

## AVALIAÇÃO DO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *EUCALYPTUS* S. SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO FOLIAR (Ca, B e Zn)

Alyne Chaveiro Santos<sup>1</sup> Eduardo de Assis<sup>2</sup> Francisco José Benedini Baccarin<sup>3</sup>  
Helôisa do Nascimento e Silva<sup>4</sup> Lívia de Almeida Baccarin<sup>5</sup>

- 1 Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Irrigação no Cerrado, Instituto Federal Goiano e-mail: alynechaveiro@hotmail.com
- 2 Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Irrigação no Cerrado, Instituto Federal Goiano, Rodovia e-mail: eduardodyassis@hotmail.com
- 3 Engenheiro Agrônomo, Doutorando do Programa em Produção Vegetal Universidade Federal de Goiás, e-mail: franciscobaccarin@hotmail.com
- 4 Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Olericultura, Instituto Federal Goiano e-mail: hnascimento60@gmail.com
- 5 Engenheira Agrônoma, Mestre em Silvicultura, professora do curso de agronomia da Universidade Estadual de Goiás e-mail: almeida\_livia@hotmail.com

Recebido em: 31/03/2017 – Aprovado em 01/06/2017 – Publicado em: 27/06/2017  
DOI: 10.18677/TreeDimensional\_2017A1

### RESUMO

O *Eucalyptus* spp. pode ser considerado uma excelente alternativa para agropecuária, diversificando a atividade e obtendo um rendimento sustentável ao longo do tempo. Diferenças genótipo-dependentes estabelecidas entre minijardins clonais podem interferir na absorção e conseqüentemente enraizamento de estacas. Neste contexto, o trabalho objetivou avaliar a taxa de enraizamento de estacas de *Eucalyptus* spp. por meio do controle nutricional, utilizando três fertilizantes foliares com diferentes concentrações de cálcio, boro e zinco. Utilizaram-se dois genótipos superiores, *Urograndis* (I-144) e *Urocam* (VM-01). Foram avaliados tamanho da estaca, diâmetro da haste, número de gemas viáveis, tamanho e número de raízes, peso de matéria fresca e seca, a origem das raízes, por organogênese direta ou indireta e estacas oxidadas. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2x3x2), sendo os fatores constituídos por dois clones, três formulações do adubo foliar, formulação 1 (testemunha), formulação 2 (Ca-0,5%; B-0,01%; Zn-0,02%) e formulação 3 (Ca-0,25%; B-0,02%; Zn-0,03%) e dois tempos distintos, 30 e 60 dias, com cinco repetições de 10 miniestacas por repetição. As estacas foram pulverizadas em dias alternados, sendo cada parcela com sua formulação específica. A formulação 3, para ambos os clones resultou em um incremento no número de raízes. No peso da matéria seca a formulação 2, teve um desempenho reduzido em relação as outras na produção de biomassa. As formulações também tiveram resposta na formação de raízes por organogênese

indireta, sendo que aos 60 dias, a testemunha apresentou-se inferior. Para formação de raízes por organogênese direta, a adubação favoreceu o enraizamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Epigenia; Nutrição Mineral; Rizogênese.

## **EVALUATION OF THE ROOTING OF CACTI FROM *EUCALYPTUS* SPP. FOLIAR FERTILIZER (CA, B AND ZN)**

### **ABSTRACT**

*Eucalyptus* spp. can be considered an excellent alternative for agriculture, diversifying the activity and obtaining a sustainable yield over time. Genotype-dependent differences established between clone minbardins may interfere with the uptake and consequently rooting of cuttings. In this context, the objective of this work was to evaluate the rooting rate of *Eucalyptus* spp. Through nutritional control, using three foliar fertilizers with different concentrations of calcium, boron and zinc. Two superior genotypes, Urograndis (I-144) and Urocam (VM-01), were used. The stem size, stem diameter, number of viable buds, size and number of roots, weight of fresh and dry matter, and root origin were evaluated by direct or indirect organogenesis and oxidized cuttings. The design was completely randomized in a factorial arrangement (2x3x2), with two clones, three formulations of leaf fertilizer, formulation 1 (control), formulation 2 (Ca-0,5%, B-0,01%; Zn-0.02%) and formulation 3 (Ca-0.25%, B-0.02%, Zn-0.03%) and two distinct times, 30 and 60 days, with five replicates of 10 minicots per replicate. The cuttings were sprayed on alternate days, each plot having its specific formulation. Formulation 3, for both clones resulted in an increase in the number of roots. In the dry matter weight, formulation 2 had a reduced performance in relation to the others in biomass production. The formulations also had response in the formation of roots by indirect organogenesis, and at 60 days, the control was inferior. For root formation by direct organogenesis, fertilization favored rooting.

**KEYWORDS:** Epigenia; Mineral Nutrition; Rhizogenesis.

### **INTRODUÇÃO**

O setor florestal tem papel importante na geração de trabalho, imposto e renda, contribui ainda para alavancar a balança comercial. As florestas plantadas visam suprir a matéria-prima para as indústrias de papel e celulose, siderurgia, carvão vegetal, lenha, serrados, compensados, lâminas, entre outros. A eucaliptocultura no Brasil se mostra bastante favorável devido, principalmente, às condições climáticas tropicais, o alto índice de insolação, as chuvas bem distribuídas ao longo do ano em várias regiões, disponibilidade de áreas para expansão florestal e menores custos de produção (MOTTA et al., 2010). Sendo assim, o cultivo pode ser considerado uma excelente alternativa para agricultores e pecuaristas brasileiros, que querem diversificar as atividades e obter rendimento sustentável ao longo do tempo.

A busca por novos patamares de produtividade com a introdução de melhor material genético, associado ao adequado manejo florestal e o cultivo de clones selecionados, tende a ampliar os ganhos para o setor (DOSSA et al., 2002). Para que a produtividade realmente se destaque, é necessário que o processo de seleção das matrizes, a qual vai constituir o clone no sistema de estaquia, deve ser criterioso, agregando os atributos silviculturais desejáveis (BACCARIN, 2012). Todavia, deve-se considerar que diferenças genótipo-dependentes estabelecidas entre plantas cultivadas podem interferir nos processos de absorção e consequentemente enraizamento de estacas. Fatores como temperatura,

luminosidade, umidade relativa do ar, pH, relação nutricional, reguladores de crescimento, diâmetros das estacas e juvenilidade dos brotos são imprescindíveis para o desenvolvimento vegetal. A absorção de nutrientes minerais em plantas é diretamente dependente da quantidade e da forma na qual os íons estão disponíveis à planta e a sua interface com a fonte, quantidade e a seletividade no processo de absorção (ALMEIDA, 2012).

A produção de mudas é uma das fases mais importantes para estabelecimento de florestas plantadas de eucalipto. A nutrição adequada e uso de substrato de cultivo apropriado são fatores decisivos para produção de mudas de boa qualidade. A demanda de nutrientes pela planta depende da taxa de crescimento e da eficiência com que esta converte os nutrientes absorvidos em biomassa. Para um mesmo material genético, numa determinada região, há uma relação relativamente estreita entre a taxa de crescimento e o acúmulo de nutrientes na biomassa (BARROS et al., 2000).

A demanda por estudos relacionados à propagação, métodos de propagação clonal e rejuvenescimento por meio de aplicações de técnicas convencionais e biotecnológicas, vem aumentando gradativamente. A obtenção de uma metodologia de propagação eficiente, que resulte na formação de um sistema radicular funcional é um dos maiores anseios no que tange a produção clonal, uma vez que o sucesso da propagação pelos métodos de mini e microestaquia depende essencialmente do desenvolvimento e da funcionalidade da raiz. No Brasil, a clonagem de *Eucalyptus* vem sendo executada principalmente pela miniestaquia (BARROS et al., 2000).

O cálcio (Ca) é necessário para o crescimento e desenvolvimento das raízes, visto que a interrupção no suprimento deste elemento resulta imediatamente, na não formação dos primórdios de raízes e, se já formadas, na redução do crescimento e consequente morte das estacas (TREVIZAM et al., 2011). O boro (B) é requerido tanto durante a fase de iniciação das raízes, quanto durante o crescimento porque é fundamental na manutenção da divisão celular (BLAZICH, 1988; TREVIZAM et al., 2011). O Zinco (Zn), também é essencial para a síntese do triptofano (SOUZA & PEREIRA, 2007), aminoácido comum em plantas considerado um precursor de ácido indolacético (AIA) (POLLMANN et al., 2009). O suprimento adequado de zinco no minijardim clonal poderá influenciar os teores endógenos de auxinas e triptofano, favorecendo a qualidade do broto emitido e sua predisposição ao enraizamento (BRONDANI, 2012).

A propagação pelo processo convencional de estaquia, facilita a multiplicação de genótipos de interesse comercial. Na estaquia convencional o percentual de enraizamento de alguns clones é geralmente baixo, por isso a busca por alternativas nutricionais que aperfeiçoem as condições de resposta ao enraizamento das estacas e consequentemente diminua os índices de perda por mudas aos produtores (BRONDANI, 2012).

Neste contexto, um solo com composição química adequada proporciona um aumento no vigor da planta, resultando em maior número de células com parede celular mais espessa, acarretando, no caso do eucalipto, alta qualidade da madeira (RIGATTO, 2004). Todavia, nem sempre é possível instalar a plantação em local de solo fértil, pois a localização depende de outros fatores de maior importância que a qualidade química do solo, sendo geralmente inevitável, o uso de adubos que favorecerão o desenvolvimento da planta.

Logo, o escopo deste trabalho foi avaliar a taxa de enraizamento de estacas de *Eucalyptus* spp. por meio do controle nutricional, utilizando três fertilizantes foliares com diferentes concentrações de cálcio, boro e zinco.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido no Viveiro Eucalli – Mudanças clonadas de eucalipto de alta tecnologia, localizado no Município de Palmeiras de Goiás, e as análises no laboratório de Solos da Universidade Estadual de Goiás, Campus Palmeiras de Goiás.

Foram coletadas 300 brotações jovens de dois genótipos superiores, *Eucalyptus urograndis* (I-144) e *Eucalyptus urocam* (VM-01), obtidas em minijardim clonal, com 7 cm de comprimento contendo de 3 a 4 pares de folhas, e com a área foliar reduzida a 50%. As estacas tiveram a base cortada em bisel e posteriormente estaqueada em tubetes plásticos de forma cônica contendo como substrato a mistura de vermiculita média e substrato comercial a base de casca de pinos e vermiculita (1:1, v/v). As bandejas foram constituídas por três tratamentos, cinco repetições cada, sendo 10 miniestacas por repetição.

Posteriormente as bandejas com as estacas foram levadas para casa de vegetação para enraizamento, com umidade relativa do ar superior a 80% com auxílio da nebulização intermitente, e temperatura do ar de  $33\pm 5^{\circ}\text{C}$ . As estacas foram avaliadas aos 30 e 60 dias. Nos 30 dias iniciais, as estacas foram pulverizadas em dias alternados, com as seguintes formulações: formulação 1 (sem aplicação -testemunha), formulação 2 (Ca-0,5%; B-0,01%; Zn-0,02%) e formulação 3 (Ca-0,25%; B-0,02%; Zn-0,03%), utilizando um volume de aplicação de 600 mL de calda por parcela. Findado estes 30 dias, foram feitas as primeiras avaliações. Metade das estacas de cada tratamento foi coletada para avaliação, a outra seguiu para casa de sombra com sombrite 50% para aclimação, sendo a irrigação feita por microaspersores com pressão de água da rede ( $2\text{ kg cm}^{-2}$ ) e controlada por *timer* em intervalos pré-estabelecidos. Posteriormente ao processo de aclimação, as estacas foram transferidas para a área de pleno sol onde permaneceram por mais 15 dias, visando a rustificação e crescimento. A segunda avaliação foi realizada aos 60 dias.

As variáveis analisadas foram tamanho da estaca, diâmetro da haste, número de gemas viáveis, tamanho e número de raízes, peso de matéria fresca e peso de matéria seca e estacas oxidadas. Também foi realizada a análise visual com o intuito de verificar a origem das raízes, se procedentes de calos (organogênese indireta), ou do câmbio (organogênese direta, ideal para o processo de miniestaquia). Para aferição do peso de matéria seca as miniestacas foram acondicionadas em sacos de papel, em estufa à  $105^{\circ}\text{C}$ , até a manutenção de peso constante.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial ( $2 \times 3 \times 2$ ), sendo os fatores constituídos por dois clones, três formulações de adubo foliar, e dois tempos distintos. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, utilizando o software estatístico R. As médias foram comparadas por meio do teste de *Scott-Knott*, ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação ao número de raízes, para o clone I-144, somente a formulação 3 (menor concentração), diferiu significativamente, apresentando aumento do número de raízes aos 60 dias (Tabela 1).

**TABELA 1:** Média do número de raízes das estacas de *Eucalyptus* spp. em relação ao tempo e a formulação.

Clone VM-01				Clone I-144		
Formulação				Formulação		
Tempo	1	2	3	1	2	3
30	1,17 bA	0,88 bA	0,68 bA	1,72 aA	1,36 aA	1,26 bA
60	2,45 aB	3,56 aA	3,34 aA	2,14 aA	1,44 aA	1,94 aA

Nas colunas, médias seguidas por mesma letra minúscula e, nas linhas, médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade de erro.

BARRETO et al. (2007), verificaram que alguns dos clones apresentaram aumentos na eficácia do uso com o aumento do fornecimento de B até doses adequadas para a máxima produção de biomassa. Com essa elevação das doses, a eficiência de uso declinou. Resultados similares foram observados por FURTINI NETO et al. (1996) citado por BARRETO (2007), em estudo com *Eucalyptus*, mas com doses de fósforo. É comum que o aumento da concentração do nutriente na solução do solo leve a maior absorção pelas plantas. No entanto quando a taxa de crescimento destas é menor do que a taxa de absorção, percebe-se redução na eficiência de uso do nutriente em questão (SILVA et al., 2002).

FAQUIN (2005), afirma que a dose adequada de B a ser fornecida às plantas é uma das maiores preocupações nas adubações, pois a faixa entre o nível adequado e o tóxico para a maioria das plantas é muito estreita, o que corrobora com o resultado encontrado na formulação 2, maiores dosagens não foram eficientes na indução de raízes. Para o VM-01 o tempo de avaliação aos 60 dias sobressaiu (Tabela 1), independente da formulação, mostrando diferença genótipo-dependente entre os clones aos tratamentos realizados.

Comparando as formulações dentro dos níveis tempo ainda para o número de raízes, não houve diferença estatística entre as mesmas exceto para a testemunha do VM-01 aos 60 dias que foi inferior em relação às outras (Tabela 1). MALAVOLTA et al. (1997), afirmam que a deficiência de B reduz a atividade da ATPase e, conseqüentemente, a disponibilidade de energia necessária à absorção iônica ativa, podendo diminuir a absorção de Ca. Sendo assim, a interação entre omissão de B e redução nos teores de Ca deve estar baseada no fato de que ambos os nutrientes exercem função estrutural nas membranas e na parede celular (MARSCHNER, 1995). Se ambos são omitidos, a planta terá um prejuízo no crescimento de novos tecidos, como o sistema radicular.

MARTINEZ et al. (2005), afirmam que caso a deficiência de Zn ocorra nos estádios iniciais de desenvolvimento do vegetal, pode contribuir para redução na produtividade. SALVADOR et al. (1999), estudando o comportamento de micro nutrientes em goiabeira, verificaram que o desenvolvimento da planta, durante o período experimental teve a biomassa seca reduzida a 41%.

O experimento de ROCHA et al. (2008), comprova que a aplicação de Ca em teores adequados, disponibiliza nutrientes como B e Zn, reforçando a ideia de que há interação entre os nutrientes. Neste contexto, os clones demonstraram respostas a adubação para o número de raízes, somente a testemunha foi inferior às demais formulações para o clone VM-01 e a formulação 3 apresentou aumento do número de raízes para o clone I-144.

Com relação às formulações, somente a testemunha, no clone VM-01 apresentou diferença significativa no ganho de matéria fresca (Tabela 2), o que infere que a adubação foliar não interferiu no ganho de água e de matéria para as

estacas. Isso se explica pela pequena área foliar para absorção. Nos estudos de FERNANDES et al., (2014), que avaliaram o teor relativo de água, observaram que houve efeito significativo para os clones e regimes hídricos, sendo que o clone VM-01 apresentou o teor relativo de água significativamente mais elevado do que os outros clones testados, indicando maior capacidade de armazenamento de água em células.

**TABELA 2:** Média do peso fresco das estacas de *Eucalyptus* spp. em relação a formulação.

Formulação	Clone	
	VM-01	I-144
1	1,15 aA	0,92 aB
2	0,97 bA	0,86 aA
3	0,92 bA	1,008 aA

Nas colunas, médias seguidas por mesma letra minúscula e, nas linhas, médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O clone I-144 mostrou-se inferior em relação ao VM-01 na ausência de adubo em relação ao peso fresco (Tabela 2), evidenciando novamente que o VM-01 acumula matéria fresca com mais eficiência que o I-144. LIMA (2015), também comprovou isso ao observar que o clone VM-01 destacou-se dos outros clones, inclusive um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, com cerca de 15% a mais de teor de água nas folhas.

O tempo foi estatisticamente significativo, em ambos os clones, sendo superior aos 60 dias. O clone VM-01 foi superior estatisticamente ao I-144 aos 30 dias, entretanto, ambos os clones se destacam aos 60 dias, independente da formulação. O clone VM-01 mostrou-se superior em ganho de matéria fresca, no entanto, como foi observado para a característica altura da estaca, foi inferior. O contrário foi constatado por LIMA (2015), quando o clone VM-01 destacou-se tanto em altura, como em teor de água.

Os resultados para peso da matéria seca demonstraram o melhor tempo estatisticamente aos 60 dias, independente do clone (Tabela 3). Autores como HIGASHI et al.(1998) citado por HIGASCHI et al. (2002) e SILVEIRA et al., (2000), em condição de minijardim clonal hidropônico de brotações de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, observaram que a produção de matéria seca apresentou um incremento quadrático de acordo com o a idade. Os trabalhos mencionados, apesar de tratarem de solução nutritiva, retratam a condição de fertirrigação.

**TABELA 3:** Média do peso seco das formulações em relação ao tempo para os clones.

Tempo	Formulação		
	1	2	3
30	0,19 bA	0,19 bA	0,20 bA
60	0,37 aA	0,29 aB	0,33 aA

Nas colunas, médias seguidas por mesma letra minúscula e, nas linhas, médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A formulação 2, com teores mais altos de nutrientes, aos 60 dias, apresentou um desempenho reduzido, significativo, em relação as outras (Tabela 3), comprovando que a testemunha e a formulação 3 foram mais eficientes em acúmulo de matéria seca. Observou-se que os teores da formulação 2 não foram aproveitados pelas mudas, sendo desnecessário para estas em relação ao peso seco, havendo portanto desperdício de adubo, já que a testemunha e a formulação 1, com menor teor, apresentaram melhor desempenho. TREVIZAM et al., (2011), similarmente observaram que nos tratamentos com concentrações mais elevadas de B, independente da concentração de Ca, houve uma menor indução ao desenvolvimento em biomassa seca, ou seja, doses de B são benéficas até uma determinada concentração, de forma que concentrações acima, acarretam em prejuízo na biomassa seca.

SILVEIRA & MALAVOLTA (2000), afirmam que a eficiência do uso de nutrientes é demonstrada através do quociente entre a matéria seca e o conteúdo de determinado nutriente na planta. Este índice é consequência da evolução das espécies frente à ambientes distintos. No entanto, BARROS et al. (1985) verificaram que não existe necessariamente uma relação direta entre a produção de biomassa e a eficiência de utilização dos nutrientes.

É natural que cada material genético tenha habilidade de uso diferenciada pra cada nutriente absorvido. Além disso, existe uma vasta diversidade ambiental encontrada na região de origem das espécies de *Eucalyptus* (BARROS et al., 1990), sendo assim espera-se que ocorra grande diferenciação quanto à eficácia de absorção e uso dos nutrientes pelos materiais genéticos de *Eucalyptus*.

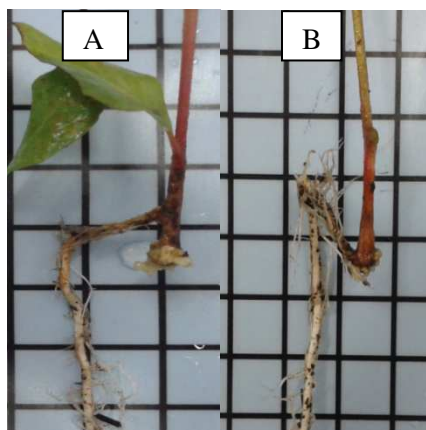
### **Origem das raízes**

A indução e formação de raízes em estacas representa um processo complexo, anatômico e fisiológico, associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais totipotentes, que originarão meristemas, os quais darão origem a raízes adventícias. O enraizamento de estacas pode ser influenciado por diversos fatores, entre eles por injúrias, balanço hormonal, constituição genética da matriz, presença de inibidores e condições nutricionais e hídricas da planta doadora de propágulos (ALFENAS et al., 2004), além da maturação/juvenilidade destes e pelas condições ambientais (WENDLING, 1999).

O processo de morfogênese, quanto à formação de novas estruturas celulares, está intimamente relacionado à competência da célula em responder a sinalização de fatores extrínsecos envolvidos no processo, que se inicia pela quebra da determinação celular com início de divisões celulares que originarão os centros meristemáticos ou meristemóides (DHALIWAL et al., 2003). A capacidade desses meristemóides de levar à formação de um novo órgão a partir do explante utilizado na cultura de tecido dependerá de estágios distintos, incluindo a aquisição de competência (desdiferenciação), a indução (rediferenciação) ou determinação para rota morfogênica específica, a diferenciação e o desenvolvimento (DE ALMEIDA, 2015).

A organogênese é uma via de desenvolvimento na qual órgãos vegetais são induzidos à diferenciação a partir de uma ou várias células, de maneira direta ou indireta (MANTELL et al., 1994). Ainda conforme estes autores na diferenciação de maneira direta, também chamada de adventícia, o órgão vegetal é induzido e se desenvolve diretamente de um explante (Figura 1A). Deste modo, tem-se uma

economia de tempo. Indiretamente, há uma fase inicial de proliferação e crescimento de calos, induzindo o desenvolvimento de brotos ou raízes (Figura 1B).



**FIGURA 1:** A: Estaca enraizada a partir do câmbio; B: Estaca enraizada a partir do calo.

No material avaliado aos 30 dias, observou-se a formação de pequena calosidade na base das estacas. Este fato, deve-se ao processo de cicatrização da região da injúria, ocasionada pela técnica da estaquia, fato este, fundamental para a obstrução do sistema vascular no local do procedimento, impedindo a penetração de patógenos e ação de fungos decompositores. Porém, não é possível inferir a presença de rizogênese indireta, pois caso isso tivesse ocorrido, essa calosidade teria se mantido nas estacas com 60 dias, o que não foi observado, permitindo atribuir a origem cambial do sistema vascular na base das estacas (Figura 1A).

No enraizamento a partir destas pequenas calosidades observadas (Figura 1B), aos 30 dias a testemunha foi significativamente superior na formação de raízes, e aos 60 dias a mesma já se mostrou estatisticamente inferior às formulações 2 e 3 (Tabela 4), de maneira que nenhuma planta desenvolveu raiz. Este fato corrobora com o resultados de TREVIZAM et al. (2011), que em tratamentos com omissão total de B e Ca, não obtiveram indução de raízes em estacas de *Eucalyptus urophylla*. JARVIS et al., (1983), trabalhando com estacas da espécie *Phaseolus aureus* Roxb., expuseram que o B, de forma direta ou não, podia aumentar a oxidação do AIA (ácido indol-acético), portanto, reduzindo os níveis de auxinas efetivas, o que controlam as concentrações eficientes de auxinas no sítio de iniciação de raízes, permitindo o desenvolvimento e o crescimento da mesma. Sendo assim, pode-se sugerir que a formação de raízes de estacas de eucalipto, pode ser influenciada por tratamentos que metabolicamente levam ao aumento do nível de auxina endógena, como o B.

**TABELA 4:** Média de raízes formadas a partir de calos da formulação em relação ao tempo.

Tempo	Formulação		
	1	2	3
30	1,91 aA	1,72 aB	1,67 aB
60	1,00 bB	1,31 bA	1,19 bA

Nas colunas, médias seguidas por mesma letra minúscula e, nas linhas, médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.



No estudo de TREVIZAM et al. (2011), tratamentos com a ausência de Ca e concentrações diferentes de B, tiveram resultado superior quando comparados ao tratamento com total ausência dos dois nutrientes. Isso evidencia a interferência do micronutriente e a capacidade do mesmo em atenuar a ausência do Ca. Para MALAVOLTA (2006), a quantidade e disponibilidade de um dos nutrientes (Ca ou B), influenciam na distribuição e bem como no requerimento do outro nutriente no intuito de ótimo crescimento da planta, ressaltando a importância desses elementos.

A interação Tempo x Clone também se mostrou significativa, uma vez que independente da formulação e do clone, observou-se maior índice de enraizamento a partir destas calosidades aos 30 dias. Nos estudos de TREVIZAM et al. (2011), o desenvolvimento de estruturas rizogênicas também foi inversamente proporcional ao tempo de cultivo *in vitro*, ou seja, no período de 21 dias, a formação de raízes foi mais evidente em comparação aos calos cultivados por 31 dias. O clone I-144 também demonstrou superioridade no enraizamento a partir de aparentes calos se comparado ao VM-01 dentro do tempo 30 dias.

Em algumas estacas não foi observada a presença destas calosidades, não havendo nenhuma interação significativa entre as variáveis, apenas o tempo de 60 dias se destacou estatisticamente. Fato que leva a considerar que a calosidade aparente aos 30 dias não se trata de organogênese indireta e sim de um processo de proteção da planta à injúria da técnica de estaquia. De acordo com HARTMANN et al. (2002), o preparo das estacas deixam algumas células injuriadas e expostas. A superfície de corte então começa a cicatrizar. Seguidamente, inicia-se o processo de regeneração onde as células injuriadas morrem, e se forma uma necrose que será selada com material “bem adensado” (suberina), sendo o xilema tampado. Essa selagem protege a superfície do corte, não permitindo a dessecação e o ataque de patógenos; as células vivas atrás desta barreira começam a se dividir e formar uma camada de células parenquimáticas (calos) que darão origem a periderme. Só então é que as células próximas ao câmbio vascular e floema começam o processo de divisão e formação de raízes.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que as respostas aos diferentes tratamentos foram visivelmente genótipo-dependentes, considerando a melhor adaptação das mudas ao ambiente e suas respostas sendo a formulação 3 com as melhores respostas morfológicas.

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Goiás (UEG) e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC-UEG), pelo apoio financeiro e suporte as pesquisas. A empresa Viveiro Eucalli, a qual disponibilizou o material vegetal, seus funcionários e todo o aparato para que este trabalho fosse realizado.

## REFERENCIAS

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. V.; MARIA, R. G.; ASSIA, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442p.

ALMEIDA, L.V. **Técnicas para otimização da multiplicação in vitro de brotações de Eucalyptus citriodora (Hook) K.D.Hill & L.A.S.Johnson**. 2012. 107 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

BACCARIN, F.J.B. **Métodos para resgate, conservação e multiplicação em larga escala de matrizes de Eucalyptus benthamii Maiden & Cambage**. 2012. 78 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

BARRETO, V. C. M.; VALERI, S.V.SILVEIRA, R.L.V.A; TAKAHASHI, E.N. Eficiência de uso de boro no crescimento de clones de eucalipto em vasos. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 76, p. 21-33, dez. 2007.

BARROS, N.F. de et al. Recomendações de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J.L. de M; BENEDETTI, V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 269-286.

BARROS, N.F.; CARMO, D.N.; CALAIS, D.; VIEIRA, F.S. Biomassa, absorção e eficiência de utilização de nutrientes por clones de eucalipto na região norte do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 20., Belém, 1985. **Programas e resumos...** Belém: Sociedade Brasileira de Ciência do Solos. 1985. p.109.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (eds.) **Relação Solo-Eucalipto**. Ed. Folha de Viçosa, Viçosa, cap.4, p.127-86.1990.

BLAZICH, F.A. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. In: DAVIS, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings. Portland: Dioscorides**, p. 132-149.1988.

BRONDANI, G.E.; BACCARIN, F.J.B.; ONDAS, H.W.W.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. Avaliação morfológica e produção de minijardim clonal de *Eucalyptus benthamii* em relação a Zn e B. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 70, p. 35-48, 2012.

De Almeida, M., Graner, É. M., Brondani, G. E., de Oliveira, L. S., Artioli, F. A., de Almeida, L. V, Leone G. F., Baccarin F. J. B., Antonelli P. O.,Cordeiro G. M., Javier G. P. Oberschelp, Batagin-Piotto k. & Oberschelp, G. P. J. (2015). Plant morphogenesis: theoretical bases. **Advances in Forestry Science**, 2(1), 13-22.

DHALIWAL H.S., RAMESAR-FORTNER, N.S.; YEUNG, E.C.; THORPE, T.A.; (2003) Competence, determination, and meristemoid plasticity in tobacco organogenesis in vitro. **Canadian Journal of Botany**, 81(6):611-621. doi: 10.1139/b03-047

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras UFLA/FAEPE, 2005.

FERNANDES, E. T.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B. Respostas fisiológicas de clones de eucalipto cultivados em casa de vegetação sob deficiência hídrica. **Ciência Rural**, [s.l.], v.45, n.1, jan, 2014.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 6. Ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 770p.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. Nutrição e adubação em minijardim clonal hidropônico de *Eucalyptus*. **Circular técnica IPEF** n.194. 2002.

JARVIS, B. C.; ALI, A. H. N.; SHAHEED, A. I. Auxin and boron in relation to the response and ageing of mund bean cuttings. **New Phytologist**, 95: 509-518. 1983.

LIMA, K. B. **Clones de *Eucalyptus* sp. submetidos a estresse hídrico em dois tipos de solo**. 2015. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2015.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. v. 1, 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MANTELL, S. H.; MATTHEWS, J. A.; McKEE, R. A. Princípios de biotecnologia em plantas: uma introdução à engenharia genética em plantas. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, p. 101-108, 1994.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.

MARTINEZ, H.E.P. et al. Translocação e compartimentalização de Zn em função de doses aplicadas em feijoeiro e cafeeiro via radicular. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 491-497, 2005.

MOTTA, D.; SILVA, W.F.; DINIZ, E.N.; **Rentabilidade na plantação do eucalipto**. Em: VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SEGET), 2010.

POLLMANN, S.; DÜCHTING, P.; WEILER, E. W. Tryptophan-dependent indole-3-acetic acid biosynthesis by 'IAA-synthase' proceeds via indole-3-acetamide. **Phytochemistry**, New York, v. 70, n. 4, p. 523-531, 2009. DOI: 10.1016/j.phytochem.2009.01.021.

RIGATTO, P.A.; DEDECEK, R.A.N.; MATOS, J.L.M.; Influência dos atributos do solo sobre a qualidade da madeira de *Pinus taeda* para produção de celulose Kraft. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.267-273, 2004.

ROCHA, J. B. O.; POZZA, A. A. A.; CARVALHO, J. G.; SILVA, C. A. CURI, N. Efeito da calagem na nutrição mineral e no crescimento inicial do eucalipto a campo em Latossolo húmico da Zona da Mata (MG). **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 255-263, dez. 2008.

SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MURAOKA, T. Sintomas visuais de deficiências de micronutrientes e composição mineral de folhas em mudas de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1655-1662, set/1999.

SILVA, S.R.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; PEREIRA, P.R.G. Eficiência nutricional de potássio e crescimento de eucalipto influenciados pela compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 2002.

SILVEIRA, R. L. V. A.; BONINE, C. CA. V.; HIGASHI, E. N.; VALLE, C. F.; BOUCHARDET, J. A.; GONÇALVES, A. N.; Produção de matéria seca, concentração e conteúdo de macro e micro nutrientes em brotações de clones de *Eucalyptus* na condição de minijardim clonal. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Santa Maria, 2000. **Resumo expandido**. Santa Maria: SBCS/SBM, 2000.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus*. **Informações agrônômicas** nº 91 – setembro/2000.

SOUZA, A. V.; PEREIRA, A. M. S. Enraizamento de plantas cultivadas in vitro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 9, n. 4, p. 103–117, 2007.

TREVIZAM, R.; BRONDANI, G. E.; SOUZA, R.; ALMEIDA, M. Caracterização morfológica de calos de *Eucalyptus urofilia* S.T. Blake sob concentrações de boro e cálcio. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 563-574, jul./set. 2011.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J. M.; PIRES, I. E.; ANDRADE, H. B. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, [s.l.], v. 24, n.2, p. 181-186, 2000.