

MINIESTAQUIA DE *Eucalyptus benthamii*: EFEITO DO GENÓTIPO, AIB, ZINCO, BORO E COLETAS DE BROTAÇÕES

Gilvano Ebling Brondani^{1*}, Francisco José Benedini Baccarin², Tábata Bergonci², Antonio Natal Gonçalves²,
Marcilio de Almeida²

*Autor para correspondência: gebrondani@yahoo.com.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar o enraizamento adventício em miniestacas de *Eucalyptus benthamii* em relação ao genótipo, concentrações de Zn e B, coleta de brotações e aplicação de AIB. As brotações foram oriundas de minicepas fertirrigadas com soluções nutritivas variando nas concentrações de Zn e B (S1 – isento de Zn e B, S2 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn, S3 – 0,5 mg L⁻¹ de B, S4 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn e B, S5 – 1,0 mg L⁻¹ de Zn e B, S6 – 2,0 mg L⁻¹ de Zn e B). A região basal da miniestaca foi imersa durante 10 s em solução contendo 2.000 mg L⁻¹ de AIB, sendo uma solução isenta de AIB utilizada como controle. Avaliaram-se a sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação, na saída da casa de sombra e em área de pleno sol. Em área de pleno sol foram avaliadas apenas as miniestacas enraizadas, e destas, o comprimento total do sistema radicular. O enraizamento adventício em miniestacas de *Eucalyptus benthamii* dependeu do material genético, da coleta de brotações, da aplicação de AIB e das concentrações de Zn e B. A porcentagem de enraizamento foi baixa, sendo que os materiais genéticos foram considerados de difícil propagação pela miniestaquia. Em termos gerais, as miniestacas obtidas de minicepas fertirrigadas com as soluções nutritivas S5 (1,0 mg L⁻¹ de Zn e B) e S6 (2,0 mg L⁻¹ de Zn e B) associadas a presença de AIB na concentração de 2.000 mg L⁻¹ apresentaram os maiores índices de enraizamento.

Palavras-chave: Miniestaquia, rizogênese, clonagem, ácido indolbutírico.

MINI-CUTTING OF *Eucalyptus benthamii*: EFFECT OF THE GENOTYPE, IBA, ZINC, BORON AND SHOOTS COLLECTION

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the induction of adventitious rooting in *Eucalyptus benthamii* mini-cuttings regarding to genotype, Zn and B concentrations, shoot collections and IBA application. Shoots for the mini-cuttings confection were collected from mini-stumps fertigated with nutrient solutions containing different concentrations of Zn and B (S1 – free of Zn and B, S2 – 0.5 mg L⁻¹ Zn, S3 – 0.5 mg L⁻¹ B, S4 – 0.5 mg L⁻¹ Zn and B, S5 – 1.0 mg L⁻¹ Zn and B, S6 – 2.0 mg L⁻¹ Zn and B). The basal portion of the mini-cuttings was immersed for 10 s in a solution containing 2,000 mg L⁻¹ IBA. A free IBA solution was used as control. The mini-cuttings survival in greenhouse, shade-house and in full sun area were evaluated. In full sun area, only the rooted mini-cuttings were evaluated, and of these, the total length of the root system was measured. The adventitious rooting of *Eucalyptus benthamii* mini-cuttings depended of the genotype, Zn and B concentrations, shoots collections and IBA application. In general, the adventitious rooting percentage was low, and the genotypes were considered difficult to propagation by mini-cuttings technique. The mini-cuttings collected of mini-stumps fertigated with nutrient solutions S5 (1.0 mg L⁻¹ Zn and B) and S6 (2.0 mg L⁻¹ Zn and B) associated with the presence of IBA in the concentration of 2,000 mg L⁻¹ presented the greater adventitious rooting percentage.

Key words: Mini-cutting technique, rhizogenesis, cloning, indole-3-butyric acid.

1 INTRODUÇÃO

A técnica de miniestaquia é a mais utilizada pelas grandes empresas florestais para a clonagem de genótipos selecionados de *Eucalyptus*, possibilitando consideráveis ganhos de produtividade decorrentes do aumento dos índices de enraizamento e da redução do tempo na formação da muda em comparação com a estaquia (ALFENAS et al., 2004). Contudo, existem espécies consideradas de difícil enraizamento, tal como o *Eucalyptus benthamii* (GRAÇA et al., 1999), que apesar de ser uma espécie de interesse para a composição de plantios florestais homogêneos em

regiões mais frias, ainda não existe protocolo eficiente para a obtenção em larga escala de mudas clonais.

Em sistemas de minijardins clonais os nutrientes são fornecidos, preferencialmente, por gotejamento a cada minicepa, regulando a vazão e concentração de nutrientes para garantir a produção de brotações com qualidade nutricional adequada (HIGASHI et al., 2002), sendo que o Zn e B são micronutrientes que se destacam em relação a rizogênese (CUNHA et al., 2009). Seguindo esse princípio, Cunha et al. (2005) avaliaram a produção e sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus benthamii* conduzidas em sistemas de minijardins clonais em hidroponia e tubete. Os

¹ Universidade Federal de Mato Grosso - Cuiabá, Mato Grosso, Brasil

² Universidade de São Paulo - Piracicaba, São Paulo, Brasil

autores concluíram que ambos os tipos de manejo foram tecnicamente viáveis para a produção de brotações para a confecção de miniestacas durante todo o ano. Contudo, o efeito da composição da solução nutritiva em relação aos índices de enraizamento não foi avaliado. Higashi et al. (2002) salientam que não existe uma solução nutritiva padrão que possa ser aplicada para todas as espécies florestais em condições de cultivo intensivo, sendo que os nutrientes necessários para o desenvolvimento são os mesmos, porém as quantidades exigidas para cada espécie são diferenciadas.

Aplicações de fitorreguladores promovem efeitos positivos à rizogênese em espécies difíceis de enraizar, sendo que o ácido indolbutírico (AIB) é o mais utilizado (ALMEIDA et al., 2007; BRONDANI et al., 2010a; BRONDANI et al., 2010b; CORRÊA; FETT-NETO, 2004; TITON et al., 2003; WENDLING et al., 2000; WENDLING; XAVIER, 2005). As concentrações de AIB para induzir a rizogênese variam muito entre as espécies de *Eucalyptus* (ALMEIDA et al., 2007; BRONDANI et al., 2010a; BRONDANI et al., 2010b; CORRÊA; FETT-NETO, 2004; TITON et al., 2003; WENDLING et al., 2000), sendo necessário estabelecer concentrações ideais de acordo com cada situação de manejo no viveiro e tipo de material genético. Com base no exposto, objetivou-se avaliar o enraizamento adventício em miniestacas de *Eucalyptus benthamii* em relação ao genótipo, coleta de brotações, aplicação de AIB e concentrações de Zn e B.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Constituição do minijardim clonal

As unidades experimentais foram compostas por mudas clonais de *Eucalyptus benthamii* (clones BP101, BP118 e BP120) propagadas pelo processo de miniestaquia (ALFENAS et al., 2004) e cultivadas em vasos plásticos (18 x 16 x 45 cm) com duas aberturas na porção inferior (Figura 1 A). O substrato foi composto por areia, fração fina (0,10 mm < diâmetro de partícula < 0,25 mm), o qual foi lavado com água deionizada por cinco vezes, seguido de autoclavagem durante 20 minutos a 121°C ($\approx 1,0 \text{ kgf cm}^{-2}$). Nos vasos foram plantadas seis mudas no espaçamento 10 x 8 cm, sendo duas mudas de cada clone dispostas sequencialmente. Após sete dias efetuou-se a quebra do caule das mudas a 10 cm acima da base com a finalidade induzir o crescimento de brotações axilares (Figura 1 B), sendo realizada poda da parte aérea a 7 cm acima da base da muda para a formação da minicepa (Figura 1 C-D).



Figura 1 - Unidade experimental para a constituição do minijardim clonal de *Eucalyptus benthamii*. (A) detalhe do vaso contendo areia fina; (B) detalhe da indução de brotações axilares pela quebra do caule aos 21 dias; (C) disposição dos vasos contendo as minicepas aos 50 dias; (D) minicepas emitindo brotações aptas para a coleta aos 50 dias.

Figure 1 - Experimental unit for the establishment of clonal mini-garden of *Eucalyptus benthamii*. (A) detail of the recipient containing fine sand, (B) induction of axillary shoots by breaking of the stem, at 21 days, (C) detail of recipient containing the mini-stumps, at 50 days, (D) mini-stumps emitting shoots able to collect, at 50 days.

2.2 Manejo das minicepas

O minijardim clonal foi instalado em condições de estufa recoberta com polietileno transparente e composta por dois sistemas de ventiladores. A cada sete dias adicionou-se 100 mL de solução nutritiva básica por minicepa (Tabela 1), sendo realizada irrigação com água deionizada diariamente. A cada semana foi realizada lavagem da areia com água deionizada para evitar a salinização.

2.3 Coleta das brotações e preparo das miniestacas

As miniestacas foram preparadas com um corte reto na região basal, mantendo-se o ápice, dois pares de folhas (50% da área total foliar) e dois pares de gemas sem as folhas na porção inferior, apresentando comprimento médio de 7 cm (± 2 cm).

2.4 Variação de Zn e B na solução nutritiva

Diferentes concentrações de zinco (Zn) e boro (B) foram fornecidas via solução nutritiva (S1 – isento de Zn e B, S2 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn, S3 – 0,5 mg L⁻¹ de B, S4 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn e B, S5 – 1,0 mg L⁻¹ de Zn e B, S6 – 2,0 mg L⁻¹ de Zn e B). O Zn foi fornecido na forma de sulfato de zinco (ZnSO₄·7H₂O / 287,54) e o B foi fornecido na forma de ácido bórico (H₃BO₃ / 61,83).

2.5 Aplicação de AIB

A região basal da miniestaca foi imersa durante 10 s em solução hidroalcoólica (1:1, água:álcool, v/v) nas concentrações de 0 (isento de AIB) ou 2.000 mg L⁻¹ de AIB. Ao longo do experimento avaliaram-se a sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SCV), na saída da casa de sombra (SCS) e em área de pleno sol (APS). Em área de pleno sol (APS) foram avaliadas apenas as miniestacas enraizadas, e destas, o comprimento total do sistema radicial (CTSR) a partir do software SIARCS (EMBRAPA, 1996).

2.6 Condições de enraizamento

As miniestacas foram inseridas a 2 cm de profundidade em substrato (vermiculita média e substrato a base de casca de pinus decomposta, 2:1, v/v) que foi distribuído em tubete cônico (55 cm³). As miniestacas permaneceram entre 35 a 42 dias em casa de vegetação automatizada com nebulização intermitente. Após, as miniestacas foram transferidas para casa de sombra (sombrite de 50%), onde permaneceram por 14 a 21 dias. Após o processo de aclimação, as miniestacas foram transferidas para uma área de pleno sol, visando a rustificação e crescimento por 30 dias. Da casa de sombra até a avaliação em área de pleno sol, as miniestacas receberam fertirrigação semanal (2 L m⁻²) com a solução nutritiva básica (Tabela 1), acrescida de 0,1 mg L⁻¹ de Zn e 0,1 mg L⁻¹ de B. Os valores da temperatura do ar (máxima, média e mínima) foram coletados diariamente.

2.7 Delineamento experimental e análise estatística dos dados

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (3x8x6x2) com parcelas subdivididas no tempo, sendo os fatores constituídos por três clones, oito coletas de brotações, seis

combinações de Zn e B, na ausência e presença de AIB, com cinco repetições de 10 a 20 miniestacas por repetição. Os dados mensurados foram submetidos ao teste de Hartley (P<0,05) e Lilliefors (P<0,05) previamente à análise de variância (ANOVA, P<0,05 e P<0,01), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05). Realizou-se análise de correlação de Pearson (P<0,01 e P<0,05) das médias das temperaturas máximas, médias e mínimas com os dados biométricos.

Tabela 1 - Composição da solução nutritiva básica para a fertirrigação do minijardim clonal de *Eucalyptus benthamii*.

Table 1 - Composition of the basic nutrient solution for fertigation of the clonal mini-garden of *Eucalyptus benthamii*.

Nutriente	Solução nutritiva*	
(mg L ⁻¹)		
N ⁻ NO ³⁻	60,00	
N ⁻ NH ⁴⁺	30,00	
P	12,00	
Ca	40,00	
K	80,00	
S	10,00	
Mg	12,00	
Cu	0,10	
Fe	2,00	
Mo	0,02	
Mn	1,60	
Fonte de macro e micronutriente	FQ / PM	(mg L ⁻¹)
Nitrato de potássio	KNO ₃ / 101,10	206,85
Monoamônio fostato	NH ₄ H ₂ PO ₄ / 115,03	44,57
Nitrato de amônio	NH ₄ NO ₃ / 80,04	140,50
Cloreto de cálcio	CaCl ₂ ·2H ₂ O / 147,02	111,13
Nitrato de cálcio	Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O / 236,15	57,18
Cloreto de magnésio	MgCl ₂ ·6H ₂ O / 203,30	50,46
Sulfato de magnésio	MgSO ₄ ·7H ₂ O / 246,48	60,49
Sulfato de manganês	MnSO ₄ ·H ₂ O / 169,01	4,9223
Sulfato de cobre	CuSO ₄ ·5H ₂ O / 249,68	0,3929
Sulfato de ferro	FeSO ₄ ·7H ₂ O / 278,02	9,9520
Sódio - EDTA	Na ₂ -EDTA·2H ₂ O / 372,24	13,3110
Molibdato de sódio	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O / 241,95	0,0504

*O pH foi ajustado para 6,2 a 25°C com ácido clorídrico (HCl) ou hidróxido de sódio (NaOH), ambos a 1M. FQ = fórmula química, PM = peso molecular. Fonte: Brondani et al. (2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância houve interação significativa entre a coleta de brotações, clone, solução nutritiva e regulador de crescimento para a sobrevivência na saída da casa de vegetação (SCV), sobrevivência na saída da casa de sombra (SCS), enraizamento em área a pleno sol (EPS) e comprimento total do sistema radicial (CTSR) de miniestacas de *Eucalyptus benthamii*. A sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (Tabela 2), sobrevivência na saída da casa de sombra (Tabela 3) e enraizamento das miniestacas em área de pleno sol (Tabela 4) apresentaram grande variabilidade de resposta.

Em termos gerais os valores da SCV foram elevados, sendo que a média foi de 90,8% (Tabela 2). Os índices da SCV para *Eucalyptus benthamii* podem ser considerados elevados para a miniestaca de *Eucalyptus* (ALFENAS et al., 2004). Segundo Wendling e Xavier (2005) geralmente os índices de SCV são elevados devido às condições ambientais (como a luz, umidade e temperatura) serem controladas adequadamente para garantir a sobrevivência dos propágulos até a indução do enraizamento. Valores elevados da sobrevivência miniestacas de *Eucalyptus* na saída da casa de vegetação foram reportados em vários trabalhos, e geralmente situam-se acima de 85%, como o observado para *E. grandis* x *E. globulus*, *E. urophylla* x *E. globulus* (BORGES et al., 2011); *E. grandis* x *E. urophylla* (GOULART et al., 2010), *E. cloeziana* (ALMEIDA et al., 2007), *E. grandis* (TITON et al., 2003; WENDLING; XAVIER, 2005) e *E. benthamii* x *E. dunnii* (BRONDANI et al., 2010a; BRONDANI et al., 2010b).

Os valores da SCS foram reduzidos, denotando elevada sensibilidade das miniestacas de *Eucalyptus benthamii* às alterações ambientais (umidade relativa do ar, temperatura e irrigação) durante a fase de aclimação (chegando a ocorrer mais de 85% de mortalidade). A média geral da SCS foi de 64,3% (Tabela 3). Geralmente, as maiores diferenças entre as espécies, variedades ou híbridos de *Eucalyptus* são mais pronunciadas durante a fase de aclimação em casa de sombra, onde que os índices de sobrevivência podem variar de 0 a 100% (ALFENAS et al., 2004). Ao considerar as espécies de *Eucalyptus* subtropicais, as diferenças de enraizamento são ainda maiores, podendo ocorrer até a perda total do material (BRONDANI et al., 2010a; BRONDANI et al., 2010b; CORRÊA; FETT-NETO, 2004). O fato da elevada sensibilidade das miniestacas de *E. benthamii* durante o

processo de aclimação denota a necessidade do desenvolvimento de um novo tipo de manejo (tanto na casa de vegetação quanto na casa de sombra) para minimizar as perdas.

A porcentagem de enraizamento apresentou valores reduzidos (Tabela 4) ao comparar com os índices apresentados para outras espécies de *Eucalyptus* propagadas pela técnica de miniestaca, tais como o *E. grandis* x *E. urophylla* (GOULART et al., 2010) e *E. grandis* (TITON et al., 2003; WENDLING; XAVIER, 2005). Em termos médios, a porcentagem de enraizamento foi de 43,5%, sendo considerada uma espécie de difícil enraizamento. Apesar dos valores reduzidos de enraizamento, a média geral do CTSR foi de 125,0 cm e, as soluções S5 e S6 apresentaram os maiores valores para o CTSR (Tabela 5).

A correlação das temperaturas máximas, médias e mínimas com a SCV foi negativa, o que denota redução do enraizamento das miniestacas em casa de vegetação quando submetidas a elevadas temperaturas. O CTSR não apresentou correlação com os dados de temperatura da casa de vegetação, denotando pouca influência em termos da qualidade do sistema radicial (Tabela 6). Em termos gerais, a aplicação de AIB na concentração de 2.000 mg L⁻¹ favoreceu a SCV, SCS, EPS e o CTSR para todos os materiais genéticos e as soluções S5 e S6 tenderam a favorecer os maiores valores de enraizamento. O pouco conhecimento a respeito dos fatores fisiológicos e ambientais que envolvem o enraizamento adventício em propágulos limitam a produção de mudas clonais de espécies florestais consideradas de difícil propagação.

A mortalidade das miniestacas de *E. benthamii* chegou a ser superior a 80% nas estações mais quentes, o que pode ser confirmado pela correlação negativa dos valores de temperatura com a sobrevivência durante a saída da casa de vegetação (Tabela 6), sendo esse comportamento semelhante ao observado para *E. benthamii* x *E. dunnii* (BRONDANI et al., 2010b). A elevada temperatura pode desnaturar enzimas, reduzir a absorção de nutrientes e alterar o metabolismo, o que prejudica o enraizamento adventício (CORRÊA; FETT-NETO, 2004), além de reduzir a capacidade morfogênica dos tecidos e favorecer a indução de calo na região basal (HARTMANN et al., 2011). A temperatura ótima para o enraizamento adventício varia entre as espécies, sendo alta para espécies tropicais e baixa para subtropicais (CORRÊA; FETT-NETO, 2004). Além disso, a presença de AIB na concentração de 2.000 mg L⁻¹ apresentou acréscimos ao enraizamento adventício

Tabela 2 - Valores médios da porcentagem de sobrevivência na saída da casa de vegetação (SCV) de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* em relação aos tratamentos testados.

Table 2 – Average of survival percentage in greenhouse (SCV) of *Eucalyptus benthamii* mini-cuttings in relation to treatments.

CLONE BP 101												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	91,0±7,7	39,2±3,0	64,8±9,1	65,4±5,1	74,4±11,6	86,3±14,3	91,0±7,7	66,8±9,1	91,6±7,2	51,7±9,9	73,2±15,2	47,6±4,1
2 ^a	Aa	Ce	Bbcd	Cbcd	Bab	Aab	ABa	Bbcd	Aa	Bcde	Babc	Bde
3 ^a	100,0±0,0	91,0±7,7	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	79,1±19,0	100,0±0,0	91,6±7,2 Aa	100,0±0,0	86,9±1,0	86,9±1,0	86,9±1,0
4 ^a	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	ABa	Aa
5 ^a	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
6 ^a	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
7 ^a	66,6±8,2	66,6±8,2	100,0±0,0	71,4±14,2	100,0±0,0	100,0±0,0	66,6±21,8	80,9±8,2	100,0±0,0	100,0±0,0	85,7±14,2	100,0±0,0
8 ^a	Bb	Bb	Aa	BCb	Aa	Aa	Cb	ABab	Aa	Aa	ABab	Aa
1 ^a	100,0±0,0	91,0±7,7	91,0±7,7	73,8±2,0	91,6±7,2	100,0±0,0	91,6±7,2	100,0±0,0	91,6±7,2	91,6±7,2	91,0±7,7	100,0±0,0
2 ^a	Aa	Aab	Aab	BCb	ABab	Aa	ABab	Aa	Aab	Aab	ABab	Aa
3 ^a	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	91,0±7,7 Aa	100,0±0,0	91,6±7,2 Aa	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	91,0±7,7	100,0±0,0
4 ^a	Aa	Aa	Aa	Aa	ABa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	ABa	Aa
5 ^a	86,9±1,0	91,6±7,2	39,2±3,0	61,3±10,7	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	65,4±5,1	86,9±1,0	91,0±7,7	100,0±0,0	91,6±7,2
6 ^a	ABab	Aa	Cd	Cc	Aa	Aa	Bbc	ABab	Aa	Aa	Aa	Aa
7 ^a	65,4±5,1	80,9±8,2	100,0±0,0	91,6±7,2	100,0±0,0	100,0±0,0	73,8±2,0	86,3±9,3	100,0±0,0	91,6±7,2	86,9±1,0	91,6±7,2
8 ^a	Bc	ABabc	Aa	ABab	Aa	Aa	BCbc	ABabc	Aa	Aab	ABabc	Aab

CLONE BP 118												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	91,0±7,7	86,9±1,0	87,5±12,5	60,7±3,0	77,3±21,5	66,0±18,1	65,4±5,1	35,1±9,1	86,9±1,0	22,0±8,4 Be	60,7±3,0	47,6±4,1
2 ^a	ABa	Aa	ABa	Cbc	Bab	Bb	Bb	Bde	Aa	Aa	Bbc	Bcd
3 ^a	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	91,6±7,2
4 ^a	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
5 ^a	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
6 ^a	Aa	Aa	ABa	ABa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
7 ^a	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	91,0±7,7 Aa	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
8 ^a	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
1 ^a	100,0±0,0	91,0±7,7	78,5±6,1	78,5±6,1	100,0±0,0	91,6±7,2	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
2 ^a	Aa	Aab	Bb	Bb	Aa	Aab	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
3 ^a	77,9±8,4	86,9±1,0	91,0±7,7	100,0±0,0	91,6±7,2	100,0±0,0	91,6±7,2	91,6±7,2	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
4 ^a	Bb	Aab	ABab	Aa	ABab	Aa	Aab	Aab	Aa	Aa	Aa	Aa

CLONE BP 120												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	64,2±22,3	86,9±1,0	78,5±6,1	73,2±15,2	91,0±7,7	100,0±0,0	47,6±4,1	48,8±23,2	78,5±6,1	39,2±3,0	51,7±9,9	73,8±2,0
2 ^a	Bcde	ABabc	ABabc	Bbcd	Aab	Aa	Bef	Cef	Aabc	Cf	Bdef	Bbcd
3 ^a	100,0±0,0	91,0±7,7	100,0±0,0	91,6±7,2	100,0±0,0	87,5±12,5	91,6±7,2	91,0±7,7	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
4 ^a	Aa	ABa	Aa	ABa	Aa	Aa	ABa	ABa	Aa	Aa	Aa	Aa
5 ^a	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	91,0±7,7	87,5±12,5	77,9±8,4	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	91,6±7,2
6 ^a	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	ABa	Aa	Aa	Aa	ABa
7 ^a	85,7±14,2	42,8±0,0	100,0±0,0	71,4±14,2	80,9±8,2	57,1±5,0	95,2±8,2	80,9±8,2	85,7±14,2	66,6±8,2	95,2±8,2	85,7±4,0
8 ^a	ABab	Cd	Aa	Bbc	Aab	Bcd	Aa	ABab	Aab	Bbc	Aa	ABab
1 ^a	100,0±0,0	77,9±8,4	100,0±0,0	86,9±1,0	77,9±8,4	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	87,5±12,5	91,0±7,7	91,6±7,2	100,0±0,0
2 ^a	Aa	ABa	Aa	ABa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
3 ^a	100,0±0,0	91,6±7,2	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	91,6±7,2	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
4 ^a	Aa	ABa	Aa	Aa	Aa	Aa	ABa	ABa	Aa	Aa	Aa	Aa
5 ^a	95,8±7,2	100,0±0,0	91,0±7,7	74,4±11,6	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
6 ^a	Aa	Aa	ABab	Bb	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
7 ^a	86,9±1,0	73,8±2,0	74,4±11,6	100,0±0,0	91,6±7,2	91,6±7,2	86,9±1,0	73,8±2,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	86,9±1,0
8 ^a	ABab	Bb	Bb	Aa	Aab	Aab	Aab	Bb	Aa	Aa	Aa	ABab

Nas colunas, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, nas linhas, médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. 0 AIB – isento de AIB (0 mg L⁻¹), 2.000 AIB – tratamento com AIB (2.000 mg L⁻¹). Solução 1 – isento de Zn e B, Solução 2 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn, Solução 3 – 0,5 mg L⁻¹ de B, Solução 4 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn e B, Solução 5 – 1,0 mg L⁻¹ de Zn e B, Solução 6 – 2,0 mg L⁻¹ de Zn e B. Dados apresentados como: média ± desvio padrão.

Tabela 3 - Valores médios da porcentagem de sobrevivência na saída da casa de sombra (SCS) de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* em relação aos tratamentos testados.**Table 3** - Average of survival percentage in shade-house (SCS) of *Eucalyptus benthamii* mini-cuttings in relation to treatments.

CLONE BP 101												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	77,9±8,4	39,2±3,0	51,7±9,9	52,3±4,1	52,9±17,1	77,9±8,4	60,7±3,0	65,4±5,1	65,4±5,1	47,6±4,1	64,8±9,1	34,5±5,1
2 ^a	100,0±0,0	91,0±7,7	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	65,4±5,1	100,0±0,0	91,6±7,2	91,6±7,2	86,9±1,0	86,9±1,0	60,7±3,0
3 ^a	100,0±0,0	91,0±7,7	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	91,6±7,2	91,6±7,2	100,0±0,0	100,0±0,0	87,5±12,5	91,0±7,7
4 ^a	66,6±8,2	66,6±8,2	80,9±8,2	66,6±8,2	80,9±8,2	80,9±8,2	52,3±8,2	57,1±5,0	95,2±8,2	85,7±7,0	66,6±8,2	57,1±9,0
5 ^a	39,2±3,0	65,4±5,1	26,1±2,0	38,6±10,7	26,1±2,0	48,2±9,9	52,3±4,1	52,3±4,1	64,8±9,1	65,4±5,1	47,6±4,1	47,6±4,1
6 ^a	39,2±3,0	65,4±5,1	25,5±11,6	34,5±5,1	8,3±7,2	35,1±9,1	13,6±14,3	26,7±15,2	13,6±14,3	47,6±4,1	13,6±14,3	52,3±4,1
7 ^a	25,5±11,6	60,7±3,0	26,1±2,0	47,6±4,1	De	Dbcd	Dde	Ccde	Cde	Cabc	Dde	Cdab
8 ^a	22,0±8,4	28,5±7,9	52,3±4,1	60,7±3,0	26,1±2,0	38,6±10,7	34,5±5,1	52,3±4,1	51,7±9,9	61,3±10,7	73,2±15,2	77,9±8,4
	Cf	Def	Bbcd	BCabc	Cdf	Ddef	Bbcd	Bcde	Cabc	Aab	ABa	
CLONE BP 118												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	91,0±7,7	74,4±11,6	78,5±6,1	51,7±9,9	77,3±21,5	61,3±10,7	61,3±10,7	22,0±8,4	73,8±2,0	22,0±8,4	47,6±4,1	33,9±18,1
2 ^a	100,0±0,0	91,0±7,7	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	91,6±7,2
3 ^a	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	86,3±14,3	86,9±1,0	100,0±0,0	100,0±0,0	91,0±7,7	91,0±7,7	91,6±7,2	91,0±7,7	100,0±0,0
4 ^a	85,7±14,2	66,6±8,2	71,4±5,0	85,7±6,0	80,9±8,2	85,7±8,0	95,2±8,2	85,7±14,2	85,7±9,8	80,9±8,2	66,6±8,2	100,0±0,0
5 ^a	65,4±5,1	86,9±1,0	78,5±6,1	65,4±5,1	60,7±3,0	64,8±9,1	51,7±9,9	64,8±9,1	78,5±6,1	86,9±1,0	75,0±25,0	78,5±6,1
6 ^a	74,4±11,6	73,8±2,0	52,3±4,1	65,4±5,1	61,3±10,7	86,9±1,0	65,4±5,1	73,8±2,0	86,9±1,0	47,6±4,1	47,6±4,1	78,5±6,1
7 ^a	35,7±22,3	61,9±24,1	BCDbc	BCabc	BCabc	ABa	BCabc	ABabc	Aa	Bc	CDc	Aab
8 ^a	26,1±2,0	34,5±5,1	47,6±4,1	51,7±9,9	61,3±10,7	65,4±5,1	73,8±2,0	87,5±12,5	77,9±8,4	91,0±7,7	77,9±8,4	91,6±7,2
	Cf	Def	CDdef	Cdef	BCcde	Bbcd	ABabc	ABab	Aabc	Aa	ABabc	Aa
CLONE BP 120												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	60,1±16,2	65,4±5,1	78,5±6,1	64,8±9,1	73,2±15,2	91,0±7,7	34,5±5,1	26,7±15,2	61,3±10,7	39,2±3,0	47,0±17,1	60,7±3,0
2 ^a	100,0±0,0	91,0±7,7	100,0±0,0	91,6±7,2	100,0±0,0	87,5±12,5	91,6±7,2	91,0±7,7	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0	100,0±0,0
3 ^a	100,0±0,0	91,0±7,7	100,0±0,0	91,0±7,7	100,0±0,0	77,3±21,5	87,5±12,5	73,8±2,0	100,0±0,0	100,0±0,0	86,9±1,0	79,1±19,0
4 ^a	66,6±8,2	52,3±8,2	57,1±4,0	52,3±8,2	42,8±6,7	38,0±8,2	71,4±14,2	66,6±8,2	66,6±8,2	52,3±8,7	66,6±8,2	71,4±10,2
5 ^a	48,2±9,9	39,2±3,0	26,1±2,0	61,3±10,7	52,3±4,1	60,7±3,0	26,1±2,0	48,2±9,9	61,3±10,7	73,8±2,0	26,1±2,0	52,3±4,1
6 ^a	26,1±2,0	34,5±5,1	20,8±19,0	0,0±0,0	25,5±11,6	26,1±2,0	12,5±12,5	13,6±14,3	27,3±28,6	48,2±9,9	34,5±5,1	48,2±9,9
7 ^a	25,0±8,6	65,4±5,1	26,1±2,0	60,7±3,0	34,5±5,1	39,2±3,0	26,7±15,2	51,7±9,9	34,5±5,1	35,1±9,1	51,7±9,9	78,5±6,1
8 ^a	22,0±8,4	25,5±11,6	22,0±8,4	61,3±10,7	52,3±4,1	60,7±3,0	47,6±4,1	51,7±9,9	73,8±2,0	86,9±1,0	60,7±3,0	60,7±3,0
	Cc	Cc	Cc	ABCab	BCbc	ABab	BCbc	BCbc	ABab	Aa	BCDab	BCab

Nas colunas, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, nas linhas, médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. 0 AIB – isento de AIB (0 mg L⁻¹), 2.000 AIB – tratamento com AIB (2.000 mg L⁻¹). Solução 1 – isento de Zn e B, Solução 2 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn, Solução 3 – 0,5 mg L⁻¹ de B, Solução 4 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn e B, Solução 5 – 1,0 mg L⁻¹ de Zn e B, Solução 6 – 2,0 mg L⁻¹ de Zn e B. Dados apresentados como: média ± desvio padrão.

Tabela 4 - Valores médios da porcentagem de enraizamento em área a pleno sol (EPS) de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* em relação aos tratamentos testados.

Table 4 - Average of adventitious rooting in area of full sun (EPS) of *Eucalyptus benthamii* mini-cuttings in relation to treatments.

CLONE BP 101												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	51,7±9,9	39,2±3,0	33,9±18,1	34,5±5,1	52,9±17,1	61,3±10,7	52,3±4,1	60,7±3,0	52,3±4,1	34,5±5,1	39,2±3,0	26,1±2,0
2 ^a	Bab	BCab	BCab	CDab	ABab	Aa	ABab	ABa	BCab	BCab	ABab	Bb
3 ^a	86,9±1,0	52,3±4,1	65,4±5,1	73,8±2,0	64,8±9,1	26,7±15,2	65,4±5,1	64,8±9,1	60,7±3,0	25,5±11,6	60,7±3,0	39,8±16,2
4 ^a	Aa	Bbcd	ABabc	ABab	Aabc	BCd	Aabc	ABabc	BCabc	BCd	Aabc	ABcd
5 ^a	91,0±7,7	86,9±1,0	78,5±6,1	86,9±1,0	73,8±2,0	51,7±9,9	64,8±9,1	86,9±1,0	100,0±0,0	86,9±1,0	51,7±9,9	65,4±5,1
6 ^a	Aab	Aab	Aabc	Aab	Aabc	ABC	ABC	Aab	Aa	Aab	Ac	ABC
7 ^a	9,5±8,2	14,2±14,2	14,2±14,2	23,8±21,8	14,2±14,2	28,5±14,2	9,5±8,2	9,5±8,2	71,4±14,2	42,8±5,0	38,0±8,2	23,8±8,2
8 ^a	Cc	Cbc	Cbc	CDbc	Cbc	BCbc	Cc	Cc	ABa	Bab	ABC	Bbc
	22,6±21,5	13,6±14,3	8,9±7,7	26,1±2,0	12,5±12,5	13,0±1,0	8,3±7,2	8,3±7,2	8,9±7,7	8,3±7,2	12,5±2,5	20,8±9,0
	BCa	Ca	Ca	CDa	Ca	Ca	Ca	Ca	Da	Ca	Ba	Ba
	8,3±7,2	22,0±8,4	13,0±1,0	13,0±1,0	8,3±7,2	21,4±6,1	8,9±7,7	8,3±7,2	8,9±7,7	33,9±18,1	13,6±14,3	38,6±10,7
	Ca	BCa	Ca	Da	Ca	BCa	Ca	Ca	Da	BCa	Ba	ABa
	12,5±12,5	47,6±4,1	13,0±1,0	34,5±5,1	21,4±6,1	12,5±12,5	26,1±2,0	35,1±9,1	13,0±1,0	35,1±9,1	13,0±1,0	26,1±2,0
	Cb	Ba	Cb	CDab	BCab	Cb	BCab	BCab	Db	BCab	Bb	Bab
	8,9±7,7	14,2±0,0	39,2±3,0	47,6±4,1	13,0±1,0	25,5±11,6	21,4±6,1	39,2±3,0	38,6±10,7	48,2±9,9	60,1±16,2	64,8±9,1
	Cc	Cc	BCabc	BCab	Cc	BCbc	BCbc	BCabc	CDabc	Bab	Aa	Aa
CLONE BP 118												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	91,0±7,7	66,0±18,1	78,5±6,1	51,7±9,9	77,3±21,5	47,6±4,1	52,3±4,1	22,0±8,4	64,2±22,3	22,0±8,4	34,5±5,1	21,4±6,1
2 ^a	Aa	ABabc	ABab	ABbcd	ABab	Bbcd	BCDbcd	Cd	ABabc	Dd	CDEcd	Bd
3 ^a	91,6±7,2	64,8±9,1	100,0±0,0	79,1±19,0	100,0±0,0	100,0±0,0	91,0±7,7	100,0±0,0	100,0±0,0	91,6±7,2	100,0±0,0	73,8±2,0
4 ^a	Aa	ABa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
5 ^a	61,3±10,7	100,0±0,0	65,4±5,1	60,1±16,2	60,7±3,0	60,7±3,0	86,3±14,3	65,4±5,1	51,7±9,9	87,5±12,5	78,5±6,1	73,2±15,2
6 ^a	ABCb	Aa	ABCab	ABb	BCb	Bb	ABab	ABab	BCb	ABab	ABab	Aab
7 ^a	80,9±8,2	9,5±8,2	52,3±8,2	28,5±14,2	66,6±8,2	38,0±8,2	71,4±14,2	9,5±8,2	57,1±14,2	66,6±21,8	71,4±14,2	57,1±14,2
8 ^a	ABa	Dd	BCabc	Bcd	ABCabc	Bbcd	ABCab	Cd	BCabc	ABCabc	ABCab	ABabc
	48,2±9,9	52,3±4,1	62,5±37,5	52,3±4,1	52,3±4,1	52,9±17,1	34,5±5,1	39,8±16,2	35,1±9,1	51,1±23,2	52,9±17,1	73,8±2,0
	BCDab	BCab	ABCab	ABab	BCDab	Bab	CDb	BCab	BCb	BCDab	BCDab	Aa
	35,1±9,1	25,5±11,6	34,5±5,1	61,3±10,7	35,7±22,3	52,3±4,1	47,6±4,1	38,6±10,7	60,7±3,0	39,2±3,0	13,0±1,0	47,6±4,1
	CDab	CDab	CDab	ABa	CDab	Ba	CDab	BCab	Ba	CDab	Eb	ABab
	22,6±21,5	48,8±23,2	13,0±1,0	38,6±10,7	22,0±8,4	61,3±10,7	26,7±15,2	61,3±10,7	21,4±6,1	73,8±2,0	26,1±2,0	21,4±6,1
	Dc	BCabc	Dc	Babc	Dc	Bab	Dbc	Bab	Cc	ABCa	DEbc	Bc
	13,0±1,0	21,4±6,1	34,5±5,1	38,6±10,7	48,2±9,9	52,3±4,1	60,7±3,0	74,4±11,6	64,8±9,1	77,9±8,4	64,8±9,1	78,5±6,1
	De	CDde	CDde	Bcd	BCDbcd	Bbcd	BCDabc	ABab	ABabc	ABa	ABCabc	Aa
CLONE BP 120												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	38,0±24,1	61,3±10,7	60,7±3,0	60,7±3,0	73,2±15,2	86,3±14,3	25,5±11,6	26,7±15,2	39,8±16,2	34,5±5,1	38,6±10,7	35,1±9,1
2 ^a	Bcd	Aabc	Aabc	Aabc	Aab	Aa	Bd	Bd	BCbcd	Bcd	BCcd	BCDcd
3 ^a	74,4±11,6	77,9±8,4	87,5±12,5	73,2±15,2	86,9±1,0	64,8±9,1	86,9±1,0	65,4±5,1	86,9±1,0	91,6±7,2	100,0±0,0	91,0±7,7
4 ^a	Aab	Aab	Aab	Aab	Aab	ABb	Aab	Ab	Aab	Aab	Aa	Aab
5 ^a	91,0±7,7	64,2±22,3	60,7±3,0	64,8±9,1	65,4±5,1	59,5±29,5	35,7±22,3	25,5±11,6	86,3±14,3	74,4±11,6	60,7±3,0	47,6±4,1
6 ^a	Aa	Aabc	Aabc	Aabc	ABabc	ABabc	Bcd	Bd	Aa	Aab	Babc	BCbcd
7 ^a	9,5±8,2	9,5±8,2	14,2±8,0	9,5±8,2	23,8±8,2	9,5±8,2	38,0±8,2	14,2±14,2	23,8±8,2	9,5±8,2	28,5±7,0	9,5±8,2
8 ^a	Ba	Ba	Ba	Ba	Ca	Ea	Ba	Ba	Ca	Ba	BCa	Da
	13,0±1,0	8,3±7,2	8,3±7,2	8,3±7,2	8,3±7,2	22,0±8,4	22,0±8,4	21,4±6,1	8,3±7,2	8,3±7,2	13,0±1,0	21,4±6,1
	Ba	Ba	Ba	Ba	Ca	DEa	Ba	Ba	Ca	Ba	Ca	CDa
	12,5±12,5	12,5±12,5	20,8±19,0	8,0±0,0	21,4±6,1	8,3±7,2	8,3±7,2	8,9±7,7	13,6±14,3	22,0±8,4	8,3±7,2	22,0±8,4
	Ba	Ba	Ba	Ba	Ca	Ea	Ba	Ba	Ca	Ba	Ca	CDa
	12,5±0,0	52,3±4,1	13,0±1,0	47,6±4,1	21,4±6,1	26,1±2,0	13,6±14,3	38,6±10,7	21,4±6,1	22,0±8,4	38,6±10,7	65,4±5,1
	Bc	Aab	Bc	Aab	Cbc	CDEbc	Bc	ABabc	Cbc	Bbc	BCabc	ABa
	8,9±7,7	12,5±12,5	8,9±7,7	48,2±9,9	39,2±3,0	47,6±4,1	34,5±5,1	38,6±10,7	60,7±3,0	73,8±2,0	47,6±4,1	47,6±4,1
	Bc	Bc	Bc	Aab	BCbc	BCDab	Bbc	ABbc	ABab	Aa	Bab	BCab

Nas colunas, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, nas linhas, médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. 0 AIB – isento de AIB (0 mg L⁻¹), 2.000 AIB – tratamento com AIB (2.000 mg L⁻¹). Solução 1 – isento de Zn e B, Solução 2 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn, Solução 3 – 0,5 mg L⁻¹ de B, Solução 4 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn e B, Solução 5 – 1,0 mg L⁻¹ de Zn e B, Solução 6 – 2,0 mg L⁻¹ de Zn e B. Dados apresentados como: média ± desvio padrão.

Tabela 5 - Valores médios do comprimento total do sistema radicial (CTSR - cm) de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* em relação aos tratamentos testados.**Table 5** - Average of total length of the adventitious root system (CTSR - cm) of *Eucalyptus benthamii* mini-cuttings in relation to treatments.

CLONE BP 101												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	204,3±34,6	142,6±7,4	148,6±54,3	134,4±25,0	181,0±29,7	189,7±71,9	150,1±19,6	171,0±84,0	146,8±24,0	124,3±70,9	58,5±11,8	90,9±19,5
2 ^a	Aa 122,4±22,6	Aabc 103,7±24,2	ABabc 56,7±9,4	Aabc 82,1±19,9	Aab 86,7±5,6	Aab 103,2±23,1	Aabc 57,3±10,1	Aab 66,1±2,7	ABabc 92,9±8,1	Aabc 113,0±53,9	Cc 96,1±24,5	ABbc 119,3±34,5
3 ^a	ABa 116,2±43,9	Aa 96,2±9,0	ABa 68,8±15,1	Aa 75,4±16,7	ABa 105,1±29,8	ABa 103,8±28,5	ABCa 73,9±32,0	Aa 83,5±48,5	ABa 77,9±25,3	Aa 130,0±50,1	BCa 58,1±11,3	ABa 53,6±19,8
4 ^a	ABa 53,6±13,4	Aa 82,8±4,3	ABa 146,3±33,7	Aa 149,7±7,8	ABa 176,2±60,8	ABa 138,8±57,2	ABCa 74,6±3,5	Aa 119,4±5,6	ABa 178,2±70,7	Aa 91,5±21,3	Ca 209,3±104,2	Ba 171,1±30,1
5 ^a	Bc 113,3±2,7	Abc 109,4±18,3	ABabc 46,2±2,4	Aabc 68,3±12,6	Aab 89,9±4,7	ABabc 86,3±4,1	ABCbc 111,9±5,8	Aabc 123,1±6,4	Aab 153,7±8,0	Abc 156,0±8,2	Aa 150,4±7,9	Aab 76,9±0,1
6 ^a	ABab 216,5±38,2	Aab 170,9±37,2	Bb 156,3±58,9	Aab 147,2±8,6	ABab 81,7±4,3	ABab 120,1±29,4	ABab 130,6±6,8	Aab 125,0±6,5	ABa 131,6±6,9	Aa 151,3±5,8	ABCab 216,4±28,5	ABab 156,3±68,0
7 ^a	Aa 136,6±28,9	Aab 97,2±2,4	Aab 101,6±38,3	Aab 95,6±5,6	ABb 57,0±4,6	ABab 59,0±3,1	ABab 4,6±0,9	Aab 81,3±4,2	ABab 81,0±9,0	Aab 138,5±3,5	Aa 198,4±22,0	ABab 108,1±23,8
8 ^a	ABab 133,1±7,0	Aabc 142,1±3,5	ABabc 100,1±7,5	Aabc 104,7±26,8	Bbc 66,5±3,5	Bbc 81,8±8,9	Cc 41,5±13,8	Abc 93,8±31,2	ABbc 62,3±6,9	Abc 106,7±35,7	ABa 116,4±6,1	ABabc 81,1±7,8
	ABa	Aa	ABa	Aa	Ba	BCa	Aa	Ba	Aa	ABCa	ABa	
CLONE BP 101												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	96,8±16,6	173,5±42,8	121,8±45,0	174,5±70,9	175,9±18,3	181,9±62,8	181,5±28,7	122,8±3,1	154,8±29,7	183,6±37,7	79,0±11,2	78,6±11,0
2 ^a	ABa 172,9±28,9	Aa 166,6±45,2	Aa 145,1±72,2	ABa 221,9±22,1	Aa 145,0±27,6	ABa 157,3±30,4	ABa 118,6±21,4	ABa 106,1±18,8	ABa 143,7±34,1	Aa 139,7±41,7	Aa 125,4±33,7	Aa 196,1±53,5
3 ^a	ABa 65,2±20,3	Aa 83,5±37,4	Aa 101,5±34,0	Aa 89,9±16,3	Aa 75,0±22,2	ABa 100,9±39,0	ABa 79,5±17,2	ABa 82,8±30,3	Aa 122,4±20,6	Aa 112,7±37,8	ABa 101,9±7,2	Aa 106,5±14,8
4 ^a	Ba 105,2±7,9	Aa 121,8±6,4	Aa 88,7±32,3	Ba 109,2±78,9	Aa 181,1±98,1	Aa 110,1±2,5	Ba 198,5±34,4	Ba 120,7±7,7	Aa 144,8±63,4	Aa 154,3±21,5	ABa 207,9±26,3	Aa 182,4±12,2
5 ^a	ABa 105,2±2,7	Aa 111,3±30,2	Aa 90,8±11,0	ABa 76,0±17,7	Aa 145,9±50,0	ABa 121,0±32,9	ABa 136,4±19,6	ABa 154,8±92,4	Aa 117,5±22,0	Aa 96,3±25,4	Aa 160,0±40,1	Aa 170,2±45,0
6 ^a	ABa 220,9±32,2	Aa 183,7±45,6	Aa 194,6±63,3	Ba 163,1±11,1	Aa 205,5±34,9	ABa 264,7±75,0	ABa 236,1±24,1	ABa 227,9±93,4	Aa 205,0±39,9	Aa 220,0±38,8	ABa 170,5±108,7	Aa 183,1±42,5
7 ^a	Aa 142,7±7,5	Aa 121,2±10,5	Aa 146,5±27,8	ABa 141,0±1,2	Aa 158,6±0,9	Aa 210,3±47,2	ABa 200,9±8,3	Aa 166,1±50,1	Aa 197,0±28,7	Aa 194,6±34,4	ABa 82,2±17,5	Aa 151,2±30,3
8 ^a	ABa 135,1±15,0	Aa 112,1±27,0	Aa 124,9±59,0	ABa 133,3±16,8	Aa 136,6±22,0	ABa 192,4±71,5	ABa 212,0±8,8	ABa 175,4±52,9	Aa 208,0±30,3	Aa 205,4±36,3	ABa 52,7±9,6	Aa 159,7±31,9
	ABab	Aab	Aab	ABab	Aab	ABa	Aa	ABab	Aa	Aa	Bb	Aab
CLONE BP 101												
Coleta	Solução 1		Solução 2		Solução 3		Solução 4		Solução 5		Solução 6	
	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB	0 AIB	2.000 AIB
1 ^a	149,5±65,5	195,3±65,0	157,1±12,4	71,1±3,7	177,1±18,5	165,8±32,4	112,6±30,0	153,2±49,6	123,0±30,9	156,2±22,0	85,2±28,6	82,7±26,4
2 ^a	Aabc 139,4±28,0	Aa 106,7±38,0	Aabc 138,5±31,7	Bc 142,0±16,9	Aab 91,3±21,6	Aabc 62,4±11,1	Aabc 93,5±27,7	Aabc 83,5±35,8	ABabc 186,8±44,8	Aabc 146,8±17,1	CDbc 89,5±33,9	BCbc 93,9±21,9
3 ^a	ABab 83,9±29,2	ABCab 85,9±30,7	Aab 93,8±57,1	ABab 131,1±39,0	ABab 99,4±22,3	BCb 107,1±13,1	Aab 104,5±57,1	ABab 147,8±51,0	Aa 80,7±20,7	Aa 67,5±31,5	BCDab 60,7±10,1	BCab 64,1±24,5
4 ^a	ABa 106,4±6,1	BCa 128,3±6,7	Aa 111,0±0,4	ABa 139,5±7,3	ABa 102,8±11,4	ABCa 157,1±31,4	Aa 81,5±31,9	Aa 126,3±0,9	Ba 91,4±6,7	Aa 66,8±3,8	Da 145,3±52,1	Ca 86,1±35,4
5 ^a	ABa 63,6±14,9	ABCa 66,6±3,5	Aa 59,3±3,1	ABa 69,7±3,6	ABa 34,1±1,7	ABa 50,4±10,5	Aa 52,0±24,9	Aa 98,4±43,9	ABa 54,9±2,8	Aa 76,9±4,0	BCDa 79,1±14,8	BCa 177,7±37,4
6 ^a	ABb 133,7±33,9	Cb 175,1±48,9	Ab 136,8±14,2	Bb 157,8±8,3	Bb 159,2±5,9	Cb 189,9±10,0	Ab 99,6±11,0	Aab 116,8±6,1	Bb 86,3±9,5	Ab 138,1±19,0	CDab 265,6±13,9	ABa 197,3±93,8
7 ^a	ABbc 61,5±3,2	ABabc 107,9±5,6	Abc 156,3±20,3	ABbc 109,1±5,7	Abc 101,7±39,9	Aab 170,9±9,0	Abc 73,7±3,8	Abc 107,9±2,7	Abc 84,1±2,1	Abc 117,0±11,6	Abc 163,5±88,0	Aa 128,8±1,8
8 ^a	ABb 42,6±2,2	ABCab 113,9±5,9	Aab 136,3±7,1	ABab 182,7±3,7	ABab 86,0±32,0	Aa 142,4±47,5	Aab 73,7±8,2	Aab 113,9±2,9	Bab 86,5±4,5	Aab 123,5±12,2	BCa 185,9±79,6	ABCab 136,0±1,9
	Bb	ABCab	Aab	Aa	ABab	ABCab	Ab	Aab	ABab	Aab	ABa	ABCab

Nas colunas, médias seguidas por mesma letra maiúscula e, nas linhas, médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. 0 AIB – isento de AIB (0 mg L⁻¹), 2.000 AIB – tratamento com AIB (2.000 mg L⁻¹). Solução 1 – isento de Zn e B, Solução 2 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn, Solução 3 – 0,5 mg L⁻¹ de B, Solução 4 – 0,5 mg L⁻¹ de Zn e B, Solução 5 – 1,0 mg L⁻¹ de Zn e B, Solução 6 – 2,0 mg L⁻¹ de Zn e B. Dados apresentados como: média ± desvio padrão.

Tabela 6 - Resumo da Matriz de Correlação de Pearson para a temperatura do ar máxima (TMAX), temperatura média (TMED), temperatura mínima (TMIN), sobrevivência durante a saída da casa de vegetação (SCV), sobrevivência durante a saída da casa de sombra (SCS), enraizamento em área a pleno sol (EPS) e comprimento total do sistema radicial (CTSR) de miniestacas de *Eucalyptus benthamii*.

Table 6 - Summary of Pearson Correlation Matrix for the maximum air temperature (TMAX), mean temperature (TMED), minimum temperature (TMIN), survival in greenhouse (SCV), survival in shade-house (SCS), rooting in the area in full sun (EPS) and total length of the adventitious root system (CTSR) of *Eucalyptus benthamii* mini-cuttings.

Variável	TMAX	TMED	TMIN	SCV	SCS	EPS	CTSR
TMAX	1						
TMED	0,97**	1					
TMIN	0,93**	0,99**	1				
SCV	-0,29**	-0,30**	-0,30**	1			
SCS	0,49**	0,48**	0,47**	0,35**	1		
EPS	0,52**	0,55**	0,55**	0,28**	0,80**	1	
CTSR	-0,03 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1

^{ns} Valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F. ** Valor significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro, pelo teste F.

das miniestacas de *E. benthamii*, sendo que o seu efeito indutivo ficou condicionado as concentrações de Zn e B das soluções nutritivas que interferiram na qualidade nutricional da miniestaca, corroborando as observações de Schwambach et al. (2005) ao avaliarem o enraizamento de microestacas *E. globulus*.

De acordo com as observações de Schwambach et al. (2005) a deficiência de Zn pode ter reduzido a biossíntese de triptofano, e dessa forma, influenciado a redução dos teores endógenos das auxinas, dificultando o enraizamento das microestacas. Essa hipótese está de acordo no que tange a correlação do estado nutricional do propágulo com o aumento dos índices de enraizamento pela aplicação de regulador de crescimento (CUNHA et al., 2009; SCHWAMBACH et al., 2005). Sabe-se que o Zn é requerido para síntese de triptofano (POLLMANN et al., 2009) e as concentrações adequadas desse microelemento na miniestaca pode ter favorecido a síntese de auxinas endógenas promovendo a rizogênese nas miniestacas de *E. benthamii*. Esses resultados sugerem que os efeitos do AIB em nível morfogenético também estão associados aos aspectos nutricionais que as minicepas são condicionadas em sistemas de minijardins clonais, regulando a indução da formação de calo e/ou de raiz adventícia.

4 CONCLUSÕES

O enraizamento adventício em miniestacas de *Eucalyptus benthamii* dependeu do material genético, da coleta de brotações, da aplicação de AIB e concentrações de Zn e B. Os valores da porcentagem de enraizamento de *Eucalyptus benthamii* foram baixos, sendo os materiais genéticos considerados de difícil propagação pela miniestaquia. As miniestacas obtidas de minicepas que receberam as soluções nutritivas S5 (1,0 mg L⁻¹ de Zn e B) e S6 (2,0 mg L⁻¹ de Zn e B) associadas a presença de AIB na concentração de 2.000 mg L⁻¹ apresentaram os maiores índices de enraizamento.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP, CAPES e Planflora Mudas Florestais pelo apoio concedido.

6 REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 442p.
- ALMEIDA, F.D.; XAVIER, A.; DIAS, J.M.M.; PAIVA, H.N. Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.3, p.455–463, 2007.
- BORGES, S.R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.S.; MELO, L.A.; ROSADO, A.M. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.425–434, 2011.
- BRONDANI, G.E.; BACCARIN, F.J.B.; WIT ONDAS, H.W.; GONÇALVES, A.N.; ALMEIDA, M. Avaliação morfofisiológica e produção de minijardim clonal de *Eucalyptus benthamii* em relação a Zn e B. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.32, n.70, p.151–164, 2012.
- BRONDANI, G.E.; GROSSI, F.; WENDLING, I.; DUTRA, L.F.; ARAUJO, M.A. Aplicação de IBA para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage x *Eucalyptus dunni* Maiden. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.32, n.4, p.667–674, 2010a.

BRONDANI, G.E.; WENDLING, I.; GROSSI, F.; DUTRA, L.F.; ARAUJO, M.A. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*: (II) sobrevivência e enraizamento de miniestacas em função das coletas e estações do ano. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.3, p.453–465, 2010b.

CORRÊA, L.R.; FETT-NETO, A.G. Effects of temperature on adventitious root development in microcuttings of *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus globulus* Labill. **Journal of Thermal Biology**, Durham, v.29, n.6, p.315–324, 2004.

CUNHA, A.C.M.C.M.; PAIVA, H.N.; LEITE, H.G.; BARROS, N.F.; LEITE, F.P. Influência do estado nutricional de minicepas no enraizamento de miniestacas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.4, p.607–615, 2009.

CUNHA, A.C.M.C.M.; WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. Produtividade e sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage em sistema de hidroponia e em tubete. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.307–310, 2005.

DIAS, P.C.; OLIVEIRA, L.S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.32, n.72, p.453–462, 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Programa SIARCS - sistema integrado para análise de raízes e cobertura do solo: versão 3.0**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 1996.

GOULART, P.B.; XAVIER, A.; DIAS, J.M.M. Efeito de antioxidantes no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.6, p.961–972, 2010.

GRAÇA, M.E.C.; SHIMIZU, J.Y.; TAVARES, F.R. Capacidade de rebrota e de enraizamento de *Eucalyptus benthamii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.39, p.135–138, 1999.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 8.ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2011. 915p.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, A.N. **Nutrição e adubação em minijardim clonal**

Cerne, Lavras, v. 20, n. 1, p. 147-156, jul./set. 2014

hidropônico de *Eucalyptus*. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2002. 21p. (IPEF. Circular Técnica, 194).

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

SCHWAMBACH, J.; FADANELLI, C.; FETT-NETO, A.G. Mineral nutrition and adventitious rooting in microcuttings of *Eucalyptus globulus*. **Tree Physiology**, Victoria, v.25, n.4, p.487–494, 2005.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W.C.; REIS, G.G. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.1, p.1–7, 2003.

TRUEMAN, S.J.; ADKINS, M.F. Effect of aminoethoxyvinylglycine and 1-methylcyclopropene on leaf abscission and root formation in *Corymbia* and *Eucalyptus* cuttings. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.161, p.1–7, 2013.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência do ácido indolbutírico e da miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.921–930, 2005.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J.M.; PIRES, I.E.; ANDRADE, H.B. Efeito do regulador de crescimento AIB na propagação de clones de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.2, p.187–192, 2000.

Recebido: 25 de novembro de 2011; aceito: 21 de agosto de 2013.