

EFEITO DO ÁCIDO INDOLBUTÍRICO, SUBSTRATO E TIPO DE ESTACA NO ENRAIZAMENTO DE *Chamaecyparis lawsoniana* PARL.

STUMPF, Elisabeth R. T.; GROLLI, Paulo R.; SCZEPANSKI, Paulo H. G.

UFPEL/FAEM - Dept^o. de Fitotecnia - Campus Universitário - Cx. Postal 354 - CEP 96010-900, Pelotas – RS
(Recebido para publicação em 07/01/2001)

RESUMO

Objetivando verificar o efeito do ácido indolbutírico (AIB) e de dois substratos sobre o enraizamento de estacas apicais e medianas de *Chamaecyparis lawsoniana* Parl., desenvolveu-se experimento, em estufa com nebulização intermitente, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – UFPEL/RS. As estacas foram retiradas da porção mediana de plantas com 6 anos de idade e padronizadas com 15 cm de comprimento. A seguir procedeu-se o tratamento com AIB na forma líquida, nas concentrações 0, 2500, 5000, 7500 e 10000 mg.L⁻¹, com imersão de 2 cm da base das estacas na solução, por 5 segundos. A seguir as estacas foram acondicionadas em sacos de polietileno perfurado, com capacidade para 1,7L, contendo os substratos vermiculita e casca de arroz carbonizada. A instalação do experimento foi feita no mês de maio e o delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com 3 repetições de 12 estacas por parcela. Após 120 dias avaliaram-se a percentagem de estacas enraizadas, número e matéria seca de raízes. Nas condições em que o trabalho foi realizado, verificou-se que o AIB não apresentou efeito significativo sobre o percentual de estacas enraizadas. O tipo de estaca apresentou efeito significativo para a percentagem de estacas enraizadas e matéria seca de raízes. A maior percentagem média de estacas enraizadas foi obtida com estacas apicais (84%). O substrato vermiculita proporcionou o maior número de raízes (3,6) e matéria seca (0,1 g) de raízes por estaca.

Palavras-chave: *Chamaecyparis lawsoniana*, estaquia, substrato, propagação vegetativa.

ABSTRACT

EFFECT OF INDOLBUTYRIC ACID, SUBSTRATES AND CUTTINGS ON CHAMAECYPARIS LAWSONIANA PARL. ROOTING The purpose of this research was to evaluate the effects of different concentrations of indolbutyric acid (IBA) and two rooting media on the rooting of apical and mid cuttings of *Chamaecyparis lawsoniana* Parl. in a greenhouse with intermittent mist pertaining to the Plant Science Department of Eliseu Maciel Agronomy College of UFPEL/RS. Cuttings were collected from the middle crown of 6 year old stock plants and standardized at 15 cm long. The basal 2 cm of each cutting was dipped in 0, 2500, 5000, 7500 and 10000 mg.L⁻¹ IBA solution for 5 seconds, and placed in polyethylene plastic bags, containing vermiculite and carbonized rice hull. The experiment was set in May and the design was a randomized complete block with three replications and 12 cuttings per plot. After a 120 day period the cuttings were evaluated for percentage of rooted cuttings, number, length and root dry weight. The results showed no significant indolbutyric acid (IBA) effect on rooting percentage. The highest percentage (84%) of rooted cutting was obtained with apical cuttings. The medium vermiculite gave the best results of root number (3,6) and root dry weight (0,1 g) per cutting.

Key words: *Chamaecyparis lawsoniana*, cuttings, substrate, vegetative propagation.

INTRODUÇÃO

A fim de fortalecer a floricultura no RS, é preciso identificar as espécies com potencial de produção e de

comercialização, bem como desenvolver técnicas que viabilizem a atividade. Uma opção viável para os produtores da região sul do Estado é o cultivo de coníferas ornamentais, já que possuem grande aceitação no mercado local e são adaptadas a regiões de clima temperado, com boa tolerância a lugares úmidos, a exemplo da espécie *Chamaecyparis lawsoniana*, popularmente conhecida como tuia-maçã.

Embora algumas coníferas possam ser propagadas através de sementes, certas características desejáveis somente podem ser mantidas com a propagação vegetativa, especialmente a estaquia, que é o método mais utilizado em várias espécies arbóreas (KRAMER & KOSLOWSKI, 1972; HOWARD et al., 1988). Estacas de algumas espécies de coníferas, no entanto, levam muito tempo para enraizar, fazendo-se necessário o uso de fitoreguladores para acelerar o processo. O ácido indolbutírico (AIB) é a substância mais utilizada para este fim, mas existe dificuldade em se fazer recomendações específicas, pois a concentração adequada varia, entre outros fatores, de acordo com a espécie ou cultivar, tipo de estaca utilizada e época de sua coleta. O AIB apresenta como vantagens a baixa toxicidade, ação mais localizada do que outros produtos e maior estabilidade química no corpo da estaca (ALVARENGA & CARVALHO, 1983; HARTMANN & KESTER, 1990; IRITANI & SOARES, 1982). O tratamento de estacas com AIB é recomendado para algumas coníferas como *Chamaecyparis sp.*, *Thuja orientalis*, *Cedrus sp.*, *Cupressus sp.* e *Cryptomeria japonica* (HARTMANN & KESTER, 1990).

O processo de formação de raízes em estacas pode ser limitado ainda pelo substrato utilizado (FACHINELLO et al., 1994), que influi na qualidade das raízes formadas e no percentual de enraizamento das estacas (COUVILLON, 1988). O substrato deve manter as estacas fixas, com boa aderência e permitir sua remoção sem danos às raízes. Além disto, deve ter baixo custo, ser de fácil obtenção e não possuir nem liberar substâncias tóxicas (HARTMANN & KESTER, 1990; VERDONCK et al., 1981; FACHINELLO et al., 1994). A escolha do substrato deve levar ainda em conta suas características físicas e químicas, as necessidades da espécie utilizada (VERDONCK et al., 1981) e as condições ambientais em que se dará o processo de enraizamento. A relação entre volume de água e ar presentes no substrato é a característica física de maior importância, já que influi na morfologia das raízes adventícias formadas e em suas ramificações (LORENZO & SANT, 1981; WILSON, 1983; BELLÉ, 1990). Dentre os materiais comumente utilizados para enraizamento de estacas estão a vermiculita e a casca de arroz carbonizada. Devido à elevada porosidade e boa retenção de umidade, a vermiculita é cada vez mais utilizada como substrato para o enraizamento de estacas herbáceas e semi-lenhosas (GONÇALVES & MINAMI, 1994; FACHINELLO et al., 1994). No Brasil, a casca de arroz carbonizada, isoladamente ou em misturas, vem sendo utilizada há vários anos para o enraizamento de espécies ornamentais. É um substrato que possui elevado volume de

espaço de aeração, baixa densidade e alta permeabilidade à água e resistência à decomposição (BACKES, 1989; BELLÉ, 1990).

O percentual de enraizamento pode também variar com o tipo de estaca utilizada, visto que o potencial para enraizar varia entre as diferentes porções de um mesmo ramo. Ramos lenhosos, coletados no inverno, em geral apresentam maior enraizamento na porção basal, enquanto que ramos coletados em outras épocas, portanto semi-lenhosos e herbáceos, possuem maior potencial de enraizamento em sua porção apical (HARTMANN & KESTER, 1990; FACHINELLO et al., 1994).

Devido à falta de informações sobre a propagação da espécie *C. lawsoniana*, estudou-se o efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas medianas e apicais em vermiculita fina e casca de arroz carbonizada.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em estufa pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPEL/RS, equipada com sistema de nebulização intermitente, cujo intervalo, determinado pelas condições climáticas vigentes, era controlado por mecanismo automático. No mês de maio foram retirados ramos inteiros da porção intermediária de plantas com 6 anos de idade, de onde foram obtidas as estacas medianas e apicais. As estacas foram padronizadas somente quanto ao comprimento (15cm), através de cortes em bisel próximo a uma gema na extremidade inferior, e nas estacas medianas, também na extremidade superior. A fim de reduzir a superfície de transpiração, as folhas do terço basal foram retiradas. As estacas receberam tratamento com o fungicida Captan 50 PM introduzindo-se, posteriormente, 2cm de suas bases nas soluções de AIB por 5 segundos. Foi empregado o ácido indol-3-butírico de 99% de pureza, diluído em KOH e água destilada, nas concentrações de 0, 2500, 5000, 7500 e 10000 mg.L⁻¹ de AIB. As estacas tratadas foram colocadas para enraizar em sacos de polietileno preto perfurado, com capacidade para 1,7L previamente preenchidos com os substratos, na proporção de 3 estacas por embalagem, com 1/3 do seu comprimento enterrado. Foram utilizados os substratos vermiculita fina (V) e casca de arroz carbonizada (CAC), esta obtida segundo método descrito por BACKES (1989). As estacas permaneceram na estufa por um período de 120 dias, sendo então avaliados a percentagem de estacas enraizadas e número e matéria seca de raízes por estaca.

Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 3 repetições e 12 estacas por repetição. Os efeitos dos fatores e suas interações foram testados pelo Teste F, através da análise da variação. Para concentrações de AIB foi efetuada a análise de regressão polinomial. A significância da diferença entre as médias foi testada através do teste de Duncan a 1 ou 5% de probabilidade. As análises foram processadas pelo Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores - SANEST (ZONTA & MACHADO, 1984). Os dados expressos em percentagem foram transformados em arco seno da raiz quadrada de X/100, onde X significa o valor percentual obtido para cada variável. Os dados da variável número de raízes foram transformados segundo raiz quadrada de X+1, onde X significa o valor obtido por contagem.

Os substratos foram analisados antes do período experimental quanto às suas características físicas (densidade úmida, densidade seca, porosidade total, espaço de aeração, água facilmente disponível) e valor de pH em água, nos Laboratórios do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPEL, RS (Tabela 1). Para a determinação das densidades úmida e seca e dos valores de pH dos substratos, foram utilizados os métodos descritos por HOFFMANN citado por GROLLI (1991). A porosidade total, espaço de aeração e água disponível foram determinadas através dos métodos da mesa de tensão e da panela de pressão descritos, respectivamente, por KIEHL e RICHARDS citados por GROLLI (1991).

TABELA 1- Densidade úmida (Du), densidade seca (Ds), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e valor de pH dos substratos utilizados no enraizamento de *Chamaecyparis lawsoniana* Parl..

| Substrato | Du (g.L ⁻¹) | Ds (g.L ⁻¹) | PT (%) | EA (%) | AFD (%) | Valor de pH |
|-----------|----------------------------|----------------------------|-----------|-----------|------------|----------------|
| V | 177,26 | 159,51 | 56,08 | 12,17 | 4,38 | 7,9 |
| CAC | 225,86 | 169,92 | 71,98 | 50,91 | 5,94 | 9,1 |

* V - vermiculita; CAC - casca de arroz carbonizada

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Percentagem de estacas enraizadas

Apenas o fator tipo de estaca apresentou efeito significativo sobre o percentual de enraizamento, as apicais apresentaram maior enraizamento do que as medianas, com percentuais médios de 84,04% e 74,91%, respectivamente (Tabela 2). A diferença entre os valores demonstra que partes de um mesmo ramo podem apresentar distinto potencial de enraizamento, devido, provavelmente, às variações na composição química dos tecidos ao longo do ramo (HARTMANN & KESTER, 1990; FACHINELLO et al., 1994).

TABELA 2 - Percentagem de enraizamento de estacas apicais e medianas de *Chamaecyparis lawsoniana*. Pelotas, RS.

| Tipo de estaca | Enraizamento (%) |
|----------------|------------------|
| Apical | 84,04a* |
| Mediana | 74,91b |

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 1% de probabilidade.

Nos ramos utilizados neste experimento, a diferença na capacidade de enraizamento entre sua porção mediana e apical pode ser atribuída ao grau de lignificação dos tecidos, pois segundo AL-SAQRI & ALDERSON (1996) e COUVILLON (1988), este aumenta do ápice para a base dos ramos, onde os tecidos apresentam maior grau de diferenciação, com menor capacidade de retomar a condição meristemática, fundamental para a iniciação radicular (DAVIS et al., 1986; HARTMANN & KESTER, 1990).

O maior enraizamento obtido com estacas apicais, pode ser creditado também à sua proximidade com os locais de síntese de auxinas e cofatores do enraizamento, que deslocam-se destes locais de síntese - ápices meristemáticos e folhas jovens - até a base, onde produzirão o efeito para a

emissão de raízes (ALVARENGA & CARVALHO, 1983; HARTMANN & KESTER, 1990; SALISBURY & ROSS, 1991).

Resultados semelhantes aos obtidos no presente experimento foram encontrados no enraizamento de estacas de *Chamaecyparis thyoides*, onde mais de 90% das apicais enraizaram, enquanto que as basais apresentaram baixo percentual (não citado) de enraizamento (HINESLEY & SNELLING, 1997). Também com estacas apicais de *Taxus baccata*, *T. media* e *T. cuspidata* foi alcançado maior percentual de enraizamento em estacas apicais do que nas basais, médias de 95% e 70%, respectivamente (ECCHER, 1988).

Número de raízes por estaca

O número de raízes formadas por estaca foi significativamente afetado pelo fator substrato e pela interação entre AIB e substrato. Verificou-se que a vermiculita proporcionou a formação de um maior número de raízes (3,6) do que a casca de arroz carbonizada (2,9), provavelmente, devido às suas características físicas e valor de pH.

TABELA 3 - Número médio de raízes por estaca de *Chamaecyparis lawsoniana* em função do substrato. Pelotas, RS.

| Substrato | Número médio de raízes por estaca |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Vermiculita | 3,61a* |
| Casca de arroz carbonizada | 2,94b |

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 1% de probabilidade.

Neste experimento verificou-se que a vermiculita possui uma maior e mais uniforme capacidade de retenção de água do que a casca de arroz carbonizada, mantendo desta forma, o teor de umidade na base das estacas mais elevado, além de apresentar ainda maior equilíbrio entre umidade e espaço de aeração (Tabela 1), o que pode ter favorecido a formação de raízes. DAVIS et al. (1986) observaram que a absorção de água pela estaca está diretamente relacionada ao grau de contato entre esta e o filme de água ao redor das partículas do substrato, sendo que maior absorção ocorre com maior volume de água retido pelo substrato. A CAC mostrou um espaço de aeração elevado (51%), que por diminuir o contato da estaca com o substrato, pode ter efeito negativo na formação de raízes. Diversos autores citam como mais adequado para o enraizamento de estacas, um mínimo de 10% a 15% de EA, enquanto que para formação de um sistema radicular ativo, este valor fica entre 20 até o máximo de 45% (GISLEROD, 1982a; BUNT, 1983; TILT & BILDERBACK, 1987).

Apesar de poucos trabalhos relacionarem pH ao enraizamento de estacas, há indicações de que valores de 5,5 até 6,0 são os mais adequados. Para algumas espécies, no entanto, valores mais baixos são favoráveis ao processo (FACHINELLO et al., 1994). Embora os dois substratos tenham apresentado valores elevados de pH (V=7,9; CAC=9,1), o da CAC está bem acima da faixa recomendada ao crescimento da maioria das espécies ornamentais. A influência do valor de pH sobre a formação de raízes também foi observada no enraizamento de estacas de *Rosa indica*, onde as expostas a elevado pH do meio (8,0) obtiveram menor formação de raízes do que as expostas a pH 4,0, sendo que um bom desenvolvimento foi obtido com pH 6,0 ((ZIESLIN & SNIR, 1988). Valores de pH acima de 7,0 também tiveram efeito inibitório sobre a formação de raízes em estacas de *Euphorbia pulcherrima* (GISLEROD, 1982b) e

de *Chrysanthemum* sp. (Paul, Smith citado por GISLEROD, 1982b).

Quanto à interação entre AIB e substrato (Tabela 4), observou-se melhor desempenho da vermiculita em relação à casca de arroz carbonizada sobre o número de raízes na maioria das concentrações de AIB testadas. Como a vermiculita possui características mais favoráveis à formação de um maior número de raízes, como maior equilíbrio entre teor de umidade e aeração, é de esperar que os tratamentos com AIB também apresentem melhor resposta neste substrato. Contudo, com a variação na concentração do regulador de crescimento, este efeito não foi observado, pois o número de raízes formadas em cada substrato não mostrou diferenças significativas.

TABELA 4 - Efeito das concentrações de AIB sobre o número médio de raízes por estaca de *Chamaecyparis lawsoniana* em função do substrato. Pelotas, RS.

| Concentrações de AIB (mg.L ⁻¹) | Número médio de raízes por estaca | |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| | Vermiculita | Casca de arroz carbonizada |
| Zero | 3,58a* | 2,83b |
| 2500 | 3,67a | 2,78b |
| 5000 | 3,55a | 2,90b |
| 7500 | 3,90a | 2,87b |
| 10000 | 3,34a | 3,31a |

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 1% de probabilidade.

Pela análise de regressão polinomial observou-se que houve efeito significativo entre o tratamento com AIB e o substrato CAC, sobre o número de raízes formadas. Este efeito pode ser explicado porque estacas colocadas em substrato muito poroso, com pequena capacidade de reter umidade, têm maiores chances de enraizar se forem submetidas a tratamento com fitoreguladores, pois este contorna, em parte, a deficiência de umidade do substrato por acelerar a formação de calos e a emissão das raízes (TAVARES, 1994).

O tratamento com AIB teve efeito significativo sobre o número de raízes em estacas medianas enraizadas em CAC (interação tripla), resultando em uma regressão polinomial linear. O número de raízes sofreu um acréscimo da concentração zero até a de 10000 mg.L⁻¹, onde atingiu seu ponto máximo com 3,31 raízes, confirmando o efeito benéfico do AIB para este tipo de estaca e substrato. Pode-se concluir pela análise dos dados encontrados, que o efeito do tratamento com AIB fica evidenciado quando outros fatores apresentam-se menos favoráveis, como o substrato CAC e o tipo de estaca, cujas limitações foram anteriormente comentadas.

Resultado bastante semelhante foi encontrado no enraizamento de estacas medianas de *Rosa centifolia* em mistura 1turfa:1perlita (V/V), que apresentou melhor desempenho do que a vermiculita, com efeito significativo da concentração do fitoregulador, onde o controle apresentou 2,2 raízes e a concentração de 3.500 mg.L⁻¹ de AIB, 9,5 raízes (AL-SAQRI & ALDERSON, 1996).

Matéria seca das raízes

Houve efeito significativo dos fatores tipo de estaca e substrato sobre a matéria seca das raízes, com estacas medianas apresentando maior matéria seca de raízes do que as apicais, 0,102 g e 0,076 g, respectivamente (Tabela 5). Este resultado deve-se principalmente ao fato serem raízes com maior diâmetro do que as formadas nas estacas apicais,

segundo observações visuais, não mensuradas, feitas durante a avaliação do experimento.

Maior matéria seca das raízes também foi observado em estacas semi-lenhosas de *Cryptomeria japonica*, onde as basais, com maior diâmetro, apresentaram 0,02 g e as apicais 0,01 g (JULL et al., 1994). De acordo com TAVARES (1994), raízes com maior diâmetro formam-se em estacas da porção mediana dos ramos porque estas possuem maiores teores de substâncias de reserva do que as apicais.

O efeito dos substratos testados sobre a matéria seca das raízes pode ser observado na Tabela 6.

TABELA 5 - Média da matéria seca das raízes em estacas de *Chamaecyparis lawsoniana* em função do tipo de estaca. Pelotas, RS.

| Tipo de estaca | Matéria seca das raízes (g) |
|----------------|-----------------------------|
| Apical | 0,076b* |
| Mediana | 0,102a |

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 6 - Matéria seca das raízes em estacas de *Chamaecyparis lawsoniana* em função do substrato. Pelotas, RS.

| Substrato | Matéria seca de raízes (g) |
|----------------------------|----------------------------|
| Vermiculita | 0,098a* |
| Casca de arroz carbonizada | 0,080b |

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Ao se observar os dados de número de raízes (Tabela 3), verifica-se que de fato a vermiculita possibilitou a formação de um sistema radicular mais vigoroso do que a CAC, o que pode ser creditado às características físicas do substrato, já que é um dos fatores que afetam a qualidade do sistema radicular, em especial as características de massa e medida das raízes adventícias e suas ramificações (LORENZO & SANT, 1981). Estes autores observaram que em estacas de *Codiaeum variegatum*, a matéria seca das raízes foi influenciada significativamente apenas pela casca de pinus, que mostrou elevado espaço de aeração (49%) e o menor teor de água facilmente disponível dentre os substratos, sendo estas características mais próximas da casca de arroz carbonizada do que da vermiculita (Tabela 1).

Quanto ao efeito de AIB sobre a matéria seca das raízes, este é bastante discutível, pois sofre influência de uma gama relativamente grande de fatores, o que pode ser comprovado pela diversidade de resultados encontrados na bibliografia. FRETZ e DAVIS (1971) estudaram o enraizamento de quatro espécies de coníferas e observaram que em estacas de *Ilex cornuta* e *Juniperus horizontalis* houve efeito linear com 1000, 2500 e 5000 mg.L⁻¹ de AIB, este com o melhor resultado, com *Cupressus arizonica* somente a concentração mais elevada apresentou diferença significativa para a matéria seca e para *Pinus strobus* não houve resposta na formação de raízes com o tratamento com AIB.

No presente trabalho houve um efeito linear significativo entre as concentrações de AIB e o substrato casca de arroz carbonizada e entre AIB e estacas medianas enraizadas em casca de arroz carbonizada, onde o maior valor de matéria seca de raízes foi obtido com a maior concentração de AIB. Estacas medianas de *Chamaecyparis lawsoniana* colocadas no substrato casca de arroz carbonizada, recebem influência

significativa do AIB sobre a matéria seca de raízes. Mesmo resultado foi encontrado por MANFROI et al. (1997) em estacas de *Actinidia deliciosa*, onde à medida que aumentou a concentração de AIB, elevou-se a matéria seca das raízes, mostrando que o uso de AIB contribuiu efetivamente para o aumento do sistema radicular. Já com *Juniperus virginiana* o tratamento com AIB mostrou-se eficaz em promover maior número e matéria seca de raízes tanto nas estacas basais como apicais (HENRY et al., 1992).

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento e de acordo com os resultados obtidos, conclui-se que:

1. Existe viabilidade técnica para a produção de mudas de *C. lawsoniana* através do enraizamento de estacas apicais e medianas, nos substratos vermiculita e casca de arroz carbonizada, e a necessidade do uso do ácido indolbutírico;
2. O substrato vermiculita promove a formação de um sistema radicular vigoroso;
3. Estacas medianas de *C. lawsoniana* apresentam maior número de raízes e matéria seca de raízes do que as apicais;
4. O uso de ácido indolbutírico pode ser recomendado para melhorar as características de raízes formadas em estacas medianas enraizadas em casca de arroz carbonizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, L.R.; CARVALHO, V.D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas de frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.101, p.47-55, 1983.
- AL-SAQRI, F.; ALDERSON, P.G. Effects of IBA, cutting type and rooting media on rooting of *Rosa centifolia*. **The Journal of Horticultural Science**, Kent, v.71, n.5, p.729-737, 1996.
- BACKES, M.A. **Composto de lixo urbano como substrato para plantas ornamentais**. Porto Alegre – RS. 78 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.
- BELLÉ, S. **Uso da turfa “Lagoa dos Patos” (Viamão/ RS) como substrato horticola**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990. 142 p. Dissertação (Mestrado) - Fitotecnia.
- BUNT, A.C. Physical properties of mixtures of peats and minerals of different particle size and bulk density for potting substrates. **Acta Horticulturae**, Barcelona, v.150, p.143-153, 1983.
- COUVILLON, G.A. Rooting responses to different treatments. **Acta Horticulturae** Wageningen, v.227, p.187-196, 1988.
- DAVIS, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings**. Oregon: Dioscorides Press, 1986. 315 p.
- ECCHER, T. Response of cuttings of 16 *Taxus* cultivars to rooting treatments. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.227, p.251-253, 1988.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R.L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1994. 179 p.

- FRETZ, T.A.; DAVIS, T.S. Effect of indolebutyric acid and succinic acid-2,2-dimethylhydrazide on adventitious root formation on woody cuttings. **HortScience**, Alexandria, v.6, n.1, p. 18-19, 1971.
- GISLEROD, H.R. Physical conditions of propagation media and their influence on the rooting of cuttings. I. Air content and oxygen diffusion at different moisture tensions. **Plant and Soil**, v.69, n.3, p.445-456, 1982a.
- GISLEROD, H.R. Physical conditions of propagation media and their influence on the rooting of cuttings. II. The effect of air content and temperature in different propagation media on the rooting of cuttings. **Plant and Soil**, v.75, n.1, p.1-14, 1982b.
- GONÇALVES, A.L.; MINAMI, K. Efeito de substrato artificial no enraizamento de estacas de calanchoe (*Kalanchoe x blossfeldiana* cv. Singapur, Crassulaceae). **Revista Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.2, p.240-244, 1994.
- GROLI, P.R. **Composto de lixo domiciliar urbano como condicionador de substratos para plantas arbóreas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991. 125 p. Dissertação (Mestrado) - Fitotecnia.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. **Propagacion de plantas - principios y practicas**. México: Compañia Editorial Continental S.A., 1990. 760 p.
- HENRY, P.H.; BLAZICH, F.A.; HINESLEY, L.E. Vegetative propagation of eastern redcedar by stem cuttings. **HortScience**, Alexandria, v.27, n.12, p.1272-1274, 1992.
- HINESLEY, L.E.; SNELLING, L.K. Rooting stem cuttings of Atlantic white cedar outdoors in containers. **Horticultural Abstracts**, v.67, n.10, p.1128, 1997.
- HOWARD, B.H. Relationships between shoot growth and rooting of cuttings in three contrasting species of ornamental shrub. **The Journal of Horticultural Science**, v.71, n.4, p.591-605, 1996.
- IRITANI, C.; SOARES, R.V. Indução do enraizamento de estacas de *Araucaria angustifolia* através da aplicação de reguladores de crescimento. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, 1982, Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte, 1982. p. 313-317.
- JULL, L.G.; WARREN, S.L.; BLAZICH, F.A. Rooting 'Yoshino' *Cryptomeria* stem cuttings as influenced by growth stage, branch order, and IBA treatment. **HortScience**, Alexandria, v.29, n.12, p.1532-1535, 1994.
- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1972. 745 p.
- LORENZO, P.; SANT, M.D. Effects of physical media properties on *Codiaeum variegatum* rooting response. **Acta Horticulturae**, Angers, v.126, p.293, 1981.
- MANFROI, V.; FRANCISCONI, A.H.D.; BARRADAS, C.I.N., SEIBERT, E. Efeito do AIB sobre o enraizamento e desenvolvimento de estacas de quivi (*Actinidia deliciosa*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.1, p.43-46, 1997.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1991. 546 p.
- TAVARES, M.S.W. **Propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.) através de estacas**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1994. 66 p. Dissertação (Mestrado) - Agronomia.
- TILT, K.M.; BILDERBACK, T.E. Physical properties of propagation media and their effects on rooting of three woody ornamentals. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.2, p.245-247, 1987.
- VERDONCK, O.; VLEESCHAUWER, D.; DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Angers, v.126, p.251-258, 1981.
- WILSON, G.C.S. Use of vermiculite as a growth medium for tomatoes. **Acta Horticulturae**, Barcelona, v.150, p.283-288, 1983.
- ZIESLIN, N., SNIR, P. Responses of rose cultivar Sonia and the rootstock *Rosa indica* Major to changes in pH and aeration of the root environment. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.226, p.167-173, 1988.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores – SANEST**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1984. 75p.