

## **Efeito de reguladores vegetais na propagação vegetativa de *Drimys brasiliensis* Miers. (WINTERACEAE)**

Tatiana Marquini Machado<sup>1</sup>, Cristiane de Pieri<sup>2</sup>, Giuseppina Pace Pereira Lima<sup>3\*</sup>, Elizabeth Orika Ono<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, Unesp. Caixa Postal 510, 186000-000, Botucatu, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Bacharel em Ciências Biológicas (Biologia), UNESP, Universidade Estadual Paulista Câmpus de Botucatu, Botucatu, SP.

<sup>3</sup> UNESP, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Química e Bioquímica, Câmpus de Botucatu, Botucatu, SP. gpplima@ibb.unesp.br

<sup>4</sup> UNESP, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Câmpus de Botucatu, Botucatu, SP.

### **Resumo**

A espécie *Drimys brasiliensis* Miers. (cataia) apresenta propriedades medicinais, pode ser utilizada na recuperação de áreas degradadas e está em risco de extinção. Suas sementes apresentam características peculiares que dificultam a propagação sexuada. A utilização de reguladores vegetais promotores de enraizamento, como as auxinas e ácido caféico, podem acelerar o processo de enraizamento por meio da estaquia. Assim sendo, avaliamos os efeitos de reguladores vegetais no enraizamento de estacas caulinares de *Drimys brasiliensis* Miers. Relacionamos os teores de açúcares totais e atividade de peroxidase no enraizamento dessas estacas. As coletas foram feitas de plantas localizadas em mata ciliar próxima do Aeroporto de Botucatu, SP. As bases das estacas foram tratadas com os reguladores vegetais por 24 horas ou na forma de talco, sendo os reguladores vegetais utilizados IBA; NAA e o ácido caféico. Os resultados deste trabalho mostraram que a propagação desta espécie por meio da estaquia é viável.

**Palavras-chave:** auxina, ácido caféico, atividade peroxidase, açúcares totais, cataia

### **INTRODUÇÃO**

O gênero *Drimys* da família Winteraceae apresentam representantes desde as Filipinas e Bornéu até a Tasmânia (Abreu et al., 2005; Lorenzi & Souza, 2005). A espécie *Drimys brasiliensis* Miers. é nativa da região central do Chile até o Cabo Horn, no sul da América do Sul e no Brasil aparece desde o estado da Bahia até o Rio Grande do Sul, em matas de

altitude e matas ciliares de terrenos brejosos ou bem drenados. Também é conhecida como cataia, casca-d'anta, melambó, melambo, etc. (Lorenzi, 2002).

*Drimys brasiliensis* Miers. possui propriedades medicinais como antinociceptiva e analgésica. Além do interesse medicinal, essa espécie pode ser empregada em plantios florestais (Lorenzi, 2002; Abreu *et al.*, 2005).

A cataia consta da Lista Oficial da Flora Brasileira de Espécies Ameaçadas de Extinção do Estado de São Paulo, assim, a multiplicação desta espécie torna-se interessante (Filgueiras & Pereira, 1990).

As sementes de cataia apresentam dormência por imaturidade embrionária e seu caule não apresenta elementos vasculares. A estrutura anatômica do caule compõe-se inteiramente de traqueídes longitudinais, parênquima axial, raios e grandes pontuações. As espécies desta ordem têm sido consideradas como as angiospermas viventes mais primitivas (Abreu *et al.*, 2005). Esses dois fatores, provavelmente, são as causas da dificuldade da produção de mudas dessa espécie, tanto por via sexuada quanto por via assexuada.

A propagação vegetativa por estaquia produz clones viáveis e é a mais importante forma de produção de mudas, além de ser o mais importante método para a produção comercial de plantas pelo mundo (Li *et al.*, 2009a). A indução de raízes adventícias é um passo crucial para a propagação vegetativa via estacas de muitas espécies herbáceas e arbóreas. A capacidade de enraizamento varia como genótipo e também depende da idade das plantas utilizadas como fonte de estacas (Ricci *et al.*, 2008). Essa capacidade está associada com o processo de rediferenciação, na qual células pré-predeterminadas mudam sua forma morfogênica e agem como primórdios radiciais (Li *et al.*, 2009a).

Para que ocorra a indução do sistema radicial, o principal hormônio vegetal envolvido é a auxina, o ácido indolilacético (IAA). As plantas produzem IAA nos ápices e folhas jovens, mas para o sucesso do enraizamento em espécies difíceis de enraizar é geralmente importante a aplicação de auxina exógena, pois promove a formação de raízes (Štefančič *et al.*, 2007). As auxinas têm papel primordial em numerosos processos de desenvolvimento funcionando como um sinal para a divisão, crescimento e diferenciação celular (Li *et al.*, 2009b).

Muitos estudos têm mostrado que o IBA (ácido indol-3-butírico) tem maior habilidade de promover a formação de raízes adventícias em comparação ao IAA, além de ser mais estável e menos sensível do que o IAA em relação à degradação pelo sistema IAA-oxidase (Krisantini *et al.*, 2006; Štefančič *et al.*, 2007).

As auxinas ainda translocam carboidratos para a área tratada, aumentando a taxa de respiração e ocorrendo transformações nos carboidratos e nos compostos nitrogenados orgânicos, estimulando a iniciação radicular e a conseqüente formação de raízes em estacas (Felzener et al., 2007). A quantidade endógena de carboidratos pode ser um fator limitante durante o processo de enraizamento. A concentração de açúcar, carboidrato e fenóis diminuem a partir do estágio de iniciação de raízes em estacas caulinares (Tsipouridis et al., 2006).

Outras substâncias mostram-se tão importantes quanto às auxinas na formação de raízes em estacas caulinares, entre elas algumas substâncias provenientes do metabolismo secundário, como os compostos fenólicos. Eles inibem a oxidação do IAA em diferentes espécies vegetais (Štefančič et al., 2007). Entre esses ácidos estão os ácidos caféico e clorogênico e catecol, que interagem com as auxinas induzindo a iniciação das raízes (Felzener et al., 2007). Contudo, os mecanismos latentes do controle do processo de enraizamento em resposta aos compostos fenólicos ainda são desconhecidos. Recentemente, os compostos fenólicos têm sido relatados como indutores da proteção contra as ROS (espécies reativas de oxigênio), importantes para a morte celular e danos a planta (Singh et al., 2009).

O peróxido de hidrogênio, uma espécie reativa do oxigênio, funciona como um sinal molecular que media vários processos fisiológicos e bioquímicos, assim como um controle de respostas a vários estímulos em células animais e vegetais (Li et al., 2009b). As peroxidases vegetais são enzimas que catalisam a oxidação de numerosos doadores de elétrons artificiais e fisiológicos (por exemplo, ácido caféico) utilizando o peróxido de hidrogênio. Além disso, essas enzimas têm sido utilizadas como marcadores bioquímicos de sucessivas fases do enraizamento (Hatzilazarou et al., 2006).

Devido à dificuldade da produção de mudas de *Drimys brasiliensis* Miers. a utilização de reguladores vegetais na propagação vegetativa aparece como um possível meio de produção de grandes quantidades de mudas em curto período de tempo. Além disso, existe o interesse em utilizar essa espécie em plantios florestais para a regeneração de matas degradadas, do seu uso medicinal e, principalmente, para o manejo e conservação da mesma, assim, é necessário buscar mais informações sobre sua propagação.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial de enraizamento de estacas caulinares de *Drimys brasiliensis* Miers. por meio do tratamento destas com auxinas e ácido fenólico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Ramos caulinares jovens de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers.) foram coletados nas primeiras horas do dia próximo ao Aeroporto de Botucatu (latitude 22°56'12" S, longitude 48°28'03" O, altitude 882m), em mata ciliar da cidade de Botucatu – SP. O trabalho foi conduzido em câmara de nebulização do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências, UNESP – Campus de Botucatu, Botucatu, SP.

Dos ramos foram retiradas estacas contendo dois nós com corte em bisel na base das estacas e duas folhas cortadas ao meio. O comprimento das estacas foi de aproximadamente 10 cm. As estacas foram tratadas com fungicida Captan® (N-triclorometiltio-4-ciclohexano-1,2-decarboximida) a 0,5% como controle fitossanitário.

As bases das estacas foram tratadas com os seguintes reguladores vegetais por 24 horas ou através destes, na forma de talco: Testemunha (H<sub>2</sub>O), IBA 0,5% (talco), NAA 0,5% (talco), IBA 200 mg L<sup>-1</sup> (solução), NAA 200 mg L<sup>-1</sup> (solução), IBA 0,5% + ácido caféico 0,5% (talco), NAA 0,5% + ácido caféico 0,5% (talco), IBA 200 mg L<sup>-1</sup> + ácido caféico 200 mg L<sup>-1</sup> (solução) e NAA 200 mg L<sup>-1</sup> + ácido caféico 200 mg L<sup>-1</sup> (solução).

Após os tratamentos, as estacas foram colocadas em bandejas de isopor de 12 cm de profundidade com 72 células contendo fibra de coco como substrato e mantidas em câmara de nebulização, com controle de temperatura e umidade, sob nebulização intermitente tipo "fog", por 90 dias. Após o plantio das estacas, realizaram-se pulverizações semanais com o fungicida Captan® (N-triclorometiltio-4-ciclohexano-1,2-decarboximida) a 0,5% em solução para prevenir a contaminação por patógenos.

Os efeitos dos reguladores vegetais foram avaliados através de observações do número de estacas enraizadas, número de estacas com calos e número de estacas vivas cujos resultados foram apresentados em porcentagem, número de raízes formadas nas estacas e comprimento das duas maiores raízes formadas nas estacas, em centímetros.

Além disso, a observação da formação de raízes foi realizada semanalmente, permitindo calcular o índice de velocidade de enraizamento (IVE).

O experimento foi montado num esquema inteiramente casualizado com 9 tratamentos e 4 repetições de 12 estacas cada. Também foram realizadas análises bioquímicas dos teores de açúcares totais e atividade da peroxidase nas estacas enraizadas. Para tanto, ao término das avaliações as estacas foram congeladas com N<sub>2</sub> líquido e acondicionadas em papel alumínio e colocadas em sacos de polietileno para identificação e mantidas em ultra-freezer à - 80°C até o momento das análises. Para maceração do

material vegetal foi utilizado moinho de N<sub>2</sub> líquido do Centro de Isótopos Estáveis em Ciência da Vida, do Instituto Biociências – UNESP e o produto da moagem foi acondicionado em papel alumínio e levadas, novamente, ao ultrafreezer.

A quantificação dos açúcares totais foi determinada com a utilização de 100 µL do extrato, 400 µL de água destilada, 0,5 mL de fenol e 2,5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. As leituras foram realizadas a 490 nm em espectrofotômetro e comparadas com a curva padrão de glicose (Dubois et al., 1956).

A determinação da atividade da enzima peroxidase foi realizada de acordo com o método de Allain et al. (1974) modificado por Lima et al. (1999). O sistema de reação foi obtido adicionando-se 500 µL do extrato enzimático, 500 µL de solução de diclorofenol com aminoantipirina (163 mg de diclorofenol + 81,3 mg de aminoantipirina em 100 mL de água destilada) e 500 µL de uma solução de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30%. A leitura foi efetuada imediatamente, em espectrofotômetro a 505 nm. A atividade específica da peroxidase foi quantificada em µmol de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> decomposta min<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> de matéria fresca.

Para o experimento com estacas as variâncias dos resultados foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Levene e as variáveis cujas variâncias se mostraram homogêneas foram submetidas à análise fatorial.

Os dados de porcentagem de enraizamento, porcentagem de estacas com calos e número médio de raízes por estaca foram transformados em  $\sqrt{x}$ .

## **RESULTADOS**

Para a porcentagem de enraizamento não houve interação entre os fatores modo de aplicação, presença ou não de ácido caféico e utilização de IBA ou NAA. Porém, houve efeito significativo quando o regulador vegetal foi aplicado na forma de talco, apresentando média de 42,18% em relação à solução, 23,43%.

Quanto à porcentagem de estacas com calos houve interação entre os fatores de veículo de aplicação dos reguladores vegetais e presença ou ausência do ácido caféico em combinação com IBA ou NAA. Considerando-se a forma de talco e sem adição de ácido caféico a 0,5% observou-se diferença significativa das médias entre os tratamentos com IBA, 22,91% e NAA, 9,37%. E em relação à forma de aplicação as médias foram maiores e significativas para a aplicação dos reguladores vegetais em solução (14,1%) do que em forma de talco (5,2%) (Tabelas 1 e 2). A testemunha diferiu de maneira significativa do tratamento IBA 0,5 % em forma de talco, 34,26 (Tabela 6).

Para o número de raízes por estaca e comprimento médio das duas maiores raízes por estaca, não houve diferença entre a concentração e a forma de aplicação. Porém, para o número de raízes por estaca houve diferença significativa quanto à presença (22,56) ou não (15,20) do ácido caféico. Quanto às interações, não houve diferença significativa entre os fatores.

A testemunha diferenciou significativamente do tratamento com IBA 200 mg L<sup>-1</sup> + ácido caféico 200 mg L<sup>-1</sup>, 25,82 para o número de raízes por estaca. E para o comprimento médio das duas maiores raízes diferenciou em 3,17 para o tratamento com IBA 0,5% + ácido caféico 0,5% na forma de talco (Tabela 6).

Em relação à porcentagem de estacas vivas, houve interação entre os fatores modo de aplicação e presença de ácido caféico, sendo que os reguladores aplicados na forma de talco com presença do ácido caféico apresentaram as maiores médias (48,95%) de estacas vivas do que quando utilizado os mesmos reguladores em solução e sem o ácido caféico, 23,95% (Tabela 3). A testemunha diferenciou significativamente do tratamento com IBA 0,5% + ácido caféico 0,5%, 52,15 (Tabela 6).

Para o índice de velocidade de enraizamento (IVE) houve interação entre os fatores presença ou não do ácido caféico e forma de aplicação foram significativas, indicando que os fatores não são independentes. A presença de ácido caféico junto com as auxinas em solução apresentou as maiores médias de IVE (0,5) do que sem a presença do ácido caféico (0,4) (Tabela 4).

Para a concentração de açúcares totais não houve interação entre os fatores presença ou não de ácido caféico e utilização das auxinas, IBA ou NAA, indicando que são independentes. Porém, houve diferença significativa nas médias do fator forma de aplicação, sendo que no talco foi de 30,5 mg g<sup>-1</sup> e a média em solução foi de 26,5 mg g<sup>-1</sup> (Tabela 5).

Quanto à análise da atividade da peroxidase (POD) não houve interação entre os fatores forma de aplicação, presença ou não de ácido caféico e utilização das auxinas, IBA ou NAA, indicando que são independentes.

TABELA 1. Interação dos efeitos do tipo e combinação de auxina e e a presença ou ausência do ácido caféico na porcentagem de estacas com calos em estacas caulinares de *Drimys brasiliensis* (Miers.).

Auxinas (IBA e/ou NAA) Presença ou Ausência de ácido caféico	IBA	NAA	Auxinas (IBA e/ou NAA)
	Com ácido caféico	10,417	15,625
Sem ácido caféico	9,375	3,125	6,250 B
Presença/Ausência de ácido caféico	9,869 A	9,375 A	

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas colunas.

TABELA 2. Interação dos efeitos do tipo e combinação de auxina e o modo de aplicação dos reguladores vegetais na porcentagem de estacas com calos em estacas caulinares de *Drimys brasiliensis* (Miers.).

Auxinas (IBA ou NAA) Modo de aplicação	IBA	NAA	Auxinas (IBA e/ou NAA)
	Talco	17,708	8,333
Solução	10,417	2,083	6,250 B
Modo de aplicação	14,063 A	5,208 B	

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas colunas.

TABELA 3. Interação dos efeitos do modo de aplicação dos reguladores vegetais e o efeito do ácido caféico na porcentagem de estacas vivas em estacas caulinares de *Drimys brasiliensis* (Miers.).

Presença/Ausência de ácido caféico Modo de aplicação	Com ácido caféico	Sem ácido caféico	Modo de aplicação
	Talco	48,95 a	40,62 a
Solução	23,95 b	33,33 a	28,64 B
Presença/Ausência de ácido caféico	36,45 A	36,97 A	

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas colunas.

TABELA 4. Interação dos efeitos do modo de aplicação dos reguladores vegetais e o efeito do ácido caféico no Índice de Velocidade de Enraizamento (IVE) em estacas caulinares de *Drimys brasiliensis* (Miers.).

Presença/Ausência de ácido caféico	Com ácido caféico	Sem ácido caféico	Modo de Aplicação
Modo de Aplicação			
Talco	0,329	0,701	0,51573 A
Solução	0,401	0,360	0,38105 A
Presença/Ausência de ácido caféico	0,53094 A	0,36584 B	

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas colunas.

TABELA 5. Interação dos efeitos do modo de aplicação dos reguladores vegetais e as diferentes auxinas aplicadas na quantificação de açúcares solúveis totais (AST) em estacas caulinares de *Drimys brasiliensis* (Miers.)

Modo de aplicação	Com ácido caféico	Sem ácido caféico	Modo de aplicação
Auxinas (IBA ou NAA)			
IBA	31,82	25,63	28,73 A
NAA	29,10	27,38	28,24 B
Presença/Ausência de ácido caféico	30,467 A	26,159 B	

Letras maiúsculas iguais não diferem entre si nas colunas.

## DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que a espécie *Drimys brasiliensis* Miers. apresenta características que demonstram ser uma espécie de difícil enraizamento. Isso pode ser constatado após a aplicação dos tratamentos com auxina na forma de talco ou em solução, nas quais as estacas que permaneceram 24 horas imersas em soluções de NAA, IBA e água destilada apresentaram sinais de oxidação dos tecidos vegetais externos (escurecimento) e o mesmo não ocorreu com as estacas tratadas com talco. Outro fato foi que na primeira semana observou-se grande quantidade de estacas mortas, principalmente na testemunha e nos tratamentos com a utilização dos reguladores em solução e nas semanas seguintes houve estabilização da taxa de sobrevivência.

A estaquia depende de diversos fatores como características intrínsecas da espécie, o tipo e origem da estaca, ambiente de enraizamento, presença de indutores, tratamento após corte, reservas e

atividades fisiológicas (Atangana et al., 2006). A cataia possui a estrutura anatômica do caule composta inteiramente de traqueídes longitudinais, parênquima axial, raios e grandes pontuações (Abreu et al., 2005; Lorenzi & Sousa, 2005), o que provavelmente dificultaria a translocação de substâncias durante o processo de enraizamento pela técnica de estaquia.

As auxinas sintéticas quando aplicadas em solução tendem a agir mais efetivamente no enraizamento. Já a aplicação na forma de talco possui menor solubilidade (Hartmann et al., 2002) reduzindo a absorção, porém ficam aderidas por mais tempo na base das estacas (Chong et al., 1992), o que pode ter influenciado, juntamente com as características anatômicas do caule da espécie nos dados obtidos neste trabalho.

Além disso, observou-se três respostas da espécie aos tratamentos: calosidade e produção de raízes, enraizamento sem calos e estabilização da taxa de sobrevivência. A formação de raízes adventícias pode ser de forma direta, pela diferenciação de células próximas ao sistema vascular, ou indireta, quando as células de divisão não orientada formam calos que permanecem assim por um período e depois, ao se dividirem de forma organizada, iniciam a raiz primária (Hartmann et al., 2002). A auxina é exigida para a iniciação de raízes em estacas e, mais que isso, tem sido mostrado que as primeiras divisões celulares da raiz inicial dependem, de qualquer maneira, da auxina endógena ou exógena (Henrique et al., 2006).

Em estacas de *Ardisia crenata* tratadas com NAA a 200 mg L<sup>-1</sup> e IBA a 2000 mg L<sup>-1</sup> em solução ou IBA a 0,5 e 1,0% em forma de talco, Roh et al. (2005) observaram que as médias de porcentagem de enraizamento, número de raízes e comprimento das raízes apresentaram aumento significativo quando tratadas com 2000 mg L<sup>-1</sup> de IBA em comparação ao controle. E entre os tratamentos com IBA tanto em solução como veiculado em talco os resultados foram similares.

Muitos estudos têm mostrado que na formação de raízes há, predominantemente, nutrientes de reservas como os carboidratos, compostos nitrogenados, vitaminas e outras substâncias nos tecidos da estaca no momento do enraizamento (Stancato et al., 2003; Guo et al., 2009). Os carboidratos possuem importante papel como fonte de energia e manutenção osmótica (Yasodha et al., 2008) e as auxinas possuem uma relação com os carboidratos na formação de raízes. Essa relação é bastante complexa, a auxina podendo influenciar diretamente no acúmulo basal de carboidratos, devido ao aumento de sua concentração, condições que induzem o enraizamento (Felzener et al., 2007). A hidrólise de carboidratos nas estacas parece ser importante durante o processo de enraizamento como fonte de energia e esqueletos de carbono (Stancato et al., 2003). Porém, para a estaquia da espécie *Drimys brasiliensis* Miers. não houve

diferença significativa nos teores de açúcares totais entre os tratamentos utilizados.

Em estacas de *Paeonia* a quantidade de carboidratos nas estacas não apresentaram diferenças significativas nas amostras coletadas nos três primeiros dias (Guo et al., 2009). Kochhar et al. (2008) estudando a estaquia de *Jatropha curcas*, relatam que os brotos eram formados antes devido à reserva de carboidratos e começavam a produzir auxinas, as quais acumuladas eram transportadas para a parte basal das estacas.

As peroxidases nas plantas são enzimas que catalisam a oxidação de numerosos doadores de elétrons utilizando o peróxido de hidrogênio (Hatzilazarou et al., 2006). O peróxido de hidrogênio tem sido relatado como indutor do aumento em enzimas antioxidativas (Li et al., 2009a). Tem-se demonstrado que o peróxido de hidrogênio funciona como um sinalizador de molécula que media respostas a vários estímulos em células vegetais (Li et al., 2009b), como no controle do enraizamento agindo como marcadores de sucessivas fases do enraizamento (Hatzilazarou et al., 2006). A auxina, IAA, é rapidamente metabolizada pela peroxidase, agindo no sistema IAA-oxidase com uma grande atividade durante a fase de iniciação da raiz (Štefančič et al., 2007).

Na estaquia da cataia não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à atividade da peroxidase. Em estacas de *Jatropha curcas* tratadas com soluções em dosagens diferentes de IBA e NAA, Kochhar et al. (2008) relataram que o IBA foi mais eficiente que o NAA no enraizamento dessa espécie e que esse estudo sugere que tanto a IAA-oxidase como a peroxidase auxiliam no catabolismo e no desencadeamento do processo de iniciação radicular. Ainda afirmam que, a peroxidase pode estar envolvida tanto na iniciação radicular como no processo de alongamento celular.

O tratamento que apresentou maior qualidade e porcentagem de enraizamento foi o obtido com o tratamento de IBA + ácido caféico a 0,5% na forma de talco. Muitos autores têm relatado a diferença no enraizamento dependente de auxina exógena, a qual o IBA com freqüência apresenta os melhores resultados (Tchoundjeu et al., 2004). Em um estudo de enraizamento de *Grevillea*, os resultados obtidos mostram que o IBA é indutor mais efetivo na formação de raízes adventícias do que o IAA (Krisantini et al., 2006).

Tabela 6. Variação das médias da testemunha em relação aos demais tratamentos na porcentagem de estacas caulinares enraizadas, vivas e com calos; número de raízes por estaca; comprimento das duas maiores raízes; Índice de Velocidade de Enraizamento (IVE); atividade da peroxidase e teor de açúcares totais de estacas caulinares de *Drimys brasiliensis* Miers., tratadas com reguladores vegetais.

Tratamentos	Porcentagem de enraizamento	Porcentagem de estacas com calos	Número raízes por estaca	Comprimento	Porcentagem de estacas vivas	IVE	Açúcares totais	Peroxidase
IBA 0,5% - talco	50,44	34,26*	17,68	2,38	47,98	0,77	6,70	0,006
NAA 0,5% - talco	35,87	15,51	10,96	2,15	33,40	0,40	5,75	0,010
IBA 200 mg L <sup>-1</sup>	27,53	19,67	12,17	1,75	27,15	0,27	0,09	0,016
NAA 200 mg L <sup>-1</sup>	31,69	13,42	12,17	2,67	39,65	0,19	3,81	0,008
IBA 0,5% + ácido caféico 0,5% - talco	52,53	23,84	19,22	3,04	52,15*	0,23	7,55	0,013
NAA 0,5% + ácido caféico 0,5% - talco	48,36	28,01	16,18	3,17*	45,90	0,18	3,06	0,015
IBA 200 mg L <sup>-1</sup> + ácido caféico 200 mg L <sup>-1</sup>	27,53	19,67	25,82*	1,95	22,98	0,31	1,77	0,010
NAA 200 mg L <sup>-1</sup> + ácido caféico 200 mg L <sup>-1</sup>	25,44	13,42	21,17	2,71	25,07	0,24	1,55	0,007
C.V. (%)	23,28	85,66	14,27	32,78	19,01	43,24	11,79	52,06

\* Tratamentos que diferiram significativamente da testemunha.

Pode-se observar que os melhores tratamentos para a produção de mudas por estaquia de cataia foram aqueles que utilizaram-se a auxina em conjunto com o ácido caféico em forma de talco. Muitos trabalhos têm identificado os compostos fenólicos, por exemplo, o ácido caféico, como promotores ou inibidores endógenos do enraizamento. Seus efeitos no enraizamento de estacas têm sido estudados em numerosas espécies, particularmente em espécies de difícil de enraizamento (Wu et al., 2007).

Os compostos fenólicos, particularmente, os di-hidroxifenóis ou tri-hidroxifenóis, protegem a ação da auxina no enraizamento através da inibição da atividade do sistema IAA-oxidase e, conseqüentemente, previnem a destruição do IAA (Trobec et al., 2005). Esses mesmos autores relatam que em porta-enxerto de cereja 'GiSela 5' a aplicação de auxina nas estacas não influenciou no nível de compostos fenólicos, como a ácido caféico.

Para a produção de mudas de *Drimys brasiliensis* Miers. A utilização de reguladores vegetais pode auxiliar em uma melhor produção de mudas em viveiro, porém faz-se necessário mais estudos para a ambientação das mudas no campo.

## REFERÊNCIAS

ABREU, D.C.A. de; et al. Caracterização de frutos e sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers. - Winteraceae). **Rev. bras. Sementes**, v.27, n.2, p. 67-74, 2005.

ATANGANA, A. R.; TCHOUNDJEU, Z.; ASAAH, E. K.; SIMONS, A. J.; KHASA, D. P. Domestication of *Allanblackia floribunda*: Amenability to vegetative propagation. **Forest Ecology and Management**, v. 237, p. 246-251, 2006.

CHONG, C. et al. Comparative rooting of stem cuttings of selected woody landscape shrub and tree taxa to varying concentrations of IBA in talc, ethanol and glycol carriers. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 10, n. 4, p. 245-250, 1992.

DUBOIS, M; GILLEWS, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBER, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, n.3, p. 350-6, 1956.

FELZENER, L.T.; BARREIRO, A. P.; ONO, E. O.; BARROS-CARDOSO, S. A.; RODRIGUES, J. D. Effect of plant growth regulators on rooting of *Poncirus trifoliata* var. *monstrosa* (T.ITO) cuttings. **Rev. Bras. Fruticultura**, v. 29, n. 2, p. 399-402, 2007.

FILGUEIRAS, T.S.; PEREIRA, B.A.S. Flora do Distrito Federal. In: Novaes, M.P. (Ed.). **Cerrado – caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Ed. UNB – Sematec. 1990. P. 331-388.

GUO, X.; FU, X.; ZANG, D.; MA, Y. Effect of treatments, cuttings' collection date and initial characteristics on *Paeonia* 'Yang Fei Chu Yu' cutting propagation. **Scientia Horticulturae**, v. 119, p. 177-181, 2009.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIS JUNIOR, F.T. **Plant propagation: principles and practices**. 6.ed. New York: Englewood Cliffs/Prentice-Hall, 2002. 710p.

HATZILAZAROU, S. P.; SYROS, T. D.; YUPASANIS, T. A.; BOSABALIDIS, A. M.; ECONOMOU, A. S. Peroxidases, lignin and anatomy during *in vitro* and *ex vitro* rooting of gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) microshoots. **Journal of Plant Physiology**, v. 163, p. 821-836, 2006.

HENRIQUE, A.; CAMPINHOS, E. N.; ONO, E. O.; PINHO, S. Z. Effect of plant growth regulators in the rooting of *Pinus* cuttings. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 2, p. 189-196, 2006.

KOCHHAR, S.; SINGH, S. P.; KOCHHAR, V. K. Effect of auxins and associated biochemical changes during clonal propagation of the biofuel plant – *Jatropha curcas*. **Biomass and Bioenergy**, v. 32, p. 1136-1143, 2008.

KOMAR, S. & MALHOTRA, S. P. Partial purification of superoxide dismutase and peroxidase from ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) fruit using anion exchange chromatography. **Physiol. Mol. Biol. Plants**, v. 14, n. 3, p. 167-172, 2008.

KRISANTINI, S.; JOHNSTON, M.; WILLIAMS, R. R.; BEVERIDGE, C. Adventitious root formation in *Grevillea* (Proteaceae) an }Australian native species. **Scientia Horticulturae**, p. 107, p. 171-175, 2006.

LI, S.; XUE, L.; XU, S.; FENG, H.; AN, L. IBA-induced changes in antioxidant enzymes during adventitious rooting in mung bean seedlings: The role of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. **Environmental and Experimental Botany**, 2009a, doi:10.1016/j.envexpbot.2009.03.005.

LI, S.; XUE, L.; XU, S.; FENG, H.; AN, L. Hydrogen peroxide acts as signal molecule in the adventitious root formation of mung bean seedlings. **Environmental and Experimental Botany**, 65, p. 63-71, 2009b.

LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G.; OLIVEIRA, A. M. De. Polyamines and peroxidase activity in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under saline stress. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 1, 1999.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 368p.

LORENZI, H. & SOUZA, V. C. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

RICCI, A.; ROLLI, E.; DRAMIS, L.; DIAZ-SALA, C. N,N'-bis-(2,3-Methylenedioxyphenyl)urea e N,N'-bis-(3,4-Methylenedioxyphenyl)urea enhance adventitious rooting in *Pinus radiata* and affect expression of genes induced during adventitious rooting in the presence of exogenous auxin. **Plant Science**, v. 175, p. 356-363, 2008.

ROH, M. S.; LEE, A.; SUH, J. Production of high quality *Ardisia* plants by stem tip cuttings. **Scientia Horticulturae**, v. 104, p. 293-303, 2005.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Listagem das espécies arbóreas e indicação de sua ocorrência natural nos biomas/ecossistemas e regiões ecológicas do Estado de São Paulo, com a classificação sucessional e a categoria de ameaça de extinção**. Instituto de Botânica de São Paulo. [on line] 2006, Anexo da Resolução n. 58 [citado em 09 Fevereiro 2007], p. 34. Disponível na World Wide Web: [http://www.ibot.sp.gov.br/legislacao/anexo\\_resol58.PDF](http://www.ibot.sp.gov.br/legislacao/anexo_resol58.PDF)

SINGH, H. P.; KAUR, S.; BATISH, D. R.; KOHLI, R. K. Caffeic acid inhibits *in vitro* rooting in mung bean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] hypocotyls by inducing oxidative stress. **Plant Growth Regul**, v. 57, p. 21-30, 2009.

STANCATO, G. C.; AGUIAR, F. F. A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A. R.; CATHARINO, E. L. M.; SILVEIRA, R. B. de A. *Rhipsalis grandiflora* Haw. (Cactaceae) propagation by stem cuttings. **Scientia Agrícola**, v. 60, n. 4, p. 651-656, 2003.

ŠTEFANČIČ, M.; ŠTAMPAR, F.; VERVERIČ, R.; OSTERC, G. The levels of IAA, IAAsp and some phenolics in cherry rootstock 'GiSela 5' leafy cuttings pretreated with IAA and IBA. **Scientia Horticulturae**, v. 112, p. 399-405, 2007.

TCHOUNDJEU, Z.; MPECK, M-L. Ngo; ASAAH, E.; AMOUGOU, A. The role of vegetative propagation in the domestication of *Pausinystalia johimbe* (K. Schum), a highly threatened medicinal species of West and Central Africa. **Forest Ecology and Management**, v. 188, p. 175-183, 2004.

TROBEC, M.; ŠTAMPAR, F.; VEBERIČ, R.; OSTERC, G. Fluctuations of different endogenous phenolic compounds and cinnamic acid in the first days of rooting process of cherry rootstock 'GiSela 5' leafy cuttings. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, p. 589-597, 2005.

TSIPOURIDIS, C.; THOMIDIS, T.; BLADENOPOULOU, S. Rhizogenesis of GF677, early crest, may crest and arm king stem cuttings during the year in relation to carbohydrate and natural hormone content. **Scientia Horticulturae**, v. 108, p. 200-204, 2006.

WU, H. C.; du TOIT, E. S.; REINHARDT, C. F.; RIMANDO, A. M.; van der KOOY, F.; MEYER, J. J. M. The phenolic, 3,4-dihydroxybenzoic acid, is an endogenous regulator of rooting in *Protea cynaroides*. **Plant Growth Regul**, v. 52, p. 207-215, 2007.

YASODHA, R.; KAMATA, S.; KUMAR, A.; KUMAR, P. D.; KALAIARASI, K. Effect of glucose on in vitro rooting of mature plants of *Bambusa nutans*. **Scientia Horticulturae**, v. 116, p. 113-116, 2008.



*Naturalia* – eISSN:2177-0727 - ISSN: 0101-1944 - UNESP, Rio Claro, SP, Brasil  
Licenciada sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)