

# EFEITO DE PRODUTO BIOTECNOLÓGICO NOS TEORES DE NUTRIENTES E CUB EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii*

Pedro Henrique Riboldi Monteiro; Etienne Winagraski; Celso Garcia Auer

## Resumo

O uso de biotecnologias em viveiros florestais têm como finalidade a obtenção de mudas com melhor desenvolvimento, qualidade, resistência a pragas e doenças e nutrição adequada. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do produto na nutrição de mudas de *Eucalyptus benthamii* e no coeficiente de utilização biológica (CUB). O ensaio foi conduzido de maio a agosto/2011, com mudas de um viveiro comercial. Os tratamentos testados foram: testemunha (sem produto) e doses crescentes do produto (0,5 g; 1,0 g; 1,5 g; 2,0 g/muda), incorporado ao substrato comercial à base de casca de pínus, vermiculita e adubação de base, recebendo fertirrigação a partir dos 60 dias. Quantificou-se os teores dos elementos pelo método de digestão via seco para P, K, Na, Mg, Ca, Fe, Cu, Mn e Zn e por analisador elementar para N. Utilizou-se cinco amostras/tratamento, constituídas da biomassa aérea de dez plantas cada, e com os resultados realizou-se o cálculo do CUB. Realizou-se a regressão linear na análise de variância para determinação dos teores dos nutrientes e o CUB. Houve diferença estatística para os teores foliares dos elementos em N, Ca, Mn, e Zn ( $p > 0,01$ ); K, Na, Mg ( $p > 0,05$ ) e em s para N, Na, Mg ( $p > 0,01$ ); e Zn ( $p > 0,05$ ). Para o CUB, os elementos que apresentaram maior eficiência na produção de biomassa/unidade de nutriente foram, em ordem decrescente,  $N > Na > Mg > P > Ca > K > Cu > Zn > Fe > Mn$ . Conclui-se que o produto apresenta efeito positivo quanto ao aumento dos teores dos nutrientes na planta e sua eficiência na produção de biomassa aérea das mudas tratadas.

**Palavras-chave:** eucalipto, microrganismos, nutrição.

## Abstract

The use of biotechnology in forestry nurseries are intended to obtain seedlings with better development, quality, resistance to pests and diseases and proper nutrition. The objective was to evaluate the influence of the product in *Eucalyptus benthamii* seedlings of nutrition and biological utilization coefficient (CUB). The trial was conducted from May to August/2011 with seedlings from a commercial nursery. The treatments were: control (no product) and increasing doses of the product (0.5 g, 1.0 g, 1.5 g, 2.0 g/seedlings), incorporated into the commercial substrate with pine bark base, vermiculite and base fertilization, getting fertirrigation after 60 days. We quantified the levels of the elements using dry route digestion procedure for P, K, Na, Mg, Ca, Fe, Cu, Mn and Zn and N elemental analyzer was used for five samples, consisting of ten biomass plants per sample, with 5 samples/treatment, totaling 50 seedlings / treatment and the results held up the calculation of the CUB. It was performed on linear regression analysis of variance to determine the levels of nutrients and CUB. There was statistical difference for foliar of elements N, Ca, Mn, and Zn ( $p > 0.01$ ); K, Na, Mg ( $p > 0.05$ ) and stem for N, Na, Mg ( $p > 0.01$ ); and Zn ( $p > 0.05$ ). For the CUB, the elements that showed greater efficiency in the production of biomass / nutrient unit were, in descending order,  $N > Na > Mg > P > Ca > K > Cu > Zn > Fe > Mn$ . It is concluded that the product has a positive effect in increasing the levels of nutrients in the plant and its efficiency in biomass production of treated seedlings.

**Key - words:** eucalyptus, microorganisms, nutrition.

## Introdução

O sucesso de um empreendimento florestal depende de um bom planejamento de projeto, um dos fatores essenciais é o uso de mudas com qualidade (CARNEIRO, 1995; GOMES, 2002). Os mesmos autores descrevem que a qualidade de mudas está diretamente ligada aos parâmetros morfofisiológicos das plantas.

Mudas consideradas de boa qualidade apresentam bom sistema radicular e parte aérea bem desenvolvida, assim como um estado nutricional adequado, resistente a pragas e doenças, com altas taxas de sobrevivência e de desenvolvimento após o plantio (WENDLING et al., 2001; FREITAS et al., 2010). A adubação de base é realizada na maioria dos viveiros comerciais durante o processo de preparação do substrato, onde são aplicados, adubos de natureza orgânica ou os adubos de natureza química (forma de pó de liberação rápida) ou fertilizante de liberação lenta (FLL) (TRINDADE et al., 2001; WENDLING e DUTRA, 2010).

O uso da inoculação de microrganismos, por meio de diversas técnicas tem sido aplicadas com o intuito de estimular o crescimento, a qualidade e a nutrição das mudas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Há alguns PGPR que pode fixar o nitrogênio, solubilizar nutrientes minerais e mineralizar compostos orgânicos (MARTINEZ-VIVEIROS et al., 2010).

Dentre as técnicas aplicadas o uso de rizobactérias promotoras do crescimento (PGPR), tem sido estudadas desde a década de 1980 (LUCY et al., 2004), devido aos efeitos benéficos que estes microrganismos tem propiciado as plantas (CHANWAY, 1997).

Produtos biotecnológicos que apresentam em sua composição rizobactérias promotoras do crescimento (PGPR), os quais segundo Martinez-Viveiros et al. (2010) apresentam influência na produtividade, através de vários mecanismos que envolvem a solubilização de nutrientes minerais, supressão de doenças do sistema radicular (ZAHIR et al., 2004; GLICK et al., 2007) e estimulação do crescimento radicular (MAFIA et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2007), aumentando sua qualidade (MONTEIRO, 2013) e conseqüentemente sua sanidade (MAFIA, 2004; LADEIRA, 2004; TEIXEIRA et al., 2005).

Alguns desses produtos são comumente referidos como biofertilizantes, formulados com microrganismos que têm a capacidade de facilitar a absorção de nutrientes ou aumentam a disponibilidade dos nutrientes, considerados como uma alternativa ou complemento à adubação química para aumentar a produção de culturas nos sistemas (MARTINEZ-VIVEIROS et al., 2010).

Os benefícios da aplicação de PGPR possibilitaram a realização de diversos trabalhos focados nas áreas biotecnológicas da agricultura, horticultura, silvicultura e proteção ambiental (ZAHIR et al., 2004). Esses benefícios permitem uma redução no período para a formação de um determinado lote de mudas, possibilitando redução de custo por unidade produzida (BRASIL e SIMÕES, 1973).

O produto biotecnológico do presente estudo é composto por vários grupos de microrganismos que atuam no crescimento de plantas e sua nutrição, por meio de vários mecanismos. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do produto na nutrição mineral e eficiência de uso de nutrientes em mudas de *E. benthamii*.

## Materiais e métodos

O ensaio foi realizado no viveiro comercial da empresa Golden Tree Reflorestadora, localizado no município de Guarapuava – PR, no período de maio à agosto de 2011.

Para a produção das mudas do ensaio utilizou-se o substrato *Carolina Soil*<sup>®</sup>, que apresenta em sua composição turfa, “*sphagno*”, vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada, calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizantes. A adubação adotada para o ensaio foi a mesma utilizada no

sistema de produção de mudas de *E. benthamii*, composta de três adubos, onde cada muda recebeu 3,7 mg de nitrogênio, 46 mg de fósforo, 7,5 mg de potássio, 31 mg de cálcio, 13 mg de enxofre, 0,26 mg de aditivo STAUBC<sup>®</sup>, 6,5 mg de magnésio, 0,093 mg de boro, 0,047 mg de cobre, 0,28 mg de manganês, 9,37 mg de silício, 0,51 mg de zinco.

O produto testado (Bacsol<sup>®</sup>) é considerado como um adubo orgânico classe “A” apresenta em sua composição farelo de soja e arroz e 5 % de nitrogênio. Os tratamentos adotados para observar o efeito deste produto foram constituídos de dosagens crescentes do produto: T0 – Testemunha sem produto, T1 – 0,5 g, T2- 1,0 g, T3 – 1,5 g e T4 – 2,0 g de produto/muda.

A preparação do substrato, para os ensaios foi feita em betoneira, com a mistura do substrato comercial, o adubo e o produto. O preenchimento dos tubetes foi realizado sobre uma mesa vibratória, a fim de compactar o substrato e realizar um melhor preenchimento dos tubetes. O teor de nitrogênio já presente no Bacsol<sup>®</sup> proporcionou um acréscimo de 25 mg (T1), 50 mg (T2), 75 mg (T3) e 100 mg (T4) de N por tratamento.

As sementes utilizadas nos ensaios foram provenientes da Área de Produção de Sementes da própria empresa, as quais foram peletizadas com uma camada de talco para melhor manuseio das sementes. Foram utilizadas duas sementes por tubete, com uso de bandeja sementeira, a fim de garantir maior germinação. Ao final da semeadura, espalhou-se vermiculita manualmente a lanço para a proteção da semente e garantir a umidade necessária à sua germinação.

Após 35 dias da semeadura, realizou-se a adubação foliar, via fertirrigação, composta de: MAP (630 g), nitrato de cálcio (320 g), cloreto de potássio (270 g), ferro (191 g), ácido bórico (15 g) e complexo vitamínico (10 g). Os adubos foram dissolvidos em 500 L de água, suficientes para irrigar duas linhas de aspersão (125.000 mudas). A fertirrigação foi feita de duas a três vezes por semana dependendo da quantidade de chuva (com chuva, sem adubação). Até o final do ensaio, foram feitas entre 30 e 40 fertirrigações por ensaio.

Os tubetes com sementes permaneceram em estufa de lona plástica translúcida de germinação e a formação das plântulas, por 90 dias, devido ao inverno intenso. Após esse período, as mudas foram selecionadas pelo raleio, onde retiraram-se as doentes, mortas, com defeitos genéticos e danos mecânicos. Posteriormente, foram alocadas em casa de sombra para aclimatação onde permaneceram por mais quinze dias. Finalmente, as mudas foram transferidas para a área de rustificação, onde permaneceram mais 45 dias a pleno sol, com o intuito de aumentar a resistência e garantir sua sobrevivência a campo.

A quantificação das concentrações dos macro e micronutrientes presentes na biomassa aérea total (folha e caule) das mudas foi realizada no Laboratório de Biogeoquímica da Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. Utilizou-se cinquenta mudas por tratamento, subdivididas em amostra composta de 10 mudas por amostra.

Para a mensuração dos teores nutricionais o material vegetal foi previamente seco, triturado, moído e peneirado em uma malha de 0,2 mm. Para a leitura da concentração dos elementos (fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio, ferro, cobre, manganês e zinco) utilizou-se o métodos da Digestão Via Seco, segundo recomendado por Martins e Reissmann (2007). A determinação do nitrogênio foi feita com o uso de um analisador elementar de modelo VarioEL III.

Com a leitura, dos teores dos nutrientes obtidos com o material foliar, foi possível determinar os teores nutricionais foliares e de hastes, os quais foram submetidos ao cálculo do coeficiente de utilização biológica. Para determinar a quantidade de biomassa total, foi feita a soma das concentrações dos nutrientes encontrados na biomassa foliar e de haste de cada muda.

O coeficiente de utilização biológica (CUB) foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Barros et. al. (1986), calculando-se quanto a planta produziu de biomassa (W) a partir de

uma certa quantidade de cada elemento (Q) e a respectiva concentração do elemento (C) na planta, por meio das fórmulas  $Q = C \times W$  e  $CUB = W^2 / Q$ .

As análises de regressão foram realizadas para cada nutriente estudado, assim como para o coeficiente de utilização biológica (CUB). Utilizaram-se 250 mudas, sendo 50/tratamento. O software utilizado para realização da regressão linear na análise de variância foi o ASSISTAT 7.7 Beta 2015, desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande. Para os ajustes das regressões de segundo grau foi utilizado o software Microsoft Office Excel 2007.

## Resultado e Discussão

Os teores de macro e micronutrientes obtidos para o material vegetal, foliar e haste, em mudas de *E. benthamii* tratadas com o produto, após 150 dias de idade encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1. TEORES NUTRICIONAIS FOLIARES DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM PRODUTO BIOTECNOLÓGICO.

Macronutrientes (g.Kg <sup>-1</sup> )	Dosagem (g de produto/muda)					Equação <sup>a</sup>	R <sup>2</sup>	CV (%)
	0	0,5	1	1,5	2			
N	11,27	14,40	19,50	20,22	17,26	$y = 3,5635x + 12,969$ *	0,5743	11,11
P	2,87	2,99	3,27	3,04	2,63	$y = -0,0914x + 3,0501$ <sup>ns</sup>	0,0953	11,28
K	14,38	14,88	17,39	14,49	12,35	$y = -0,8919x + 15,591$ **	0,1535	9,28
Na	2,23	2,55	2,56	2,87	2,64	$y = 0,2273x + 2,3434$ **	0,6034	11,01
Ca	11,37	12,03	8,56	8,71	7,27	$y = -2,304x + 11,89$ *	0,812	26,46
Mg	3,72	3,49	3,20	3,23	2,98	$y = -0,3485x + 3,6724$ **	0,9234	17,21
Micronutrientes (mg.Kg <sup>-1</sup> )	Dosagem (g de produto/muda)					Equação <sup>a</sup>	R <sup>2</sup>	CV (%)
	0	0,5	1	1,5	2			
Fe	105,8	93,75	151,7	127,5	100,6	$y = 4,7189x + 111,18$ <sup>ns</sup>	0,0248	25,78
Cu	2,39	2,20	3,20	3,99	2,20	$y = -194,32x + 832,64$ <sup>ns</sup>	0,9357	50,32
Mn	868,4	726,0	598,0	506,9	492,2	$y = -194,32x + 832,64$ *	0,9357	17,80
Zn	27,09	23,14	21,79	20,17	19,78	$y = -3,5206x + 25,913$ *	0,8907	10,42

<sup>a</sup> x = dose, y = média do parâmetro. R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação. CV (%) – coeficiente de variação. \* – Significativo à 1 % de probabilidade. \*\* – Significativo à 5 % de probabilidade. <sup>ns</sup> – Não significativo.

TABELA 2. TEORES NUTRICIONAIS DE HASTES DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM PRODUTO BIOTECNOLÓGICO.

Macronutrientes (g.Kg <sup>-1</sup> )	Dosagem (g de produto/muda)					Equação <sup>a</sup>	R <sup>2</sup>	CV (%)
	0	0,5	1	1,5	2			
N	5,50	7,34	8,75	7,50	8,66	y = 1,2977x + 6,2551 *	0,6072	15,53
P	4,69	3,69	4,22	3,88	4,09	y = -0,1997x + 4,3137 <sup>ns</sup>	0,1733	12,76
K	14,44	12,87	15,16	12,37	12,14	y = -1,0195x + 14,418 <sup>ns</sup>	0,3652	13,32
Na	2,08	2,24	2,07	2,08	2,16	y = -4E-05x + 2,1239 *	2 x 10 <sup>-7</sup>	34,30
Ca	12,45	12,15	11,29	18,8	9,91	y = 0,3133x + 12,606 <sup>ns</sup>	0,0052	65,33
Mg	1,04	1,52	1,83	1,6	1,64	y = 0,2558x + 1,2692 **	0,4651	24,32

  

Micronutrientes (mg.Kg <sup>-1</sup> )	Dosagem (g de produto/muda)					Equação <sup>a</sup>	R <sup>2</sup>	CV (%)
	0	0,5	1	1,5	2			
Fe	47,03	125,9	70,61	71,41	70,69	y = -1,4468x + 78,59 <sup>ns</sup>	0,0015	86,36
Cu	14,77	25,59	13,97	93,38	18,96	y = 15,235x + 18,1 <sup>ns</sup>	0,1264	192,4
Mn	218,6	164,6	163,2	123,7	167,4	y = -28,673x + 196,2 <sup>ns</sup>	0,4513	29,30
Zn	30,33	33,57	30,32	32,32	42,74	y = 4,7157x + 29,141 *	0,5228	15,97

<sup>a</sup> x = dose, y = média do parâmetro. R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação. CV (%) – coeficiente de variação. \* – Significativo à 1 % de probabilidade. \*\* – Significativo à 5 % de probabilidade. <sup>ns</sup> – Não significativo.

O efeito do produto nos teores nutricionais do material foliar foi estatisticamente significativo para os elementos N, K, Na, Ca, Mg, Mn e Zn. Entretanto, mesmo não sendo significativos para  $p > 0,05$ , os elementos P, Fe e Cu apresentaram valores próximos ou superiores aos encontrados na testemunha, nos tratamentos com a aplicação do produto.

Para o material de haste, somente houve diferença estatística para N, Na, Ca e Zn. Para os demais nutrientes, os valores foram semelhantes com exceção de tratamentos onde houve uma variação muito grande, devido a alguma influência do efeito do produto sobre um ou mais amostras que acabaram apresentando valores desbalanceados.

Os níveis de N no material foliar (11,27 à 20,22 g/Kg) e na haste (5,50 à 8,75 g/Kg) foram superiores aos descritos por Silveira et al. (2003), em mudas de *E. grandis* com 97 dias de idade, os quais apresentaram valores de 9,7 g/Kg (para material foliar) e 4,6 g/Kg (para material de haste).

O teor de P em material foliar, aos 150 dias de idade, variou de 2,63 (2,0 g de produto/muda) à 3,27 g/Kg (1,0 g de produto/muda). Esses teores foram superiores aos determinados por Dell et al. (1995) que variaram de 1,5 à 2,2 g/Kg. Para haste, a variação obtida foi de 3,69 (0,5 g de produto/muda) à 4,69 g/Kg (testemunha), também superiores àquelas observadas por Silveira et al. (2003), em mudas de *E. grandis*, onde os teores estiveram próximos de 3 g/Kg com 97 dias de idade. Segundo esse autor, com o aumento da idade das mudas, a concentração deste elemento tende a diminuir.

As concentrações encontradas para K para material foliar e de haste variaram de 12,35 à 17,39 g/kg e 12,14 à 15,16 g/Kg, respectivamente. Segundo Silveira et al. (2003), os níveis de K verificados

aos 97 dias tenderam a ser semelhantes tanto no material foliar como na haste com valores equivalentes à 12 g/Kg, similares aos encontrados em alguns dos tratamentos com o produto. Para Dell et al. (1995) e Camargo (1997), os valores observados variaram de 11,1 à 14 g/Kg, bem próximos aos encontrados neste trabalho. Somente o tratamento 1 g de produto/muda obteve maiores valores que os relatados nos trabalhos anteriormente citados ficando entre 17,39 g/Kg e 15,16 g/Kg para material foliar e de haste respectivamente.

Para o Na, houve tendência de maiores concentrações foliares com o aumento da dosagem, sendo que na dosagem de 2,0 g de produto/muda houve uma leve queda na concentração. Para o material de haste somente a dosagem de 0,5 g de produto/muda apresentou uma grande diferença em termos de valor de concentração.

As concentrações de Ca para o material foliar variaram de 7,27 g/Kg (2,0 g de produto/muda) à 12,03 g/Kg (0,5 g de produto por muda), as quais foram semelhantes aos do estudo de Silveira et al. (2003). Os níveis de concentração obtidos para material de haste foram de 9,91 g/Kg (2,0 g de produto/muda) à 18,8 g/Kg (1,5 g de produto/muda). Os níveis considerados adequados para a concentração foliar em mudas de *E. grandis* variam de 5 à 8 g/Kg (DELL et al., 1995) e do estudo com mudas de quatro clones de eucalipto (8,5 g/Kg) feito por Camargo (1997), excetuando-se a dosagem de 2,0 g de produto/muda, todos os tratamentos com aplicação do produto mais a testemunha obtiveram valores superiores aos descritos pelos autores. As concentrações obtidas para hastes foram similares aos valores determinados por Silveira et al. (2003), de 13 g/Kg, sendo que somente a dosagem de 1,5 g de produto/muda apresentou valor superior de 18,8 g/Kg de Ca. De acordo com Dell et al. (1995), Camargo (1997) e Silveira et al. (2003), o Ca na planta pode apresentar queda linear de concentração no tecido do componente haste, com o aumento da idade da muda.

As concentrações de Mg encontradas para o material foliar variaram de 2,98 g/Kg (2,0 g de produto/muda) à 3,72 g/Kg (testemunha) com valores superiores ao determinado por Dell et al. (1995) que variou de 1,6 à 2,0 g/Kg, consideradas por esses autores como sendo as concentrações adequadas para mudas de eucalipto. Para hastes, os níveis variaram de 1,04 g/Kg (testemunha) à 1,83 g/Kg (1,0 g de produto/muda), inferiores ao encontrado (2,96 g/Kg) por Silveira et al. (2003), aos 97 dias de idade de mudas de *E. grandis*.

Para Fe, a concentração nas folhas variou de 93,75 (0,5 g de produto/muda) à 105,8 mg/Kg (testemunha), sendo valores superiores aos níveis adequados de Dell et al. (1995) como entre 65 e 80 mg/Kg. As concentrações de Fe para o material de haste variou de 47,03 (testemunha) à 125,9 mg/Kg (0,5 g de produto/muda), onde o único tratamento que estaria em nível semelhante ao encontrado por Silveira et al. (2003), aproximadamente 110 mg/Kg, seria o tratamento com a aplicação de 0,5 g de produto/muda.

O elemento Cu apresentou concentrações foliares que variaram de 2,20 (0,5 e 2,0 g de produto/muda) à 3,99 mg/Kg (1,5 g de produto/muda) e concentrações de haste que variaram de 13,97 (1,0 g de produto/muda) à 93,38 mg/Kg (1,5 g de produto/muda). Esses valores estão próximos aos relatados por Silveira et al. (2003), excetuando-se os tratamentos de 0,5 e 1,5 g de produto/muda, que apresentaram valores bem superiores.

Para Mn, as concentrações obtidas para material foliar e de haste foram de 492,2 mg/Kg (2,0 g de produto/muda) à 868,4 mg/Kg (testemunha) e de 123,7 mg/Kg (1,5 g de produto/muda) à 218,6 mg/Kg (testemunha). De acordo com Dell et al. (1995), os valores considerados como adequados encontram-se na faixa de 50 à 546 mg/Kg; sendo assim os únicos tratamentos que se demonstraram superiores foram a testemunha e o tratamento com 0,5 g de produto/muda. De acordo com Silveira et al. (2003), os teores de Mn na fase inicial de formação da muda tendem a aumentar com o desenvolvimento da planta, sendo que na fase de rustificação o Mn entra em fase de estabilização dentro da faixa descrita por Dell et al. (1995).

As concentrações foliares de Zn variaram de 19,78 (2,0 g de produto/muda) à 27,09 mg/Kg (testemunha), inferiores aos encontrados por Silveira et al. (2003) que foi de 31,8 mg/Kg. Para material de haste, as concentrações encontradas estiveram entre 30,33 (testemunha) e 42,74 mg/Kg (2,0 g de produto/muda), porém foram superiores ao valor encontrado pelo mesmo autor (22,9 mg/Kg), em mudas de *E. grandis* ao fim dos 97 dias de idade.

O acúmulo de nutrientes para material foliar apresentou-se na seguinte ordem decrescente N > K > Ca > P > Mg > Na > Mn > Fe > Zn > Cu, diferentemente do relatado por Silveira et al. (2003) que apresentaram a seguinte sequência K > N > Ca > Mg > P > Mn > Fe > Zn > Cu. Essas diferenças podem ser devidas aos efeitos do produto biotecnológico nas plantas, em função dos microrganismos presentes (nitrogenadores, solubilizadores de fosfato e outros) levando a maiores teores de N e de P em relação com o aumento da dosagem.

Para o coeficiente de utilização biológica, todos os elementos apresentaram alto grau de significância ( $p > 0,01$ ) conforme Tabela 3.

TABELA 3. COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM PRODUTO BIOTECNOLÓGICO.

Macronutrientes (g.Kg <sup>-1</sup> )	Dosagem (g de produto/muda)					Equação <sup>a</sup>	R <sup>2</sup>	CV (%)
	0	0,5	1	1,5	2			
	Biomassa							
	CUB (g <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> )							
	0,58	1,10	1,39	1,56	1,50	y = 0,46x + 0,766 *	0,8180	24,57
N	89,74	129,3	130,7	164,9	146,2	y = 29,742x + 102,48 *	0,7173	26,19
P	158,5	189,9	185,5	227,5	225,7	y = 34,414x + 163,03 *	0,8654	29,89
K	20,36	39,96	42,71	58,26	61,86	y = 20,26x + 24,37 *	0,9353	25,17
Na	135,6	240,4	311,5	325,4	327,9	y = 93,92x + 174,27 *	0,8149	33,20
Ca	24,84	47,85	70,41	75,38	89,23	y = 31,262x + 30,28 *	0,9502	35,49
Mg	128,7	223,0	278,0	324,4	326,8	y = 99,536x + 156,67 *	0,9016	25,60

  

Micronutrientes (mg.Kg <sup>-1</sup> )	Dosagem (g de produto/muda)					Equação <sup>a</sup>	R <sup>2</sup>	CV (%)
	0	0,5	1	1,5	2			
	CUB (g <sup>2</sup> .(g <sup>-1</sup> .10 <sup>-3</sup> ))							
Fe	4,3	6,39	6,49	8,04	8,91	y = 2,174x + 4,652 *	0,9452	33,77
Cu	39,34	48,57	81,89	53,6	84,04	y = 18,886x + 42,602 *	0,5422	43,75
Mn	0,54	1,3	1,83	2,5	2,29	y = 0,94x + 0,752 *	0,88	27,94

Zn	10,35	19,49	26,93	29,87	24,47	$y = 7,724x + 14,498$ *	0,6371	26,55
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------------------------	--------	-------

<sup>a</sup>x = dose, y = média do parâmetro. R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação. CV (%) – coeficiente de variação. \* – Significativo à 1 % de probabilidade. \*\* – Significativo à 5 % de probabilidade. <sup>ns</sup> – Não significativo.

A maior produção de biomassa da parte aérea ocorreu no tratamento com a aplicação de 1,5 g de produto/muda (1,56 g), com um incremento de 168,96 % quando comparado a testemunha (0,58 g). Com o uso de diferentes compostos de adubo (natureza orgânica e química) para a produção de mudas de *E. grandis*, Silveira et al. (2003) demonstraram que o adubo químico apresentou maior produção de biomassa (8,14 g), um incremento em 12,43 %, quando comparado com a adubação com composto orgânico (7,16 g).

Os valores calculados para o CUB do N demonstraram índices que variaram de 89,74 g<sup>2</sup>/g na testemunha valor semelhante ao encontrado por Trindade et al. (2001) que foi de 81 g<sup>2</sup>/g. Entretanto, os índices apresentaram valores superiores com o aumento da dosagem do produto, chegando ao valor de 164,9 g<sup>2</sup>/g, representando cerca de 2 vezes o valor obtido por Trindade et al. (2001). Observou-se na dosagem de 2 g de produto/muda uma leve queda no valor da eficiência de uso.

Para o elemento P, os índices calculados variaram de 158,5 g<sup>2</sup>/g na testemunha à 227,5 g<sup>2</sup>/g no tratamento de 1,5 g de produto/muda, valores bem inferiores aos obtidos por Trindade et al. (2001) que verificaram, em mudas de *E. grandis*, valores de 754 g<sup>2</sup>/g com adubação mineral e de 360 g<sup>2</sup>/g com adubação orgânica. Essa eficiência encontrada pelos autores foi extremamente superior devido ao sistema de produção das mudas e o tempo que as mesmas ficaram no viveiro, com uma produção máxima de biomassa igual a 8,14 g.

As análises do CUB para o elemento K apresentaram valores que variaram de 20,36 g<sup>2</sup>/g na testemunha à 61,86 g<sup>2</sup>/g para o tratamento de 2,0 g de produto por muda, valor este três vezes superior ao testemunha. Quando comparadas as mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas por Trindade et. al. (2001), tratados com adubação mineral e composto orgânico, observa-se valores inferiores aos da adubação mineral (127 g<sup>2</sup>/g), porém semelhantes aos do composto orgânico (35 g<sup>2</sup>/g) nos tratamentos sem aplicação do produto e com 0,5 g de produto/muda e inferiores aos demais tratamentos.

Os índices de CUB do nutriente Na apresentaram uma variação de 135,6 g<sup>2</sup>/g (testemunha) à 327,9 g<sup>2</sup>/g (2,0 g de produto/muda), demonstrando que com o aumento da dosagem do produto houve aumento no valor do CUB. Possivelmente, esse aumento foi decorrente da maior utilização do elemento Na, o qual juntamente com o potássio tendem a controlar a turgescência nas células vegetais, permitindo o aumento da área foliar. Não foi mensurada a quantidade de área foliar do ensaio, entretanto a maior produção de biomassa das mudas tratadas de *Eucalyptus benthamii* explicam tal resultado.

Para o elemento Ca, houve um aumento crescente nos índices do CUB com o aumento da dosagem de aplicação do produto variando de 24,84 g<sup>2</sup>/g (testemunha) à 89,23 g<sup>2</sup>/g (2,0 g de produto/muda), demonstrando uma eficiência no uso cerca de 3,5 vezes superior à testemunha. Os valores encontrados no presente trabalho foram inferiores aos valores obtidos em mudas de *E. grandis* tratadas com compostos orgânicos (118 g<sup>2</sup>/g) e adubo mineral (111 g<sup>2</sup>/g) no tratamento (TRINDADE et. al., 2001).

O elemento Mg apresentou o maior valor na eficiência do uso com variações dos valores do CUB de 128,7 g<sup>2</sup>/g (testemunha) à 278,0 g<sup>2</sup>/g no tratamento com maior eficiência (1,0 g de produto/muda), representando uma eficiência 2 vezes maior que a testemunha. Os valores obtidos no presente trabalho foram inferiores aos obtidos Trindade et. al. (2001) em mudas de *E. grandis* produzidas com adubo mineral que apresentaram um CUB de 370 g<sup>2</sup>/g.

Para os micronutrientes Fe e Mn, a eficiência do uso dos nutrientes apresentou maiores valores

com o aumento da dosagem. Os ganhos para Fe e Mn foram de duas à quatro vezes maior quando comparados os tratamentos de 2,0 g de produto/muda com a testemunha respectivamente. Por outro lado, o elemento Cu apresentou o maior índice na dosagem de 1,0 g de produto/muda e para o Zn no tratamento com aplicação de 1,5 g de produto/muda, que apresentaram ganhos de duas a três vezes ao valor do CUB obtido da testemunha.

De acordo com os resultados do CUB, a maior produção de biomassa nos tratamentos em que houve a aplicação do produto, está relacionada com a maior eficiência do uso dos nutrientes. Esse tipo de resposta já havia sido encontrada por Luca et al. (2002) e Ataíde et al. (2013), que relataram que quanto maior a produção de biomassa maior será o coeficiente de utilização biológica.

## Conclusão

A aplicação do produto aumentou a concentração dos nutrientes nos componentes foliares e de hastes de mudas de *E. benthamii*.

Houve maior eficiência do uso dos nutrientes avaliados na produção de biomassa da parte aérea com o uso do produto.

## Referência Bibliográfica

- ATAÍDE, D. H. S. et al. Acúmulo e eficiência de uso de nutrientes na parte aérea de *Eucalyptus urograndis* em plantios puros e mistos com *Acacia mangium* Willd. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Florianópolis-SC. p. 4. 2003.
- BARROS, N. F. et al. Classificação nutricional de sítios florestais – Descrição de uma metodologia. **Revista Árvore**, v. 10, n. 1, p. 112-120, 1986.
- BRASIL, U. M.; SIMÕES, J. W. Determinação da dosagem de fertilizante mineral para a formação de mudas de eucalipto. **IPEF**, Piracicaba, n.6, p.79-85, 1973.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF,1995.
- CHANWAY, C. P. Inoculation of tree roots with plant growth promoting soil bacteria: an emerging technology for reforestation. **Forest Science**, Lawrence, 43 (1), p. 99–112, 1997.
- DELL et al. Nutrient disorders in plantation eucalypts. Canberra: Australian Center for Internacional Agricultural Research. p. 104. 1995.
- FREITAS, A. F. de et. al. Os “berçários florestais”: um diagnóstico dos viveiros. **Encontro Mineiro de Administração Pública Economia Solidária e Gestão Social**. UFV – Viçosa, 2010.
- GLICK, B.R. et al. Promotion of plant growth by bacterial ACC deaminase. **Crit. Rev. Plant. Sci.** 26, 227–242. 2007.
- GOMES, J. M. et. al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.655-664, 2002.
- LADEIRA, M. C. G. **Controle biológico de *Quambalaria eucalyptii* mediado por rizobactérias**. Departamento de Fitopatologia, Viçosa-MG, p. 45. 2004;
- LUCA, E. F. de et. al. Eficiência de absorção e utilização de fósforo (<sup>32</sup>P) por mudas de eucalipto e arroz. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.543-547, jul./set. 2002.
- LUCY, M. et al. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. **Antonie van Leeuwenhoek**, Amsterdam. V. 86, 1–25p., 2004
- MAFIA, R. G. **Rizobactérias como promotoras do enraizamento, crescimento e como agentes de biocontrole de doenças na propagação clonal do eucalipto**. Departamento de Fitopatologia, Viçosa-MG, p. 45. 2004;

et. al. Crescimento de mudas e produtividade de minijardins clonais de eucalipto tratados com rizobactérias selecionadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.843-851, 2005.

MARTINEZ-VIVEROS, O. et al. Mechanisms and practical consideration involved in plant growth-promotion by rhizobacteria. **J. Soil. Sci. Plant Nutr**, 10 (3): 293-319. 2010.

MARTINS, A. P. L.; REISSMANN, C. B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2007.

MONTEIRO, P. H. M. **Efeito de Bacsol<sup>®</sup> sobre o crescimento e teor de macronutrientes em mudas de Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage**. 2013. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MOREIRA, F. M. de S. e SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. (2 Ed.) Lavras, UFLA, 2006. 729 p.

SILVEIRA et. al. Matéria seca, concentração e acúmulo de nutrientes em mudas de *Eucalyptus grandis* em função da idade. **Scientia Forestalis**, IPEF. n. 64, p. 136-149, dez. 2003.

TEIXEIRA et. al. Evidências de indução de resistência sistêmica à ferrugem do eucalipto mediada por rizobactérias promotoras do crescimento de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. 350-356, 2005.

TEIXEIRA, D. A. et al. Rhizobacterial promotion of eucalypt rooting and growth. **Brazilian Journal of Microbiology**. vol. 38, n. 1, 1-6p. 2007.

TRINDADE, A. V. et al. Crescimento e nutrição de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta a composto orgânico ou adubação mineral. **Revista Ceres**, 48 (276): 181-194p., 2001.

WENDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Planejamento e Instalações de Viveiros**. Aprenda Fácil. Viçosa, 2001.

WENDLING, I. e DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por semente. In: **Produção de Mudas de Eucalipto**. WENDLING, I. e DUTRA, L. F. Colombo – PR, Embrapa Florestas, 2010, p. 13-47.

ZAHIR, A.A. et al. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. **Adv. Agron**. 81, 97–168. 2004.