

Enraizamento de estacas de *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. em função de concentrações e reaplicações de AIB

Rooting of cuttings of *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. As a result of concentrations and reapplications of IBA

Mariane de Oliveira PEREIRA [1](#); Marcio Carlos NAVROSKI [2](#); Alessandro Camargo ÂNGELO [3](#); Taciana FRIGOTTO [4](#); Aline MENEGUZZI [5](#); Dionéia FELIPPE [6](#)

Recibido: 10/11/16 • Aprobado: 21/12/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
 - [2. Materiais e métodos](#)
 - [3. Resultados e discussões](#)
 - [4. Conclusões](#)
- [Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

Objetivou-se analisar concentrações de AIB em sucessivas reaplicações em *Sequoia sempervirens*. O experimento foi conduzido em DIC, fatorial 3 (concentrações de AIB) x 5 (reaplicações). Seis meses após o estaqueamento avaliou-se sobrevivência, enraizamento e número de raízes. Após essa avaliação as estacas foram submetidas a um novo experimento de corte dos calos e aplicação de AIB. O uso de 6.000 mg L⁻¹ de AIB promoveu maior mortalidade de estacas (9,9%), entretanto, reaplicado quinzenalmente apresentou maior enraizamento (86,4%) e número de raízes (5,32). Para as estacas não enraizadas em seis meses, a lesão dos calos proporcionou bom enraizamento e sobrevivência. **Palavras-chave:** Silvicultura clonal, coníferas, estaquia, auxina, calos.

ABSTRACT:

The objective of this study was to analyze concentrations of IBA in successive replications in *Sequoia sempervirens*. The experiment was conducted in CRD, factorial 3 (IBA concentrations) x 5 (reapplications). Six months after staking, survival, rooting and root number were evaluated. After this evaluation the cuttings were submitted to a new callus cutting experiment and IBA application. The use of 6,000 mg L⁻¹ of IBA promoted higher mortality of cuttings (9.9 %), however, reapplied biweekly with greater rooting (86.4 %) and number of roots (5.32). For cuttings not rooted in six months, callus lesion provided good rooting and survival. **Keywords:** Clonal forestry; conifers, cutting, auxin, callus.

1. Introdução

A sequoia (*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.) é uma espécie nativa da metade noroeste dos Estados Unidos, principalmente da costa central e norte da Califórnia. É uma das espécies mais

altas e volumosas do mundo, podendo atingir altura superior a 100 metros e diâmetro a altura do peito superior a 4 metros. Nos locais onde a sequoia é nativa a altura média dos indivíduos é de aproximadamente 60 metros (ALDEN, 1997). É uma espécie que apresenta copa piramidal; fuste reto e levemente cônico; casca grossa, esponjosa, fibrosa e de cor marrom. Os ramos são perpendiculares ao tronco, com folhas perenes inserida helicoidalmente, ficando mais espessas durante o inverno (KANNEGIESSER, 1990; ALDEN, 1997).

O clima em que se desenvolve naturalmente a sequoia pode-se classificar como temperado superúmido ou úmido com influência oceânica. As temperaturas médias anuais variam entre 10 e 16 °C e a diferença entre a média mínima e máxima anual não supera 16,7 °C. A espécie suporta temperaturas extremas, tanto negativas no qual pode suportar temperaturas inferiores a -10°C e superiores suportando até 38°C. A precipitação varia entre 635 a 3.100 mm, distribuídas principalmente no inverno (OSLON; ROY, 1989). Plantios realizados no Chile mostram que a espécie apresenta maior adaptação e crescimento em regiões com inverno frio e úmido, podendo ocorrer geadas e verões quentes com elevada umidade (TORAL et al., 2003). Neste país, é importante destacar que existem alguns plantios no qual mostram a espécie com potencial para plantio, apresentando um incremento de até 30 m³/ha/ano em uma rotação de 30 a 40 anos (VILLANUEVA, 1995).

A demanda pelo cultivo de novas espécies florestais tem sido crescente e a madeira de espécies mais nobres vem sendo cada vez mais valorizada economicamente. Segundo Toral et al. (2003) a madeira de sequoia é uma das mais valiosas e desejadas em todo mercado internacional apresentando cerne marrom-avermelhado e alburno com tonalidade branca.

A madeira da sequoia apesar de possuir baixa densidade (0,42 g/cm³) (PÉREZ, 1983), possui boa estabilidade dimensional e resistência à deterioração, além de outras características favoráveis para fabricação de painéis e produção de celulose (DIEL; FRIZZO, 2002). Spichinger (2004) relata que a madeira de sequoia apresenta, como características, boa usinabilidade e boa aderência para tintas e vernizes, além de não apresentar resinas, típicas de madeira de coníferas. Essas qualidades tornam a madeira de sequoia atrativa para a produção de painéis e uso na indústria moveleira.

A sequoia é uma espécie que apresenta propagação principalmente por sementes. Entretanto, a taxa de germinação das sementes (média de 10%) e a viabilidade das plântulas são muito baixas (BOE, 1974). Além disso, plantas jovens apresentam menor viabilidade das sementes, sendo que a maior viabilidade foi obtida em árvores com 250 anos de idade (OLSON et al., 1990).

Na produção de mudas, para reduzir os problemas com a baixa germinação e viabilidade das plântulas pode ser utilizada a propagação vegetativa por estaquia. Entretanto, segundo Liu et al. (2006), a estaquia da sequoia pode apresentar problemas no enraizamento e baixa produção de raízes finas na estaca, o que pode prejudicar a sobrevivência das mudas. Segundo Olson et al. (1990), é possível obter mais de 90% de enraizamento com o uso de matrizes jovens e uso de irrigação por nebulização e reguladores de crescimento.

Segundo estudo realizado por Teixeira (1981), os fatores que incidem diretamente na formação de raízes em estacas de sequoia são principalmente os tratamentos com reguladores de crescimento (auxinas) e o grau de juvenilidade do material de onde se retiram as estacas. No mesmo sentido, Jarvis; Yasmin (1987) comentam que a aplicação de auxinas é um procedimento que se utiliza frequentemente para a indução de raízes em estacas de sequoia. Devido à elevada estabilidade e capacidade de indução de raízes, o ácido indolbutírico (AIB) é preferível para a utilização em relação ao ácido indolacético (AIA), o qual é rapidamente metabolizado e inativado pela planta quando aplicado (PLUSS et al., 1989).

A propagação vegetativa de sequoia através de estacas segue os mesmos métodos que se aplicam na propagação de outras coníferas. No qual materiais juvenis apresentam maior capacidade de enraizamento, diminuindo com o aumento da idade (VILCHES, 2004). O tempo para enraizamento normalmente é longo, podendo variar de 5 meses (BLYTHE, 1985; LUNA,

2008) podendo chegar até um ano (GIL-ALBERT; BOIX, 1978). As porcentagens de enraizamento variam de acordo com a origem parental das estacas, os tratamentos aplicados (AIB) e também de acordo com fatores ambientais, principalmente a umidade e temperatura (VILCHES, 2004).

Para espécies de enraizamento lento, como por exemplo, a sequoia, a reaplicação da auxina pode ser uma alternativa para melhorar o enraizamento das estacas, visto que a aplicação única no momento do estaqueamento pode reduzir a efetividade durante o longo período de enraizamento das estacas. Essa demanda pela auxina pode ser maior em estacas mais lignificadas, em que o tempo de enraizamento é maior.

No Brasil, são poucos estudos realizados com *Sequoia sempervirens*, mais ainda no que se refere à propagação vegetativa da espécie. Cabe destacar que até o momento não existem antecedentes de outros trabalhos envolvendo a propagação vegetativa de forma massiva para fins produtivos. Na América do Sul, é importante destacar o trabalho com propagação vegetativa de sequoia realizado por Vilches, (2004) realizado no Chile.

Desta forma, o trabalho teve como objetivo analisar diferentes concentrações de AIB em sucessivas reaplicações em estacas de *Sequoia sempervirens* e o efeito de lesões e aplicação de AIB nos calos das estacas.

2. Materiais e métodos

A área de coleta do material vegetal está localizada em área pertencente à Floresta Nacional de São Francisco de Paula. A Floresta Nacional está localizada no município de São Francisco de Paula, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, entre as coordenadas 29°24' e 29°27'S e 50°22' e 50°25'W e sua altitude máxima é de 923m. No município, a precipitação média anual é estimada em 2.252 mm. Chove regularmente todos os meses do ano e as chuvas mais intensas ocorrem durante a primavera e o verão. O clima é do tipo Cfb, isto é, mesotérmico, superúmido, com verão brando e inverno frio. É frequente a formação de geada e, mais eventualmente, queda de neve. Toda a região está sujeita a frequentes e intensos nevoeiros e os ventos predominantes são E/SE/NE (FERNANDES; BACKES 1998; BACKES, 1999).

O material vegetal foi proveniente de um plantio realizado entre os anos de 1974 e 1975 (sem definição da data correta). As mudas utilizadas no plantio foram originárias de sementes, sendo estas provenientes da Califórnia (Estados Unidos). Para a realização deste experimento foi utilizado material de somente um indivíduo. A árvore matriz utilizada no experimento foi decepada a aproximadamente 15 cm de altura e apresentava diâmetro na região da decepa de 78,0 cm. Aproximadamente um ano após a decepa, as brotações apresentando em torno de um a dois metros foram coletadas, e estas transportadas em caixa de isopor contendo gelo ao fundo e cobertas por folhas de jornal umedecido com água até o Viveiro Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Das brotações foram preparadas estacas com aproximadamente dez centímetros de comprimento. A porção basal foi cortada em bisel e a porção superior incisada transversalmente, mantendo-se um par de folhas cortadas pela metade. Para tratamento fitossanitário, as estacas foram mergulhadas durante 5 min em 2 litros de solução de hipoclorito de sódio a 1,5% de cloro ativo seguida de imersão em água corrente durante 5 min e, por fim, imersão em fungicida com princípio ativo Benomyl (5 %), por 5 min.

As estacas foram imersas em soluções hidroalcoólicas de diferentes concentrações de ácido indolbutírico – AIB (fator concentração de AIB), permanecendo à base das estacas em contato com a solução por um período de 15 segundos. O tratamento controle foi veiculado com solução hidroalcoólica isenta de regulador vegetal, durante o mesmo período. Após o estaqueamento, a cada determinado período (fator tempo de reaplicação) as estacas receberam novas reaplicações de AIB. O AIB reaplicado seguiu as mesmas concentrações da primeira aplicação, e a cada nova reaplicação foi adicionado 0,5 ml da solução em cada tubete contendo a estaca. As reaplicações foram efetuadas com uma seringa com capacidade máxima

de 2 ml, sendo as reaplicações realizadas até 120 dias após estaqueamento.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5. O fator A foi constituído por três concentrações de AIB (0; 3.000 e 6.000 mg L⁻¹), e o fator B pelas reaplicações da auxina (15; 30; 45; 60 dias e sem reaplicação). Foram utilizadas 10 repetições de 5 estacas por unidade experimental.

As estacas foram colocadas em tubetes de polipropileno de 180 cm³, contendo vermiculita de granulometria média e substrato comercial (1:1 v/v). O substrato comercial para plantas misto (Tecnomax®), segundo o fabricante, é composto por turfa, vermiculita expandida, casca de pinus e carvão vegetal. As características descritas na embalagem do produto são: pH=6,0 (± 0,5); condutividade elétrica=0,7 (± 0,3) mS cm⁻¹; densidade=500 kg m⁻³; capacidade de retenção de água - CRA (p/p)= 150% e umidade máxima (p/p)= 50%. A vermiculita expandida de granulometria média possui pH= 7,0 (±0,5); condutividade elétrica=0,7 (± 0,5) mS cm⁻¹; densidade=80 kg m⁻³; capacidade de retenção de água - CRA= 60% e umidade máxima= 10%.

As bandejas contendo os tubetes com as estacas foram acondicionadas em casa de vegetação, com temperatura entre 20 a 30°C e irrigação por microaspersão, permanecendo até a avaliação do enraizamento (180 dias). Aos 30, 90 e 150 dias após estaqueamento foram retiradas duas estacas por tratamento para efetuar o acompanhamento da formação calogênica e eventualmente o início da formação radicular (observação visual).

Após a avaliação do enraizamento as estacas sobreviventes e não enraizadas foram submetidas a um novo experimento de corte dos calos e aplicação de AIB. Os tratamentos consistiram de um tratamento testemunha (calo intacto e sem aplicação de AIB); calos cortados pela metade com imersão da base em AIB (6.000 g L⁻¹) e calos cortados pela metade sem aplicação de AIB. As estacas do tratamento com aplicação de AIB (6.000 g L⁻¹) tiveram a parte basal (calos) em contato com a solução hidroalcoólica por um período de 15 segundos. O substrato utilizado e as condições de cultivo foram as mesmas descritas anteriormente. A nova avaliação do enraizamento das estacas foi realizada 120 dias após estaqueamento. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições de 6 estacas por unidade experimental.

Em ambos os experimentos avaliou-se a porcentagem de sobrevivência; porcentagem de estacas que apresentavam calos; porcentagem de estacas enraizadas e número de raízes emitidas por estaca enraizada. Foram consideradas sobreviventes as estacas que apresentavam lenho vivo, folhas velhas ou brotações jovens, enraizadas ou não. Estacas com calos foram consideradas as estacas vivas, com formação de massa celular indiferenciada na base, enraizadas ou não. A porcentagem de estacas enraizadas foi considerada sobre o total, não somente sobre as estacas sobreviventes. Considerou-se como enraizada a estaca com indução de primórdios radiculares de no mínimo 1 mm de comprimento.

Após a verificação da normalidade dos dados, por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, e da homogeneidade pelo teste de Bartlett, realizou-se a análise de variância. Quando necessário, os dados foram transformados pela função $(x + 0,5)^{0,5}$, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3. Resultados e discussões

A sobrevivência das estacas de sequoia apresentou influência das concentrações de AIB (Tabela 1), não apresentando relação com as reaplicações da auxina nos intervalos estudados. Quanto maior a concentração de AIB, maior foi a mortalidade, atingindo quase 10% de estacas mortas com o uso de 6.000 mg L⁻¹ de AIB. O AIB pode provocar sintomas de fitotoxicidade, como amarelecimento ou queda das folhas, e podridão na base da estaca, o que causa muitas vezes a morte das estacas (ROCHA et al., 2004).

de concentrações de AIB após 6 meses de estaqueamento.

AIB (mg L ⁻¹)	Sobrevivência (%)
0	97,7a*
3.000	95,5a
6.000	90,1b

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Um dos motivos que pode auxiliar na sobrevivência das estacas, mesmo sem a ocorrência do enraizamento, é o desenvolvimento dos calos na base da estaca, os quais podem, durante algum tempo, realizar a função das raízes, ou seja, absorção de água e sais minerais (HARTMANN et al., 2011). A totalidade das estacas que sobreviveram apresentaram formação de calos no final do experimento (180 dias) (foi realizada avaliação somente no final do experimento para não atrapalhar ou influenciar o processo de enraizamento das estacas), independente da concentração ou replicação do AIB.

Os calos apresentaram um rápido desenvolvimento, sendo que após 30 dias do estaqueamento foi possível à visualização na base das estacas. Os calos nesse período apresentavam-se com formato friável, os quais possuem coloração clara, com células facilmente separáveis umas das outras, de formato arredondado e tamanho pequeno (NAVROSKI et al., 2013) (Figura 1A). A proliferação de células calogênicas que ocorre na base da estaca tem origem principalmente do cambio vascular, embora, o córtex e a medula também contribuem para a formação (HARTMANN et al., 2011).

Aos 120 dias após o estaqueamento os calos apresentavam um formato compacto, caracterizados pelo escurecimento das células e paredes mais compactas e coesas (Figura 1B), entretanto, em alguns calos foi possível visualizar o desenvolvimento de estruturas mais jovens (área destacada na Figura 1B). O calo é uma massa irregular de células parenquimáticas em diversos estados de lignificação que geralmente se desenvolvem na base das estacas quando colocadas em condições ambientais favoráveis ao enraizamento, havendo relatos que as primeiras raízes aparecem com frequência através do calo, conduzindo à suposição de que a formação do calo é essencial para o enraizamento em algumas espécies (THOMAS et al., 2003). Esse fato foi verificado na avaliação final do experimento, no qual, as raízes geradas originaram-se dos calos (Figura 1C).

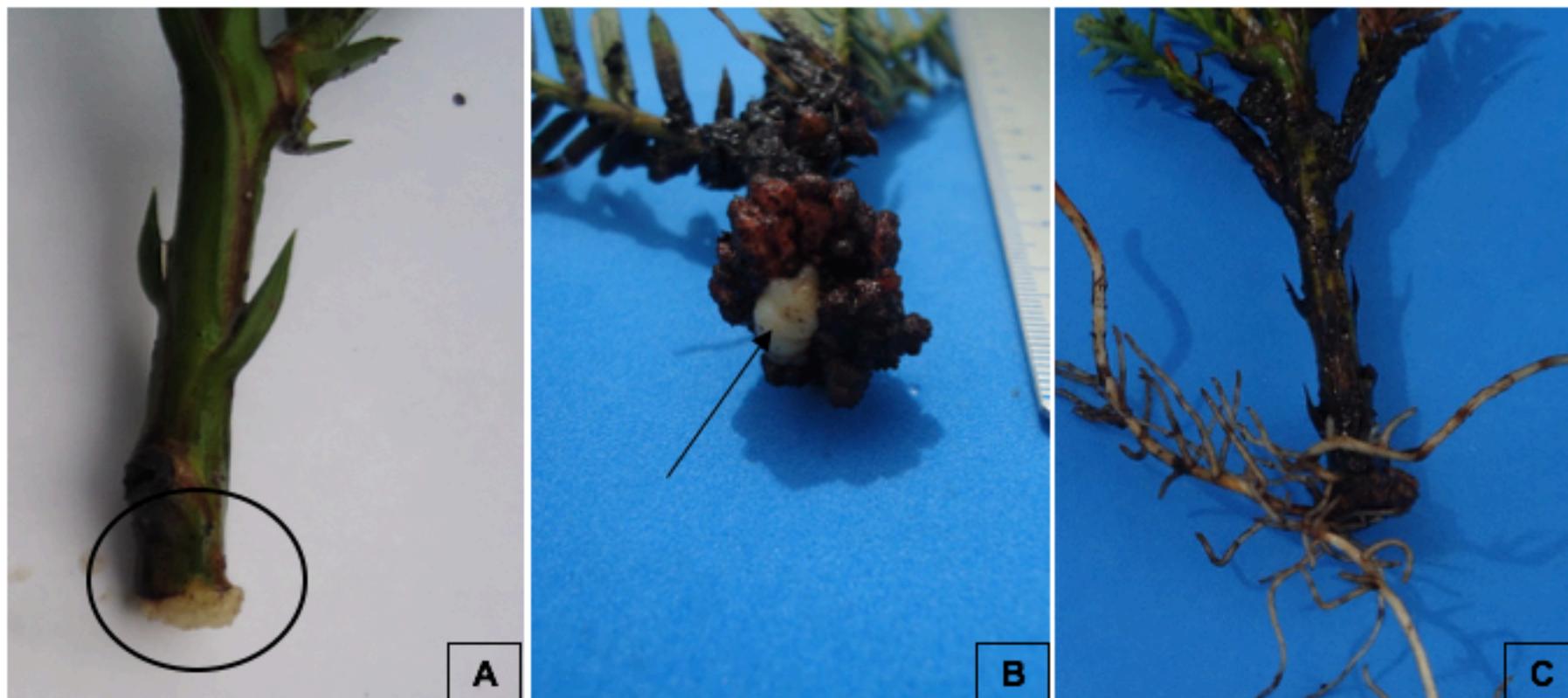


Figura 1. Desenvolvimento das estruturas calogênicas aos 30 (A), 120 (B) e 180 (C) dias após estaqueamento de estacas de *Sequoia sempervirens* em função de concentrações (mg L^{-1}) e reaplicações (dias) de AIB.

As raízes de estacas de sequoia normalmente surgem de tecidos calogênicos externos, a exemplo de outros gêneros de coníferas como *Cryptomeria*, *Larix*, *Podocarpus* e *Taxodium* (HARTMANN et al., 2011). Segundos os mesmos autores, em algumas espécies a formação de calo é um precursor da formação de raízes adventícias. Além disso, a formação de calos pode ser benéfica em plantas que enraízam lentamente, como a sequoia, pois proporciona uma capa protetora que retarda o aparecimento da podridão. O aparecimento de calos na base das estacas e posterior enraizamento, pode sinalizar que a espécie é classificada de difícil enraizamento.

Em relação à porcentagem de enraizamento, houve interação significativa ($p=0,0008$) entre as concentrações e reaplicações do AIB (Tabela 2). Na ausência do AIB (0 mg L^{-1}) não houve diferença com as reaplicações, resultado aguardado, visto que realizou-se somente a aplicação da solução hidroalcoólica. É importante ressaltar que mesmo sem a aplicação do AIB houve considerável enraizamento das estacas (média de 33,4%), mostrando que o rejuvenescimento através da decepta dos indivíduos é importante para o revigoramento das estacas, interessante para se obter maior enraizamento (XAVIER et al., 2013).

Tabela 2. Enraizamento (%) de estacas de *Sequoia sempervirens* em função de concentrações (mg L^{-1}) e reaplicações (dias) de AIB após 6 meses de estaqueamento.

Reaplicação de AIB (dias)	Enraizamento (%)		
	0 mg L^{-1}	3.000 mg L^{-1}	6.000 mg L^{-1}
15	30,8aC(1)	62,6aB	86,4aA
30	33,7aB	38,5bB	62,5bA
45	37,8aB	26,9bB	60,8bA
60	28,9aA	36,0bA	32,0cA

(1) Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quando se utilizou a concentração de 3.000 mg L⁻¹ de AIB, a maior taxa de enraizamento foi obtida com reaplicação da auxina quinzenalmente (Tabela 1). Utilizando-se reaplicações de 3.000 mg L⁻¹ de AIB a cada 15 dias, elevou-se em praticamente 30% o enraizamento das estacas em relação aos outros períodos de reaplicação.

A auxina na concentração de 3.000 mg L⁻¹ aplicada somente no momento do estaqueamento não apresenta efeito no enraizamento, visto que a porcentagem de enraizamento foi similar aos tratamentos sem o uso do AIB. Esse mesmo comportamento foi também observado quando se fez uso de 6.000 mg L⁻¹ de AIB aplicado somente no estaqueamento ou a cada 60 dias entre cada reaplicação. A maior porcentagem de enraizamento foi obtida com o uso de 6.000 mg L⁻¹ de AIB reaplicado a cada 15 dias. Bons índices de enraizamento (~60%) utilizando essa concentração de AIB também foram obtidos com reaplicações de 30 e 45 dias.

Esse resultado demonstra que a aplicação de auxina exógena é fundamental para elevar a porcentagem de enraizamento de estacas de sequoia. Os ganhos advindos da aplicação dos reguladores de crescimento têm sido mais frequentes em materiais com maior dificuldade de enraizamento, seja por questões genéticas ou em função do estágio de maturação dos propágulos (XAVIER et al., 2013).

Tão importante quanto à concentração dos reguladores de crescimento na indução da rizogênese adventícia é a existência de um adequado balanço hormonal endógeno, especialmente entre auxinas, giberelinas e citocininas, ou seja, um equilíbrio entre promotores e inibidores do processo de iniciação radicular (OSTERC; STAMPAR, 2009; COSTA et al., 2013). A maneira mais comum de promover esse equilíbrio é pela aplicação exógena de reguladores de crescimento sintéticos, como o AIA e principalmente o AIB, que podem elevar o teor de auxina nos tecidos (GONTIJO et al., 2003).

Além disso, o sucesso de enraizamento é influenciado por uma série de outros fatores, como os minerais, hidratos de carbono, a sazonalidade, o estado de maturação das árvores matrizes e outros componentes bioquímicos, tais como compostos fenólicos (COSTA et al., 2013). A resposta dos tecidos a auxina pode ser regulada por fatores como a sensibilidade de uma célula ao sinal da auxina (STEWART; NEMHAUSER, 2010) e a concentração de fatores inibitórios ao enraizamento na base das estacas (FORD et al., 2002). Além disso, o ferimento na base da estaca, e após, o aparecimento de calos, serve como um estímulo a receptividade para responder a auxina e outros compostos internos essenciais para o enraizamento (HARTMANN et al., 2011).

Os índices de enraizamento obtidos nesse estudo são superiores aos encontrados por Denlay (2007), no qual tratando estacas de sequoia com 1.000 mg L⁻¹ de AIB atingiu 25 a 30% de enraizamento. Segundo os autores, as estacas permanecem por aproximadamente oito meses em casa de vegetação para ocorrer o enraizamento. O tempo de cinco meses para ocorrer o enraizamento obtido neste estudo é igual ao registrado por Luna (2008), no qual o enraizamento de estacas de sequoia atingiu entre 30 a 35% de enraizamento utilizando enraizador comercial (Hormex®).

Em relação ao número de raízes também houve interação ($p=0,018$) entre as concentrações e reaplicações de AIB. Sem o uso de AIB, obteve-se em média 1,48 raízes por estaca, não havendo diferença entre os intervalos de reaplicações (Tabela 3). Com o uso de 3.000 mg L⁻¹ de AIB o maior número de raízes foi observado com reaplicações quinzenais (2,86), diferenciando dos demais intervalos de reaplicações, que apresentaram entre 1,20 e 2,05 raízes por estaca. Aplicações quinzenais do AIB também apresentaram melhoria no enraizamento com a aplicação de 6.000 mg L⁻¹, praticamente dobrando a quantidade de raízes em relação aos

outros períodos de enraizamento. A reaplicação do AIB a cada 30 dias também apresentou boa formação radicular, superando períodos mais longos de reaplicação.

Tabela 3. Número de raízes em estacas de *Sequoia sempervirens* em função de concentrações (mg L^{-1}) e reaplicações (dias) de AIB após 6 meses de estaqueamento.

Reaplicação de AIB (dias)	Número de raízes		
	0 mg L^{-1}	0 mg L^{-1}	0 mg L^{-1}
15	1,37aC(1)	2,86aB	5,32aA
30	1,10aB	1,20bB	2,97bA
45	1,08aA	1,25bA	2,25cA
60	2,02aA	2,05bA	1,53cA
Sem reaplicação	1,84aA	2,00bA	2,10cA

(1) Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em relação à concentração de AIB nos diferentes períodos de reaplicação, não foi observada diferença significativa entre as concentrações de AIB na aplicação única (só no estaqueamento) e nas reaplicações de 60 e 45 dias (Tabela 3). O AIB apresentou maior influência nas maiores frequências de reaplicações (30 e 15 dias). Com o AIB reaplicado mensalmente ou quinzenalmente a concentração 6.000 mg L^{-1} apresentou a maior formação de raízes, diferenciando da ausência de AIB e da concentração 3.000 mg L^{-1} .

Resultados semelhantes quanto ao número de raízes foram encontrados por Blythe (1985) em *Sequoia sempervirens*, em que o número de raízes ficou entre 2 a 4 raízes por estaca, utilizando uma combinação de 3.000 mg de AIB e 3.000 mg de ANA após 5 meses de estaqueamento.

O AIB aplicado a cada 15 dias na concentração de 6.000 mg L^{-1} além de aumentar a porcentagem de estacas enraizadas, promoveu melhoria do sistema radicular formado. Concordando com estes resultados, Bastos et al. (2005) mencionam que o uso de reguladores de crescimento tem por finalidade acelerar a iniciação radicular, aumentar o número e a qualidade das raízes formadas e uniformizar o enraizamento.

Na propagação vegetativa, além da porcentagem de enraizamento, o número de raízes formadas nas estacas é uma das variáveis mais relevantes na produção de mudas (ANTUNES et al., 1996). Uma melhor resposta para estas variáveis indica que as mudas posteriormente formadas possuirão um melhor desenvolvimento, uma vez que o melhor sistema radicular resultará em maiores chances de sobrevivência quando transplantadas para o campo (REIS et al., 2000). Essas variáveis são bastante importantes no processo de estaquia da sequoia, pois segundo Luna (2008) mesmo apresentando enraizamento, estacas de sequoia podem apresentar alta mortalidade no processo de aclimação, devendo-se tomar cuidado com condições ambientais, principalmente em relação a altas temperaturas.

Com as estacas não enraizadas na avaliação aos cinco meses realizou-se o experimento com corte dos calos da base da estaca e nova aplicação de AIB. Em relação à sobrevivência, na avaliação após quatro meses da instalação deste experimento, o tratamento testemunha (sem corte dos calos e sem AIB) apresentou a maior taxa de estacas sobreviventes (Tabela 4). O

corte dos calos ocasionou maior mortalidade, elevando-se ainda mais com o corte do calo e aplicação de AIB (6.000 g L^{-1}).

Tabela 4. Sobrevivência (%), enraizamento (%) e número de raízes em estacas de *Sequoia sempervirens* em função dos tratamentos de corte dos calos e aplicação de AIB (6.000 g L^{-1}) após 4 meses de estaqueamento.

Tratamento	Sobrevivência (%)	Enraizamento (%)	Nº de raízes
Testemunha	92,6a	16,0b	2,16
Calos cortados/sem AIB	72,3b	42,3a	2,01
Calos cortado/com AIB	58,0c	46,8a	2,32

(1) Médias seguidas por letras iguais nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O enraizamento também foi influenciado pelos diferentes tratamentos utilizados, sendo que os tratamentos com calos cortados (ferimento no calo) apresentaram maior enraizamento, não diferenciando entre a aplicação ou não do AIB. O número médio de raízes por estaca foi de 2,16, não apresentando diferença entre os tratamentos.

O ferimento da base da estaca é benéfico para o enraizamento de diversas espécies lenhosas, por estimular a divisão celular (BIASI et al., 2000). Segundo o autor, o ferimento posterior em calos também pode ser benéfico por estimular novas divisões celulares, a qual estava enfraquecida pelo envelhecimento dos calos. Além do estímulo à divisão celular, supõe-se que o ferimento na base da estaca ou em calos pode promover a liberação de fenóis, que são considerados elementos-chave na indução da formação de raízes adventícias (De KLERK et al., 1999; ROUT, 2006).

4. Conclusões

O uso de 6.000 mg L^{-1} de AIB, reaplicado quinzenalmente aumenta a porcentagem de enraizamento e também a qualidade das mudas formadas através do aumento do número de raízes.

Para as estacas não enraizadas em seis meses, o corte dos calos (ferimentos) proporciona bons índices de enraizamento e sobrevivência em estacas de *Sequoia sempervirens*.

Referências bibliográficas

ANTUNES, J. A. S.; HOFFMANN, A.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. F. Efeito do método de aplicação e de concentrações do 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.

BACKES, A. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil — II. Botânica, n. 19, p. 31-51. 1999.

BASTOS, D. C.; PIO, R., FILHO, J. A. S.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; ENTELMANN, F. A. Enraizamento de estacas lenhosas e herbáceas de cultivares de caquizeiro com diferentes concentrações de ácido indolbutírico. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, n. 27, p. 182 - 184. 2005.

BIASI, L. A.; STOLTE, R. E.; SILVA, M. F. Estaquia de ramos semilenhosos de pessegueiro e nectarina. Revista Brasileira de Fruticultura, n. 22, p. 421-425. 2000.

BLYTHE, G. Cutting propagation of *Sequoia sempervirens* cultivars. Combined Proceedings International Plant Propagators Society. n. 34, p. 204 - 211. 1985.

- COSTA, C. T.; DE ALMEIDA, M. R.; RUEDELL, C. M.; SCHWAMBACH, J.; MARASCHIN, F. S.; FETT-NETO, A. G. When stress and development go hand in hand: main hormonal controls of adventitious rooting in cuttings. *Frontiers in Plant Science*, California, n. 4, p. 1 – 19. 2013.
- DE KLERK, G.J.; KRIEKEN, W.V.D.; JONG, J.C. The formation of adventitious roots: new concepts, new possibilities. *In Vitro Cell Development Biology-Plant*, n. 35, 189-199. 1999.
- DENLAY, T. Personal communication. Azusa (CA): Monrovia Nursery. Plant Propagation Coach. 2007.
- FERNANDES, A.V.; BACKES, A. Produtividade primária em floresta com *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul. *Iheringia, Série Botânica*, v. 51, n. 1, 63-78, 1998.
- FORD, Y. Y.; BONHAM, E. C.; CAMERON, R. W. F.; BLAKE, P. S.; JUDD, H. L.; HARRISON-MURRAY, R. S. Adventitious rooting: examining the role of auxin in an easy-and a difficult-to-root plant. *Plant Growth Regulation*, n. 36, p. 149 - 159. 2002.
- GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; NETO, S. E. A.; CORRÊA, F. L. O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, n. 25, p. 290 - 292. 2003.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. *Hartmann and Kester's Plant propagation: principles and practices*. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.
- LUNA, T. Vegetative Propagation Of Coastal Redwood (*Sequoia sempervirens* (Lamb. ex D. Don) Endl.). *Native Plants Journal*, Washington, v. 9, n. 1, p. 25 - 28. 2008.
- NAVROSKI, M. C.; REINIGER, L. R. S. R.; PEREIRA, M. O.; CURTI, A. R.; PAIM, A. F. Alongamento *in vitro* de genótipos de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Cerne*, v. 19, n. 4, p. 545-550. 2013.
- OSTERC, G.; STAMPAR, F. Juvenile stockplant material enhances root development through higher endogenous auxin level. *Acta Physiologiae Plantarum*, Poznan, n. 31, p. 899 - 903. 2009.
- PEREZ, V. *Manual de Propiedades Físicas y Mecánicas de las Maderas que crecen en Chile*. INFOR. Documento de trabajo N° 47. 451 p. 1983.
- REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; LIMA, L. C. O.; LIMA, L. C. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 24, n. 4, p. 931 - 938, 2000.
- ROCHA, S.C. da; QUISEN, R.C.; QUEIROZ, J.A.L. de; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. Propagação vegetativa de espiroleira pela técnica da estaquia. *Scientia Agraria*, v.5, p.73-77, 2004.
- ROUT, G.R. Effect of auxins on adventitious root development from single node cuttings of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze and associated biochemical changes. *Plant Growth Regulation*, n. 48, p. 111-117. 2006.
- STEWART, J. L.; NEMHAUSER, J. L. Do trees grow on money? Auxin as the currency of the cellular economy. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, Bethesda, n. 2, p. 2 - 14. 2010.
- THOMAS, P.; LEE, M. M.; SCHIEFELBEIN, J. Molecular identification of proline-rich protein genes induced during root formation in grape (*Vitis vinifera* L.) stem cuttings. *Plant Cell and Environment*, Malden, n. 26, p. 1497 - 1504. 2003.
- VILLANUEVA, J. Durabilidad natural de la madera de *Sequoia sempervirens* ((D.Don) Endl.), frente al ataque de hongos xilófagos. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. Chile. 1-7 p. 1995.
- XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. *Silvicultura clonal - princípios e técnicas*. Viçosa: UFV, 2013. 279 p.

2. Engenheiro Florestal, Professor Doutor, Departamento de Engenharia Florestal. UDESC/CAV. Av. Luiz de Camões 2090, Lages-SC. Email: marcio.navroski@udesc.br

3. Engenheiro Florestal, Professor Doutor, Universidade Federal do Paraná, Dep. de Ciências Florestais, Curitiba, Paraná, Brasil - alessandrocangelo@gmail.com

4. Mestrado em Engenharia Florestal. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões 2090, Lages-SC. Email: tacianafrigotto@gmail.com;

5. Mestrado em Engenharia Florestal. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões 2090, Lages-SC. Email: alinemeneguzzi@yahoo.com.br

6. Mestrado em Engenharia Florestal. Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Universidade do Estado de Santa Catarina. Av. Luiz de Camões 2090, Lages-SC. Email: dioneia.felippe@gmail.com

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 21) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados