

Portanto, o cultivo da pereira no Brasil está, hoje, se iniciando, podendo ser comparado ao cultivo da macieira há 15 anos atrás aproximadamente. Deve-se no entanto, aproveitar toda a experiência adquirida através da cultura da maçã para não incorrer em erros, levando a prejuízos e desestímulos aos fruticultores. (Simonetto e Grellmann, 1997). Os estados brasileiros que ocupam posição de destaque em produção são Rio Grande do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Anuário... 1996).

## 2.2 Porta-enxertos para pereira

Há muitos anos a pereira vem sendo cultivada, enxertada sobre pés francos (*Pyrus communis*), utilizando-se diversas cultivares. Entretanto, a partir da década de 70, os marmeleiros (*Cydonia oblonga*) passaram a ser utilizados como porta-enxertos, formando-se pomares compactos, resultando árvores de pequeno porte e de rápida frutificação. Porém, essa combinação de enxertia tem mostrado um comportamento vegetativo e reprodutivo bastante variável, formando raízes superficiais, com moderada fixação ao solo, mostrando sensibilidade a solos secos, além de não tolerar o calcário ativo, evidenciando cloroses, mesmo em solos com baixos teores deste material (Barbosa et al, 1996; Nogueira, 1983).



Na região Sul de Minas Gerais, a cultivar Schimidt (pêra de água) é usualmente empregada como porta-enxerto para pereira, sendo este vigoroso, de boa fixação, demonstrando uma tolerância relativa aos solos pesados e úmidos, possuindo boa resistência à seca e ao calcário, é resistente aos diversos nematóides, porém é susceptível ao cancro (*Pseudomonas syringae*) e às podridões de raiz causadas pelo gênero *Phytophthora*, além de proporcionar uma entrada tardia na frutificação e lento aumento das produções (Nogueira, 1983).

Estacas enraizadas a partir de pereiras híbridas, como a "Kieffer", que resulta em plantas vigorosas demais, também é um exemplo de porta enxerto bastante utilizado, mas sem muito sucesso. (Nakasu e Leite, 1990).

Com o propósito de melhorar o desenvolvimento das plantas e sobretudo a produtividade dos pomares, os porta-enxertos orientais vêm sendo testados em praticamente todo o mundo. As espécies *Pyrus calleryana* Dcne e *Pyrus betulaefolia* Bunge, são os porta enxertos mais utilizados, por serem mais vigorosos e tolerantes a altas temperaturas (Barbosa et al, 1996).

O porta-enxerto *Pyrus betulaefolia* originário do norte da China apresenta um vigor bastante semelhante ao pé franco, adaptando-se a vários tipos de solos, incluindo os secos, parecendo induzir uma boa produtividade e relativa antecipação da produção. Induz a produção de frutos de tamanho grande, mas a qualidade dos frutos não é considerada das melhores sendo inclusive bastante resistente ao "fire blight" (fogo bacteriano) e ao pulgão. Entretanto, o porta-enxerto *Pyrus betulaefolia* é bastante susceptível a lesões radiculares por nematóides, além de não apresentar boa afinidade com certas cultivares. (Nogueira, 1983; Simonetto, 1990)

Em virtude das características apresentadas pelo porta enxerto *Pyrus calleryana* Dcne, que é uma seleção australiana, ele vem sendo recomendado tanto para as cultivares européias quanto para as asiáticas. Este porta-enxerto

vem apresentando até o momento boa compatibilidade com diversas cultivares copas; induzindo menor porte e melhor uniformidade das plantas, antecipando a frutificação, e tolerante aos solos úmidos; à seca e a solos pouco férteis. Adapta-se bem a solos arenosos e argilosos; apresenta alta absorção de nutrientes, principalmente potássio, cálcio e boro; proporciona boa qualidade e bom tamanho aos frutos para a cultivar copa, tem boa eficiência de produção e possui resistência à entomosporiose, pulgão da raiz e lesões radiculares causadas por nematóides (Nakasu e Leite, 1990).

O *Pyrus calleryana* também manifesta uma diminuição das exigências de frio, fator esse favorável à quebra de dormência de diversas cultivares nele enxertadas, fato que desperta um grande interesse neste porta enxerto, principalmente nas regiões de clima tropical fresco (Nogueira, 1983).

### 2.3 Propagação através de estacas

A propagação de plantas através de estacas é uma técnica que vem sendo bastante utilizada na horticultura, floricultura e fruticultura, e tem como objetivo principal a conservação das plantas de interesse econômico (Simão, 1971). O sucesso deste tipo de propagação depende de vários fatores, como o estado nutricional, fisiológico e potencial genético da planta mãe, a época de coleta das estacas e o uso de fitorreguladores, que visam a estabelecer um balanço hormonal, que é de grande importância para o enraizamento das mesmas. (Fachinello, 1986).

De acordo com Fachinello et al (1995), o uso deste meio de propagação permite a obtenção de clones, ou seja, a formação de grupos de plantas uniformes, com a mesma composição genética e com necessidades de clima, solo e nutrição idênticas.

Na estaquia, porções de ramos, raízes ou de folhas são retirados da planta matriz e colocados em condições ambientais favoráveis, onde será induzida a formação de raízes adventícias e brotações, dando origem a uma nova planta idêntica à planta-mãe. Para as plantas que podem ser facilmente propagadas por este meio, existem inúmeras vantagens como : rapidez e simplicidade, baixo custo, obtenção de grande número de plantas em curto espaço de tempo, uniformidade de plantas e redução da fase juvenil, pois a propagação vegetativa mantém a capacidade de floração pré-existente na planta-mãe, ocorrendo uma redução do período improdutivo (Hartmann e Kester, 1990; Fachinello et al, 1995).

Entretanto, a estaquia nem sempre é um processo viável, especialmente para plantas que apresentam baixo potencial de enraizamento, o que vai resultar em uma pequena porcentagem de mudas obtidas ou com sistema radicular deficiente (Gondim, 1994), além de aumentar o risco de transmissão de doenças, mutação de gemas e ocorrência de danos generalizados na área de produção (Fachinello et al, 1995).

A estaca a ser propagada deve conter no mínimo uma gema , para que ela possa ter condições de se regenerar em uma nova planta.

#### **2.4 Fatores que afetam o enraizamento das estacas**

Vários fatores influenciam o enraizamento de estacas, destacando-se o vigor e idade da planta-mãe, além das condições ambientais, época de coleta e condições fisiológicas das estacas, uso de fitoreguladores e a utilização da técnica do estiolamento (Simão, 1971; Hartmann e Kester, 1990).

Segundo Hartmann e Kester (1990), um bom desenvolvimento de raízes só é possível quando há umidade adequada tanto no substrato quanto na

atmosfera circundante. A temperatura e a luminosidade também são fatores de extrema importância para que se obtenha sucesso .

Para Boliani (1986), a umidade é um dos principais fatores para o enraizamento das estacas, pois a sua ausência poderá acarretar o murchamento ou até mesmo a morte das mesmas. Por isso, a manutenção de uma umidade adequada é de fundamental importância na estaquia. A manutenção da umidade para a propagação de estacas herbáceas, pode ser conseguida através do uso de nebulização artificial, que promove as condições ideais para o enraizamento por reduzir a transpiração mesmo em condições de alta intensidade luminosa, alcançando assim uma maior atividade fotossintética (Hartmann e Kester, 1990; Janick, 1968).

A iniciação de raízes adventícias nas estacas também é influenciada por diversos fatores endógenos, como a presença de substâncias reguladoras de crescimento, carboidratos, substâncias nitrogenadas e certos compostos fenólicos, mostrando que parece não existir uma única substância responsável pelo enraizamento e sim um conjunto de tais substâncias, que interagem entre si estimulando a formação das raízes (Nogueira, 1995).

#### **2.4.1 Uso de reguladores de crescimento**

Para que ocorra o enraizamento das estacas, ou seja, formação de raízes adventícias, é necessário que os reguladores de crescimento atinjam certos níveis no interior das mesmas. Segundo Snyder (1954), citado por Ferri (1997), após o tratamento das estacas com regulador de crescimento indutor de enraizamento, ocorre a translocação de carboidratos para a área tratada, o que aumenta a taxa de respiração, resultando em transformações nos carboidratos e nos compostos nitrogenados orgânicos, ocorrendo também uma aceleração do metabolismo

normal, aumentando o número de primórdios radiculares. Os efeitos favoráveis do tratamento das estacas se resumem em estímulo à iniciação radicular, bem como o aumento da porcentagem de estacas enraizadas e aceleração da formação de raízes, diminuindo o tempo de formação de mudas. Dentre os grupos dos reguladores, encontram-se as auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico e o etileno (Alvarenga e Carvalho, 1983).

De acordo com Hartmann e Kester (1990), as auxinas são as substâncias mais importantes e que despertam o maior interesse no enraizamento de estacas. São sintetizadas no meristema apical e nas folhas novas, estimulam a divisão celular, além de apresentarem relações bastante importantes com ácidos nucléicos e proteínas, modificações da parede celular e estimulação de atividade enzimática (Figueiredo et al.1995).

As principais auxinas sintéticas encontradas são o AIB (ácido indobutírico), o ANA (ácido naftaleno acético), o AIA (ácido indolacético), o 2,4-D (ácido 2,4- diclorofenoxiacético) e o 2,4,5-T (ácido triclorofenoxiacético). O AIB é a auxina mais comumente utilizada na indução do enraizamento adventício, por se tratar de uma substância fotoestável, de ação localizada e menos sensível à degradação biológica do que as outras auxinas (Nogueira et al, 1983; Fachinello, 1995).

Segundo Hartmann e Kester (1990), é de extrema importância a utilização de concentrações de reguladores de crescimento corretas, sendo que a concentração ideal a ser utilizada varia muito com a espécie em que se está trabalhando.

Diversos trabalhos foram realizados para se verificar quais as melhores concentrações e a duração dos tratamentos com o regulador de crescimento AIB, em diferentes espécies. Antunes et al (1996), trabalhando com estacas semilenhosas do porta enxerto *Pyrus calleryana*, utilizaram concentrações de 0 a

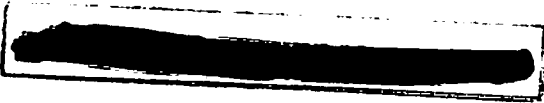
3000 ppm de IBA, na forma de imersão rápida (5 segundos) e de 0 a 300 ppm, na forma de imersão lenta (24 horas). Segundo conclusões desse trabalho, as concentrações de 2000 ppm para imersão rápida e 200 ppm para a imersão lenta proporcionaram os melhores resultados, sendo obtidos 45,82% e 27,58% de enraizamento, respectivamente.

Simonetto (1990), trabalhando com estacas semilenhosas dos porta-enxertos *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia* utilizando-se diferentes doses de AIB, verificou, após um período de três meses, que na ausência de AIB ocorreram menores porcentagens de enraizamento (8,15% e 15,1%) nas cultivares *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia*, respectivamente. Em contraste, as maiores porcentagens ocorreram com a dose de 3000 ppm (31,6% e 75,6%) para *Pyrus calleryana* e *Pyrus betulaefolia* respectivamente, e a dosagem de 4000 ppm acarretou em uma diminuição na porcentagem de enraizamento. Utilizando estacas lenhosas, os resultados obtidos para o *Pyrus calleryana* após um período de seis meses de enraizamento, foi de 32,8% para as estacas destituídas de AIB e de 55,8% para as estacas tratadas com a concentração de 2000 ppm. Já para o *Pyrus betulaefolia*, os melhores resultados foram obtidos com a concentração de 3000 ppm (65,8%).

#### 2.4.2 Uso do Estiolamento

O pré-tratamento de plantas matrizes na ausência de luz tem proporcionado excelentes resultados na propagação de diversas espécies de difícil enraizamento, como as ornamentais e as frutíferas, destacando-se o abacateiro, mangueira, macieira, goiabeira e outras (Biasi, 1996).

O estiolamento, segundo Hartmann e Kester (1990), é o desenvolvimento de brotos, ramos ou partes desses em ausência de luz, o que causa crescimento



geralmente alongado, de coloração amarela ou branca, devido à ausência de clorofila. De acordo com Boliani (1986), existem três tipos de estiolamento : o estiolamento da base das estacas, também conhecido como estiolamento basal ou bandagem, estiolamento da planta inteira e estiolamento de ramos.

Diversos fatores estão envolvidos no aumento do enraizamento de estacas proporcionado pelo estiolamento, entre eles estão os efeitos morfológicos e os fisiológicos (Maynard e Bassuk, 1996).

Os efeitos morfológicos que são frequentemente observados incluem a coloração amarela, que é devido à ausência de clorofila, alongação dos internódios e aumento da suculência, proporcionando um decréscimo na barreira mecânica dos tecidos do caule, devido a uma menor lignificação, suberificação e espessura das paredes celulares. Portanto, várias características histológicas estão associadas com o enraizamento das plantas, incluindo o desenvolvimento de fibras e escleróides, formando a bainha, que é a estrutura de suporte encontrada nas dicotiledôneas lenhosas. A lignificação e o desenvolvimento desta bainha de fibra tem sido correlacionada com o enraizamento inferior destas plantas, por atuarem como uma barreira mecânica para a iniciação radicular. Espécies de difícil enraizamento mostram lignificação mais intensa nas fibras do floema, escleróides mais desenvolvidos, um câmbio menos ativo e menos células de raio em crescimento ativo, dando um anel quase contínuo de esclerênquima. Os caules estiolados apresentam um menor endurecimento e parede celular mais fina (Maynard e Bassuk, 1996).

Os efeitos fisiológicos promovidos pelo estiolamento incluem o metabolismo e transporte de auxina e sensibilidade dos tecidos à auxina, pois acredita-se que a luz diminui a eficiência do AIA (ácido indolacético) sem mudar o seu conteúdo e que as estacas bem iluminadas requerem um maior acúmulo de auxina para estimularem a iniciação radicular (Maynard e Bassuk, 1988).

Também ocorrem alterações no conteúdo de compostos fenólicos que desempenham um importante papel no metabolismo de auxinas, atuando como cofatores de auxina e agindo como inibidores ou como estimuladores da AIA oxidase, que é o complexo enzimático responsável pela destruição das auxinas (Maynard e Bassuk, 1988). A inibição da AIA oxidase, provocada pela presença de certos compostos fenólicos, como o ácido clorogênico e cafeico, parece favorecer o enraizamento de estacas (Biasi, 1996).

Conforme Maynard e Bassuk (1988) existem estudos que indicam que o estiolamento atua de forma a aumentar o efeito dos cofatores endógenos do enraizamento, enquanto outros estudos conforme Herman e Hess (1963), revelam correlações não significativas entre o estiolamento e o conteúdo de cofatores do enraizamento.

De acordo com Herman e Hess (1963), é de grande interesse que possam existir interações entre irradiação, ácidos fenólicos, e enzimas envolvidas no metabolismo de auxinas, o que poderia atuar no estabelecimento dos níveis de auxina ou cofatores de enraizamento, capazes de induzir a iniciação radicular. Conforme estes mesmos autores, outra característica fisiológica também importante é a atividade meristemática, pois a iniciação radicular envolve uma diferenciação celular seguida de uma rediferenciação para formar as raízes iniciais. Como, por natureza, as células meristemáticas não são diferenciadas, elas podem ser mais sensíveis ao estímulo do enraizamento, e este fato também é atribuído aos tecidos estiolados, que também parecem permanecer não diferenciados, sendo, portanto, mais prontamente disponíveis para a ativação meristemática.

Uma contribuição importante para fazer do estiolamento uma técnica mais aceita, refere-se à descoberta de que a completa exclusão de luz durante o desenvolvimento da planta matriz parece não ser necessária para estimular o



enraizamento. Estudos da East Malling Research Station, U.K., citados por Maynard e Bassuk (1988), onde testando diferentes níveis de sombra em diversas espécies lenhosas, verificaram que não houve decréscimo na porcentagem de enraizamento com até 20 % de transmissão de luz. Mesmo 70 % de sombra promoveu enraizamento em níveis de até 25% acima das testemunhas desenvolvidas na luz.

O efeito benéfico da sombra parcial, ao invés da utilização de completo sombreamento, vem mostrando que brotações crescidas num nível de luz mais baixo se adaptam mais facilmente à irradiação total, além de serem mais resistentes ao murchamento do que as plantas totalmente sombreadas. (Howard, 1984; Maynard e Bassuk, 1988)

Conforme Mohammed e Sorhaindo (1984), ramos estiolados apresentam maiores teores de nutrientes, açúcares totais e cofatores do enraizamento do que os ramos desenvolvidos em plena disponibilidade de luz.

Quanto a nutrição mineral, embora ela tenha a sua importância reconhecida no enraizamento de estacas, a função dos nutrientes minerais no processo ainda permanece obscura, devido a natureza do fenômeno, que consiste, na verdade, de vários estágios como a iniciação radicular, crescimento e desenvolvimento de raiz. Portanto, para se considerar a influência de um nutriente mineral específico no enraizamento, deve-se considerar a função deste nutriente em cada estágio do processo (Blazich, 1988).

Quanto aos carboidratos, sugere-se que eles sirvam como fonte de energia, além de produzirem esqueletos de carbono necessários para a produção de novos tecidos. Entretanto, embora o seu teor e o enraizamento possam às vezes, estar positivamente correlacionados, deve-se ter cuidado em concluir que estes compostos tenham uma função reguladora do mesmo. O teor ótimo de carboidratos para o enraizamento ainda não foi definido, pois alterar o estado de

carboidratos da planta matriz é muito difícil sem alterar também outros importantes parâmetros do desenvolvimento das plantas (Veierskov, 1988).

Com relação ao estiolamento, observa-se que diversos estudos vêm sendo realizados comparando-se o efeito do estiolamento da planta inteira em relação ao estiolamento basal ou bandagem. Desde trabalhos realizados por Gardner em 1937 até pesquisas mais recentes, tem sido freqüentemente mostrado que o estiolamento da planta inteira tem se apresentado duas vezes mais eficaz do que a bandagem na promoção do enraizamento (Maynard e Bassuk, 1988).

As pesquisas têm mostrado claramente que certas espécies respondem bem somente utilizando estiolamento, enquanto outras se adaptam melhor com estiolamento associado à bandagem (Maynard e Bassuk, 1990).

Em trabalhos realizados por Maynard e Bassuk (1987), estacas de *Castanea mollissima* responderam bem ao estiolamento, enquanto estacas de *Corylus americana* cv. Rush responderam apenas à bandagem, sugerindo que, para cada nova espécie ou cultivar a ser propagada usando estes pré-tratamentos de plantas matrizes, deve-se primeiramente testar cada um dos tratamentos a serem utilizados, ou seja, estiolamento, bandagem, estiolamento + bandagem e estacas desenvolvidas na luz, para se saber qual o melhor tratamento deve ser utilizado para a espécie em que se tem interesse. Entretanto, o uso combinado destes dois pré tratamentos, ou seja, o uso da bandagem associado ao estiolamento da planta inteira, vem superando os resultados obtidos com o uso de cada tratamento individualmente (Maynard e Bassuk, 1988).

Mohameed e Sorhaindo (1984), em trabalhos com estacas de abacateiro, cultivares Pollock e o híbrido Lula, verificaram que o uso do estiolamento, associado ao AIB, proporcionou melhor enraizamento em comparação à testemunha. Em outros trabalhos realizados por Maynard & Bassuk (1990), também verificaram que estacas semilenhosas estioladas de *Acer griseum*

enraizaram melhor (41%) do que as testemunhas (10%) e que o estiolamento basal não aumentou satisfatoriamente a percentagem de enraizamento (18%).

Para Hansen e Potter (1997), nem sempre os resultados obtidos com estiolamento são satisfatórios, pois a resposta a tais tratamentos pode diferir entre espécies ou até mesmo entre cultivares.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização

O experimento foi instalado e conduzido nas dependências do Pomar didático da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais. O município de Lavras está situado a uma latitude sul de 21° 14' 06'' e longitude oeste de 45° 00' 00'', e uma altitude média de 900 metros, sendo o clima da região de Lavras temperado suave (mesotérmico), tipo Cwb. A região apresenta uma precipitação média anual de 1493,2 mm, ocorrendo uma maior concentração no período de novembro a fevereiro; a temperatura média anual é de 19,3°C e a umidade relativa do ar é de 80% (Castro Neto e Silveira, 1981).

#### 3.2 Material Utilizado e Preparo das Árvores

O material utilizado para a obtenção das estacas foi proveniente de um bloco de plantas matrizes com 6 anos de idade e aproximadamente 2 metros de altura, do pomar da UFLA. O porta-enxerto utilizado foi o *Pyrus calleryana* Dcne, pertencente à família das Rosáceas e sub-família Pomoideae.

No dia 23 de Abril de 1996, as plantas foram preparadas de acordo com os tratamentos estabelecidos. Foram colocadas fitas adesivas pretas (fita isolante), de 3 cm de largura na parte mediana de diversos ramos, aleatoriamente escolhidos de quatro plantas do porta enxerto. Estas fitas foram colocadas com um espaço de 30 cm entre elas, descartando-se a base e a ponta dos ramos. Este procedimento foi adotado para a obtenção do estiolamento basal ou bandagem.

No dia seguinte, foram feitas coberturas de 4 plantas com sombrite (70 % de sombreamento) e 4 foram deixadas sem cobertura, totalizando 8 plantas. Estas coberturas foram realizadas para a obtenção das plantas estioladas.

### **3.3 Coleta, preparo e plantio das estacas**

As estacas do tipo lenhosa foram coletadas após um período de 100 dias de estiolamento (basal e da planta inteira), com o auxílio de tesoura de poda e preparadas num comprimento de 30 cm, sendo utilizado um corte reto na sua parte superior e em bisel simples na base. Após, as estacas foram tratadas com fungicida Benomyl (1g do produto comercial / l de água), em imersão por 10 segundos.

Metade das estacas foram tratadas com o regulador de crescimento Ácido Indolbutírico (AIB), na concentração de 2000 ppm por 5 segundos.

### **3.4 Delineamento e condução do experimento**

O experimento foi instalado no dia 01 de Agosto de 1996 em condições de telado, coberto com sombrite 50% de sombreamento. As estacas foram plantadas em sacos de polietileno preto (10 x 20 cm) com substrato solo + areia (2:1) + 600 g de Super Simples / m<sup>3</sup>, em esquema fatorial 2 x 2 x 2 (com e sem estiolamento da planta inteira; com e sem estiolamento basal; com e sem AIB), utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições. Os 8 tratamentos utilizados foram :

- T1 (Testemunha) ⇒ Sem sombrite
- T2 (Estacas tratadas com AIB) ⇒ Sem sombrite

- T3 (Estacas com estiolamento basal) ⇒ Sem sombrite
- T4 (Estacas com estiolamento basal + AIB) ⇒ Sem sombrite
- T5 (Estacas coletadas de plantas estioladas) ⇒ Com sombrite
- T6 (Estacas coletadas de plantas estioladas + AIB) ⇒ Com sombrite
- T7 (Estacas coletadas de plantas estioladas + estiolamento basal) ⇒ Com sombrite
- T8 (Estacas coletadas de plantas estioladas + estiolamento basal + AIB) ⇒ Com sombrite

Cada parcela era constituída de 25 estacas, de onde 12 estacas foram retiradas, ao longo do trabalho para a realização de análises químicas dos nutrientes minerais N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Zn e Mn, que foram realizadas no departamento de Química da UFLA.

Foram realizadas também, no Departamento de Ciência dos Alimentos, análises de açúcares totais, lignina e compostos fenólicos totais. O delineamento utilizado para as variáveis nutrientes minerais, açúcares totais e compostos fenólicos totais foi o inteiramente casualizado, com parcelas subdividida no tempo.

Os açúcares totais foram extraídos através do método Redutométrico de Somogyi, adaptado por Nelson (1944). A análise de lignina foi realizada de acordo com o método de Van Soest (1964), descrito pela AOAC (1990). Os compostos fenólicos totais foram extraídos em metanol 80% e dosados de acordo com o método de Folin Dennis, descrito pela AOAC (1990).

Todas estas análises foram realizadas de 18 em 18 dias a contar da data do plantio até o período final do experimento. Ou seja, a cada 18 dias, 2 estacas de cada parcela eram retiradas para a realização das referidas análises nos

tempos 0, 18, 36, 54, 72 e 90 dias. Portanto na avaliação final do experimento cada parcela ficou constituída de 13 estacas.

Na data do plantio, foi avaliado ainda com auxílio de régua milimetrada, o comprimento do primeiro internódio acima da base de cada estaca coletada.

Após 90 dias da instalação do experimento, ou seja, no dia 29 de outubro de 1996, foram avaliadas as seguintes características :

- Porcentagem de estacas enraizadas;
- Porcentagem de estacas com raízes laterais;
- Porcentagem de estacas calejadas;
- Porcentagem de estacas brotadas;
- Peso da matéria seca das raízes;
- Peso da matéria seca da parte aérea;

Para a determinação da porcentagem de enraizamento e porcentagem de raízes laterais, os sacos plásticos foram retirados cuidadosamente, quando procedeu a lavagem do torrão, obtendo-se, portanto, o sistema radicular perfeito e intacto. Considerou-se estaca enraizada aquela que apresentava pelo menos uma raiz. A determinação de estacas calejadas procedeu-se de modo semelhante, ou seja, após a retirada dos sacos plásticos verificou-se a existência ou não de calejamento. A porcentagem de estacas brotadas foi obtida através da verificação do número de estacas brotadas por parcela.

Para a avaliação do peso da matéria seca das raízes e da parte aérea, foram separados os materiais das 13 plantas de cada parcela, que foram secos em estufa a 60 ° C até a obtenção de peso constante. Utilizou-se uma balança de precisão para a avaliação.

Após o término das avaliações, procedeu-se a análise de variância dos dados de acordo com Pimentel Gomes (1985).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Sistema radicular da planta

#### 4.1.1 Porcentagem de estacas enraizadas

Na Tabela 1, é apresentado o resumo da análise de variância para a porcentagem de estacas enraizadas. Verificou-se que não houve diferença significativa entre os fatores isolados, porém foi observado diferença ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F para a interação tripla sombrite x estiolamento basal x AIB.

Através da Tabela 2 e Figura 1, observa-se que quando se utilizou estacas de planta não estioladas, não ocorreu diferença significativa para a porcentagem média de enraizamento para as estacas com e sem estiolamento basal com relação ao uso ou não do AIB. A porcentagem média de estacas enraizadas das submetidas apenas ao estiolamento basal, foi de 36,55%, sendo esta inferior àquelas sem nenhum tipo de estiolamento e tratamento hormonal (63,45%). Portanto, estes resultados sugerem que sem o uso de estiolamento da planta inteira (plantas estioladas), a utilização de estiolamento basal e AIB torna-se desnecessária.

Para as estacas coletadas de plantas estioladas, verifica-se que a utilização de AIB só foi eficaz na ausência de estiolamento basal, tomando-se ainda prejudicial quando usado em conjunto com este tipo de estiolamento. Estes resultados indicam que a utilização de dois tipos de estiolamento parece interferir no conteúdo hormonal interno, e que a aplicação exógena de auxina torna-se prejudicial ao enraizamento.



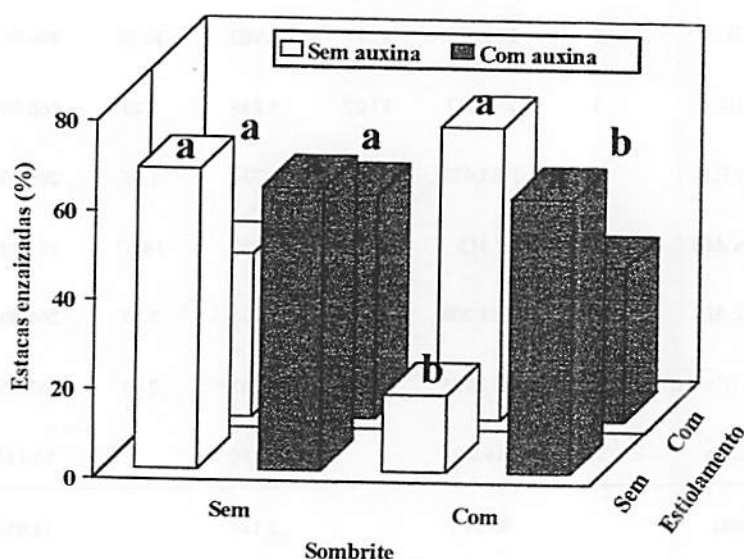
**TABELA 1** Resumo da Análise de Variância da porcentagem de enraizamento, peso médio da matéria seca das raízes (MSR) e porcentagem de enraizamento lateral de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento da planta inteira (sombrite), estiolamento basal (E.B.) e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

F.V.	G.L.	% Enraizamento		Peso Médio MSR		% Enraiz. Lateral	
		QM	P>F (%)	QM	P>F (%)	QM	P>F (%)
Somb.	1	738.240	14.18	6.444	1.23	266.805	10.69
E.B.	1	265.075	37.17	0.980	30.18	896.761	0.52
AIB	1	266.227	37.07	5.248	2.23	266.805	10.69
Som x E.B.	1	2133.677	1.63	6.734	1.07	266.805	10.69
Som x AIB	1	7.315	8.11	1.980	14.67	185.281	17.56
E.B. x AIB	1	1663.208	3.18	3.591	5.47	266.805	10.69
Som x E.B. x AIB	1	4252.725	0.13	4.743	2.91	363.151	6.24
Resíduo	24	319.840		0.880		95.111	
Média		49.515		5.141		13.956	
C.V. (%)		36.118		18.247		69.879	

**TABELA 2** Porcentual de enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Tratamentos	Plantas Sem Estiolamento		Plantas Estioladas	
	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal
Sem AIB	36.55 a	67.27 a	63.37 a	17.32 b
Com AIB	50.00 a	63.45 a	34.62 b	61.52 a

Médias seguidas da mesma letra dentro da coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.



**FIGURA 1** Porcentagem de enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Os 67.27% de enraizamento obtido nas estacas sem estiolamento e não tratadas com AIB foram similares aos resultados encontrados por Hansen e Potter (1997), com estacas estioladas do porta-enxerto de macieira Ottawa 3, que é

considerado uma planta de difícil enraizamento. Os autores obtiveram melhor enraizamento das estacas não estioladas (testemunha), o mesmo ocorrendo com a cultivar *Britannia* do gênero *Rhododendron* que também é considerada de difícil enraizamento. De acordo com estes autores os resultados obtidos neste estudo deixam claro que fatores não definidos aumentaram a facilidade de enraizamento das testemunhas destas espécies. Conforme mencionado por Maynard e Bassuk (1996), dentre esses fatores incluem-se a condição fisiológica da planta matriz, a maturidade do material utilizado além também da época do ano em que foram coletadas as estacas.

Simonetto (1990), em estudos com doses de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 ppm de AIB em estacas lenhosas de *Pyrus calleryana* verificou após um período de três meses que não ocorreu diferença significativa entre os níveis do regulador AIB quanto ao enraizamento deste porta-enxerto, sugerindo que possivelmente, a boa capacidade de enraizamento das estacas não tratadas esteja relacionada à aspectos endógenos e fisiológicos que favoreceram o processo e que para esta espécie, as avaliações devem ser feitas após um período maior de enraizamento de modo a avaliar melhor o potencial de enraizamento desta espécie.

Conforme os resultados obtidos no presente trabalho, observou-se que para as estacas coletadas das plantas estioladas, que a utilização de AIB somente proporcionou um aumento do enraizamento, quando o estiolamento basal das estacas não foi utilizado (61.52%), e que as estacas obtidas das duas maneiras de estiolamento sem o tratamento com AIB apresentaram um enraizamento de 63.37%, que foi bastante superior em comparação às estacas provenientes dos dois tipos de estiolamento + AIB. Isso evidencia que quando se utiliza o estiolamento da planta inteira associado à estiolamento basal das estacas, o uso do AIB propicia um decréscimo do enraizamento, indicando que o estiolamento parece interferir na própria atividade endógena da auxina, bem como na

sensibilidade dos tecidos às auxinas, podendo aumentar a sua concentração interna, devido ao estiolamento, principalmente ao localizado, que pode evitar a foto-oxidação dos reguladores de crescimento. Entretanto, o uso do estiolamento nesse caso parece ter sido prejudicial ao seu enraizamento, face aos resultados obtidos, que nos indica um teor de auxina endógena já suficiente para o enraizamento das suas estacas, e o aparente acréscimo deste fitohormônio promovido pelo estiolamento agiu como um inibidor do fenômeno.

Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Mohammed e Sorhaindo (1984), onde utilizando AIB à 4000 ppm enraizamento de estacas de abacateiro cultivares Lula e Pollock, não conseguiram aumentar a percentagem de enraizamento de estacas estioladas, nem das não estioladas, e ainda observaram que nesta concentração ocorreu uma redução na percentagem de enraizamento das estacas estioladas ou não, quando comparadas com a utilização da concentração de 3000 ppm.

Já Figueiredo et al. (1995), testando o efeito do estiolamento basal e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de goiabeira, concluíram que o estiolamento basal aumentou a percentagem de estacas enraizadas entretanto sem a presença do fitohormônio, decrescendo também quando este foi utilizado.

#### **4.1.2 Peso médio da matéria seca das raízes**

O resumo da análise de variância para peso médio da matéria seca das raízes de pereira encontra-se na Tabela 1. Observa-se a ocorrência de significância da interação tripla sombrite x estiolamento basal x AIB e da interação dupla sombrite x AIB, além dos fatores isolados cobertura e AIB.

Através de análise da Tabela 3 e Figura 2 observa-se que sem a utilização do estiolamento da planta, não houve diferença entre as estacas com e sem estiolamento basal, com e sem o uso do AIB, ou seja, sem o estiolamento da

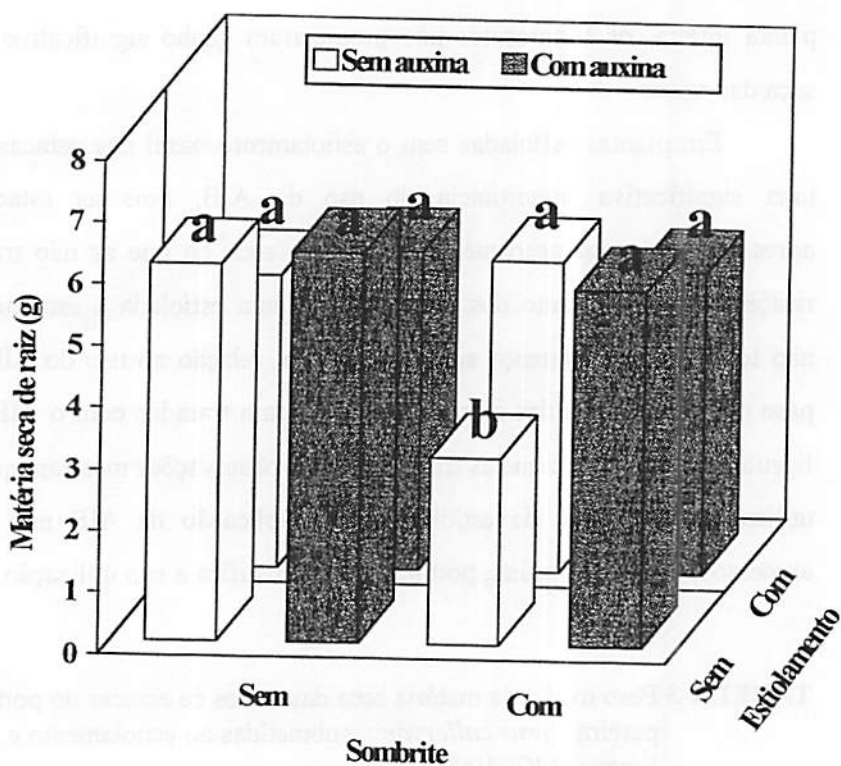
planta inteira, os tratamentos não propiciaram ganho significativo em matéria seca das raízes.

Em plantas estioladas sem o estiolamento basal das estacas, observa-se uma significativa importância do uso do AIB, pois as estacas tratadas apresentaram maior peso médio de matéria seca do que as não tratadas. Com relação ao uso conjunto dos tratamentos planta estiolada e estiolamento basal, não foi detectada diferença significativa com relação ao uso do AIB, embora o peso da matéria seca das estacas que não foram tratadas com o AIB, tenha sido ligeiramente superior àquelas tratadas. Essas observações mostram que quando se utiliza os dois tipos de estiolamento, a aplicação de AIB não proporciona aumento no peso das raízes, portanto não se justifica a sua utilização.

**TABELA 3** Peso médio da matéria seca das raízes de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Tratamentos	Plantas Sem Estiolamento		Plantas Estioladas	
	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal
Sem AIB	4.75 a	6.12 a	5.04 a	3.03 b
Com AIB	5.16 a	6.33 a	4.91 a	5.78 a

Médias seguidas da mesma letra dentro da coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.



**FIGURA 2** Peso médio da matéria seca das raízes de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

De acordo com Mohammed e Sorhaindo (1984), o maior peso da matéria seca das raízes implica em um maior número de raízes por estaca, que por sua vez, propicia melhor sobrevivência e adaptação das plantas oriundas de estacas e finalmente leva a um crescimento e desenvolvimento mais rápido destas plantas no campo.

Maynard & Bassuk (1987), trabalhando com estacas de 13 espécies lenhosas, concluíram para a maior parte das espécies, que o número de raízes por estaca, e o peso da matéria seca das raízes, não variou com nenhum tipo de estiolamento utilizado e que apenas as estacas da espécie *Carpinus betulus*,

tiveram o número médio de raízes por estaca aumentado de 4,0 na testemunha para 10,7 raízes com o uso do estiolamento basal independente da utilização do AIB.

Resultados semelhantes foram obtidos por Hansen e Potter (1997), em trabalhos com dois porta-enxertos de macieira (M.26 e Ottawa 3), onde a combinação de estiolamento da planta e estiolamento basal, mesmo sem a utilização de regulador de crescimento, aumentou o número médio de raízes de 4 para 12 raízes por estaca em relação à testemunha. Outros resultados foram obtidos por Mohammed e Sorhaindo (1984), que verificaram uma diferença significativa no peso médio da matéria seca das raízes das estacas estioladas de duas cultivares de abacateiro tratadas e não tratadas com AIB. Nas estacas estioladas sem AIB, o peso médio da matéria seca das raízes por estaca foi de 0.39g para a cultivar Lula e de 0.31g para a cultivar Pollock, enquanto que nas estacas estioladas tratadas com 3000 ppm de AIB foi de 0.77g para a cultivar Lula e de 0.66g para a cultivar Pollock.

Nota-se claramente resultados distintos em relação ao peso médio da matéria seca das raízes quando se trabalha com espécies diferentes ou até mesmo dentro de uma mesma espécie. Essa ocorrência deixa claro a importância de se estudar cada espécie, sendo difícil a extrapolação exata de resultados.

#### **4.1.3 Porcentagem de raízes laterais**

Pode-se observar através do Tabela 1, que houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para o fator estiolamento basal, e ao nível de 5% para a interação sombrite x estiolamento basal x AIB. Sem estiolamento da planta, verifica-se que a porcentagem de estacas com raízes laterais embora não tenha sido diferente estatisticamente, foi nitidamente superior

quando o estiolamento basal das estacas e o AIB foram utilizados, mostrando que o estiolamento localizado parece realmente diminuir a barreira mecânica que é imposta para o enraizamento.

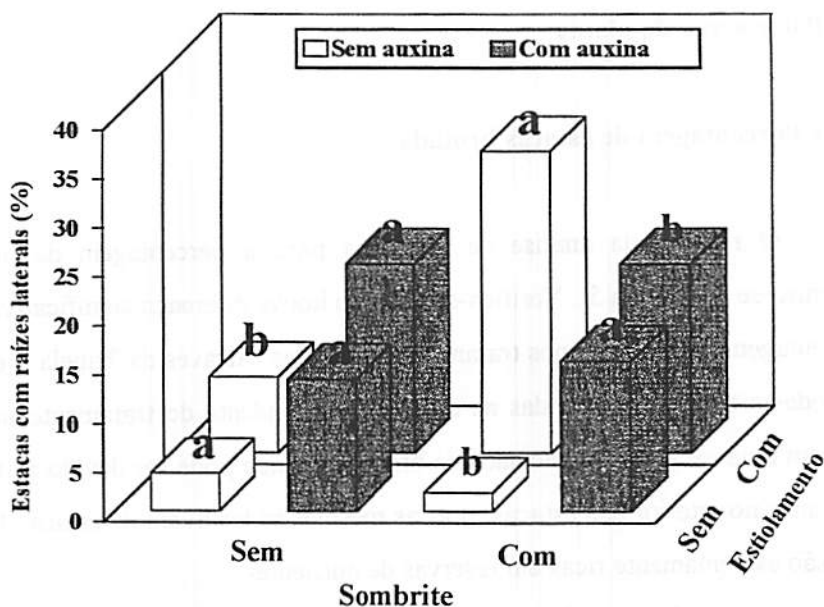
Na Tabela 4 e Figura 3, observa-se que para os tratamentos onde utilizaram-se o estiolamento da planta, que as estacas com estiolamento basal, sem tratamento com AIB tiveram 30,80% de suas estacas com enraizamento lateral, enquanto que nas tratadas essa ocorrência foi de 19,25%. Para as estacas provenientes de plantas estioladas, sem estiolamento basal, notou-se uma diferença significativa com relação ao uso do AIB, pois as estacas tratadas com esse fitohormônio tiveram um percentual de enraizamento lateral (15,40%) bem acima das estacas não tratadas (1,93%). Portanto apesar de não ter ocorrido diferença significativa na percentagem de enraizamento entre as estacas estioladas e a testemunha, estas apresentaram um enraizamento quase que exclusivamente restrito à base das estacas, sendo que a formação de raízes laterais foi de apenas 3,85 %.

**TABELA 4** Porcentagem média de estacas com enraizamento lateral, do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Tratamentos	Plantas Sem Estiolamento		Plantas Estioladas	
	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal
Sem AIB	7.70 a	3.85 a	30.80 a	1.93 b
Com AIB	19.25 a	13.48 a	19.25 a	15.40 a

Médias seguidas da mesma letra dentro da coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.





**FIGURA 3** Porcentagem de enraizamento lateral do portas-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Nossas observações assemelham-se as obtidas por Maynard e Bassuk (1987), em estudos com várias espécies lenhosas, onde observaram que o material desenvolvido na luz apresentou um enraizamento apenas na base das estacas, enquanto o material estiolado enraizou acima da base e de forma lateral.

A ocorrência deste tipo de enraizamento é de fundamental importância para estacas, pois as mudas com um sistema radicular melhor distribuído terão maiores chances de sobrevivência, bem como um desenvolvimento mais rápido e vigoroso, e a árvore formada poderá vir a apresentar melhor ancoragem quando transplantada para o campo.

## **4.2 Parte aérea da planta**

### **4.2.1 Porcentagem de estacas brotadas**

O resumo da análise de variância para a porcentagem de brotações encontra-se no Tabela 5 . Verifica-se que não houve diferença significativa para a porcentagem de brotação nos tratamentos utilizados. Através da Tabela 6 e Figura 4, pode-se observar que todas as estacas, independente do tratamento utilizado, tiveram uma excelente capacidade de brotação, o que pode ser devido as reservas presentes no interior das estacas, pois as mesmas se tratavam de estacas lenhosas que são extremamente ricas em reservas de nutrientes.

De acordo com Hartmann e Kester (1990); Howard et al (1984) quando as brotações nas estacas iniciam-se antes do enraizamento, ocorre um consumo de reservas, e a parte aérea passa a competir pelos fitohormônios e nutrientes, bem como provoca também uma transpiração prejudicando o enraizamento. O que se observou no trabalho em causa, é que apesar da alta porcentagem de brotação , a porcentagem de enraizamento foi também bastante elevada em diversos tratamentos, evidenciando que as reservas presentes nas estacas foram suficientes para o enraizamento e também para o desenvolvimento foliar, e que tanto a brotação como o enraizamento ocorreram de forma pouco competitiva.

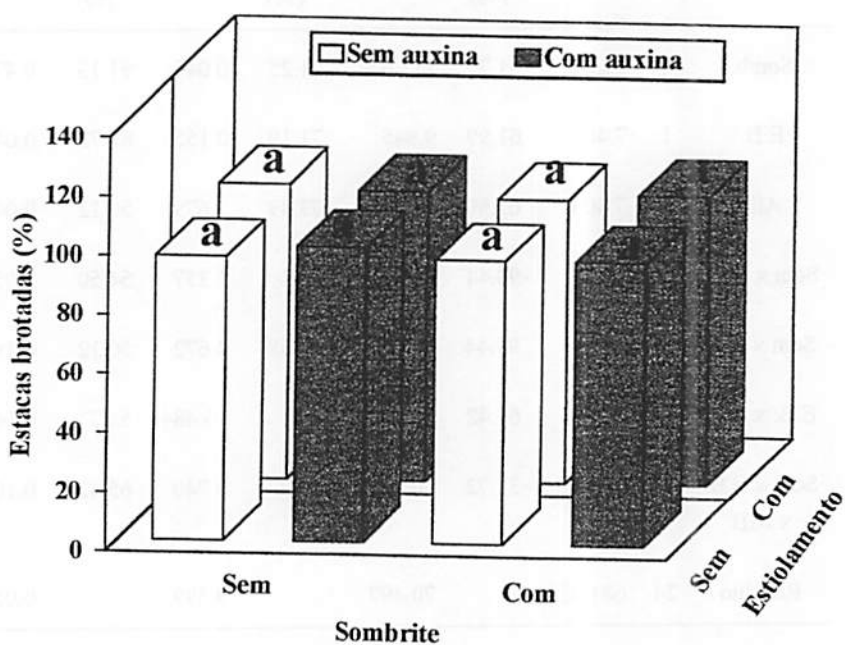
**TABELA 5** Resumo da Análise de Variância da porcentagem de brotação, peso médio da matéria seca das brotações (MSB), porcentagem de calejamento e comprimento do internódio de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento da planta inteira (sombrite), estiolamento basal (E.B.) e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

F.V.	% Brotação			Peso Médio MSB		% Calejamento		Comp. Internódio	
	G.L	Q.M.	Pr>F (%)	Q.M.	Pr>F (%)	Q.M.	Pr>F (%)	Q.M.	Pr>F (%)
Somb.	1	29.645	31.72	115.634	21.25	0.045	91.13	0.470	0.14
E.B.	1	7.403	61.99	9.845	71.19	0.155	83.72	0.049	25.30
AIB	1	7.403	61.99	8.272	73.49	1.679	50.12	0.048	26.05
Som x E.B.	1	0.007	93.44	1627.493	0.01	1.357	54.50	2.050	0.00
Som x AIB	1	0.007	93.44	50.476	40.58	1.672	50.12	0.192	3.01
E.B. x AIB	1	7.411	61.42	257.361	6.81	16.484	5.27	0.148	5.40
Som x E.B. x AIB	1	29.645	31.72	607.871	0.07	0.740	65.42	0.103	10.37
Resíduo	24	681.835		70.497		3.599		0.036	
Média		97.593		36.317		2.945		3.665	
C.V. (%)		5.461		23.118		64.411		5.189	

**TABELA 6** Porcentagem média de brotação de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana* submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Tratamentos	Plantas Sem Estiolamento		Plantas Estioladas	
	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal
Sem AIB	100.00 a	96.15 a	96.15 a	96.15 a
Com AIB	98.08 a	100.00 a	98.08 a	96.15 a

Médias seguidas da mesma letra dentro da coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.



**FIGURA 4** Porcentagem de brotação de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana* submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

#### **4.2.2 Peso médio da matéria seca das brotações**

O resumo da análise da variância para o peso médio da matéria seca das brotações encontra-se na Tabela 5. Observa-se efeitos significativos para as interações sombrite x estiolamento basal e sombrite x estiolamento basal x AIB, sendo ambas ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

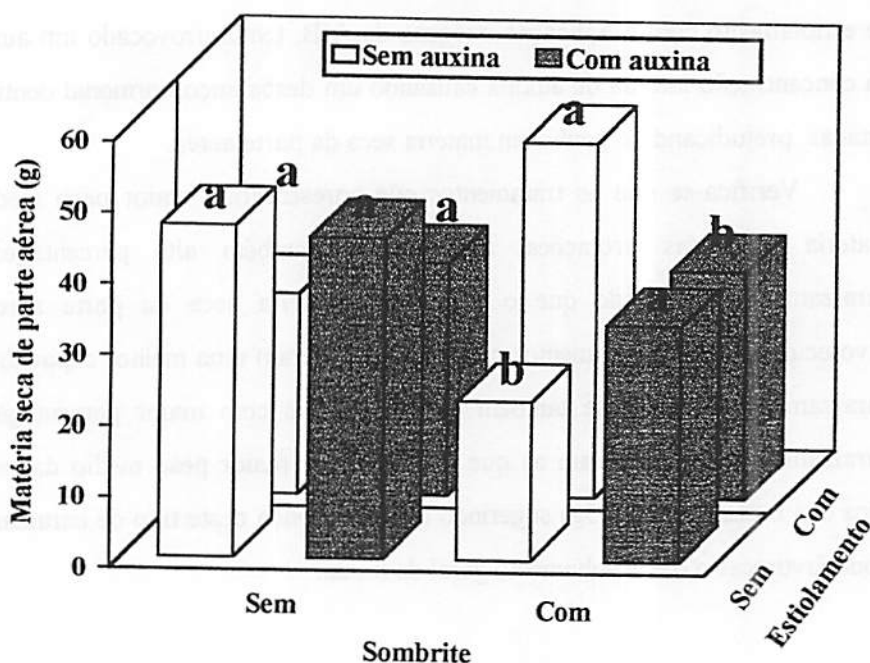
Podemos verificar através da Tabela 7 e Figura 5, que o maior acúmulo de matéria seca (49.95g) ocorreu nas estacas provenientes de plantas estioladas e com estiolamento basal, sendo observada uma diminuição deste valor com a utilização de AIB. Os resultados obtidos sugerem que a utilização dos dois tipos de estiolamento com a aplicação exógena de AIB, tenha provocado um aumento da concentração interna de auxina causando um desbalanço hormonal dentro das estacas, prejudicando o ganho em matéria seca da parte aérea.

Verifica-se que os tratamentos que apresentaram maior peso médio da matéria seca das brotações, apresentaram também alta percentagem de enraizamento, indicando que o ganho em matéria seca da parte aérea foi favorecido naqueles tratamentos cujas estacas tiveram uma melhor capacidade de enraizamento. Salienta-se também que as estacas com maior percentagem de enraizamento lateral, foram as que apresentaram maior peso médio da matéria seca das brotações (49,25g) sugerindo que a presença deste tipo de enraizamento pode favorecer o desenvolvimento geral da muda.

**TABELA 7** Peso médio da matéria seca das brotações de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Tratamentos	Plantas Sem Estiolamento		Plantas Estioladas	
	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal
Sem AIB	28.26 a	46.68 a	49.95 a	22.41 a
Com AIB	32.80 a	45.13 a	32.03 b	33.27 a

Médias seguidas da mesma letra dentro da coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.



**FIGURA 5** Peso médio da matéria seca das brotações de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

### 4.3 Formação de calos

Na Tabela 5 é apresentado o resumo da análise de variância para a formação de calos pelas estacas. Observa-se que não houve diferença significativa para os tratamentos, bem como para nenhuma interação. Para esta variável, foi realizada transformação dos dados através da utilização de  $\sqrt{X+1}$ .

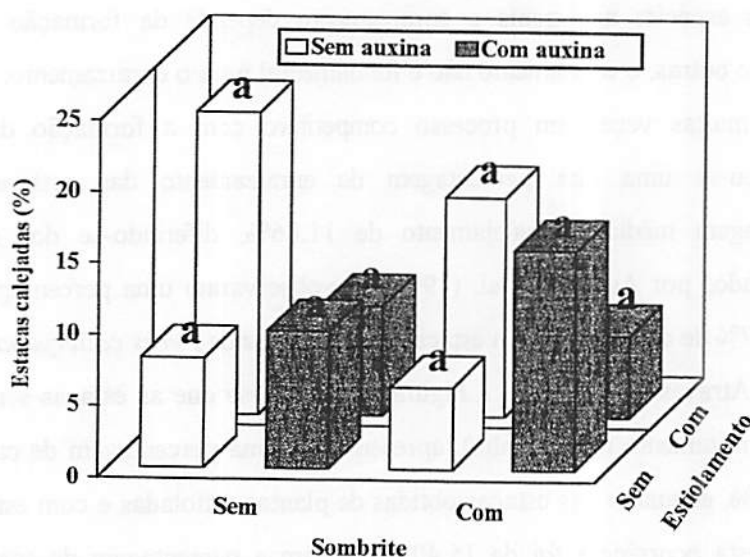
De acordo com Hartmann e Kester (1990), as características de calejamento e enraizamento, são processos independentes, sendo que existem diversas espécies nas quais o enraizamento depende da formação de calos, enquanto outras, o calejamento não é fundamental para o enraizamento, tornando-se até muitas vezes um processo competitivo com a formação das raízes. Observou-se uma alta percentagem de enraizamento das estacas e uma percentagem média de calejamento de 11.06%, diferindo-se dos resultados encontrados por Antunes et al. (1996) que observaram uma percentagem média de 41,47% de calejamento em estacas semilenhosas de *Pyrus calleryana*.

Através da Tabela 8 e Figura 6, verifica-se que as estacas sem nenhum tipo de tratamento (testemunha), apresentaram uma percentagem de calejamento de 7.70%, enquanto nas estacas obtidas de plantas estioladas e com estiolamento basal, esta ocorrência foi de 15.40% , porém a percentagem de enraizamento destas estacas não foi significativamente afetada por esta maior incidência de calejamento, indicando que os processos de enraizamento e calejamento para a espécie *Pyrus calleryana* realmente parecem ser independentes.

**TABELA 8** Porcentagem média de calejamento em estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Tratamentos	Plantas Sem Estiolamento		Plantas Estioladas	
	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal
Sem AIB	21.18 a	7.70 a	15.40 a	5.78 a
Com AIB	7.70 a	9.63 a	5.78 a	15.40 a

Médias seguidas da mesma letra dentro da coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.



**FIGURA 6** Porcentagem de Calejamento em estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.



#### 4.4 Comprimento dos internódios

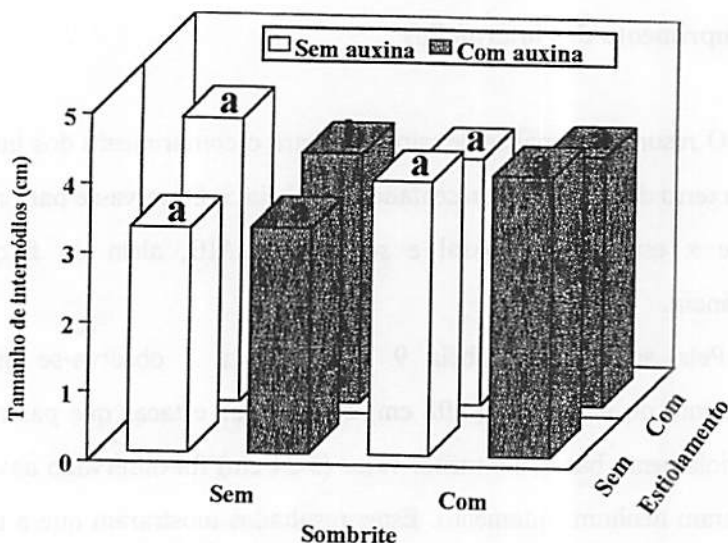
O resumo da análise de variância para o comprimento dos internódios do porta-enxerto de pereira é apresentado na Tabela 5. Observa-se para as interações sombrite x estiolamento basal e sombrite x AIB, além do fator sombrite, significância.

Pela análise da Tabela 9 e da Figura 7 observa-se que o maior comprimento do internódio (4.08 cm) ocorreu nas estacas que passaram apenas pelo estiolamento basal, e o menor valor (3.24 cm) foi observado nas estacas que não tiveram nenhum tratamento. Estes resultados mostraram que a utilização de estiolamento, principalmente o estiolamento localizado levou a um aumento do comprimento do primeiro internódio acima da base das estacas, porém este ligeiro aumento parece não ter sido determinante em contribuir para o acréscimo do enraizamento das mesmas.

**TABELA 9** Comprimento médio do primeiro internódio acima da base de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Tratamentos	Plantas Sem Estiolamento		Plantas Estioladas	
	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal
Sem AIB	4.08 a	3.24 a	3.55 a	3.95 a
Com AIB	3.60 b	3.36 a	3.60 a	4.05 a

Médias seguidas da mesma letra dentro da coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.



**FIGURA 7** Comprimento do primeiro internódio acima da base de estacas de porta-enxerto de pereira. *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

O aumento do comprimento dos internódios é um fator anatômico característico das estacas estioladas. Veierskov, 1978 citado por Maynard e Bassuk (1988), observaram em estacas estioladas de ervilha, nós mais longos que foram correlacionados com um maior número de raízes por estaca.

## 4.5 Análises Químicas

### 4.5.1 Lignina

O resumo da análise de variância para o teor de lignina é apresentado na Tabela 10. Constatou-se diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F, para os fatores sombrite e estiolamento basal, e também para a interação entre eles.

Observa-se, na Tabela 11, que quando o estiolamento basal foi utilizado, não ocorreu diferença entre as estacas coletadas de plantas com e sem estiolamento, portanto o estiolamento da planta não diminuiu a lignificação das estacas. Porém, quando não se utilizou o estiolamento basal, nota-se que os tratamentos provenientes das plantas estioladas apresentaram menores traços de lignina. Portanto, percebe-se que o estiolamento basal foi tão eficaz quanto o estiolamento da planta, em diminuir a lignificação das estacas, sugerindo então, que por se tratar de um método mais fácil e econômico de ser aplicado à planta mãe, este pode substituir o estiolamento total da árvore.

Os resultados obtidos por Maynard e Bassuk (1996), em trabalhos com estacas de *Carpinus betulus L. fastigiata*, mostraram que os caules desenvolvidos na luz apresentaram uma faixa contínua de lignificação, e o estiolamento basal de caules que se desenvolveram na luz não influenciou muito a anatomia dos mesmos. Os caules que receberam estiolamento basal após o estiolamento da planta inteira apresentaram uma redução da lignificação do xilema secundário e na espessura da periderme, portanto a percentagem de enraizamento foi correlacionada com as mudanças que refletiram na maior suculência dos caules e um córtex menos espesso.

Os resultados obtidos com as estacas de *Pyrus calleryana* não mostraram grandes mudanças no teor de lignina com os tratamentos utilizados, diferindo dos resultados encontrados por Maynard e Bassuk (1996), o que pode ser devido a um tempo insuficiente de estiolamento ou por se tratarem de diferentes espécies utilizadas nos distintos experimentos, sugerindo novamente, que também para a lignina, os resultados obtidos através de tratamentos com estiolamento podem ser diferentes para cada espécie a ser trabalhada.

**TABELA 10** Resumo da Análise de Variância para a porcentagem de lignina em estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento da planta inteira (sombrite), estiolamento basal (E.B.) e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

% de Lignina			
F.V.	G.L.	Q.M.	Pr>F (%)
Sombrite	1	2.70863	0.00
Estiolamnto Basal (E.B)	1	1.50078	0.00
AIB	1	0.06038	40.29
Sombrite x E.B.	1	0.75338	0.61
Sombrite x AIB	1	0.14988	19.22
E.B. x AIB	1	0.00003	98.55
Sombrite x E.B. x AIB	1	0.11400	25.34
Resíduo	24	0.08326	
Média	20.5728125		
C.V. (%)	1.40254716		

**TABELA 11** Porcentagem média de lignina em estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Tratamentos	Com Estiol. Basal	Sem Estiol. Basal
Com Sombrite	20.21 a	20.34 b
Sem Sombrite	20.49 a	21.23 a

Médias seguidas da mesma letra dentro da coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

#### 4.5.2 Compostos fenólicos totais

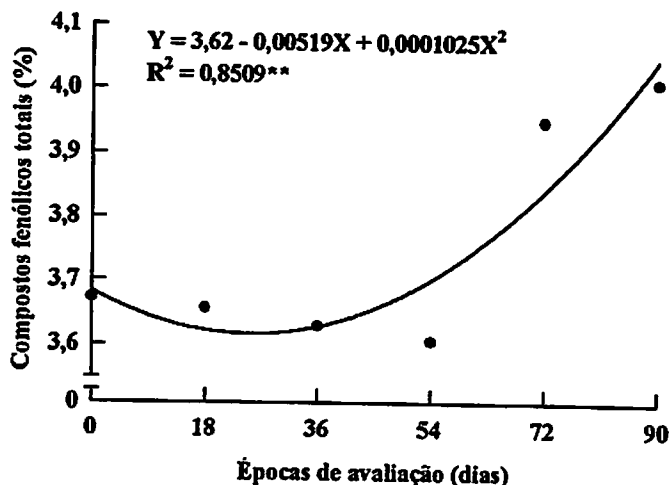
Observa-se, na Tabela 12, que com relação ao teor de compostos fenólicos, houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade, apenas

para os fatores sombrite e época de análise das estacas, porém não sendo observada nenhuma interação significativa entre os demais tratamentos.

**TABELA 12** Resumo da análise de variância para a porcentagem de compostos fenólicos totais (CFT) e porcentagem de açúcares totais (AT) durante o enraizamento de estacas do porta-enxerto de Pereira *Pyrus calleryana* submetidas ao estiolamento da planta inteira (sombrite), estiolamento basal (E.B.) e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.


F.v	CFT			AT	
	G.L.	Q.M.	P>F (%)	Q.M.	P>F (%)
Som.	1	1.15320	0.00	218.98550	11.34
EB	1	0.06380	13.06	97.07183	28.48
AIB	1	0.08543	8.26	58.30715	40.49
Som. x EB	1	0.00827	57.83	332.64244	5.41
Som. x AIB	1	0.09144	7.32	87.26400	31.00
EB x AIB	1	0.04909	18.25	77.35330	33.85
Som. x EB x AIB	1	0.00689	61.17	47.72529	45.05
Erro 1	24	0.62500		81.11541	
Época (E)	5	5.02410	0.00	65.97024	48.48
E x Som	5	0.18388	22.21	72.79697	42.62
E x EB	5	0.28937	5.53	73.59794	41.96
E x AIB	5	0.09831	58.13	81.04189	36.23
E x Som x EB	5	0.06412	77.95	78.94306	37.78
E x Som x AIB	5	0.09693	58.90	71.16608	42.32
E x EB x AIB	5	0.14829	34.07	71.67656	43.55
E x Som x EB x AIB	5	0.05675	82.11	81.21648	36.10
Erro 2	120	3.10942		73.44823	
Média		3.753750		12.797482	
C.V 1 (%)		4.299022		70.376407	
C.V 2 (%)		4.288287		66.967807	

Observa-se, através da Figura 8, que no tempo zero, ou seja, no dia do plantio, o teor de fenóis era de 3.67%, sendo que esta concentração decresceu em seguida, atingindo, aos 54 dias, um mínimo de 3.61%. Depois, foi observado um aumento deste teor, atingindo um máximo de 4.01% no final dos 90 dias do período de enraizamento.



**FIGURA 8** Teor de Compostos Fenólicos totais em função das épocas de avaliação. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Este comportamento de consumo dos compostos fenólicos, após um determinado período de enraizamento, pode ser explicado através de uma reação sinérgica que acontece entre os compostos fenólicos e as auxinas, com a ocorrência do processo de iniciação radicular e, mais tarde, com a diferenciação radicular (Hermann e Hess, 1963; Haissig, 1986). O aumento da concentração dos compostos fenólicos, observado após o período de 54 dias de enraizamento



das estacas, pode ser atribuído aos fenóis produzidos pelas folhas ou também pelas gemas, pois, neste período, a parte aérea já estava bastante desenvolvida e em condições de promover a produção dos compostos em causa.

#### 4.5.3 Açúcares totais

Através da Tabela 12, verifica-se que não houve diferença significativa quanto ao teor de açúcares totais em relação aos diferentes tratamentos utilizados. Em todas as épocas analisadas, o teor médio de açúcar encontrado nas estacas foi de 12,80%.

De acordo com Veierskov (1988), o teor de carboidratos é apenas um parâmetro que reflete a condição de desenvolvimento da planta matriz e pode, desse modo, mostrar uma correlação coincidente com a capacidade de enraizamento das estacas, sem ter nenhuma função reguladora no enraizamento, e embora o estado de carboidrato da planta matriz possa influenciar o enraizamento, o seu alto teor nem sempre tem sido correlacionado com um alto potencial de enraizamento.

Portanto, embora os carboidratos sejam de grande importância para o enraizamento, servindo como fonte de energia e carbono para a síntese de diversas substâncias essenciais, verificou-se que eles não foram determinantes em promover ou melhorar a capacidade de enraizamento das estacas de *Pyrus calleryana*.



#### 4.5.4 Nutrientes minerais

##### 4.5.4.1 P, Mg, Cu, Mn, Zn

Verifica-se, através da Tabela 13, que não houve diferença significativa entre os tratamentos para os minerais P, Mg, Cu, Mn e Zn em relação às diferentes épocas de análises. O teor médio encontrado destes nutrientes nas estacas, ao longo de um período de 90 dias de enraizamento, encontra-se na Tabela 14.

O fósforo é, dos macronutrientes, um dos menos exigidos pelas plantas e, de maneira geral, sua exigência pelas plantas é menor que do nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio (Faquin, 1994). De acordo com Mengel e Kirby (1987), o fósforo absorvido pelas células é rapidamente envolvido em processos metabólicos. O fósforo apresenta importante papel no crescimento e desenvolvimento radicular, por influenciar o metabolismo da planta, destacando-se, principalmente, no controle da atividade enzimática (Blazich, 1988; Faquin 1994).

Segundo Blazich (1988), os estudos que investigam a necessidade por magnésio durante o crescimento e desenvolvimento de raiz são extremamente limitados. Baseado em descobertas de que a deficiência de Mg inibe a síntese de proteínas, deve-se suspeitar da sua importância para o enraizamento.

O cobre tem como principal função, no metabolismo vegetal, agir como ativador ou componente de enzimas que participam de reações de oxi-redução (Faquin, 1994).

Estudos indicam que o manganês é de extrema importância na iniciação de raiz. Este nutriente participa de uma série de atividades de enzimas, inclusive a AIA-oxidase (Blazich, 1988; Malavolta et al., 1997).



O zinco é um importante componente e ativador enzimático, além de estar também envolvido no metabolismo de auxinas, em particular, o ácido indolacético (AIA). Porém, sua participação no processo ainda não está bem entendida. O baixo nível de AIA em plantas deficientes em Zn pode ser resultado da alta atividade da AIA-oxidase (Faquin, 1988). O zinco também é essencial para a síntese do triptofano que, por sua vez, é precursor do AIA (Malavolta et al., 1997).

Conforme Hartmann e Kester (1990), o enraizamento adventício e a nutrição mineral estão intimamente relacionados. Porém, este assunto ainda é bastante dificultado, devido à formação das raízes em estacas se tratar de um processo de muitos estágios, além de poucos estudos terem sido relacionados para os efeitos distintos dos minerais nestes vários estágios.

De acordo com Blazich (1988), a importância de vários nutrientes minerais na iniciação radicular ainda não foi claramente estabelecida. Entretanto, estudos de mobilização têm demonstrado que uma vez iniciadas na porção basal das estacas, as raízes em desenvolvimento criam um dreno a vários minerais. O movimento dos nutrientes até a base das estacas após a iniciação radicular é apenas uma indicação de que estes nutrientes são necessários para o crescimento e desenvolvimento das raízes.

**TABELA 13** Resumo da análise de variância para o teor de Fósforo, Magnésio, Cobre, Manganês e Zinco durante o e enraizamento de estacas do porta-enxerto de Pereira *Pyrus calleryana* submetidas ao estiolamento da planta inteira (sombrite), estiolamento basal (E.B.) e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios				
		Fósforo	Magnésio	Cobre	Manganês	Zinco
Somb.	1	1.613 n.s.	32.340 n.s.	2.520 n.s.	9.536 n.s.	48.924 **
E.B.	1	0.403 n.s.	38.163 n.s.	17.921 n.s.	58.686 n.s.	14.674 *
AIB	1	0.421 n.s.	41.440 n.s.	39.006 n.s.	41.860 n.s.	48.642 **
Som. x E.B.	1	0.800 n.s.	44.853 n.s.	89.899 n.s.	49.400 n.s.	11.810 *
Som. x AIB	1	0.091 n.s.	47.203 n.s.	2.915 n.s.	36.374 n.s.	2.240 n.s.
E.B. x AIB	1	0.541 n.s.	42.940 n.s.	18.179 n.s.	14.702 n.s.	9.022 n.s.
Som. x E.B. x AIB	1	0.585 n.s.	35.020 n.s.	0.252 n.s.	107.415 n.s.	0.031 n.s.
Erro 1	24	0.609	41.635	26.182	38.004	2.210
Época (E)	5	0.873 n.s.	37.836 n.s.	27.096 n.s.	32.664 n.s.	2.713 n.s.
E x Som.	5	0.661 n.s.	43.714 n.s.	24.771 n.s.	37.265 n.s.	0.889 n.s.
E x E.B.	5	0.603 n.s.	42.720 n.s.	22.467 n.s.	41.938 n.s.	2.894 n.s.
E x AIB	5	0.586 n.s.	43.600 n.s.	21.745 n.s.	38.264 n.s.	0.668 n.s.
E x Som. x E.B.	5	0.724 n.s.	40.632 n.s.	22.978 n.s.	33.088 n.s.	1.525 n.s.
E x Som. x AIB	5	0.545 n.s.	39.387 n.s.	24.412 n.s.	31.313 n.s.	2.888 n.s.
E x E.B. x AIB	5	0.385 n.s.	39.474 n.s.	32.616 n.s.	39.105 n.s.	0.701 n.s.
E x Som x EB x AIB	5	0.565 n.s.	41.900 n.s.	31.805 n.s.	33.714 n.s.	1.373 n.s.
Erro 2	120	0.550	41.589	25.057	40.807	3.126
Média		0.970	1.391	9.512	10.228	15.577
C.V. 1 (%)		80.444	463.659	53.792	60.268	9.543
C.V. 2 (%)		76.411	463.400	52.623	62.451	11.350

n.s. = não significativo pelo teste F;

\*\* = significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade;

\* = significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 14** Teores médios de P, Mg, Cu, Mn, Zn em estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana*, submetidas ao estiolamento e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

g/Kg		mg/Kg		
P	Mg	Cu	Mn	Zn
0.97	1.39	9.51	10.23	15.58

#### 4.5.4.2 N, K, Ca, B

Conforme a Tabela 15, observa-se, para o nitrogênio, que houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F, para a interação época x AIB. Assim, verifica-se, através da Figura 9, que tanto as estacas tratadas, quanto as não tratadas com auxina apresentaram um consumo deste nutriente no começo do período da iniciação radicular. Observa-se que as estacas não tratadas com o AIB apresentaram, no dia do plantio, um teor médio de 7.31 g de nitrogênio por Kg do material analisado, sendo que ao longo do período de enraizamento ocorreu uma queda deste valor, atingindo um mínimo de 6.59 g/kg aos 54 dias de enraizamento. A partir daí, ocorreu um aumento, atingindo um máximo de 7.37 g/Kg aos 72 dias de enraizamento, e caindo, em seguida para 6,41 g/Kg.

Para as estacas tratadas com auxina, observou-se um teor máximo deste nutriente (8.18 g/Kg) na data do plantio das estacas, ocorrendo também uma queda deste valor com o período de enraizamento atingindo um teor mínimo de 6.14 g/Kg aos 90 dias.

O consumo de nitrogênio, no início do período de formação radicular, pode ser explicado devido à extrema importância deste nutriente nesta fase, pois dele dependem a síntese de aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos, indispensáveis ao processo do enraizamento. (Blazich, 1988).

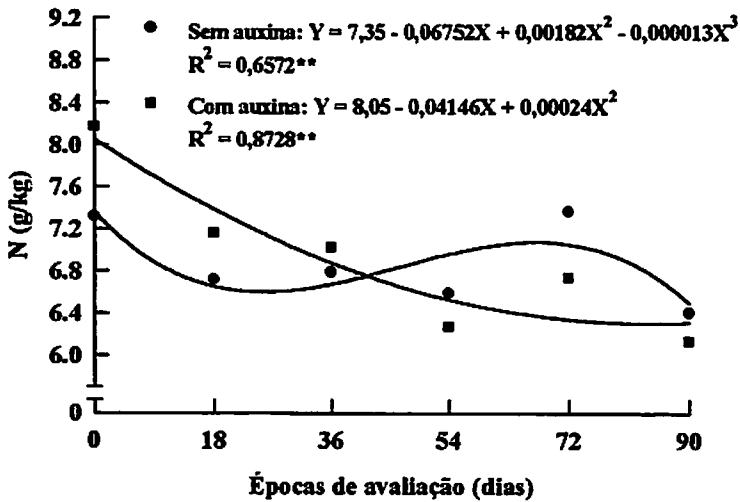
**TABELA 15** Resumo da análise de variância para o teor de Nitrogênio, Potássio, Cálcio e Boro durante o e enraizamento de estacas do porta-enxerto de Pereira *Pyrus calleryana* submetidas ao estiolamento da planta inteira (sombrite), estiolamento basal (E.B.) e AIB. UFLA, Lavras, MG, 1999.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		Nitrogênio	Potássio	Cálcio	Boro
Somb.	1	17.340 **	22.756 **	11.950 n.s.	21.326 n.s.
E.B.	1	0.220 n.s.	4.290 **	0.840 n.s.	1.081 n.s.
AIB	1	0.125 n.s.	10.500 **	0.022 n.s.	1194.855 **
Som.x E.B.	1	0.096 n.s.	0.043 n.s.	9.319 n.s.	46.305 n.s.
Som.xAIB	1	1.631 *	0.470 n.s.	4.781 n.s.	153.707**
E.B.xAIB	1	4.908 **	4.171 *	3.333 n.s.	20.796 n.s.
Som.x E.B.xAIB	1	0.893 n.s.	0.000 n.s.	3.493 n.s.	71.626 n.s.
Erro 1	24	0.269	0.537	3.008	29.065
Época (E)	5	0.645 **	3.280 **	43.422 **	264.890 **
ExSom.	5	0.845 n.s.	0.781 n.s.	6.029 n.s.	9.310 n.s.
ExE.B.	5	0.931 n.s.	0.913 n.s.	1.188 n.s.	63.083**
ExAIB	5	2.448 **	0.758 n.s.	9.870 **	32.571 n.s.
ExSom.xE.B.	5	0.438 n.s.	1.824 **	10.970 **	48.877**
ExSom.xAIB	5	0.254 n.s.	0.733 n.s.	3.078 n.s.	10.915 n.s.
ExE.B.xAIB	5	0.459 n.s.	0.707 n.s.	3.839 n.s.	2.927 n.s.
ExSomxE.BxAIB	5	0.647 n.s.	0.503 n.s.	2.618 n.s.	11.389 n.s.
Erro 2	120	0.542	0.427	2.712	15.622
Média		6.894	4.248	9.285	22.220
C.V. 1 (%)		7.530	17.260	18.679	24.262
C.V. 2 (%)		10.685	15.386	17.734	17.787

n.s. = não significativo pelo teste F;

\*\* = significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade;

\* = significativo pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade.



**FIGURA 9** Comportamento do teor de N em função das épocas de avaliação para ausência e presença de auxina. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Com relação ao cálcio, observou-se significância para as interações época x auxina e época x sombrite x estiolamento basal, sendo ambas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 14).

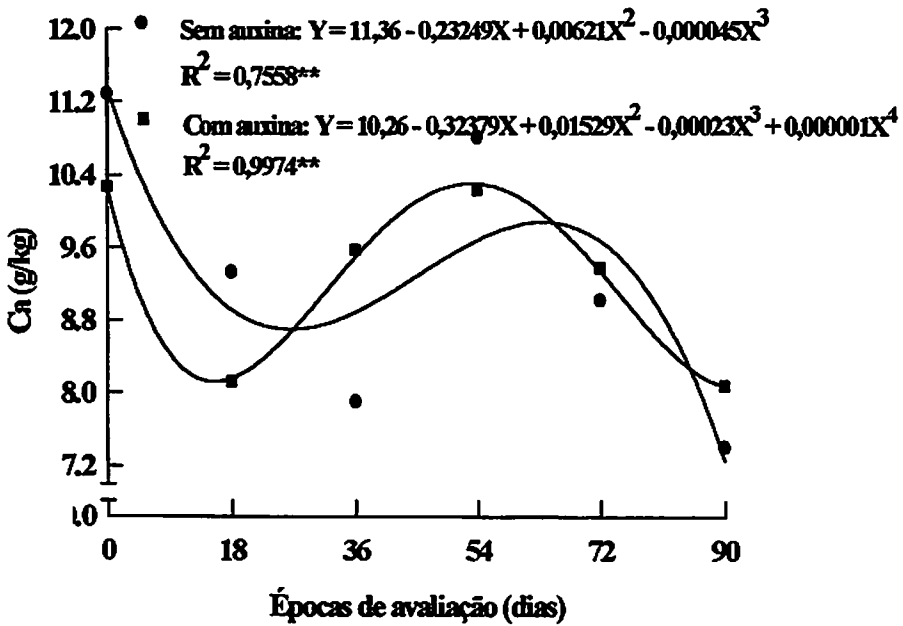
Na Figura 10, verifica-se um comportamento e um consumo inicial de cálcio semelhante nas estacas tratadas e não tratadas com auxina, diferindo apenas nos teores encontrados. As estacas sem auxina apresentaram, no dia do plantio, um teor máximo de 11,28 g de Ca por Kg de material analisado, ocorrendo uma queda deste valor, atingindo 7,91 g de Ca aos 36 dias. Após este período, houve um aumento deste teor, alcançando 10,83 g/Kg aos 54 dias,

seguido de um decréscimo, observando-se um valor mínimo de 7.41 g/Kg aos 90 dias.

Nas estacas tratadas, foi observada uma queda no teor de cálcio até os 18 dias, sendo que ocorreu, após este período, um acréscimo no teor até os 54 dias, atingindo um valor máximo de 10,24 g/kg. O valor mínimo encontrado foi de 8,08 g/Kg aos 90 dias, no fim do período de enraizamento.

Com relação às estacas coletadas tanto de plantas sem quanto as com estiolamento basal, observa-se um decréscimo seguido de um aumento e novamente uma diminuição no teor de cálcio, sendo que os tratamentos diferiram apenas nos teores encontrados (Figuras 11 e 12 respectivamente).

De acordo com Blazich et al (1983), vários experimentos têm mostrado que apesar da iniciação de raízes na base da estaca, certos nutrientes como o cálcio e magnésio são às vezes mobilizados da base para sustentar o crescimento da parte aérea da estaca. Segundo Ward e Whitcomb (1982), os estudos de fertilidade não têm, em geral demonstrado a necessidade por cálcio, e isso talvez seja devido à imobilidade natural deste nutriente e que a importância deste nutriente em promover o crescimento e desenvolvimento de raiz é incontestável, quer se esteja lidando com raízes adventícias ou não. A interrupção do fornecimento de cálcio às raízes adventícias, imediatamente resulta em redução do crescimento, seguido por escurecimento e morte das extremidades das raízes.



**FIGURA 10** Comportamento do teor de Ca em função das épocas de avaliação para ausência e presença de auxina. UFLA, Lavras, MG, 1999.

SEM ESTIOLAMENTO BASAL

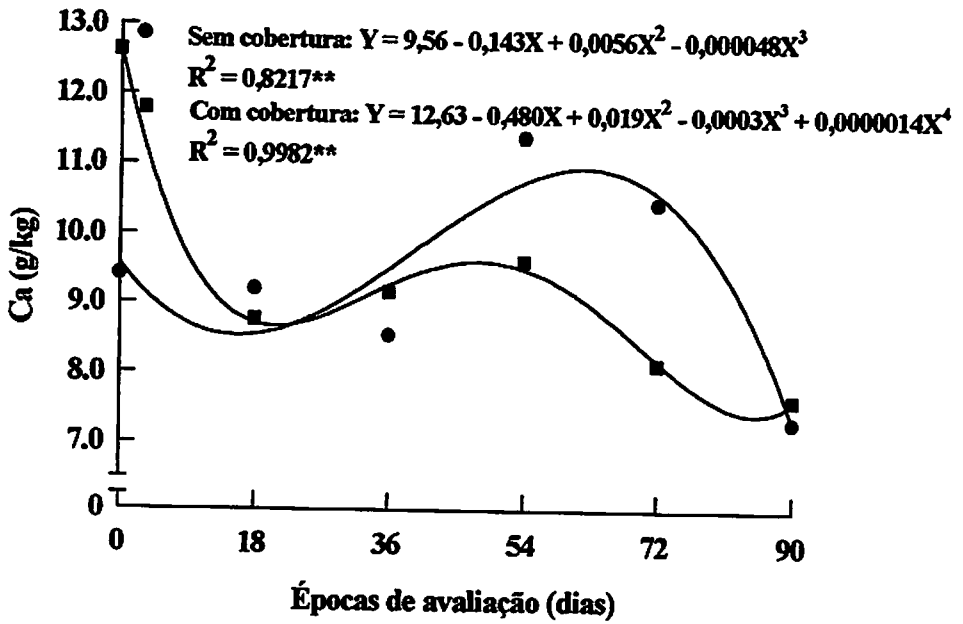
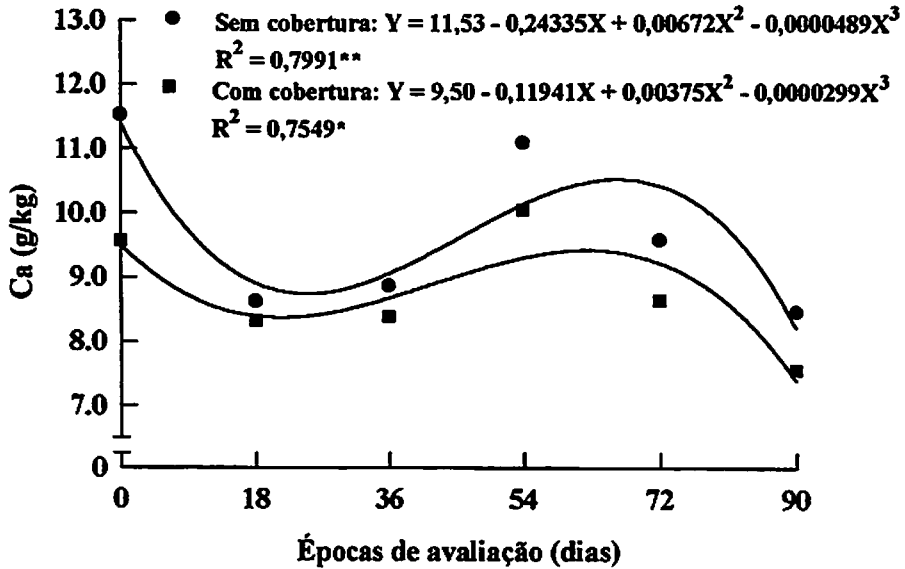


FIGURA 11 Comportamento do teor de Ca em função das épocas de avaliação para ausência e presença de cobertura com sombrite, sem estiolamento basal. UFLA, Lavras, MG, 1999.



COM ESTIOLAMENTO BASAL

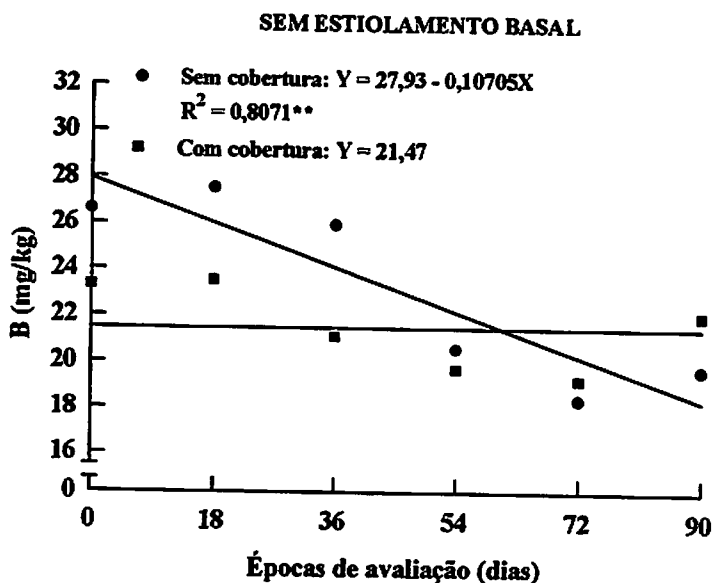


**FIGURA 12** Comportamento do teor de Ca em função das épocas de avaliação para ausência e presença de cobertura com sombrite, com estiolamento basal. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Com o boro, verificou-se diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para as interações sombrite x AIB, época x estiolamento basal e época x sombrite x estiolamento basal, e ao nível de 1% de probabilidade para os fatores isolados AIB e época (Tabela 14).

Observa-se, através da Figura 13, que as estacas que foram coletadas das plantas estioladas (com cobertura) sem o estiolamento basal, apresentaram um teor médio de 21,47 mg de boro por Kg de material analisado, e as estacas coletadas de plantas não estioladas (sem cobertura) e também sem o estiolamento

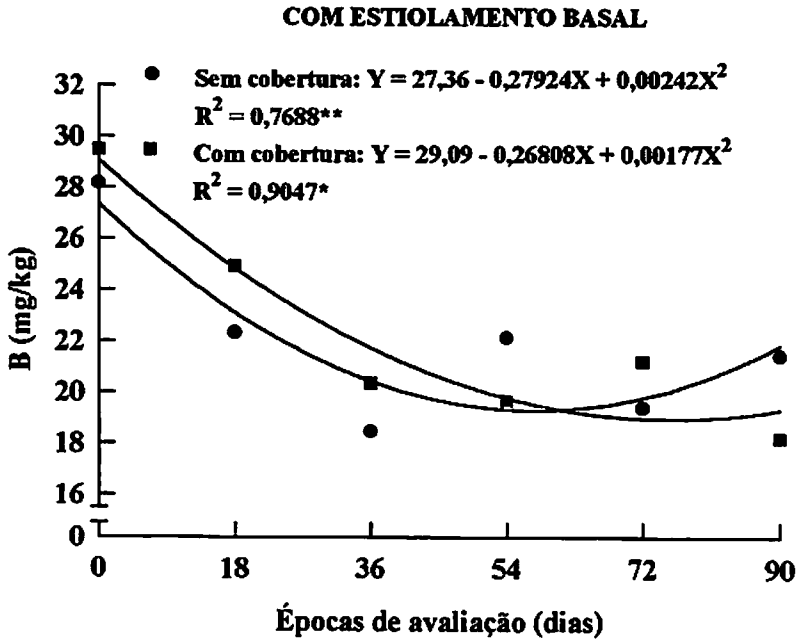
basal mostraram um consumo linear de boro ao longo do período de enraizamento. Já as estacas coletadas de plantas estioladas e não estioladas, mas com estiolamento, tiveram um comportamento semelhante, pois em ambos os tratamentos ocorreu um consumo deste nutriente desde a iniciação radicular até aproximadamente os 54 dias de enraizamento, sendo que, após este período, houve um aumento do teor de boro até o final do enraizamento (Figura 14).



**FIGURA 13** Comportamento do teor de B em função das épocas de avaliação para ausência e presença de cobertura com sombrite, sem estiolamento basal. UFLA, Lavras, MG, 1999.

De acordo com Blazich (1988), o boro estimula o enraizamento das estacas, promovendo o crescimento e desenvolvimento de raiz, ao invés da iniciação. Segundo Jarvis et al (1983), a função do boro no crescimento e desenvolvimento radicular parece certa, porém, a maneira como ele afeta os

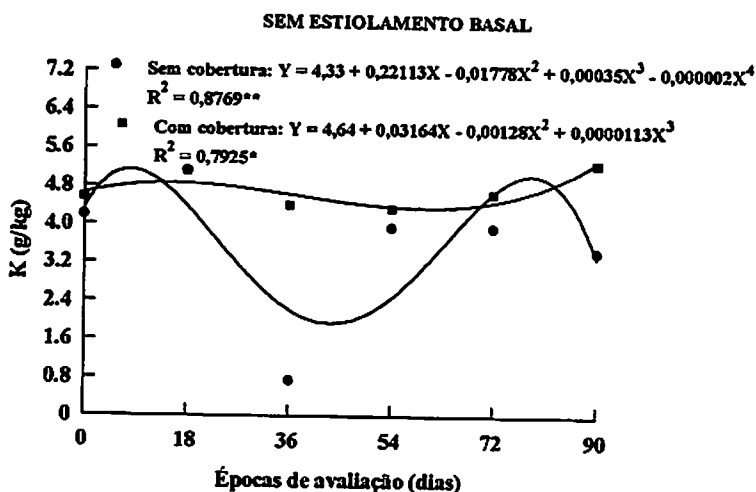
processos metabólicos, influenciando o enraizamento, ainda permanece especulativo.



**FIGURA 14** Comportamento do teor de B em função das épocas de avaliação para ausência e presença de cobertura com sombrite, com estiolamento basal. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Para o potássio, verificou-se diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, para a interação estiolamento basal x AIB e ao nível de 1% de probabilidade para os fatores isolados sombrite, estiolamento basal, AIB e época e para a interação época x sombrite x estiolamento basal (Tabela 14).

Observa-se, através das Figuras 15 e 16, que alguns tratamentos apresentaram, após a coleta, no período de 0 a 18 dias, um ligeiro aumento no teor de potássio nas estacas analisadas, o que pode ser devido à perda de umidade pelas estacas, provocando um acúmulo de potássio, o que é comum para este nutriente, tendo, portanto, uma leitura superior, neste intervalo, em relação às demais épocas.



**FIGURA 15** Comportamento do teor de K em função das épocas de avaliação para ausência e presença de cobertura com sombrite, sem estiolamento basal. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Nas estacas coletadas de plantas não estioladas (sem cobertura) e sem estiolamento basal, verifica-se um comportamento de aumento e diminuição no teor de potássio ao longo do no período de 90 dias. Observa-se uma queda do teor no intervalo de 18 a 36 dias, sendo que, após este período, houve novamente

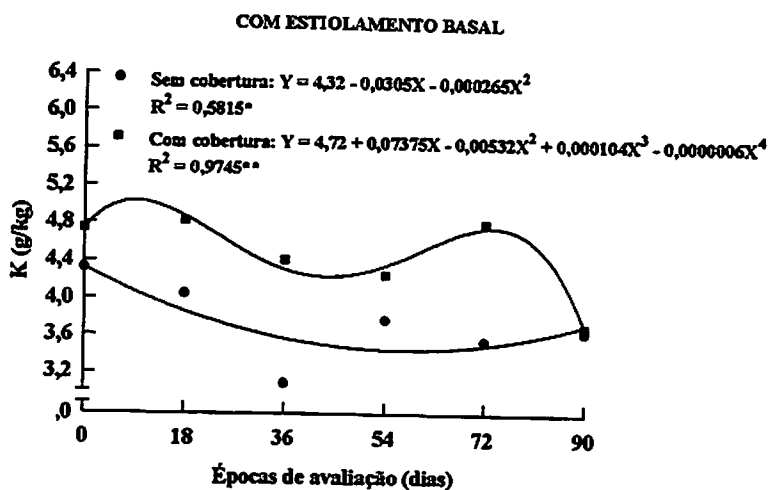
um acréscimo, atingindo-se um valor máximo de 3,95 g/Kg aos 54 e 72 dias, com posterior queda aos 90 dias.

Para as estacas coletadas de plantas estioladas (com cobertura) e sem estiolamento basal, observa-se também uma queda no teor de potássio no intervalo de 18 a 54 dias, e um aumento após este período até o final de enraizamento.

Verifica-se, na Figura 16, que as estacas provenientes de plantas não estioladas (sem cobertura) e com estiolamento basal apresentaram um consumo de potássio até os 36 dias, ocorrendo, após esta época, um ligeiro aumento do teor, alcançando 3,65 g de K por Kg de material analisado aos 90 dias. Para as estacas coletadas de plantas estioladas (com cobertura) e com estiolamento basal, verifica-se uma diminuição e um aumento de potássio ao longo do período de enraizamento, observando-se um valor mínimo de 3,70 g/Kg aos 90 dias e um valor máximo, aos 18 dias, de 4,82 g/Kg.

A queda no teor de potássio, observado nos tratamentos, pode ser devido à utilização deste nutriente pelas estacas para a formação do sistema radicular e/ou parte aérea, e o aumento observado em determinados períodos pode ser em consequência da absorção de potássio do solo.

De acordo com Faquin (1994), a principal função bioquímica do K é a ativação enzimática, estando também a nutrição potássica ligada à regulação do potencial osmótico das células das plantas, pois a expansão celular e abertura e fechamento dos estômatos dependem de um ótimo turgor celular e, para tal, o K é indispensável.



**FIGURA 16** Comportamento do teor de K em função das épocas de avaliação para ausência e presença de cobertura com sombrite, com estiolamento basal. UFLA, Lavras, MG, 1999.

## 5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Devido à dificuldade de se encontrar trabalhos com a utilização da técnica do estiolamento em culturas comerciais no Brasil, sugere-se que novos experimentos sejam feitos com o estiolamento, destacando-se, principalmente, o estiolamento basal, por se tratar de um método mais prático de ser aplicado à planta mãe, além de se estudar também o tempo correto de estiolamento, época de aplicação, etc.

Portanto, este experimento deve ser o primeiro de uma série que deverá ser executada, para se chegar a resultados mais conclusivos e práticos.

## 6 CONCLUSÕES

- 1) Houve enraizamento das estacas (67.27%) independente do uso do estiolamento e AIB.
- 2) Em condições de estiolamento, o maior percentual de estacas enraizadas (63.37%) ocorreu em plantas estioladas associadas ao estiolamento basal, porém na ausência de AIB.
- 3) O percentual de enraizamento lateral foi maior nas estacas obtidas de plantas estioladas, com estiolamento basal na ausência de AIB (30.80%).
- 4) As estacas que passaram apenas pelo estiolamento basal, apresentaram menores teores de lignificação.
- 5) Não se verificou diferença nos teores de compostos fenólicos totais e açúcares totais entre as estacas estioladas e não estioladas.
- 6) Não houve diferença nos teores de P, Mg, Cu, Mn e Zn ao longo do período de enraizamento e verificou-se um consumo e absorção dos nutrientes N, K, Ca e B durante o enraizamento das estacas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, L.R. ; CARVALHO, V.D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.101, p.47-55, 1983.
- ANTUNES, L.E.C.; HOFFMANN, A.; RAMOS, J.D.; CHALFUN, N.N.J.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.F. de. Efeito do método de aplicação e de concentrações de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *Pyrus calleryana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.18, n.3, p.371-376, 1996.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1995. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.V.56.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15.ed. Washington. 1990, 2v.
- BARBOSA, W.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M.; KALIL, J.P.C.; MARTINS, F.P.; SANTOS, R.R. Desenvolvimento de cultivares de pereira enxertadas em plântulas do porta-enxerto Taiwan Nashi-C. **Bragantia**, Campinas, v.55, n.2, p.341-345, 1996.
- BIASI, L. A Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, n.2, p.309-315, 1996.
- BLAZICH, F.A. Mineral Nutrition and Adventitious Rooting. In: DAVIS, T.R. **Adventitious Root Formation in cuttings**. Portland: Oregon, v.2, cap.4, p.61-69, 1988.
- BLAZICH, F.A.; WRIGHT, R.D.; SCHAFFER, H.E. Mineral nutrient status of "Convexa" holly cuttings during intermittent mist propagation as influenced by exogenous auxin application. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.3, p.425-429, 1983.
- BOLIANI, A C. Efeitos do estiolamento basal, da juvenilidade e do uso de um regulador vegetal no enraizamento de estacas de raízes e de ramos



- herbáceos de algumas espécies frutíferas. Piracicaba: ESALQ, 1986. 129p. (Dissertação- Mestrado em Fitotecnia).
- CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, S.V. Precipitação provável para Lavras, Região Sul de Minas Gerais, baseada na função de distribuição de probabilidade gama. I períodos mensais. *Ciência e Prática*, Lavras, v.5,n.2, p.144-151, jul. Dez. 1981.
- FACHINELLO, J.C. Efeitos morfo-fisiológicos do anelamento no enraizamento de estacas lenhosas de macieira cultivar Malling-Merton 106. Piracicaba: ESALQ, 1986. 93p. (Tese- Doutorado em Agronomia)
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R. de L. *Propagação de Plantas Frutíferas de Clima Temperado*. 2ª ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 178p.
- FAORO, I.D. Cultivo da pereira no mundo. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.4, n.2, p.28-29. 1991.
- FAQUIN, V. *Nutrição mineral de plantas*. Lavras, ESAL/FAEPE, 1994. 224p.
- FERRI, C.P. Enraizamento de estacas de citrus. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v.19, n.1, p.113-121,1997.
- FIGUEIREDO, S.L.B.; KERSTER, E.; SCHUCH, M.W. Efeito do Estiolamento Parcial e do Ácidoindolbutírico (IBA) no Enraizamento de Estacas de Goiabeira Serrana (*Feijoa sellowiana*, Berg). *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.52, n.1, p.167-171, 1995.
- GONDIM, T. M. de S. Efeito de reguladores de crescimento no enraizamento e anatomia das raízes adventícias de estacas de macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche cv. Keauhou). Viçosa: UFV, 1994.107p. (Dissertação- Mestrado em Fitotecnia)
- HAISSIG, B.E. Metabolic processes in adventitious rooting do cuttings. In: JACKSON, M.B. *New root formation in plants and cuttings*. Boston, v.20, cap. 5, p. 141-190, 1986.

- HANSEN, O.B.; POTTER, J.R. Rooting of Apple, Rhododendron, and Mountain Laurel cuttings from stock plants etiolated under two temperatures. *HortScience*, Alexandria, v.32, n.2, p.304-306, 1997.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D. E. Propagacion de plantas- principios y practicas. México, D.C.: Continental, 1990. 760p.
- HERMANN, D.E.; HESS, C.E. The effect of etiolation upon the rooting of cutting. *Proceedings of International plant Propagation Society*. v.13, p.42-62, 1963.
- HOWARD, B.H.; HARRISON-MURRAY, R.S.; MACKENZIE, K.A.D. Rooting responses to wounding winter cutting of M26 apple rootstock. *Journal of Horticultural Science*, London, v.59, n.2, p. 131-139, 1984.
- JANICK, J. A ciência da horticultura. Rio de Janeiro : Livraria Freitas Bastos, 1968. 485p.
- JARVIS, B.C.; ALI, A.H.N.; SHAHEED, A.I. Auxin and boron in relation to the rooting response and ageing of mung bean cuttings. *The New Phytologist*, London, v.95, n.4, p. 509-518, 1983.
- MAIA, M.L., AMARO, A.A., GONÇALVES, J.S.; SOUZA, S.A.M. Produção e mercado de pêra e pêssego no Brasil. *Informações Agronômicas*, São Paulo, v.26, n.2, p.33-48, 1996.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de Avaliação do estado nutricional das plantas - principais aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319P.
- MAYNARD, B.K.; BASSUK, N.L. Effects of stock plant etiolation, shading, banding, and shoot development on histology and cutting propagation of *Carpinus betulus L. fastigiata*. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.121, n.5, p.853-860. 1996.
- MAYNARD, B.K.; BASSUK, N.L. Etiolation and Banding Effects on Adventitious Root Formation. In: DAVIS, T.R. *Adventitious Root Formation in cuttings*. Portland, Oregon, v.2, cap.2, p.29-46. 1988.

- MAYNARD, B.K.; BASSUK, N.L. Rooting softwood cuttings of *Acer griseum*: Promotion by stockplant etiolation, inhibition by catechol. **HortScience**, Alexandria, v.25, n.2, p.200-204.1990.
- MAYNARD, B.K.; BASSUK, N.L. Stockplant etiolation and blanching of woody plants prior to cutting propagation. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.112, n.2, p.273-276.1987.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Principles of plant nutrition. Bern: Intern. Potash Institute, 1987. 687p.
- MOHAMMED,S.; SORHAINDO, C.A. Production and rooting of etiolation cuttings of West Indian and hybrid avocado. **Tropical Agriculture**, Guildford, v.61, n.3, p.200-204, 1984.
- NAKASU, B.H.; LEITE, D.L. Indicação de porta-enxerto e cultivares de pereira para o sul do Brasil. **Horti Sul**, Pelotas, v.1, n.2, p.20-24, 1990.
- NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological chemistry**, Baltimore, v.15, n.1, p.375-378, 1944.
- NOGUEIRA, A.M.M. Propagação da figueira (*Ficus carica* L.) através de estacas caulinares em vegetação. Lavras: UFLA, 1995. 62p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)
- NOGUEIRA, D.J.P. Os porta-enxertos na fruticultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.101, p.23-41,1983.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 11. ed. São Paulo: Nobel,1985. 466p.
- SIMÃO, S. Manual de fruticultura. São Paulo: Ceres, 1971. 530 p.
- SIMONETTO, P.R. Propagação de *Pyrus calleryana* Dcne e *Pyrus betulafolia* Bunge, porta-enxertos para pereira, através do processo de estaquia. Pelotas: UFPEL, 1990. 59 p. (Dissertação-Mestrado em Agronomia).

**SIMONETTO, P.R.; GRELLMANN, E.O.** Pereira: Porta-enxertos e algumas cultivares- Parte I. **Jornal da Fruta, Vacaria, N.4, n.33, p.5, abr. 1997.**

**VEIERSKOV, B.** Relations Between Carbohydrates and Adventitious Root Formation . In: **DAVIS, T.R. Adventitious Root Formation in cuttings.** Portland: Oregon, v.2, cap.5, p.70-78. 1988.

**WARD, J.D.; WHITCOMB, C.E.** Nutrition of Japanese holly during propagation and production. **Journal of American Society for Horticultural Science, Alexandria, v.104, n.4, p.523-526, 1979.**