

PEDRO HENRIQUE RIBOLDI MONTEIRO

EFEITO DE BACSOL[®] SOBRE O CRESCIMENTO E TEOR DE
MACRONUTRIENTES EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Celso Garcia Auer
Co-orientador: Dr. Sérgio Gaiad
Co-orientador: Prof. Dr. Renato Marques

CURITIBA
2013

Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR

Monteiro, Pedro Henrique Riboldi

Efeito de Bacsol[®] sobre o crescimento e teor de macronutrientes em mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage/ Pedro Henrique Riboldi Monteiro. – 2013

108 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Celso Garcia Auer

Coorientadores: Dr. Sérgio Gaiad
Prof. Dr. Renato Marques

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 27/08/2013.

Área de concentração: Silvicultura

1. Eucalipto - Mudas. 2. Biotecnologia vegetal. 3. Plantas - Nutrição. 4. Plantas – Crescimento. 5. Teses. I. Auer, Celso Garcia. II. Gaiad, Sérgio. III. Marques, Renato. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.164.9

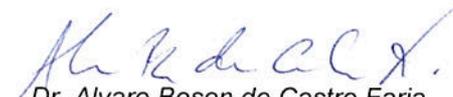


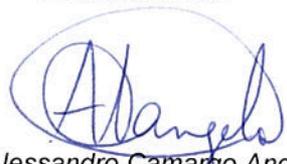
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da
Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

PARECER

Defesa nº. 989

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) mestrando(a) *Pedro Henrique Riboldi Monteiro* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado " **EFEITO DE BACSOL® SOBRE O CRESCIMENTO E TEOR DE MACRONUTRIENTES EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* MAIDEN ET CABBAGE** ", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em SILVICULTURA.


Dr. Alvaro Boson de Castro Faria
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Primeiro examinador


Dr. Alessandro Camargo Angelo
Universidade Federal do Paraná
Segundo examinador




Dr. Celso Garcia Auer
Universidade Federal do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 27 de agosto de 2013.


Antonio Carlos Batista
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Jorge Luis Monteiro de Matos
Vice-coordenador do curso

*A Deus, nosso pai
celestial.*

*Aos meus amados pais,
aos meus irmãos, aos meus
queridos avos.*

*E principalmente a família
que construí, os quais são a
razão de eu continuar na
luta...*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por todas as minhas conquistas, sem a fé nele e sua atenção especial em iluminar e proteger meus caminhos, nada disso seria possível.

Aos meus pais Luciana Regina Riboldi Monteiro e Moacyr Monteiro e o meu irmão Eduardo Riboldi Monteiro, por todo apoio, paciência e compreensão, por estarem cientes de que minha ausência foi fruto de um caminho trilhado para finalmente conquistar meu espaço ao sol.

Aos meus irmãos Paula Vitória Wachholz Monteiro e Vitor Gustavo Wachholz Monteiro que mesmo de longe estavam cientes de minha ausência não foi em vão.

Assim como meus avós Odilla Catarina Brandalise e Avelino Riboldi, que mesmo de longe depositam sua fé e carinho no meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos meus avos Catharina Kaminski e João Maria Alves Monteiro, que mesmo não estando presentes, estão certamente em espírito guiando e iluminando meus passos.

À família que construí nestes dois anos ao lado da esposa Karine Ramos da Rosa Bellon juntamente com os anjos de minha vida Sabrina Bellon Inglês e João Pedro Bellon Riboldi Monteiro. Sempre me incentivando a persistir e continuar nessa luta para assim conquistá-la, sempre me apoiando e ajudando em todos os momentos.

Aos meus amigos, que mesmo estando afastado colaboram para que continue minha jornada com sua o apoio e a torcida de que eu conquiste meus objetivos.

Todos compreendendo, que tal trabalho foi realizado com o intuito de obter êxito sobre essa conquista para minha vida acadêmica, profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. Celso Garcia Auer, que nesses dois anos e meio de orientação serviu não somente para orientar, mais sim como um amigo, um colega e principalmente como um pai (com a licença do meu dedico essas singelas palavras), nos ajudando tanto na árdua tarefa de crescer, prosperar e

vencer na área da pesquisa acadêmica, na área profissional e por fim como ser literalmente uma pessoa melhor em minha profissão.

Ao Prof. Dr. Renato Marques, pela amizade e co-orientação em uma área que aos poucos começo a adquirir mais experiência, tornando a Nutrição de Plantas um tópico de grande interesse de estudo para este trabalho e para minha vida profissional.

Ao Dr. Sérgio Gaiad, pesquisador da Embrapa Florestas e co-orientador deste trabalho, colaborando com seu conhecimento para o desenvolvimento desta pesquisa e pela amizade que constituímos nesses dois anos e meio de trabalho.

Ao grande amigo que além de grande profissional é um ótimo companheiro, sem dúvida um irmão que Deus permitiu que eu escolhesse José Antônio Sbravatti Junior.

À colega Etienne Winagraski, que além da amizade colaborou para o desenvolvimento deste trabalho.

Às colegas M. Sc. Paula Rachel Rabelo Correa, M. Sc. Francine Bontorin, pela amizade e que com seus conselhos sobre o meio acadêmico e como proceder perante as situações do dia-a-dia vieram somar na construção do meu caráter profissional.

Às colegas Karen Christiane Bora, Gabriela Scheinpflug Brito pela amizade durante o período de pesquisas.

Ao colega M.Sc. Bruno Schultz, que além de um amigo ajudou a abrir os olhos para a questão acadêmica.

Aos funcionários do Laboratório de Patologia Florestal da Embrapa Florestas, Davi Veiga, o qual sempre está animado e de pronto para ajudar e a Caroline Bühner pela ajuda na condução dos experimentos.

Aos estagiários Ariane Guerra Santos, Edson José Mazarotto, Lucas Bonfim e Marjorie Carla Fermino, pela amizade e convívio nesse período.

Aos colegas M Sc. Hilbert Blum, M Sc. Cristine Gobel Donha, M. Sc. Elaine Vivian de Oliva, M. Sc. Thiago Woiciechowski agradeço a colaboração dentro do Laboratório de Biogeoquímica e o Laboratório de Nutrição da Universidade Federal do Paraná pela amizade e colaboração frente às dúvidas durante esse período.

Aos funcionários do Laboratório de Biogeoquímica da Universidade Federal do Paraná e do Laboratório de Solos da Universidade Federal do Paraná, Aldair e Roberto, pela colaboração referente à realização das análises nutricionais necessárias para este trabalho.

À RSA Insumos Agrícolas LTDA. que colaboraram não só com o produto biotecnológico adotado no trabalho, mas também na ajuda a dúvidas frequentes, ao custeio para eventos e colaborações para o projeto obter sucesso.

Aos proprietários e funcionários do viveiro da Golden Tree Reflorestadora pela ajuda no fornecimento de material, espaço físico e até mesmo o serviço braçal que foram de grande valia para a realização deste trabalho. Em especial à Ana Vanessa, Daniel, Anderson e demais pessoas que no momento me faltaram na memória, por toda atenção que nos forneceu durante o estudo até mesmo em momentos onde não era possível.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFPR que somaram muito com suas vivências na área da Silvicultura contribuíram para o desenvolvimento de meu conhecimento na área e aumentaram o apreço que tenho por essa área.

À Embrapa Florestas, pelo suporte para desenvolvimento do meu projeto.

À REUNI, pela concessão da bolsa.

Ao meu amigo e colega Breno Silva Faria que trilhava seu próspero caminho profissional e acabou nos deixando saudades pelo seu falecimento.

À todos aqueles que não citei por faltar agora na memória e fizeram de alguma forma parte deste trabalho.

“A lição número um
Eu aprendi com meu(s) pai(s)
Quem não sabe pra onde vai,
Não vai a lugar nenhum...”.
(adaptado de Jayme Caetano Braun)

BIOGRAFIA

Pedro Henrique Riboldi Monteiro nasceu em Curitiba - PR, em 31 de março de 1988. De uma família de médicos veterinários, estudou na cidade de Irati-PR e com 22 anos obteve o título de Engenheiro Florestal pela Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO). Durante sua graduação, trabalhou no Laboratório de Silvicultura atuando nas áreas de Genética e Melhoramento Florestal. Além disso, realizou iniciação científica na Florestal Nacional de Irati no projeto Conservabio da Embrapa Florestas. Estagiou na área de Sementes e Viveiros da Floricultura e Viveiro Romana de Cascavel – PR. Atuou ainda na área de Arborização, Paisagismo e Estética visual do Campus da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) de Cascavel – PR. Em março de 2011, ingressou como mestrando em Silvicultura no Curso de Pós – graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná sob orientação do Prof. Dr. Celso Garcia Auer, professor e pesquisador da Embrapa Florestas em Microbiologia e Patologia Florestal.

RESUMO

O *Eucalyptus benthamii* é considerada uma espécie resistente a geadas, sendo indicada para a região Sul do Brasil. Contudo, apresenta problemas em seu desenvolvimento durante o ciclo de produção das mudas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do produto biotecnológico Bacsol[®] no crescimento e na nutrição de mudas de *Eucalyptus benthamii*. Dois ensaios foram conduzidos durante o inverno de 2011 e de 2012, quando foram mensurados o crescimento, os indicativos qualitativos, a nutrição e o coeficiente de utilização biológica. Os ensaios foram constituídos de cinco tratamentos (0; 0,5; 1; 1,5 e 2 g de produto/muda), em quatro blocos com 1200 mudas cada. A mensuração do incremento em altura foi feita aos 60, 90 e 120 para o ano de 2011 e 30, 60 e 90 dias para o ano de 2012. Os parâmetros qualitativos foram determinados em 50 mudas/tratamento aos 150 e 100 dias, respectivamente, para os anos de 2011 e 2012, medindo-se a altura (H), o diâmetro de colo (Dc) e o peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e calculando-se as relações H/Dc e H/PMPSA. Para o coeficiente de utilização biológica, determinou-se a quantidade de nutriente fixado na biomassa aérea total das mudas com base em N, P, K, Mg, Ca e Na. Os resultados mostraram ganhos em crescimento em altura que variaram de 56 a 76 % (2011) e de 36 a 62 % (2012). Para os índices qualitativos, houve aumento significativo no incremento de 91,7 % (2011) e 75,3 % (2012) para variável altura; o diâmetro de colo apresentou aumento de 41 % (2012) e o peso da matéria seca da parte aérea apresentou aumento de 174 % (2011) e 165 % (2012). Os coeficientes de utilização biológica dos tratamentos com Bacsol[®] apresentaram os maiores incrementos na fixação dos elementos na planta: N de 119 % (2011), P de 261 % (2012), K de 203 % (2012), Na de 203 % (2011), Mg de 153 % (2011) e Ca de 259 % (2011). Verificou-se que o produto Bacsol[®] apresentou efeito positivo no crescimento, nutrição e na produção das mudas de *Eucalyptus benthamii*. As melhores dosagens do produto foram 1,0 (2011) e 2,0 (2012) g de produto/muda.

Palavras chave: Fisiologia; Produção de mudas; Eucalipto; Biotecnologia.

ABSTRACT

Eucalyptus benthamii is considered a resistant species to frost and is indicated for Southern Brazil. However, this species presents problems on its development during the seedling production cycle. The aim of this study was to evaluate the effect of biotechnological product Bacsol[®] on growth and nutrition of *Eucalyptus benthamii*. Two assays were developed during the winter of 2011 and 2012, when growth, indicative qualitative nutrition and biological utilization coefficient were measured. The assays consisted of five treatments (0, 0.5, 1, 1.5 and 2 g of product/seedling) in four blocks with 1200 seedlings each. The measurement of the height increment was made at 60, 90 and 120 for the year 2011 and 30, 60 and 90 days for the year 2012. The qualitative parameters were determined in 50 seedlings/treatment at 150 and 100 days, respectively, for the years 2011 and 2012, measuring the height (H), the collar diameter (Dc) and the dry weight of shoots (PMSPA) and calculating the relationship H/Dc and H/PMPSA. For the biological utilization coefficient, it was determined the fixed amount of nutrient in the overall biomass of seedlings based on N, P, K, Mg, Ca and Na. The results showed gains in growth that ranged from 56 to 76 % (2011) and from 36 and 62 % (2012). For the qualitative indices, there were significant increases in the growth of 91.7 % (2011) and 75.3 % (2012) to variable height, the neck diameter increased by 41 % (2012) and dry weight of shoot showed increases of 174 % (2011) and 165 % (2012). The coefficients of biological utilization of treatments Bacsol[®] showed the largest increases in the setting of elements in plant: N of 119 % (2011), P of 261 % (2012), K of 203 % (2012), Na 203 % (2011), Mg of 153 % (2011) and Ca of 259 % (2011). It was found that the product Bacsol[®] had a positive effect on growth, nutrition and seedling production of *Eucalyptus benthamii*. The best dosages of the product were 1.0 (2011) 2.0 (2012) g / product changes.

Keywords: Physiology; Seedling Production; Eucalypt; Biotechnology.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- COMPORTAMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii*
SEGUNDO AS DIFERENTES DOSAGENS (g) DE BACSOL®.....84

LISTA DE TABELA

TABELA 1- EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS AJUSTADAS PARA <i>Eucalyptus benthamii</i>	28
TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO PRODUTO BIOTECNOLÓGICO BACSOL®	48
TABELA 3 – PROPRIEDADES FÍSICAS DO SUBSTRATO CAROLINA SOIL®	50
TABELA 4 – COMPOSIÇÃO DA ADUBAÇÃO ADOTADA PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> , NO VIVEIRO DA GOLDEN TREE, GUARAPUAVA – PR.....	51
TABELA 5 – ALTURA MÉDIA DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL®, AVALIADAS AOS 60, 90 E 120 DIAS DE IDADE. GUARAPUAVA, PR. MAIO A AGOSTO DE 2011.	57
TABELA 6 - ALTURA MÉDIA DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL®, AVALIADAS AOS 30, 60 E 90 DIAS DE IDADE. GUARAPUAVA, PR. AGOSTO À NOVEMBRO DE 2012.....	58
TABELA 7 – ALTURA MÉDIA (CM) E INCREMENTO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL®, AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012. GUARAPUAVA, PR.	61
TABELA 8 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA A VARIÁVEL ALTURA EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM BACSOL® NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.....	61
TABELA 9 – DIÂMETRO MÉDIO DE COLO (CM) E INCREMENTO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL®, AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012. GUARAPUAVA, PR.	64
TABELA 10 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA A VARIÁVEL DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM BACSOL® NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.	64
TABELA 11 – PESO MÉDIO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA E INCREMENTO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS	

COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL [®] , AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.	67
TABELA 12 – EQUAÇÕES DE AJUSTE E O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA A VARIÁVEL PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM BACSOL [®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.....	67
TABELA 13 – RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO (H/DC) DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL [®] , AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.	69
TABELA 14 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA A VARIÁVEL RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM BACSOL [®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.	69
TABELA 15 – RELAÇÃO ALTURA/PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (H/PMSPA), DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL [®] , AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.....	71
TABELA 16 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA A VARIÁVEL RELAÇÃO ALTURA/PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM BACSOL [®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.....	71
TABELA 17 – TEORES MÉDIOS DOS MACRONUTRIENTES EM FOLHAS DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS COM O BACSOL [®] AOS 150 DIAS DE IDADE.	73
TABELA 18 – TEORES MÉDIOS DOS MACRONUTRIENTES EM HASTES DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS COM O BACSOL [®] AOS 150 DIAS DE IDADE.	74
TABELA 19 – TEORES MÉDIOS DOS MACRONUTRIENTES DE FOLHAS DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS COM O BACSOL [®] AOS 100 DIAS DE IDADE.	75
TABELA 20 – TEORES MÉDIOS DOS MACRONUTRIENTES DE HASTES DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS COM O BACSOL [®] AOS 100 DIAS DE IDADE.	75

TABELA 21 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO NITROGÊNIO (g ² /g) E INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL [®] , AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.	78
TABELA 22 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA A VARIÁVEL COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO NITROGÊNIO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM BACSOL [®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.	78
TABELA 23 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO FÓSFORO (g ² /g) E INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL [®] , AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.	80
TABELA 24 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA A VARIÁVEL COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO FÓSFORO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM BACSOL [®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.	80
TABELA 25 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO POTÁSSIO (g ² /g) E INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL [®] , AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.	81
TABELA 26 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA A VARIÁVEL COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO POTÁSSIO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM BACSOL [®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.	82
TABELA 27 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO SÓDIO (g ² /g) E INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL [®] , AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.	83
TABELA 28 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA A VARIÁVEL COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO SÓDIO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM BACSOL [®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.	83
TABELA 29 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO MAGNÉSIO (g ² /g) E INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES	

DOSAGENS DE BACSOL [®] , AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.	85
TABELA 30 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA A VARIÁVEL COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO MAGNÊSIO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM BACSOL [®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.	85
TABELA 31 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO CÁLCIO (g ² /g) E O INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL [®] , AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.	86
TABELA 32 – EQUAÇÕES DE AJUSTE E O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R ²) PARA AS REGRESSÕES SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO CÁLCIO DE MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> TRATADAS COM BACSOL [®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.	86

APÊNDICE

APÊNDICE 1 - QUADRO DA ANOVA DO USO DO BACSOL® NA PRODUÇÃO DE MUDAS COM O DESENHO DE PARCELAS SUBDIVIDIDAS NO ENSAIO DE 2011.....	100
APÊNDICE 2 - QUADRO DA ANOVA DO USO DO BACSOL® NA PRODUÇÃO DE MUDAS COM O DESENHO DE PARCELAS SUBDIVIDIDAS NO ENSAIO DE 2012.....	100
APÊNDICE 3 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A ALTURA DAS MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.....	100
APÊNDICE 4 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A ALTURA DAS MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.....	100
APÊNDICE 5 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O DIÂMETRO DE COLO DAS MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.....	101
APÊNDICE 6 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O DIÂMETRO DE COLO MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.....	101
APÊNDICE 7 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DAS MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.....	101
APÊNDICE 8 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.....	101
APÊNDICE 9 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DE COLO DAS MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.....	102
APÊNDICE 10 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DE COLO MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.....	102
APÊNDICE 11 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A RELAÇÃO ALTURA/PESO DA MATÉRIA SECA DA	

	PARTE AÉREA DAS MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.	102
APÊNDICE 12	– ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A RELAÇÃO ALTURA/PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.....	102
APÊNDICE 13	– ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.	103
APÊNDICE 14	– ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012..	103
APÊNDICE 15	– ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO FÓSFORO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.....	103
APÊNDICE 16	– ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO FÓSFORO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.....	104
APÊNDICE 17	– ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO POTÁSSIO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.....	104
APÊNDICE 18	– ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO POTÁSSIO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.....	104
APÊNDICE 19	– ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO SÓDIO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.....	104
APÊNDICE 20	– ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO SÓDIO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.....	105
APÊNDICE 21	– ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO MAGNÉSIO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.....	105

APÊNDICE 22 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO MAGNÉSIO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.....	105
APÊNDICE 23 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO CÁLCIO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.....	105
APÊNDICE 24 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO CÁLCIO EM MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i> AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.....	106

ANEXO

- ANEXO 1 - TEMPERATURAS MENSURADAS NO PERÍODO ENTRE OS MESES DE MAIO À AGOSTO DE 2011, PELA ESTAÇÃO DO SIMEPAR NO MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS – PR..... 108
- ANEXO 2 - TEMPERATURAS MENSURADAS NO PERÍODO ENTRE OS MESES DE AGOSTO À NOVEMBRO DE 2012, PELA ESTAÇÃO DO SIMEPAR NO MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS – PR..... 108

LISTA DE SIGLAS

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas

AMS - Associação Mineira de Silvicultura

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	OBJETIVOS	26
2.1	OBJETIVO GERAL.....	26
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
3.1	SETOR FLORESTAL BRASILEIRO.....	27
3.2	A IMPORTÂNCIA DOS PLANTIOS COM EUCALIPTO NA REGIÃO SUL	28
3.3	PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS.....	29
3.3.1	Produção de mudas por sementes.....	30
3.3.2	Formação e qualidade de mudas	31
3.3.3	Características morfológicas	33
3.3.4	Efeito de microrganismos nos teores de macronutrientes em plantas.....	35
3.3.5	Coeficiente de utilização biológica (CUB).....	40
3.4	USO DA BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO VEGETAL	42
3.4.1	Rizobactérias e sua interação com as plantas	44
3.4.2	Bacsol®	47
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	50
4.1	LOCALIZAÇÃO DOS ENSAIOS.....	50
4.2	PRODUÇÃO DE MUDAS	50
4.2.1	Ensaio de mudas do ano de 2011	52
4.2.2	Ensaio de mudas do ano de 2012	53
4.3	TRATAMENTOS.....	53
4.4	AVALIAÇÕES DAS VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO	54
4.5	DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA EM MUDAS TRATADAS COM BACSOL®	55

4.6	DELINEAMENTO ESTATÍSTICO	56
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
5.1	EFEITO DO BACSOL [®] NO CRESCIMENTO EM ALTURA DAS MUDAS DE <i>Eucalyptus benthamii</i>	57
5.1.1	Qualidade de mudas.....	60
5.1.2	Efeito do Bacsol [®] sobre a nutrição e o coeficiente de utilização biológica dos ensaios de 2011 e de 2012	72
6	CONCLUSÕES	87
7	RECOMENDAÇÕES	88
	REFERÊNCIAS.....	90
	APÊNDICES	100
	ANEXOS	107

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Eucalyptus benthamii* ganhou espaço no mercado florestal por sua resistência às geadas e boa produtividade. Cerca de 10.000 ha foram plantados com esta espécie entre 2000 e 2010, somente na região Sul (SCHULTZ, 2012). A crescente expansão desses plantios florestais fez com que houvesse uma constante necessidade por mudas florestais. Os viveiros tiveram um grande acréscimo na demanda de produção de mudas, com qualidade e em menor período tempo.

Para auxiliar a produção de mudas de qualidade, alguns produtos biotecnológicos foram desenvolvidos. Estes produtos têm sido formulados com base em fungos ectomicorrízicos, rizobactérias e demais microrganismos que com suas atividades biológicas, colaboram na capacidade da planta utilizar os recursos disponíveis no solo permitindo um maior desenvolvimento e adaptação da planta.

Um dos produtos existentes no mercado brasileiro é o Bacsol[®], que contém bactérias e outros microrganismos, classificados como rizosféricos, decompositores, nitrogenadores e para uso no controle biológico. Os principais gêneros que compõem o produto são *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*. Esses microrganismos estão na forma de esporos dormentes, que entram em intensa multiplicação quando em contato com a umidade do solo. Este produto tem sido utilizado na agricultura para aumento da produtividade das plantas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de Bacsol[®] no desenvolvimento e produtividade de mudas de *E. benthamii*.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do produto biotecnológico BacsoI[®] no crescimento e teor de nutrientes em mudas de *Eucalyptus benthamii*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a dosagem de BacsoI[®] que promova o maior crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii*;
- Determinar o efeito de BacsoI[®] no crescimento em altura, diâmetro de colo, peso da matéria seca da parte aérea e suas relações, na qualidade de mudas de *Eucalyptus benthamii*;
- Avaliar o efeito de BacsoI[®] no teor de macronutrientes e sua utilização na produção de biomassa de mudas de *Eucalyptus benthamii*.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

O Setor Florestal Brasileiro é de grande importância para a sociedade brasileira, pois os indicadores em termos econômicos, sociais e ambientais mensurados pela ABRAF (2012), apontam que o Brasil possui uma área plantada de 6.515.844 ha, sendo 74,8 % correspondente à área de plantios de *Eucalyptus* e 25,2 % aos plantios de *Pinus*.

Este setor gerou, no ano base de 2011, 55 bilhões de dólares, sendo 7,6 bilhões de dólares recolhidos como tributos e representou 0,5 % da arrecadação nacional, 3 % da exportação nacional e 19,2 % na balança comercial (ABRAF, 2012). O setor ficou na quarta posição na classificação do valor de exportação do agronegócio nacional, abaixo apenas dos complexos de soja, carne e sucroalcooleiro (SANTOS et. al., 2012).

A silvicultura brasileira ampliou a produtividade no mínimo em dez vezes mais que em outros países de clima temperado, os quais competem no mercado diretamente com o Brasil, devido aos altos investimentos tecnológicos na silvicultura (VALVERDE, 2012). O mesmo cita que outros fatores que tornam rápido o crescimento das florestas são devido as condições climáticas favoráveis, além do solo, a extensão territorial, a mão de obra, a infra-estrutura e logicamente a capacidade gerencial produtiva.

O Brasil investiu mais de 100 milhões de dólares em experimentações florestais, por meio de parcerias entre empresas privadas e instituições de ensino e pesquisa, tornando o país o maior detentor de germoplasma do gênero *Eucalyptus* e de algumas espécies de *Pinus* (LEITE, 2005).

O setor florestal recebeu investimentos na ordem de 550 milhões de dólares para o desenvolvimento científico e tecnológico, tornando um setor de destaque no ranking das exportações do agronegócio nacional (AMS, 2011). Os ganhos com o uso do *Eucalyptus* de 1965 para o ano de 2005 em termos de produtividade passaram de 10 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ para 60 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

3.2 A IMPORTÂNCIA DOS PLANTIOS COM EUCALIPTO NA REGIÃO SUL

A área plantada com eucalipto na região Sul do Brasil é de 573.037 ha, representando 11,8 % do total de áreas reflorestadas com *Eucalyptus* no país (ABRAF, 2012), distribuídos na seguinte proporção: 32,83 % no estado do Paraná, 18,26 % em Santa Catarina e 48,89 % no Rio Grande do Sul.

Entre as espécies plantadas nesta região, destaca-se *Eucalyptus benthamii* (SCHULTZ, 2012), pela produtividade em locais com incidência de geadas. A geada é o fator de adaptação climática mais importante na região e seus danos provocados dependem da intensidade e da duração das temperaturas mínimas, e da possibilidade de que possam ser precoces ou tardias (HIGA, MORA e HIGA, 2007).

O *Eucalyptus benthamii* (série *Viminalis*, subsérie *Viminalinae*) (HIGA, 1999). É considerada em extinção na Austrália, com poucos remanescentes limitados a oeste da cidade de Sydney, próximos as planícies do rio Nepean e seus afluentes (HIGA e PEREIRA, 2003). O clima da região de origem é quente e úmido no verão, com quatro a dez geadas por ano no inverno e com precipitação média anual de 720 a 890 mm. No nordeste desta região, o inverno é mais frio com 30 a 40 geadas por ano (HIGA e PEREIRA, 2003).

As exigências climáticas do *Eucalyptus benthamii* ajustadas em função da região de ocorrência natural na Austrália, são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1- EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS AJUSTADAS PARA *Eucalyptus benthamii*.

PARÂMETROS BIOCLIMÁTICOS	INDICADORES (MÍNIMO/MÁXIMO)	
Precipitação média anual	730 mm	1.010 mm
Temperatura média das máximas do mês mais quente	26°C	30°C
Temperatura média das mínimas do mês mais frio	-1°C	3°C
Temperatura média anual	13°C	17°C
Número de meses sem chuvas	0	5
Regime de chuvas	Regular no verão	

Fonte: Jovanovic e Booth¹ (2002) citado por Paludzyszyn Filho, Santos e Ferreira (2006).

¹ JOVANOVIC, T.; BOOTH, T. Improved species climatic profiles: a report for the RIRDC/L&W Australia/FWPRDC/MDBC Joint Venture Agroforestry Program. 2002. (RIRDC Publication, n. 02/095).

Tais características ecológicas tornaram o *Eucalyptus benthamii* excelente opção para reflorestamentos em regiões de clima frio, principalmente em localidades onde ocorre geadas frequentes e severas, como no sul do Brasil (PALUDZYSZYN FILHO, SANTOS e FERREIRA, 2006).

A análise das características da madeira de *Eucalyptus benthamii* mostram que a densidade básica média da madeira aumenta com a idade. Aos quatro anos a densidade foi de 403 kg m⁻³, aos cinco anos de idade, de 469 kg m⁻³; aos sete anos, de 472 kg m⁻³ (SILVA et. al., 2012). *Eucalyptus benthamii* com outras espécies foi demonstrada uma densidade básica média maior com relação ao *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*, porem inferior ao *Eucalyptus viminalis* (SILVA et. al., 2012).

Comparando-se *Eucalyptus benthamii* com clones de alta qualidade visando a produção de celulose foi concluído que sua densidade básica é pouco inferior (472 kg m⁻³) a do híbrido urograndis (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) (499 kg m⁻³) (ALVES et al²., 2009 citado por SCHULTZ, 2012). Além dessa característica, (SILVA et. al., 2012) verificaram que o poder calorífico do *Eucalyptus benthamii* foi superior ao *Eucalyptus grandis*.

A anatomia da madeira do *Eucalyptus benthamii* apresenta propriedades físicas e mecânicas são semelhantes ao *Eucalyptus grandis* (NISGOSKI, MUÑIZ e KLOCK, 1998).

3.3 PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

O sucesso de um empreendimento florestal depende de um bom planejamento de projeto. Levando em consideração diversos fatores, dentre eles o fator que se destaca é a produção de mudas adequadas (CARNEIRO, 1995 e GOMES, 2002).

O êxito na formação de florestas de alta produtividade, na produção de mudas de espécies ornamentais e na implantação de projetos paisagísticos

² ALVES, I. C. N.; GOMIDE, V. J. ; COLODETTE, J. L. Potencial da madeira de *Eucalyptus benthamii* para produção de celulose kraft. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.5, 11 p, 2009.

depende, em grande parte, do padrão de qualidade das mudas plantadas (FREITAS et. al., 2010). A produção de mudas florestais é uma das etapas mais importantes da silvicultura iniciando todo o processo da cadeia produtiva e as operações que visam o estabelecimento das florestas e de povoamentos florestais (SIMÕES e SILVA, 2010).

As mudas desenvolvidas e rustificadas quando plantadas, resistem melhor às condições adversas do campo. Porém, podem apresentar uma desvantagem pela deformação radicular provocada na formação da muda ou na operação de plantio (SIMÕES, 1987).

O uso de recipientes de polipropileno plástico (tubete rígido) diminuem os riscos de deformação radicular casualmente encontrado em sacos plásticos, geralmente apresentando enovelamento do sistema radicular, necessita maiores áreas no viveiro, acarreta alto custo do transporte das mudas para o campo e o baixo rendimento nas operações de distribuição e de plantio no campo (GOMES, 2003).

A produção de mudas de eucaliptos pode ser feita de duas formas, através de sementes (seminal) e por estaquia ou miniestaquia (vegetativa) (WENDLING e DUTRA, 2010).

3.3.1 Produção de mudas por sementes

A produção de mudas por sementes foi o primeiro método em viveiros. Tem como fator importante a qualidade das sementes e seus pré-requisitos para a comercialização: grau de pureza e de germinação, identidade genética, estado físico, fisiológico e fitossanitário (WENDLING e DUTRA, 2010).

Outro aspecto importante é o substrato, cuja função é sustentar a planta além de disponibilizar os nutrientes (GOMES e PAIVA, 2002). Deve fornecer condições adequadas para o desenvolvimento do sistema radicular e ser estéril sem presença de plantas invasoras, pragas e fungos patogênicos (GOMES E PAIVA, 2002; WENDLING, DUTRA E GROSSI, 2006). Um substrato que apresente boa característica físico-química também é um fator importante na produção de mudas (SCHUMACHER et. al., 2001).

Ainda há outros fatores que devem ser levados em conta para escolha de um bom substrato. Existem os fatores de ordem econômica: disponibilidade, quantidade e facilidade de manuseio e os fatores técnicos do material como pH, o nível de fertilidade, a granulometria e a densidade, dentre outros que interfiram na aeração, na retenção de umidade e na agregação ao substrato (WENDLING e DUTRA, 2010).

O uso de recipientes plásticos tem apresentado vantagens: aumento dos ganhos econômicos, melhoria das condições ergométricas e facilidade de administração do viveiro em relação ao sistema de produção em saco plástico (PEZZUTTI, SCHUMACHER e HOPP, 1999). Permite ainda um melhor controle da nutrição, proteção das raízes contra os danos mecânicos e a desidratação, tornando o sistema de produção mais fácil de manejar, facilitando no transporte, na distribuição e no plantio (GOMES, 2003).

3.3.2 Formação e qualidade de mudas

Os processos de formação das mudas dependem de fatores como a semeadura, o crescimento e a rustificação. A semeadura influencia a formação de mudas através do índice de germinação e conseqüentemente no rendimento do viveiro (WENDLING e DUTRA, 2010). Os mesmos autores comentaram que o semeio com o uso de bandejas de semeadura, é mais vantajosa, pois utiliza sementes já peletizadas (sementes envolvidas com uma camada de talco), diminuindo o custo pela perda de sementes e resemeadura.

A adubação de base, durante a preparação do substrato não é recomendada na fase da germinação. Porém, tal recomendação é realizada na maioria dos viveiros comerciais que adotam o uso de adubo químico na forma de pó de liberação rápida ou fertilizante de liberação lenta (FLL) na preparação do substrato (WENDLING e DUTRA, 2010).

Os FLL vêm sendo usados para diminuir perdas de nutrientes por lixiviação e reduzir a mortalidade pós-plantio. Permite a disponibilidade gradual dos nutrientes ao sistema radicular em função da temperatura e umidade na solução solo, coincidindo com o período de crescimento mais ativo das plantas,

diminuindo o efeito salinizante e promovendo uma distribuição homogênea dos nutrientes (LANG et. al., 2011).

O uso de mudas com alto padrão de qualidade é justificado ao se observar um maior incremento em altura nos dois primeiros anos de plantio, implicando uma redução nos custos de implantação do povoamento com a diminuição a frequência dos tratos culturais (CARNEIRO, 1995).

Mudas de qualidade são plantas com sistema radicular e parte aérea bem formada, com bom estado nutricional, livre de pragas e doenças, com altas taxas de sobrevivência e de desenvolvimento após o plantio e que mostrem melhor seu potencial de crescimento, florescimento e beleza em geral. São produzidas em áreas planejadas especificamente à produção de mudas florestais, sejam estas nativas ou exóticas independentemente de sua função posterior (WENDLING et al., 2001 e FREITAS et. al., 2010).

A classificação da qualidade das mudas baseia-se em dois princípios: o aumento da sobrevivência das mudas após o plantio e na diminuição da frequência dos tratos culturais de manutenção do povoamento recém-implantado, devido ao maior crescimento inicial (CARNEIRO, 1995).

A qualidade das mudas depende de parâmetros tanto morfológicos quanto os fisiológicos. Dependendo do potencial genético e da procedência das sementes, das condições ambientais e dos métodos e das técnicas de produção, das estruturas e dos equipamentos utilizados e, por fim, do tipo de transporte dessas para o campo (GOMES et. al., 2002 e CARNEIRO, 1995).

A sobrevivência, o estabelecimento, a frequência dos tratos culturais e o crescimento inicial das florestas são avaliadas para o sucesso do empreendimento florestal. São diretamente relacionadas com a qualidade das mudas por ocasião do plantio, ressaltando o potencial genético. As condições fitossanitárias e a conformação do sistema radicular são importantes para a boa produtividade dos povoamentos florestais (CARVALHO, 1992).

Segundo Gonçalves et. al (2000), as características da muda de boa qualidade estão intrinsecamente relacionadas com seu potencial de sobrevivência e crescimento no campo após o plantio, o que determinará a necessidade de replantio e demanda de tratos culturais de manutenção do povoamento recém implantado.

Wakeley³ (1954, citado por CARNEIRO, 1995) descreve que os parâmetros que determinam a qualidade de mudas são de duas naturezas, a primeira se baseando nos aspectos fenotípicos, os quais recebem a denominação de parâmetros morfológicos e o segundo os que seguem os aspectos internos das mudas os chamados parâmetros fisiológicos.

3.3.3 Características morfológicas

As características morfológicas são atributos determinados física ou visualmente, com o intuito de mostrar que os critérios de qualidade que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio no campo (FONSECA, 2000 citado por GOMES et. al 2002 citado por LOPES 2005).

Os parâmetros morfológicos que determinam a qualidade de mudas propostas por Schimidt – Vogt⁴ (1966, citado por CARNEIRO, 1995) são:

- A) Altura da parte aérea (H);
- B) Atributos de vigor:
 - Peso da matéria seca total da muda;
 - Peso da matéria seca total da muda/ cm de altura da parte aérea;
 - Peso da matéria seca da parte aérea;
 - Peso da matéria seca da parte aera/cm de altura da parte aérea;
 - Diâmetro de colo (Dc);
 - Relações diâmetro de colo /altura da parte aérea e parte aérea/parte radicial (peso e/ou comprimento)

Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas, tendo uma compreensão mais intuitiva por parte dos viveiristas, mas ainda carente de uma definição mais acertada para responder às exigências quanto à sobrevivência e ao crescimento, determinadas pelas adversidades encontradas após o plantio (GOMES, 2002).

³ WAKELEY, P. C. Planting of southern pines. Agriculture Monograph, Washington, D.C., n. 18, p.1-233, 1954.

⁴ SCHIMIDT – VOGT, H. **Wachstum und qualitaet von Forstplanzen**. 2 ed. Munique: Bayerischer Landwirtschaftsverlag, 210 p., 1966.

Estudando mudas de *Eucalyptus grandis*, Gomes (2002), determinou que tais parâmetros morfológicos, contribuíram relativamente para determinar da qualidade das mudas durante o período de formação das mudas. Este autor afirmou que o parâmetro que expressou uma melhor determinação foi a relação altura/peso seco da parte aérea, que é muito expressiva, mas sua determinação ocorre pelo método destrutivo. O outro parâmetro que expressou a qualidade das mudas foi a altura, por ser de fácil quantificação e não destrutiva.

A relação altura da parte aérea/peso de matéria seca da parte aérea não é comumente usada como um índice para avaliar o padrão de qualidade de mudas, por ser um método destrutivo, mas pode ser de grande valia se utilizado, para predizer o potencial de sobrevivência da muda no campo (GOMES, 2001 citado por CRUZ, PAIVA e GUERRERO, 2006).

Para Carneiro (1995), outro parâmetro de fácil acesso e grande importância é a relação altura/diâmetro de colo, o inverso da relação proposta acima por Schimidt–Vogt (1966), a qual expressa o equilíbrio do desenvolvimento das mudas.

A altura e o diâmetro de colo ideal para as mudas de *Eucalyptus* irem a campo é quando estiverem entre 15 e 25 cm de altura e o diâmetro de colo maior que 2 mm (WENDLING e DUTRA, 2010). Os parâmetros para mudas consideradas como ideais para plantio são as que apresentam, altura entre 20 e 40 cm, o diâmetro de colo no mínimo com dois mm, com três ou mais pares de folhas e sem sintomas de deficiência nutricional (PAIVA et. al. (2011).

As variáveis que envolvem somente a biomassa como parâmetro qualitativo em mudas, demonstram que na produção de *Eucalyptus grandis* ao fim de 120 dias há um grau confiança entre 23% à 29%, quando comparadas a outras variáveis morfológicas que determinam a qualidade de mudas (GOMES, 2002).

3.3.4 Efeito de microrganismos nos teores de macronutrientes em plantas

3.3.4.1 Nitrogênio

O nitrogênio é um dos elementos minerais mais requeridos pelas plantas e o que mais limita seu crescimento. O nitrogênio é um elemento fundamental que compõem a clorofila, as enzimas, as proteínas estruturais, os ácidos nucléicos e outros compostos orgânicos (CARNEIRO, 1995).

O nitrogênio da biosfera apresenta cerca de 96 % na forma de N orgânico terrestre, na forma de matéria orgânica morta e somente 4 % representa os organismos vivos. Deste percentual, 94 % representam as plantas, 4 % a microbiota e 2 % os animais (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Do total de nitrogênio molecular N_2 presente na biosfera, somente 0,04 % se encontram na ecosfera terrestre de forma combinada, 57 % na forma orgânica e 43% na forma inorgânica (LUCA e GRANGE, 2012).

As plantas, com exceção das pertencentes à família das leguminosas, que apresentam a capacidade de fazer a fixação simbiótica, não conseguem se aproveitar deste imenso reservatório de nitrogênio representado pela atmosfera (FERRI, 1985).

Por ser um pequeno percentual de N alguns microrganismos, em sua maioria procariotos, são responsáveis pelo mais importante e conhecido processo realizado na natureza, a fixação biológica de N_2 . A primeira publicação sobre esse processo ocorreu em 1888, porém somente em 1893 foi descrita a primeira bactéria fixadora de N_2 atmosférico (REIS et. al., 2006).

A fixação é realizada por bactérias em plantas superiores, em sua maioria de vida livre que habitam o solo, associando-se as plantas utilizando seus exsudatos radiculares. Poucas bactérias endofíticas são capazes de fixar o N com plantas superiores (MORAES et. al., 2012).

Os organismos chamados de fixadores de N_2 ou diazotróficos são capazes de reduzirem o N_2 para a forma inorgânica combinada NH_3 (amônia), aumentando assim a disponibilidade de nutrientes para as plantas e demais organismos (LUCA e GRANGE, 2012). A amônia é a forma mais assimilável

pelas plantas superiores, sendo o principal egresso do nitrogênio no ciclo biogeoquímico (MORAES et.al., 2012).

As recomendações frente à fonte de nitrogênio, tanto as doses quanto a melhor época a ser aplicado são fatores que devem ser considerados na produção de mudas (NEVES et. al., 1990).

3.3.4.2 Fósforo

Os microrganismos que possuem a habilidade de solubilizar o fosfato seriam uma alternativa economicamente viável para solucionar problemas referentes à quantidade de P disponível nos solos e da adubação fosfatada (MORAES et. al., 2012). Richardson⁵ (2001 citado por ARAUJO e MACHADO, 2006) afirma que 40 % da população microbiana do solo é solubilizadora de fosfato, representado por um grande grupo de bactérias e fungos.

Há diversos mecanismos sobre os quais os microrganismos influenciam e controlam a aquisição do P nas plantas, agindo sobre a disponibilidade e na absorção do P, mas há evidências que a translocação na planta é reduzida (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Os mesmo autores descrevem que os microrganismos além de aumentarem a disponibilidade do P, facilitam a absorção por meio de diversos mecanismos, há um grande número de bactérias que causam alterações biológicas na rizosfera e fisiológicas nas plantas.

Dos habitantes da rizosfera e do solo que fazem associações com as plantas e aumentam a disponibilidade de P do solo para as plantas são marcantes: os fungos micorrízicos que aumentam a absorção por propiciarem uma maior extensão ao sistema radicular e as bactérias e fungos que atuam sobre a solubilização e a mineralização microbiana do P (ARAUJO; MACHADO, 2006).

Segundo Soares et. al. (1989) utilizando mudas de *Eucalyptus grandis* inoculadas com o fungo micorrízico *Pisolithus tinctorius*, durante um período de

⁵ RICHARDSON, A. E. Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. **Australian Journal of Plant Physiology** v. 28 p. 897-906, 2001.

167 dias (viveiro mais vaso), em diferentes dosagens de P nas mudas, afirmaram que em solos pobres em fósforo houve um aumento na quantidade de simbiose de acordo com a quantidade de P no solo. As plantas submetidas aos solos pobres conseguiram um maior grau de micorrização, além de aumento na acumulação de matéria seca e nutrientes da parte aérea do que as testemunhas (sem a simbiose).

Certos grupos de microrganismos especializados do solo são capazes de solubilizar minerais contendo P, Ca, K e Mg entre outros elementos essenciais à planta, tornando-as disponíveis para o crescimento vegetal. Além de que os mecanismos responsáveis pela solubilização geralmente encontram-se associados à excreção de ácidos orgânicos e conseqüentemente diminuem o pH. Tal motivo faz com que uma espécie microbiana possa ser capaz de solubilizar diferentes minerais contendo esses elementos, haja visto que os microrganismos solubilizadores parecem ser mais abundantes na rizosfera de plantas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Mullette et al.⁶ (1974, citado por LUCA et. al. (2002) apresentaram a hipótese na qual o *Eucalyptus gummifera* teria desenvolvido um mecanismo para sobrevivência em solos com baixo nível de P, como é encontrado em seu ambiente natural. O mecanismo ocorreria pela interação entre exsudatos de raízes, microrganismos e íons Al^{3+} , Fe^{2+} e Fe^{3+} , de maneira que os microrganismos promoveriam a solubilização de $FePO_4$ e $AlPO_4$, abundantes naqueles solos, aumentando a disponibilidade de P para as plantas.

3.3.4.3 Potássio

O potássio é o ativador de mais de meia centena de enzimas e para manter uma atividade enzimática ótima há a necessidade de alta concentração, tornando este elemento o mais abundante nas plantas (MALAVOLTA, 2006).

O potássio influencia a translocação de açúcares, a abertura e fechamento de estômatos, a regulação osmótica e a produção de energia ATP.

⁶ MULLETTE, K.J.; NOLA, J.H.; ELLIOTT, A.G.L. Insoluble phosphorus usage by *Eucalyptus*. Short communication. **Plant and Soil**, v.41, p.199-205, 1974.

Seu papel sobre o transporte de assimilados da fotossíntese explica o efeito na fixação biológica do nitrogênio, Na ausência de K, faltam carboidratos para a produção respiratória de ATP, além do esqueleto carbônico para receber o NH_3 resultante da fixação, diminuindo por fim a fixação do N (MALAVOLTA, 2006).

As diversas funções do potássio e seus processos fisiológicos resultam em vários efeitos positivos quando a nutrição é adequada: incremento no crescimento das raízes; aumento da resistência à seca e baixa temperatura; a resistência à pragas, no incremento na nodulação de leguminosas e incremento no teor de proteínas (IMAS⁷, 1999 citado por MEURER, 2006).

Os microrganismos que atuam no solo e na rizosfera das plantas através dos mecanismos diretos e indiretos agem sobre a mineralização da matéria orgânica (liberação e imobilização) dos elementos K, Ca e Mg, provenientes de substâncias orgânicas do solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

A quantidade de K^+ na solução do solo que é necessária para o crescimento das plantas vai depender de diversos fatores, sendo os mais importantes a espécie de planta ou o estágio de crescimento em que a planta se encontra (MEURER, 2006).

3.3.4.4 Sódio

O sódio é considerado um competidor com o elemento potássio, por possuírem semelhante mecanismo de absorção (WATAB et. al.⁸, 1991 citado por MENDONÇA et. al., 2010).

Há possibilidade de substituição parcial ou total entre o potássio e sódio, aumentando o interesse em seu uso prático, principalmente pelo fato de que as fontes de potássio apresentam em sua composição sódio, diminuindo os processos de purificação dessas fontes acarretando menores custos com

⁷ IMAS, P. Recent trends in nutrition management in horticultural crops. In: **IPI-PRII-KKV Workshop**, 1999, Dapoli. Proceedings Dapoli, 1999.

⁸ WATAB, A. A. et al. Enhanced net K^+ uptake capacity of NaCl^- adapted cells. **Plant Physiology**, Rockville, v. 95, n. 4, p. 1265-1269, 1991.

fertilizantes e uma menor quantidade a ser aplicada (MARCHNER, 1995⁹ citado por SETTE JUNIOR, 2010).

O aumento da concentração de Na em detrimento da concentração de K pode resultar em aumento do potencial de soluto no vacúolo que gera maior turgescência e maior expansão foliar (MENDONÇA et. al., 2010).

3.3.4.5 Cálcio

O cálcio é encontrado sob as formas trocável e solúvel, sendo a primeira em solos mais argilosos como cátion dominante (VITTI et. al., 2006). É um elemento necessário em mesma ordem que os elementos P, Mg e o S, sendo abundante nas raízes, nas folhas, ramos e frutos (MALAVOLTA, 2006).

A maioria das funções que o cálcio apresenta é ligada à composição estrutural de macromoléculas relacionadas principalmente as paredes celulares e na membrana plasmática (VITTI et. al., 2006).

Em nível de saturação de bases pelo Ca, a produção pode ser limitada pela presença de alumínio (MALAVOLTA, 2006). O mesmo autor cita uma regra simples: quando há alto nível de Ca o mesmo está associado a baixos índices de Al e quando Ca está com um nível baixo o valor dos índices do Al estarão em alta concentração.

3.3.4.6 Magnésio

O Magnésio está contido principalmente na matéria orgânica do solo. (MALAVOLTA, 2006). O Mg é mais abundante nos tecidos novos, alimentados pelo floema principalmente, em vias de crescimento e nos órgãos reprodutores como as flores e os grãos (MALAVOLTA, 2004)

⁹ MARCHNER, H. **Mineral Nutrition of higher plant**. 2nd ed. London. Academic Pres. 1991. 889p.

As funções do Mg no metabolismo da planta, segundo Vitti et. al. (2006), atuam diretamente na:

a) Clorofila – as clorofilas são porfirinas magnesianas, representa cerca de 10 % do teor total de Mg da folha. Contudo os plastídios apresentam mais Mg que a clorofila. Além de ser um constituinte um dos principais responsáveis da conversão de energia das plantas, o Mg é o ativador de enzimas relacionado ao metabolismo energético.

b) Ativação enzimática – O Mg ativa mais enzimas que qualquer outro elemento. É um dos maiores co-fatores de quase todas as enzimas fosforilativas, formando pontes entre as ATP's e as ADP's e a molécula das enzimas. Esta transferência de energia entre estes compostos os processos fundamentais para a realização de fotossíntese, respiração, reações de síntese de compostos orgânicos, absorção iônica e trabalho mecânico executado pela planta.

c) Carregador do P – o Mg é um carregador de P, facilitando a entrada do mesmo na planta, por isso há um aumento de P quando há uma maior presença de Mg. Acredita-se que o efeito seja devido ao papel do Mg nas reações de fosforilação, esse papel tem o aspecto prático de aumentar a eficiência da absorção de P pelas raízes.

A deficiência deste elemento para a planta é notada quando as folhas mais velhas começam a apresentar clorose internerval típica, denunciando menos clorofila (MALAVOLTA, 2006). Tal clorose mostra-se com uma cor amarelada, bronzeada ou avermelhada, enquanto as nervuras apresentam um tom ainda verde (VITTI et. al., 2006).

3.3.5 Coeficiente de utilização biológica (CUB)

O coeficiente de utilização biológica (CUB), proposto por Barros et. al. (1986), expressa a quantidade de matéria seca (biomassa) em kg de uma planta produzida por kg de nutriente utilizado segundo Caldeira, Neto e Schumacher (2004). Outros autores descreveram este coeficiente com outras

denominações: eficiência nutricional (GONÇALVES et al.¹⁰, 1992); índice de eficiência de utilização dos nutrientes (DRUMOND¹¹ et al., 1997), coeficiente de utilização biológico (CUB) (BARROS et al., 1986); e índice de utilização dos nutrientes (SIDDIQUI; GALSS, 1981; ARAÚJO¹², 2000).

A eficiência de uso do nutriente ou o coeficiente de utilização biológica é definido como a relação entre produção e a concentração do nutriente no tecido (LUCA et. al., 2002). O coeficiente de utilização biológica é definido como a capacidade de empregar os nutrientes na síntese da biomassa, sempre influenciando diretamente a produtividade de biomassa ou a economia na exportação de nutrientes (PINTO et. al., 2011).

De acordo com Attiwill e Leeper¹³ (1987, citado por MIRANDA et. al., 1998), tanto florestas naturais como plantadas, apresentam em sua biomassa a maior proporção de nutrientes. A quantidade de nutrientes encontrados em um povoamento florestal é expressa pelo somatório dos nutrientes contidos nos mais diferentes compartimentos da biomassa arbórea (folhas, ramos, casca, lenho e raízes, serapilheira e solo) (MOURA et. al., 2006).

O CUB tem sido estudado para otimizar a relação custo-benefício que as empresas florestais tem feito como intuito de selecionar materiais genéticos adaptados às diversas condições ambientais (LIMA et. al. 2005). Segundo este autores existem diferenças consideráveis frente à absorção e utilização de nutrientes, mostrando que existe uma possibilidade de seleção e adaptação de diferentes materiais genéticos a distintas condições edafoclimáticas.

Estudos com três procedências de *E. grandis* e três de *E. saligna*, com cinco anos de idade, produzidas no estado de São Paulo, em diferentes sítios florestais, demonstrou que o *E. grandis* apresentou um CUB maior frente ao *E. saligna* para os nutrientes N, P e Mg, porem não houve diferença na utilização dos elementos K e Ca para ambas espécies (SANTANA et. al., 2002).

¹⁰ GONÇALVES, J. L. M. et al. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: Congresso NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo – SP, v. 4, p. 463-469, 1992.

¹¹ DRUMOND, M. A. et al. Composição mineral e demanda nutricional de espécies florestais da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 21, n. 1, p. 1-10, 1997.

¹² ARAÚJO, A. P. Eficiência vegetal de absorção e utilização de fósforo, com especial referência ao feijoeiro. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; SCHEFFER, C. E. G. R. (Eds.) **Tópicos em ciência do solo**, 2000. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, v.1, p.163-212.

¹³ ATTIWILL, P.M. e LEEPER, G.W. **Forest soil and nutrient cycles**. Australia: Melbourne University, 1987, p. 202.

Avaliando dois povoamentos de sabia (*Mimosa caesalpinifolia*), Moura et. al. (2006) comprovou que os componentes lenhosos apresentam um maior acúmulo dos nutrientes frente ao componente das folhas.

Trabalhando com mudas de diversos clones do gênero *Eucalyptus* Pinto et. al. (2011) demonstraram diferenças significativas entre seis clones frente ao crescimento, produção de biomassa aérea e de raiz, tendo sua avaliação sendo feita para a nutrição da parte aérea para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S.

A eficiência de utilização do nutriente ou o coeficiente de utilização biológica aplicado ao uso de lodo de papel reciclado, na produção de mudas de *Eucalyptus saligna* em vaso avaliou os macro e micronutrientes nas folhas e raízes das plantas (FARIA, 2012).

Na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* submetidas a tratamentos com dosagens de compostos orgânicos e fertilizantes solúveis, demonstrou que a eficiência nutricional encontrada através do CUB é maior ao utilizar fertilizantes químicos para os elementos N, P, K, Ca, Mg e S (TRINDADE et. al., 2001).

3.4 USO DA BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO VEGETAL

Moreira e Siqueira (2006) citam diversas simbioses radiculares como a de diatomáceas e plantas, actinorrízica, bactérias fixadoras de nitrogênio em leguminosas, fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e fungos ectomicorrízicos com plantas. Neste sentido, buscam-se organismos que possam ser manipulados com o intuito de aumentar a produtividade vegetal.

Considerando o uso de bactérias não simbióticas na agricultura, cerca de oito produtos eram comercializados a partir de três gêneros de bacterianos *Agrobacterium*, *Bacillus* e *Pseudomonas*, no fim da década de 90 (LUZ, 1996).

Mishustin e Naumova¹⁴ (1962) citados por Luz (1996) descreveram os primeiros estudos com bactérias não simbióticas na Rússia e Ucrânia, em

¹⁴ MISHUSTIN, E.N. e NAUMOVA, A.N. Bacterial fertilizers, their effectiveness and mode of action. *Mikrobiologiya* 31:543-55, 1962.

1885. Buscava-se aumentar o crescimento e rendimento de plantas, com o uso de dois gêneros de bactérias o *Azotobacter* e *Bacillus*. Na década de 1950, na Rússia, bactérias não rizobiais foram utilizadas na agricultura, apresentando um aumento no rendimento de 10 a 20 %, sendo chamados de fertilizantes bacterianos.

Pesquisadores russos e indianos na década de 1960 e 1970 comprovaram estatisticamente que outras bactérias da rizosfera poderiam aumentar o crescimento das plantas, confirmando o uso das bactérias *Azotobacter*, *Bacillus* pelos russos e *Pseudomonas* e *Beijerinckia* pelos indianos (LUZ, 1996).

O conceito de Rizobactéria Promotora do Crescimento de Plantas (PGPR em inglês, RPCP em português) foi estabelecido por Koepper e Schroth (1978) trabalhando com rabanetes despertou o interesse da indústria norte americana (LUZ, 1996 e MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Outras técnicas de produção de mudas com a inoculação de microrganismos vêm sendo estudadas com uso de fungos micorrízicos e rizobactérias (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

No solo, um complexo sistema de interação entre este e seus componentes microbianos afetam as fases sólida (mineral e orgânica), líquida e gasosa presente no meio (CORREA, 2008). Moreira e Siqueira (2006) e Correa (2008) descrevem que as interações apresentam características principais: decomposição da matéria orgânica, a produção de húmus, a ciclagem de nutrientes e energia, produção de complexos que contribuem para a agregação do solo, decomposição de xenobióticos e controle biológico de pragas e doenças, entre outras funções, como serem um “catalisador” disponibilizando a planta uma quantidade maior de nutrientes.

Na área florestal, os estudos têm concentrado esforços em encontrar isolados que promovam o crescimento das plantas. No mercado brasileiro, existe o produto biotecnológico Rizolyptus[®], composto de RPCP, desenvolvido pela Universidade de Viçosa.

3.4.1 Rizobactérias e sua interação com as plantas

O solo é o meio natural que influencia o crescimento, a multiplicação, a sobrevivência e a atividade dos microrganismos do solo, conseqüentemente atuando como uma fonte de nutrientes para o crescimento vegetal (MORAES et. al., 2012). Essa influência sobre o crescimento vegetal ocorre devido à presença dos microrganismos no solo, principalmente os que vivem na rizosfera das plantas. A rizosfera é a porção de solo que sofre a influência das raízes indo desde a superfície até uma distância de 1 a 3 mm (alguns autores consideram 5 mm) (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006)

Para que o meio ambiente seja propício para o desenvolvimento de comunidades, que de acordo com Moraes et. al. (2012) não são uma forma de culturas puras e sim na forma de comunidades complexas, podendo ou não, as plantas influenciarem algumas determinadas comunidades.

Os organismos necessitam de fontes de alimento, para isso os compostos orgânicos depositados na rizosfera variam de forma, podendo ser simples e solúveis como a água até os de grande complexidade e insolúveis em água. Sendo os liberados de células vivas para o solo e os liberados de tecidos mortos (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006)

Essas interações simbióticas e não simbióticas, entre microrganismos e plantas podem ocorrer de diversas formas as associações mais benéficas aos vegetais ocorre com bactérias promotoras de crescimento e os fungos micorrízicos (MOREIRA et.al., 2012).

As bactérias que colonizam as raízes e sua zona de influência são denominadas rizobactérias (CORREA, 2008). Estes microrganismos colonizam a interface solo-planta, atingindo um nível que permita sua ação sobre os processos referentes à gênese do solo, ciclos biogeoquímicos, entre outros (KLOEPPER et. al.¹⁵, 1991 citado por CORREA, 2008).

As RPCP não estabelecem relações simbióticas com a planta. Essas rizobactérias produzem substâncias promotoras de crescimento vegetal,

¹⁵ KLOEPPER, J. W. ZABLOTOWICZ, R. M., TIPPING, E. M. LIFSHITZ, R. Plant growth promotion mediated by bacterial rhizosphere colonizers. In: **The rhizosphere and plant growth**, Keister DL, Cregan PB (eds). Kluwer academic Publishers, Netherlands, p. 315-326, 1991.

interferindo na nutrição de plantas, fazendo o controle biológico de fitopatógenos, além de serem competidoras eficientes que deslocam outros organismos (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006 e MOREIRA e ARAUJO, 2011).

As rizobactérias promotoras de crescimento possuem meios de estimular o crescimento de plantas, com diversas formas de ação, podendo ser com um ou mais mecanismo, que são classificados em diretos e indiretos (RAMOS et. al., 2001). Segundo Glick¹⁶ (1995 citado por RAMOS et. al., 2001) alguns dos mecanismos diretos, que estão associados com a liberação de metabolitos induzindo o efeito, a produção e liberação de hormônios vegetais, como auxinas, giberelinas, citocininas e etileno. Cerca de 80 % das bactérias isoladas da rizosfera da planta são capazes de produzir hormônios de crescimento, no caso o ácido indolacético (AIA) incluindo bactérias epifíticas e endofíticas (MAFIA et. al., 2005).

Os mecanismos indiretos, aqueles que com a liberação de metabólitos, ocorrem mudanças na estrutura da rizosfera afetando indiretamente o crescimento das plantas (RAMOS et. al., 2001). Os estudos de Kloepper¹⁷ (1993 citado por RAMOS et. al., 2001) descrevem a existência de mecanismos indiretos que são conhecidos por inibir o desenvolvimento de rizobactérias prejudiciais e patógenos através da liberação de sideróforos e / ou antibióticos ou ácido cianídrico enzimas hidrolíticas.

As características de controle biológico são associações benéficas entre rizobactérias e plantas, podendo existir uma promoção do controle de fitopatógenos, produção ou alteração da concentração de fitohormônios, fixação e nitrogênio, solubilização de fosfatos minerais ou outros nutrientes do solo (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Segundo esses autores, o crescimento vegetal também é promovido reduzindo os custos de produção e atenuando o impacto dos agrotóxicos no meio ambiente.

Azcón – Aguilar et. al.¹⁸ (2002 citados por Correa, 2008) descreveram que as atividades metabólicas das plantas atuam estimulam as populações

¹⁶ GLICK, B.R. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, Canadá v. 41: p. 109-117, 1995.

¹⁷ KLOEPPER, J.W.; (1993). Plant growth-promoting rhizobacteria as biological control agents on radishes. In: **FB Jr (ed) Soil microbial ecology-applications in agricultural and environmental management**. Meeting Marcel Dekker, New York, p. 879-882.

¹⁸ AZCÓN – AGUILAR, C.; PALENZUELA, J.; ROLDAN, A.; BAUTISTA, S.; VALLEJO,R.; BAREA, J. M. Analysis of the mycorrhizal potential in the rhizosphere of representative plant

bacterianas da rizosfera, tanto em termos de qualidade e quantidade, tendo as rizobactérias tem uma importância vital para o desenvolvimento de plantas.

Os microrganismos aeróbicos podem fazer um trabalho mais completo de compostagem que os anaeróbios, logo que os aeróbicos degradam os compostos de carbono em gás carbônico e água que os tornam prontamente disponíveis para as plantas. Este fato traz vantagens aos vegetais, uma vez que podem utilizar esta energia para crescer mais rápido e degradar mais matéria orgânica quando comparados aos anaeróbicos. Além disto, liberam nutrientes para as plantas, como nitrogênio, fósforo, magnésio e outros (CAMPBELL¹⁹, 1995 citado por HOPPE et. al. 2004 a).

O efeito de rizobactérias promotoras do crescimento sobre avaliação na produtividade de minijardins clonais de eucalipto, demonstrou um incremento da biomassa radicular, variando entre 52 a 69 %, verificando-se diferenças significativas na produção de miniestacas, mas não no índice de produtividade (MAFIA et. al., 2005).

Moreira e Araujo (2011) trabalhando com rizobactérias isoladas da rizosfera do eucalipto, demonstraram a caracterização quanto ao antagonismo a fungo fitopatogênico, produção da enzima ACC desaminase e fosfatases. Aproximadamente 15 % dos isolados foram capazes de solubilizar fósforo e 20 % dos isolados foram capazes de crescer em meio mínimo na presença de ACC.

Brunetta et. al., (2010) utilizando 99 isolados selecionados de rizobactérias promotoras do crescimento em *Pinus taeda*, verificaram que seis se destacaram frente a ganhos significativos na indução de crescimento, promovendo ganhos 10 a 16 % no crescimento em altura da parte aérea das mudas.

Com o uso de isolados de rizobactérias e filoplano, inoculados individualmente do em mudas seminais de *Eucalyptus benthamii*, não demonstrou ganhos significativos na germinação e no crescimento das mudas. Entretanto, demonstraram serem capazes de colonizar o sistema radicular das mudas (CARMO, 2013).

species from desertification threatened Mediterranean shrublands. **Applied Soil Ecology**. v. 21: p. 1-9, 2002.

¹⁹ CAMPBELL, S. **Manual de compostagem para hortas e jardins: como aproveitar bem o lixo doméstico**. São Paulo – SP, Nobel, 1995. 451p.

A aplicação de isolados rizobacterianos no enraizamento de estacas de diferentes tipos de clones do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, a partir de isolados bacterianos do rizoplane de mudas clonais. Os isolados foram testados na produção de mudas clonais observando o potencial em promover o enraizamento de estacas e miniestacas. Destacaram-se 10 isolados, como indutores de enraizamento e crescimento, propiciando ganhos de até 110% e de 250% (TEIXEIRA, 2007).

O potencial das rizobactérias demonstra a necessidade de desenvolver técnicas para aumentar a produção de mudas. Por esse motivo, foram desenvolvidos produtos biotecnológicos a partir de rizobactérias e fungos micorrízicos, fazendo com que a população microbiana trabalhe de forma benéfica, podendo ser manipulados para aumentar a produtividade vegetal (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

A Universidade Federal de Viçosa e a Bio Soja Indústrias Químicas e Biológicas, desenvolveram o produto *Rizolyptus*®, formando de 8 isolados rizobacterianos, com duas formulações, sob as formas sólida e líquida. Este produto apresenta uma característica benéfica para a produção de mudas de eucaliptos (ZARPELON, 2007). Utilizando *Rizolyptus*® em clones de *Eucalyptus grandis* e o híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, determinou que a eficiência do produto, observou-se um maior incremento na biomassa radicular e aérea assim como no biocontrole frente à testemunha e o tratamento com AIB (ácido indolbutílico) (ZARPELON, 2007).

3.4.2 Bacsol®

O Bacsol® é um produto biotecnológico desenvolvido para aumentar a produtividade agrícola, considerado um fertilizante orgânico composto classe A. O produto é constituído em sua maioria bactérias, além de outros microrganismos, classificado como rizosféricos, decompositores, nitrogenadores e para controle biológico. Os microrganismos deste produto estão na forma de esporos, entrando em intensa multiplicação quando em contato com a umidade do solo (MONTEIRO e AUER, 2012 b).

Os microrganismos que compõem o produto são em sua maioria pertencentes aos gêneros *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Nitosomona* e *Nitrobacter*.

O produto apresenta uma natureza física sólida composta de farelo de soja e arroz. Algumas das características físicas do produto estão na Tabela 2.

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO PRODUTO BIOTECNOLÓGICO BACSOL[®].

N total	5%
PH	6
C orgânico	45 %
CTC	405 m.mol/dm ³
Umidade Máxima	10 %
CTC/C	10

Os microrganismos presentes no produto atuam diretamente nas rizosferas da planta vivendo em simbiose com o meio, restabelecendo a cadeia biológica natural, melhorando a disponibilização, de nutrientes, defesas naturais do solo, decomposição de material orgânico transformando-os em ácidos orgânicos aproveitáveis e húmus (HOPPE et. al. 2004 a).

O benefício causado pela agregação de microrganismos na produção de mudas faz com que o efeito da rizosfera aumente a atividade microbiana na rizosfera, através do fornecimento de compostos orgânicos (solúveis ou insolúveis) exsudatos radiculares e outros materiais, geralmente vegetais ou resíduos microbianos (CORREA, 2008)

As bactérias que compõem o Bacsol[®] atuam na rizosfera. Participam ativamente das transferências orgânicas para que o solo possa auxiliar o desenvolvimento dos vegetais superiores, as mesmas retêm o monopólio na transformação em três enzimas básicas: oxidação do nitrogênio (nitrificação), oxidação do enxofre e fixação do nitrogênio (HOPPE et. al. 2004 c).

Os microorganismos aeróbicos apresentam maior eficiência na degradação de resíduos orgânicos que anaeróbios. Os aeróbicos conseguem degradar os compostos de carbono tornando disponíveis para as plantas o gás carbônico e a água. A disponibilidade destes compostos pode acelerar o desenvolvimento das plantas, pois podem utilizar essa energia disponível para degradar a matéria orgânica de forma mais acelerada, liberando nutrientes para as plantas, como nitrogênio, fósforo e magnésio (HOPPE et. al., 2004 a).

Utilizando o Bacsol[®] na produção de mudas seminais visando aumento na promoção do crescimento, demonstrou-se como uma boa técnica que pode ser adotada no sistema de produção florestal (HOPPE et. al., 2004 b; c; d).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Os ensaios foram desenvolvidos no viveiro da empresa Golden Tree Reflorestadora, localizado em Guarapuava – PR.

4.2 PRODUÇÃO DE MUDAS

As sementes utilizadas nos ensaios foram provenientes das Áreas de Produção de Sementes (APS) da própria empresa, localizada no município de Candoi – PR. O poder germinativo era de 70 % e foram colocadas duas sementes por tubete, a fim de obter bom percentual de germinação. Posteriormente, foi feito o raleio deixando-se a plântula de melhor desenvolvimento.

O substrato utilizado para o ensaio foi *Carolina Soil*[®], importado da Carolina do Norte (USA). A composição do substrato é a base de turfa, de “*sphagno*” e vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada, com traços de calcário dolomítico, de gesso agrícola e fertilizantes NPK em menores proporções. Outras características físicas são apresentadas na Tabela 3.

A quantidade total de substrato utilizado em cada ensaio foi de 335 L, sendo que o volume foi de 45 L por saco e cada tratamento utilizou 83,75 L (cerca de 1,85 saco).

TABELA 3 – PROPRIEDADES FÍSICAS DO SUBSTRATO CAROLINA SOIL[®].

PROPRIEDADE	VALOR	VARIAÇÃO
Potencial Hidrogeniônico (pH)	5	+ ou – 0,5
Condutividade Elétrica	0,7	+ ou – 0,3 mS/cm
Densidade	114 kg/m ³	
Capacidade de Retenção de Água (CRA)	54%	Máxima de 60%

A adubação adotada nos ensaios foi a mesma utilizada no sistema de produção de mudas de *E. benthamii*, obtida pela composição de três adubos (Tabela 4).

TABELA 4 – COMPOSIÇÃO DA ADUBAÇÃO ADOTADA PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii*, NO VIVEIRO DA GOLDEN TREE, GUARAPUAVA – PR.

COMPONENTES	ADUBO			TOTAL
	SUPER SIMPLES®	FOSMAG®	YOORIN®	
N	4 %			4 %
P	18 %	14 %	17,5 %	49,5 %
K		8 %		8 %
Ca	15 %	6 %	13 %	34 %
S	10 %	4 %		14 %
STAUBC®	0,28 %			0,28 %
Mg			7 %	7 %
B			0,1 %	0,1 %
Cu			0,05 %	0,05 %
Mn			0,3 %	0,3 %
Si			10 %	10 %
Zn			0,55 %	0,55 %

Cada muda por tratamento 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®, 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. Para os ensaios do ano de 2011 e 2012, foi utilizado 1,35 Kg de cada adubo.

A preparação do substrato dos ensaios foi feita em betoneira pela mistura do substrato comercial, o adubo e o produto Bacsol®. A mistura permaneceu na betoneira ligada por cinco minutos, com a finalidade de garantir uma boa homogeneização do material. Como o produto apresenta farelo de soja e arroz em sua composição física o produto agrega 5 % a mais de nitrogênio a adubação padrão isso representa para cada tratamento um acréscimo de 25 mg (T1), 50 mg (T2), 75 mg (T3) e 100 mg (T4).

O preenchimento dos tubetes foi feito manualmente, sobre uma mesa vibratória. A mesa foi ligada por cerca de trinta segundos com a finalidade de compactar o substrato e realizar um melhor preenchimento dos tubetes.

Utilizou-se a bandeja de semeadura para depositar duas sementes peletizadas por tubete. A peletização é uma camada de talco para melhorar o manuseio das sementes. Ao final da semeadura, espalhou-se vermiculita manualmente a lanço para proteção da semente e garantir a umidade necessária à sua germinação.

Após 35 dias da sementeira, realizou-se 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). A adubação foliar foi aplicada em 500 litros de água que eram 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.

Entre as fases de germinação e de aclimação na casa de sombra, ocorreu uma seleção nas mudas. Foram retiradas as que se apresentavam mortas ou com anomalias genéticas, bifurcação, ataque de doenças e quebra mecânica. Para o ensaio do ano de 2011, esse processo ocorreu quando a muda estava com 90 dias e para o ensaio do ano de 2012 essa seleção ocorreu aos 60 dias.

No período em que houve a seleção das mudas, realizou-se a alternagem, processo em que diminui a densidade do canteiro, permanecendo uma plântula por tubete. Nos ensaios as mudas que estavam condensadas uma ao lado da outra, foram submetidas a um remanejamento espacial, ficando uma distante da outra com um intervalo de uma célula na bandeja, para cada lado da planta em sentido horizontal e vertical.

4.2.1 Ensaio de mudas do ano de 2011

O ensaio foi realizado entre maio de 2011 e agosto de 2011.

As mudas permaneceram em estufa de germinação (primeira fase da produção) durante um período de 90 dias. A estufa de germinação era coberta com lona branca permitindo uma temperatura mais elevada, durante o dia e a irrigação era controlada manualmente para um melhor controle da temperatura.

Após esse período, as mudas foram selecionadas durante o processo do raleio das mudas, retirando-se as mudas em excesso, doentes e com danos mecânicos. As mudas permaneceram por um período de quinze dias em casa de sombra para aclimação das mudas onde completaram 105 dias.

Por fim as mudas são transferidas para a área de rustificação, a pleno sol, com o intuito de uma maior resistência para sobreviver e garantir sua sobrevivência a campo.

4.2.2 Ensaio de mudas do ano de 2012

O ensaio foi realizado entre agosto de 2012 e novembro de 2012. Este ensaio foi montado em época diferente do ensaio do ano anterior, por conta de problemas técnicos do viveiro. Neste período de 2012, o inverno foi mais ameno. Essa diferença nas temperaturas dos meses de maio a agosto de 2011 e agosto a novembro de 2012, foi verificada a partir dos dados da estação do SIMEPAR localizado do distrito de Entre Rios (Anexo 1 e 2).

Para a fase inicial da germinação, as mudas permaneceram somente 30 dias e após esse período as mudas foram selecionadas, e alternadas na bandeja, sendo destinadas à fase de aclimatação em casa de sombra, onde permaneceram por mais 60 dias.

As mudas do ensaio de 2012 não chegaram a ir para a área de rustificação a pleno sol, pois já possuíam porte de comercialização.

4.3 TRATAMENTOS

O produto Bacsol® foi cedido através de uma parceria com a empresa RSA Insumos Agrícola LTDA. Este produto é comercializado para área agrícola como um adubo orgânico. A quantidade total utilizada foi de 4,8 Kg.

Os tratamentos testados nos ensaios de 2011 e 2012 foram constituídos de dosagens crescentes do produto: T0 – Testemunha sem produto, T1 – 0,5 g de produto/muda, T2- 1,0 g de produto/muda, T3 – 1,5 g de produto/muda e T4 – 2,0 g de produto/muda.

4.4 AVALIAÇÕES DAS VARIÁVEIS DE CRESCIMENTO

Para o ensaio de 2011, a variável altura foi mensurada para os blocos 1, 2 e 3 aos 60, 90 e 120 dias, por não ser um método destrutivo. Para a medição da altura das mudas foi realizada com uso de uma régua de 30 cm e trena sempre tendo como o zero da trena a base da muda. No ensaio de 2012, as medições foram aos 30, 60 e 90 dias, seguindo-se a mesma metodologia do ano anterior.

Para a determinação dos parâmetros de qualidade das mudas e o cálculo de suas relações, foi selecionado o bloco 4, pela necessidade de análise destrutiva. Foram escolhidas 50 mudas de cada tratamento, ao acaso, sendo mensurados aos 150 dias de produção das mudas do ensaio de 2011 e aos 100 dias das mudas do ensaio de 2012.

Para o ensaio de 2011 e 2012, o critério adotado para comparar o tempo de viveiro das mudas sem tratamento e as mudas tratadas com o produto Bacsol[®], foi o controle do tempo em viveiro. A muda comercial de acordo com o viveiro é produzida entre 140 e 150 dias durante o inverno. Para as mudas de 2012 percebeu-se que as mudas iriam pra campo em um menor tempo mesmo esse de 100 dias.

Nos ensaios, foram mensurados os índices quantitativos de altura (H) com fita métrica e diâmetro de colo (Dc) com paquímetro digital, com precisão de quatro casas decimais. A medição desta última variável realizada o mais próximo do substrato.

Para a determinação do peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), do ensaio de 2011, separou-se a parte aérea da raiz, a qual foi colocada individualmente em sacos de papel. Os sacos foram levados à estufa de secagem do Laboratório de Ecologia da Embrapa Florestas, onde permaneceu durante três dias em temperatura variando entre 60 e 70 °C, até o peso do material ficar constante. Para o ensaio de 2012, seguiu-se a mesma metodologia de precisão do ano anterior, mas os sacos foram levados à estufa de secagem do Laboratório de Patologia Florestal da Embrapa Florestas até a sua estabilização.

A medição do peso da matéria da parte aérea (PMSPA) foi determinada pela balança de precisão de duas casas decimais, do Laboratório de Patologia Florestal.

Com estas variáveis foi possível calcular as relações altura/diâmetro de colo (H/Dc) e a relação altura/peso da matéria seca da parte aérea (H/PMSPA).

4.5 DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA EM MUDAS TRATADAS COM BACSOL[®]

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. Foram utilizadas 50 mudas por tratamento, subdivididas em amostra composta de 10 mudas cada. O material vegetal foi seco, triturado, moído e peneirado em uma malha de 0,2 mm. Para a realização da digestão, foi utilizado 1 g de material vegetal proveniente da folha e 0,5 g de material vegetal proveniente de caule e ramos, segundo recomendado pelo método (MARTINS e REISSMANN, 2007).

A determinação dos elementos fósforo, potássio, cálcio e magnésio foi feita por meio do processo padrão de Digestão Via Seco adotada pelo laboratório (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 as análises nutricionais das folhas para ambos os ensaios. As informações geradas sobre a análise nutricional do material lignificado foi realizado para determinação de um dos componentes a serem utilizados durante a análise do coeficiente de utilização biológica. Para determinar a quantidade de biomassa total, foi feita a média da quantidade de nutriente encontrada na biomassa foliar e na biomassa lignificada (caule e galhos) 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 da quantidade de cada elemento (Q)

e a respectiva concentração do elemento (C) na planta, por meio das fórmulas 1 e 2:

$$Q = C \times W \quad (1)$$

$$CUB = W^2 / Q \quad (2),$$

Onde,

W = Biomassa

Q = Quantidade do Nutriente

C = Concentração do nutriente no tecido

CUB = Coeficiente de utilização biológica

4.6 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso contendo quatro blocos e cinco tratamentos.

Para análise da altura dos blocos 1, 2 e 3 foram utilizadas 3600 mudas, com cada parcela contendo 240 mudas, em cada um dos cinco tratamentos do ensaio. Para esta variável foi feita a análise de parcelas subdivididas no tempo, pois o acompanhamento do crescimento ocorreu em idades diferentes. Com os dados, fez-se a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

A análise de regressão foi feita para os indicadores de qualidade das mudas altura (H), diâmetro de colo (Dc) e o peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA), suas relações H/Dc e H/PMSPA, calculadas posteriormente, assim como para o coeficiente de utilização biológica (CUB). Foram utilizadas 250 mudas (50/tratamento) referente às mudas do bloco 4.

O software utilizado para realização da análise estatística de parcelas subdivididas no tempo e as análises de regressão foi o ASSISTAT 7.6 Beta 2012, desenvolvido na Universidade Federal de Campina Grande. Para os ajustes das regressões de segundo grau foi utilizado o software Microsoft Office Excel 2007.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EFEITO DO BACSOL[®] NO CRESCIMENTO EM ALTURA DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii*

A utilização do produto Bacsol[®] promoveu aumento na altura das mudas de *Eucalyptus benthamii*. Para o ano de 2011, houve uma relação direta entre a dose do produto e a altura média das mudas, principalmente aos 120 dias de idade (Tabela 5). Verificou-se, também, que a interação dosagem do produto x idade das mudas, do ensaio do ano de 2011, foi altamente significativa (Apêndice 1).

TABELA 5 – ALTURA MÉDIA DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL[®], AVALIADAS AOS 60, 90 E 120 DIAS DE IDADE. GUARAPUAVA, PR. MAIO A AGOSTO DE 2011.

TRATAMENTO (g/muda)	ENSAIO 2011*		
	IDADE (DIAS)		
	60	90	120
0	4,4 aC	15,5 bB	22,3 cA
0,5	4,5 aC	19,6 abB	31,3 bA
1,0	5,2 aC	21,6 aB	35,0 abA
1,5	5,9 aC	22,4 aB	37,2 aA
2,0	4,4 aC	23,2 aB	39,4 aA
CV (%) Tratamento	13,72		
CV (%) Idade	7,63		

* Cada valor é média de 720 mudas. Médias seguidas por mesma letra na coluna (minúsculas) e linhas (maiúsculas) não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey (P < 0,01).

As melhores respostas frente à promoção do crescimento das mudas foram obtidas nas dosagens de 2,0 g, 1,5 g e 1,0 g de produto/muda, aos 120 dias de idade, representando 76,68 %, 66,81 % e 56,95 %, respectivamente, em relação à testemunha.

No ensaio de 2011 ainda pode ser observado pela Tabela 5, que não há diferença entre as dosagens aos 60 dias de produção das mudas. O efeito do uso do produto Bacsol[®] pode ser observado aos 90 dias de idade das mudas, quando os tratamentos com dosagens maiores ou iguais a 1 g de produto/muda apresentavam diferença estatística na promoção de crescimento em altura frente à testemunha com 39,35 %; 44,51 %; 49,83 % de ganho em

altura, respectivamente. Aos 90 dias, o único tratamento que não apresentou diferença estatística referente a testemunha foi a dosagem de 0,5 g de produto/muda.

No Apêndice 1 é possível observar que a diferença entre as dosagens (tratamentos) foi significativa ($P < 0,01$), quando analisadas individualmente nas idades de 60, 90 e 120 dias. A mesma probabilidade de significância foi observada para a variação do crescimento das mudas frente às idades das mudas, indicando que o efeito foi marcante ao longo do tempo.

O ensaio de 2012 também mostrou que o produto estimulou o crescimento em altura das mudas. Entretanto, a forma do crescimento foi diferente e não foi proporcional ao aumento da dosagem. Houve um aumento no crescimento até a dosagem de 1,0 g de produto/muda ao fim dos 90 dias, mas após essa dosagem houve uma queda no ganho no crescimento em altura (Tabela 6).

TABELA 6 - ALTURA MÉDIA DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL[®], AVALIADAS AOS 30, 60 E 90 DIAS DE IDADE. GUARAPUAVA, PR. AGOSTO À NOVEMBRO DE 2012.

ENSAIO 2012*			
TRATAMENTO (g/muda)	IDADE (DIAS)		
	30	60	90
0	1,5 aC	14,4 abB	19,9 bA
0,5	1,7 aC	14,9 abB	30,3 aA
1,0	1,7 aC	18,6 aB	32,4 aA
1,5	1,7 aC	12,0 abB	28,5 aA
2,0	1,3 aC	10,5 bB	27,2 aA
CV (%)	23,75		
Tratamento			
CV (%) Idade	17,00		

* Cada valor é média de 720 mudas. Médias seguidas por mesma letra na coluna (minúsculas) e linhas (maiúsculas) não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

Ao analisar a Tabela 6, pode-se perceber que os melhores resultados foram encontrados nas dosagens de 0,5 g, 1,0 g, 1,5 g e 2,0 g, aos 90 dias de idade, não apresentando diferença estatística entre si, somente da testemunha.

As dosagens do produto apresentaram um maior crescimento em altura com incremento em altura de 62,81 % (0,5 g de produto/muda), 52,26 % (1,0 g de produto/muda), 43,21 % (1,5 g de produto/muda) e 36,68 % (2,0 g de produto/muda), quando comparadas com a altura das mudas da testemunha.

A dosagem que se destacou foi a de 1,0 g de produto/muda, a qual apresentou diferença significativa na altura aos 60 dias de idade e apresentou um crescimento maior em um tempo menor. Esta dosagem foi a mais adequada que o melhor tratamento do ensaio anterior (2,0 g de produto/muda). Outro aspecto observado para a dosagem de 2 g de produto/muda além da ausência de diferença estatística foi a verificação de um certo grau de fitotoxidez, expresso pela redução na altura média das mudas.

A análise da interação das dosagens do produto com a idade das mudas aos 30, 60 e 90 dias demonstrou que houve efeito significativo ($P < 0,01$) (Apêndice 2).

A análise do ensaio de 2012 apontou que ao considerar somente as dosagens, não houve diferença significativa apesar das médias variarem até 5 cm aos 90 dias de idade (Tabela 6). Essa variação de valores apesar de alta não apresentou significância estatística por ser material de semente com diferentes genéticas aumentando o CV que foi de 23,7 % diminuindo os ganhos obtidos com o uso do produto (Apêndice 2).

Os resultados obtidos com o uso do Bacsol[®] demonstraram que o potencial de indução no crescimento das plantas é eficaz. Contudo, não foram os mesmos encontrados em estudos de isolados bacterianos da rizosfera e rizoplano de *Eucalyptus benthamii* e da rizosfera do *Pinus taeda*. Estes não promoveram o crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* produzidas via sementes (CARMO, 2013). Apesar da colonização das raízes das mudas pelas bactérias, o autor não verificou efeito significativo no crescimento.

Em mudas de *Quercus ilex* ssp. *ballota*, inoculadas com quatro cepas diferentes de bactérias promotoras de crescimento, observaram aumento no crescimento (RAMOS et. al., 2001). Segundo esses autores, com o uso de todas as cepas, houve ganhos que variaram de 6,3 % a 18,6 %, que foram possíveis, devido ao fato de que as bactérias conseguiram sintetizar auxinas e sideróforos além de solubilizarem o fósforo.

Hoppe et. al., (2004b) utilizando o Bacsol[®] em mudas seminais de *Acacia mearnsii* obtiveram ganho no crescimento em altura de mudas de 89,70 % no melhor tratamento, aos 90 dias de produção, onde foram utilizados 4,5 kg de Bacsol/Kg de semente. Os mesmos autores encontraram ganhos em todos os tratamentos frente à testemunha. Quando se compara com o crescimento

em altura, com o uso do Bacsol[®] para mudas de *Eucalyptus benthamii*, mensurados nos ensaios de 2011 (76,18 %) e 2012 (62,81 %), verifica-se que houve um ganho próximo, porém menor que o encontrado para a *Acacia mearnsii*.

Estudos com isolados de rizobacterianos para promoção do crescimento de plantas de *Pinus taeda*, não demonstraram ganhos significativos entre os isolados e a testemunha, quanto ao crescimento em altura das plantas após 150 dias de produção (BRUNETTA, 2006). Este resultado foi diferente ao encontrado no presente estudo com Bacsol[®] na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* ao fim dos 150 dias em 2011 e aos 100 dias em 2012. Porém, Brunetta (2006) verificou ganhos nos parâmetros peso da matéria seca da raiz e da parte aérea implicando em aumento na qualidade das mudas.

Comparando-se o efeito das dosagens do produto para cada ensaio verificam-se respostas diferentes. Acredita-se que tais diferenças possam ser influenciadas pelas condições climáticas que foram totalmente diferentes no ano de 2011, que apresentou um inverno com baixas temperaturas e geadas, enquanto que no ano de 2012 o inverno apresentou temperaturas mais amenas e sem geadas no período experimental. Outro aspecto a ser comentado é a existência da variabilidade genética entre os lotes de sementes utilizadas em 2011 e 2012.

5.1.1 Qualidade de mudas

Os indicadores de qualidade das mudas, foram submetidos a regressões quadráticas, para determinar qual dosagem obteve maiores valores para as variáveis estudadas (Apêndices 3 a 12).

Os parâmetros morfológicos avaliados no ensaio de 2012, ao fim de 100 dias de produção, demonstraram que as variáveis qualitativas foram altamente significativas na análise da regressão quadrática, diferentemente do encontrado no ensaio de 2011 (Apêndices 3 a 12).

A diferença na idade das mudas escolhidas para a avaliação da qualidade do ensaio de 2011 (150 dias) e do ensaio de 2012 (100 dias) deveu-se maior desenvolvimento das mudas neste último ensaio. Em 2012, as mudas se desenvolveram mais rapidamente e chegaram ao padrão de comercialização mais cedo.

5.1.1.1 Efeito do Bacsol[®] sobre a altura das mudas

No ensaio de 2011, observou-se um incremento na altura das mudas tratadas frente à testemunha (sem adição do produto), com o aumento das dosagens (Tabela 7). O incremento variou de 37,1 % na menor dosagem de 0,5 g de produto/muda até 91,7 % na dosagem de 1,5 g de produto/muda.

No ensaio de 2012, observou-se também que o incremento em altura das mudas tratadas, variou de 45% na dosagem de 0,5 g de produto/muda até 75,3 % na dosagem de 1,5 g de produto/muda (Tabela 7). Estes resultados indicam um desenvolvimento maior e uma qualidade superior no parâmetro altura com o uso do produto.

TABELA 7 – ALTURA MÉDIA (CM) E INCREMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL[®], AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012. GUARAPUAVA, PR.

TRATAMENTOS (g/muda)	ALTURA* (cm)		INCREMENTO** (%)	
	2011	2012	2011	2012
0	27,5	21,84		
0,5	37,7	31,67	37,1	45,0
1,0	43,3	37,30	57,4	70,8
1,5	52,6	38,29	91,7	75,3
2,0	42,8	35,24	55,6	61,3
CV(%)	5,9	12,24		

* Cada valor é a média das alturas das 50 mudas analisadas por tratamento; ** O valor percentual médio de incremento em relação à testemunha.

TABELA 8 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R²) PARA A VARIÁVEL ALTURA EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM BACSOL[®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.

ENSAIO	EQUAÇÃO*	R ²
2011	$Y = - 2,579 X^2 + 14,85 X + 26,56$	0,895
2012	$Y = -2,172 X^2 + 12,03 X + 21,84$	0,999

* - X = tratamentos e Y = média dos tratamentos.

Nos dois ensaios (2011 e 2012) pode-se observar que o efeito da dosagem de 0,5 g de produto/muda no ano de 2011 foi inferior ao efeito em 2012 e o oposto foi observado para a melhor dosagem (1,5 g de produto/muda). Tais resultados podem ser devido às diferenças climáticas entre os dois ensaios. Em 2012, as temperaturas médias foram maiores (Anexo 2). Sob condições de maior temperatura, os microrganismos do produto (bactérias e fungos) devem ter aumentando sua atividade metabólica nas dosagens maiores e ter ocorrido a fermentação no substrato.

O ensaio de 2011 mostrou que a maior dosagem do produto (2,0 g) apresentou um incremento em altura 55,6 % maior que a testemunha, porém menor que a dosagem 1,5 g que apresentou um incremento de 91,7 % referente à testemunha. No ensaio de 2012, a dosagem de 2,0 g apresentou um incremento em altura de 61,3 % em relação à testemunha e a dosagem de 1,5 g foi de 75,3 % sendo menor ao que foi apresentado em 2012.

O produto promoveu o crescimento em altura, com incrementos superiores (Tabela 7) aos relatados por Kratz (2011) que encontrou para o *Eucalyptus benthamii* produzido em diferentes tipos de substratos renováveis, ao fim dos 90 dias, que o crescimento em altura das mudas nos melhores tratamentos foi de 15,87 % a mais que nos substratos com maior crescimento. O ganho no incremento com o uso do Bacsol[®] na menor dosagem (0,5 g de produto/muda) foi duas vezes superior ao descrito por Kratz (2011) para o ensaio de 2011 e de três vezes para o ensaio de 2012.

A altura de mudas é influenciada por inúmeros fatores, quando trata-se de microrganismos, os fungos ectomicorrízicos inoculados em mudas de *Eucalyptus grandis*, demonstraram um ganho em crescimento de 69,56 % com o uso de um isolado de *Pisolithus sp.* em relação a testemunha (SILVA, ANTONIOLLI e ANDREAZZA, 2003). Esse ganho foi semelhante ao encontrado no presente trabalho. Entretanto, o estudo de Silva, Antonioli e Andreazza, (2003) utilizou uma área vital maior (mudas produzidas em vaso), o que beneficiou o desenvolvimento da planta diferentemente do recipiente adotado no presente estudo.

A utilização de bactérias solubilizadoras de diversas espécies inoculadas em mudas de *Eucalyptus grandis*, não apresentou efeito

significativo sobre o crescimento da mudas ao fim de 11 meses de produção, entretanto demonstrou um incremento em altura 10 % maior que a testemunha (SOUCHIE et. al., 2005).

Em outro ensaio com a inoculação de *Pisolithus tinctorius*, em mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, ao fim de 170 dias de experimento, não se demonstraram resultados significativos no crescimento em altura (BACCHI e KRUGNER, 1988).

O estudo com bactérias endofíticas para controle de doenças e promoção de crescimento com o uso de mudas do híbrido *E. urograndis* inoculados com *Bacillus subtilis* não mostrou efeito significativo no crescimento em altura. Contudo, para as demais variáveis morfológicas diâmetro de colo, peso da matéria seca da parte aérea e suas relações os efeitos foram significativos, demonstrando que o uso de bactérias pode promover crescimento e conseqüentemente qualidade de mudas de eucalipto (PAZ, 2009).

5.1.1.2 Efeito do Bacsol[®] sobre o diâmetro de colo

O diâmetro de colo (Dc), não apresentou significância entre as médias dos tratamentos, para o ensaio de 2011, demonstrando que o produto não apresentou diferença nesta variável (Tabela 9).

As mudas de *Eucalyptus benthamii* aos 150 dias (ensaio de 2011), apresentaram médias do diâmetro de colo em todos os tratamentos superiores ao recomendado, demonstrando-se prontas para o plantio, por apresentarem diâmetro de colo acima de 2 mm (WENDLING e DUTRA, 2010).

Para o ano de 2012, as mudas com 100 dias de idade ainda não estariam aptas à serem levadas a campo, pois os diâmetros de colo foram inferiores a 2 mm e demonstrando que as plantas deveriam ter permanecido um período de tempo maior em fase de rustificação à pleno sol. Essa medida seria necessária para dar uma maior rigidez à haste, como foi descrita por Faria (2011).

TABELA 9 – DIÂMETRO MÉDIO DE COLO (CM) E INCREMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL®, AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012. GUARAPUAVA, PR.

TRATAMENTOS (g/muda)	DIÂMETRO DE COLO* (mm)		INCREMENTO** (%)	
	2011***	2012	2011	2012
0	2,90	0,72		
0,5	2,83	0,82	-	13,88
1,0	3,03	0,97	4,48	34,72
1,5	3,10	1,02	6,89	41,66
2,0	3,14	0,95	8,27	31,94
CV(%)	48,90	11,76		

* Cada valor é a média das alturas das 50 mudas analisadas por tratamento; ** O valor percentual médio de incremento em relação a testemunha. *** Não houve significância para análise de regressão.

TABELA 10 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R²) PARA A VARIÁVEL DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM BACSOL® NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.

ENSAIO	EQUAÇÃO*	R ²
2011	$Y = 0,006 x^2 + 0,035 x + 2,819$	0,818**
2012	$Y = -0,033 X^2 + 0,198 X + 0,701$	0,955

* - X = tratamentos e Y = média dos tratamentos. ** - Não houve significância, sendo realizada a equação no Excel.

Mesmo sem diferenças significativas entre a testemunha e os tratamentos, para o ensaio de 2011, pode-se observar que a testemunha apresentou um diâmetro de colo superior à dosagem de 0,5 g de produto/muda e inferior aos demais tratamentos. Ainda com resultados expressivos quanto ao ganho em diâmetro no ensaio do ano de 2012, 15,16 % na dosagem de 0,5 g de produto/muda até 42,19 % na dosagem de 1,5 g de produto/muda referente à testemunha. Uma observação que pode ser notada referente a essa variável foi que ocorreu a mesma perda em crescimento do diâmetro como na altura, quando se usou a dosagem 2 g/muda. Houve redução dos 42,19 % na dosagem de 1,5 g/muda para 32,14 % na dosagem de 2,0 g de produto/muda, representando uma perda de 10% no incremento.

O diâmetro de colo é a segunda variável que expressa o desenvolvimento das mudas em viveiro, sua medição não se utiliza de um método destrutivo, além de ser de fácil acesso.

As mudas produzidas com Bacsol®, já apresentavam altura comercial 90 dias (Tabela 5) e no intervalo dos 60 aos 90 dias (Tabela 6), esses indicativos demonstram que as mudas poderiam ser colocadas a pleno sol para rustificação em um tempo menor de produção.

Produzindo mudas de *Eucalyptus benthamii* em substratos renováveis, ao fim dos 90 dias de produção esta variável apresentou uma diferença que variou de 0,63 à 1,70 mm (KRATZ, 2013). As mudas produzidas com estes substratos renováveis ao fim dos 90 dias de produção necessitariam de um tempo maior de viveiro, assim como o diâmetro obtido na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* tratadas com Bacsol[®], as quais necessitavam de um período maior rusticificação em diâmetro de colo.

As bactérias solubilizadoras não apresentaram resultados significativos para o diâmetro de colo, mesmo apresentando um ganho de 10 % em seu incremento, concluindo que as bactérias não influenciaram o desenvolvimento do colo das mudas de *Eucalyptus grandis* (SOUCHIE et. al., 2005).

O trabalho realizado por Paz (2009) com *Bacillus subtilis* demonstrou um ganho significativo de aproximadamente 8 % no incremento em diâmetro do *E. urograndis* no inverno, período crítico da produção em viveiros florestais. Neste período podem existir ganhos no incremento quando utilizamos materiais microbiológicos, como ficou comprovado no presente estudo ao observar os ganhos obtidos em 2011 onde o inverno foi rigoroso.

Os incrementos em diâmetro de colo mensurados por Souchie et. al. (2005) de 10 % e por Paz (2009) de 8 %, foram semelhantes aos resultados encontrados nas mudas tratadas com Bacsol[®] no ensaio do ano de 2011. Porém, foram diferentes às verificadas no ensaio do ano de 2012 onde os ganhos em incremento variaram de 13,88 % na dosagem de 0,5 g de produto/muda até 41,66 % na dosagem de 1,5 g de produto/muda.

Na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, com fungos ectomicorrízicos, verificou-se um aumento de 57,66 % no melhor tratamento, composta de dois fungos micorrízicos ambos do gênero *Pisolithus* frente à testemunha, demonstrando que o uso de inoculantes micorrízicos pode aumentar o diâmetro de colo das mudas. Essa quantidade de incremento foi notada por apresentar uma quantidade maior de volume de substrato, por ser uma produção em vasos, permitindo que as mudas inoculadas com fungos ectomicorrízicos pudessem se desenvolver melhor tanto na questão radicular como em diâmetro de colo (SILVA, ANTONIOLLI e ANDREAZZA, 2003).

Lopes (2005) em seu estudo verificou que as espécies *Eucalyptus urophylla* e *E. camaldulensis* e *Corymbia citriodora*, sob diferentes formas de

manejo, apresentaram valores de diâmetro de colo em tubetes de 50 cm³, de 2,34, 2,31 e 2,13 mm respectivamente. Verificou-se que estes valores foram similares aos obtidos nas mudas de *Eucalyptus benthamii* tratadas com Bacsol[®] em tubetes de 55 cm³ no final do ensaio de 2011, onde todas apresentavam diâmetro de colo superior à 2,84 mm.

Quando comparado o estudo de Lopes (2005) com o ensaio do ano de 2012 é possível ver que há a necessidade de um período de rustificação, pois as mudas apresentavam altura comercial, mas um diâmetro de colo não recomendado. Desta forma as mudas apresentavam um perfil de estioladas, isso aponta que o uso do produto requer um manejo mais adequado com um constante monitoramento.

5.1.1.3 Efeito do Bacsol[®] sobre o peso da matéria seca da parte aérea

A variável peso da matéria seca da parte aérea apresentou um ganho em peso, no ensaio de 2011, partindo de uma porcentagem de 89,65 % maior em na dosagem de 0,5 g de produto/muda chegando até 174,13 % a mais no melhor tratamento com a dosagem de 1,5 g de produto/muda, referente à biomassa da testemunha (Tabela.11). A variável PMSPA expressa a quantidade de biomassa encontrada na parte aérea da planta formada pelos componentes foliar e lignificado (haste da muda).

Para o ensaio de 2012, verificou-se ganhos em porcentagens maiores referente à testemunha. Os incrementos variaram de 102,43 % até 165,85 % nas dosagens de 0,5 g e 1,0 g de produto/mudas (Tabela 11). Outra observação que pode ser notada é que os tratamentos de 1,5 g e 2,0 g de produto/muda apresentaram ganhos significativos, porém foram inferiores aos ganhos da dosagem de 1,0 g de produto por muda, sendo de 156,09 % e 119,51 % maior respectivamente. Essa queda de rendimento ficou evidente com o aumento da dosagem, para esta variável (Tabela 11).

TABELA 11 – PESO MÉDIO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA E INCREMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL®, AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.

TRATAMENTOS (g/muda)	PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA* (g)		INCREMENTO** (%)	
	2011	2012	2011	2012
0	0,58	0,41		
0,5	1,10	0,83	89,65	102,43
1,0	1,39	1,09	139,65	165,85
1,5	1,56	1,05	174,13	156,09
2,0	1,50	0,90	158,62	119,51
CV(%)	24,47	34,08		

* Cada valor é a média das alturas das 50 mudas analisadas por tratamento; ** O valor percentual médio de incremento em relação à testemunha.

TABELA 12 – EQUAÇÕES DE AJUSTE E O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R²) PARA A VARIÁVEL PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM BACSOL® NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.

ENSAIO	EQUAÇÃO*	R ²
2011	$Y = -0,090 X^2 + 0,771 X - 0,092$	0,998
2012	$Y = -0,103 X^2 + 0,535 X + 0,409$	0,994

* - X = tratamentos e Y = média dos tratamentos.

Quanto à quantidade de biomassa, nota-se que o T2 (1,0 g de produto/muda) (2012) apresentou uma média de 1,09 g semelhante à média T1 (0,5 g de produto/muda) (2011) que foi 1,10 g. Essa semelhança indicou que para esta variável, com o uso do produto biotecnológico o tempo de mudas no viveiro pode ser reduzido. Porém isso dependerá da variável temperatura, pois o mesmo influenciará na dinâmica da população da biota assim como o metabolismo da planta.

Os incrementos na biomassa aérea das mudas foram observados através da altura das mudas, o tamanho das folhas, a quantidade de folhas e quantidade de ramos laterais, porém os mesmos não foram quantificados individualmente.

A inoculação do *Bacillus subtilis* em *Eucalyptus urograndis* apresentou ganhos significativos no PMSPA, sendo de 25 % a mais com o uso desta espécie bacteriana, mesmo sendo significativos, foram inferiores aos ganhos encontrados com o uso do produto Bacsol®, os quais obtiveram cerca de duas a cinco vezes o incremento encontrado com o uso do *B. subtilis* (PAZ, 2009).

O peso da matéria seca encontrado na produção do *Eucalyptus benthamii* em substratos renováveis encontrou seu melhor substrato para a

variável PMSPA um peso de 0,94 g ao fim dos 120 dias da produção (KRATZ, 2011). Semelhantes resultados foram verificados em alguns tratamentos do ensaio do ano de 2012, quando tratadas com 0,5 g e 2,0 g de produto/muda, sendo inferiores as demais, principalmente as mudas do ensaio do ano de 2011, as quais seguiram o tempo de produção das testemunhas.

Com o uso de fungos ectomicorrízicos do gênero *Pisolithus sp.* na produção de *Eucalyptus grandis* Silva, Antonioli e Andrezza (2002), apontaram um aumento de aproximadamente 190 % referente ao peso da testemunha, com o uso de um composto formado por um fungo ectomicorrizico nativo do RS e outro proveniente de MG. Os ganhos com o uso produto Bacsol[®] em porcentagem são menores que os de Silva, Antonioli e Andrezza (2002), por utilizar no diferentes trabalhos de recipientes que apresentam uma área vital maior, permitindo que as plantas se desenvolvessem mais.

5.1.1.4 Efeito do Bacsol[®] sobre a relação altura/diâmetro de colo

O produto promoveu um aumento significativo de cerca de 50 % entre a dosagem de 1,5 g de produto/muda frente à testemunha 17,12 e 11, 26 respectivamente, para o ano de 2011 (Tabela 13). Fica evidente um desequilíbrio para a relação ao fim dos 150 dias, demonstrando que as mudas não estariam mais aptas a serem plantadas no campo. Essa variável determina que quanto menor sua relação maior é a qualidade das mudas, sendo a testemunha a mais indicada e teria maiores condições de se adaptar ao campo.

Para o ensaio em 2012 há um desequilíbrio, ainda maior, do que na relação altura/diâmetro de colo como no ensaio de 2011. Entretanto as médias são superiores que as de 2011, sendo de 30,66 para a testemunha e 38,70 para o tratamento com a dosagem de 0,5 g de produto/muda, o qual apresentou maior média (Tabela 13). O desequilíbrio encontrado demonstrou que realmente há uma necessidade de um maior tempo de viveiro para as mudas, afinal as alturas se mantiveram referente a 2011 proporcionais, porem

para a variável diâmetro de colo foi bem inferiores, demonstrando a falta de rustificação de tal variável.

TABELA 13 – RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO (H/DC) DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL[®], AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.

TRATAMENTOS (g/muda)	H/DC*	
	2011	2012
0	11,26*	30,66*
0,5	13,50	38,70
1,0	14,45	38,45
1,5	17,12	37,91
2,0	13,76	37,44
CV(%)	12,50	14,22

* Cada valor é a média das alturas das 50 mudas analisadas por tratamento; ** O valor percentual médio de incremento em relação à testemunha.

TABELA 14 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R²) PARA A VARIÁVEL RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DE COLO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM BACSOL[®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.

ENSAIO	EQUAÇÃO*	R ²
2011	$Y = -0,677 X^2 + 4,923 X + 6,698$	0,779
2012	$Y = -1,235 X^2 + 6,217 X + 31,61$	0,828

* - X = tratamentos e Y = média dos tratamentos.

Os valores recomendados para a relação altura/diâmetro de colo são inferiores as mensuradas em mudas de *Eucalyptus benthamii* tratadas com Bacsol[®] nos ensaios do ano de 2011 e 2012. A relação expressa o equilíbrio referente ao desenvolvimento das mudas, na linha de produção, obtida através do uso de duas variáveis morfológicas, sendo representadas de uma única forma, tendo como valores adequados para relação como sendo de 5,4 até 8,1, bem inferiores (CARNEIRO, 1995).

Em estudos com o *Eucalyptus benthamii*, encontrou-se valores que variaram de 10,89 até 13,14, em suas mudas submetidas a diferentes composições de substrato ao fim do ciclo de 120 dias (KRATZ, 2011). Os valores encontrados foram semelhantes aos encontrados para os tratamentos e a testemunha, 0,5 g e 2,0 g de produto/muda que ficaram com valores entre 11 e aproximadamente 14 para o ano de 2011, demonstrando que os tratamentos 1,0 g e 1,5 g de produto/muda obtiveram um desequilíbrio maior em relação à variável H/Dc.

Ao fim dos 120 dias da produção de mudas de *E. grandis* em viveiro, utilizando um tubete de 110 cm³ notou que esta variável contribui com somente 0,66 % referente os demais parâmetros para confirmar a qualidade de uma muda. Essa contribuição pode ter sido mascarada devido ao uso de um volume de substrato maior, conseqüentemente permitindo um desenvolvimento maior das mudas (GOMES, 2002).

A relação altura/diâmetro de colo pode aumentar de acordo com o volume do substrato para o desenvolvimento da planta, entre blocos prensados e os tubetes de 50 cm³ para as mudas de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Corymbia citrodora* aumentou de 24 %, 8 %, 5 %, respectivamente ao se comparar a mesma espécie passando dos tubetes para os blocos (LOPES, 2005). Levantando a questão de que se as mudas fossem produzidas em tubetes de 110 cm³ se essa diferença cairia, haja vista que o crescimento em altura poderia ser mais bem controlado, pois o crescimento em diâmetro de colo poderia ser maior do que o encontrado no presente trabalho.

Estudando as espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* inoculados com *Pisolithus tinctorius* com diferentes dosagens encontraram em todos os tratamentos de *Eucalyptus grandis* um desequilíbrio parecido com o encontrado para a testemunha onde não houve aplicação do Bacsol[®]. Para as duas espécies com o aumentar da dosagem do inoculo houve um maior equilíbrio entre a altura e o diâmetro de colo ao fim dos 170 dias de produção (BACCHI e KRUGNER, 1988).

Paz (2009) estudando *E. urograndis* encontrou um controle de equilíbrio com o uso do *Bacillus subtilis*, sendo a relação deste de 7,77 e a testemunha apresentou um valor para a variável como sendo de 8,25. Isso ocorreu por obter uma altura menor e um diâmetro de colo maior do que os apresentados pelo uso do produto Bacsol[®], onde foram obtidas maiores alturas e menores diâmetros por falta de rustificação.

5.1.1.5 Efeito do Bacsol[®] sobre a relação altura/peso da matéria seca da parte aérea

Os resultados obtidos em 2011 revelaram que todos os tratamentos em que houve adição do produto Bacsol[®], houve um menor índice, variando entre 36,18 até 29,64 quando comparado ao 50,68, valor calculado para a testemunha (Tabela 15). Este valores representaram aproximadamente 30 % a 40 % a menos que a testemunha, apontando que as mudas de *Eucalyptus benthamii* tratadas apresentam um maior potencial de sobrevivência a campo (maior resistência ao choque pós-plantio com os fatores edafoclimáticos), mesmo a relação altura e peso da matéria seca da parte aérea sendo maior nas mudas tratadas com Bacsol[®].

Para o ensaio do ano de 2012, obteve-se o mesmo resultado que o ensaio do ano anterior. Os menores índices foram encontrados entre os tratamentos em que o produto Bacsol[®] foi adotado, variando entre 42,53 (2 g de produto/muda) até 38,65 (1,0 g de produto/muda), aproximadamente 25 % a 30 % a menos que a testemunha 57,12 (Tabela 15).

TABELA 15 – RELAÇÃO ALTURA/PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA (H/PMSPA), DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL[®], AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.

TRATAMENTOS (g/muda)	H/PMSPA*	
	2011	2011
0	50,68*	57,12*
0,5	36,18	39,98
1,0	32,98	38,65
1,5	35,41	40,22
2,0	29,64	42,53
CV(%)	26,33	30,31

* Cada valor é a média das alturas das 50 mudas analisadas por tratamento; ** O valor percentual médio de incremento em relação à testemunha.

TABELA 16 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R²) PARA A VARIÁVEL RELAÇÃO ALTURA/PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM BACSOL[®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.

ENSAIO	EQUAÇÃO*	R ²
2011	$Y = 1,633 X^2 - 10,79 X + 48,74$	0,850
2012	$Y = 2,986 X^2 - 14,83 X + 55,46$	0,895

* - X = tratamentos e Y = média dos tratamentos.

Os fatores que influenciam essa variável são a idade das mudas e o volume do tubete, porém esse parâmetro morfológico, expressa o quanto rusticada está a muda. Quanto menor o valor da relação, mais lignificada estará a muda e maior será o seu potencial de sobrevivência a campo (MONTEIRO e AUER, 2012 a).

Os valores encontrados com uso do produto no ano de 2011 foram semelhantes aos valores encontrados por Lopes (2005) para a relação H/PMSPA como sendo de 29,4; 37,14; 28,14 para *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Corymbia citrodora* respectivamente, sendo esses produzidos em tubetes de 50 cm³ e 90 dias, sendo índices melhores que os encontrados para o ano de 2012.

Outro resultado positivo com o uso de produtos biológicos foi verificado no trabalho de Paz (2009) onde se observou que no tratamento com o *Bacillus subtilis* o índice foi de 20,22 e o da testemunha foi de 22,38, apresentando, portanto cerca de 10 % a mais de potencial de sobrevivência quando comparada com a testemunha. Houve um potencial ainda maior que as mudas produzidas com o produto Bacsol[®], comparadas ao ensaio do ano de 2011, se as mudas fossem retiradas antes dos 150 dias poderia existir um potencial semelhante às mudas tratadas com o *B. subtilis*.

Se tratando de fungos micorrízicos Silva, Antonioli, Andreazza (2003), observaram que o uso de fungos nativos em um dos tratamentos com o *Pisolithus sp.* o índice obtido foi de 9,02 sendo cerca de 40 % menor que o índice da testemunha no presente estudo. Verificando os valores encontrados para a H/PMSPA, nas mudas tratadas com o Bacsol[®] e a H/LPMSPA encontrada por Silva, Antonioli e Andreazza (2003), apresentaram valores que representam um maior potencial de sobrevivência das mudas a campo quando tratadas com produtos biotecnológicos.

5.1.2 Efeito do Bacsol[®] sobre a nutrição e o coeficiente de utilização biológica dos ensaios de 2011 e de 2012

Os resultados dos teores dos macronutrientes, encontrados para o material foliar do ensaio do ano de 2011 (Tabela 17), apontaram um aumento na concentração dos nutrientes N, P e Na, os quais obtiveram um incremento semelhante ao crescimento em altura das mudas tratadas. Neste ensaio a relação demonstrou que com o aumento da dosagem houve um aumento na concentração dos nutrientes. Ainda é possível notar uma leve queda na dosagem de 2 g de produto/muda.

Os nutrientes necessários em maiores quantidades são o nitrogênio e o fósforo, principalmente na fase de viveiro. Isso explica as maiores concentrações nas mudas que apresentaram o maior crescimento.

TABELA 17 – TEORES MÉDIOS DOS MACRONUTRIENTES EM FOLHAS DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS COM O BACSOL® AOS 150 DIAS DE IDADE.

DOSAGEM	MACRONUTRIENTES EM FOLHA – ENSAIO 2011*					
	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Na (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)
0	11,26	2,87	14,38	2,23	11,37	3,72
0,5	14,39	2,99	14,88	2,55	12,03	3,49
1	19,50	3,27	17,39	2,56	8,56	3,20
1,5	20,22	3,04	14,49	2,87	8,71	3,23
2	17,26	2,63	12,35	2,64	7,27	2,98

* Média das cinco amostras analisadas.

Para o potássio (K) o ganho em concentração apresentou-se como uma parábola, com o aumento da dosagem houve um aumento na concentração até o tratamento com a dosagem de 1 g de produto/muda, após essa dosagem há uma queda no ganho em concentração do elemento na planta (Tabela 17).

Para os nutrientes Ca e Mg houve uma relação diferente a apresentada pelo N, P e Na, pois com o aumento da dosagem houve uma queda na concentração dos nutrientes (Tabela 17). Esse fenômeno pode ser explicado pelo efeito de diluição, onde as menores concentrações de Ca e Mg foram encontradas nos maiores pesos da matéria seca da parte aérea.

Segundo Munhoz Hernandez e Silveira (1998), observaram para o elemento Ca na produção da matéria seca de milho o mesmo efeito de diluição, entretanto a absorção de Mg está ligada ao antagonismo entre a absorção de Ca e Mg, algo que não ocorreu no tratamento das mudas de *Eucalyptus benthamii* tratadas com o Bacsol®.

Para as concentrações de macronutrientes em hastes das mudas de *Eucalyptus benthamii* tratadas com o Bacsol[®], observa-se uma alta variação entre os tratamentos. Com o aumento da dosagem há um aumento na concentração dos elementos N, P e K até a dosagem de 1,0 g de produto/muda. Após esse tratamento há uma queda na concentração na dosagem de 1,5 g de produto/muda, que volta a aumentar na maior dosagem de 2,0 g de produto por muda (Tabela 18).

Para o Na e os elementos Ca e Mg essa variação é ainda maior devido a competição natural entre os elementos K - Na e Ca - Mg. Quando um aumenta a concentração o outro tende a diminuir (Tabela 18).

TABELA 18 – TEORES MÉDIOS DOS MACRONUTRIENTES EM HASTES DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS COM O BACSOL[®] AOS 150 DIAS DE IDADE.

DOSAGEM	MACRONUTRIENTES EM HASTE – ENSAIO 2011*					
	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Na (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)
0	5,50	4,69	14,44	2,08	12,45	1,04
0,5	7,33	3,69	12,87	2,24	12,15	1,52
1	8,75	4,22	15,16	2,07	11,29	1,83
1,5	7,50	3,88	12,37	2,08	18,80	1,60
2	8,66	4,09	12,14	2,16	9,91	1,64

* Média das cinco amostras analisadas.

O resultado encontrado para os teores dos macronutrientes do material foliar do ensaio de 2012 demonstraram que houve um aumento na concentração do teor de N com o aumento da dosagem do produto (Tabela 19). Ao comparar com o ensaio de 2011 (Tabela 17) observa-se que as concentrações de nitrogênio foram menores, isso se deve a um menor tempo de viveiro, passando de 150 para 100 dias, porém com uma altura mais adequada para o plantio.

O teor de P nas mudas pouco variou no ensaio de 2012, mas é possível observar que há um efeito de diluição na dosagem de 0,5 g de produto/muda o qual apresentou um crescimento semelhante a dosagem de 1 g de produto/muda os quais apresentaram os maiores incrementos em altura. Ao comparar o ensaio de 2012 com o ensaio de 2011 é visível a diferença, em que o ensaio de 2012 apresentou uma concentração duas vezes menor que a

do ensaio de 2011, essa menor concentração em um bom crescimento é explicado pelo efeito de diluição.

Para o elemento Mg não apresentou uma variação nos teores obtidos em 2012, seu acúmulo no material vegetal foi semelhante ao ganho em incremento em altura, onde as melhores dosagens em acúmulo do nutriente foram maiores nas maiores alturas. Quando se comparam os ensaios, observa-se que não houve grande variação.

Para os elementos K e Na observa-se uma semelhança entre os ensaios de 2011 e de 2012 sendo proporcional independente dos valores apresentados pelos ensaios.

TABELA 19 – TEORES MÉDIOS DOS MACRONUTRIENTES DE FOLHAS DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS COM O BACSOL® AOS 100 DIAS DE IDADE.

DOSAGEM	MACRONUTRIENTES EM FOLHA – ENSAIO 2012*					
	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Na (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)
0	7,67	1,80	7,85	1,40	4,26	3,52
0,5	9,73	1,54	7,61	1,46	4,88	4,36
1	13,48	1,89	7,15	1,37	4,24	4,26
1,5	13,98	1,88	6,07	1,66	5,16	4,20
2	14,46	1,92	8,12	1,46	3,68	3,94

* Média das cinco amostras analisadas.

Para o ensaio de 2012 observa-se na Tabela 20 que o comportamento das concentrações dos macronutrientes apontaram que os elementos K, Na, Ca e Mg foram os únicos que se mantiveram semelhantes de acordo com a aplicação do produto, mesmo as variáveis apresentando valores diferente em ambos os ensaios.

Para o elemento N houve um aumento na concentração do nutriente com o aumento da dosagem do produto. Para o elemento P com o aumentar da dosagem houve uma queda na concentração, tal fenômeno é explicado pelo efeito de diluição.

TABELA 20 – TEORES MÉDIOS DOS MACRONUTRIENTES DE HASTES DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS COM O BACSOL® AOS 100 DIAS DE IDADE.

DOSAGEM	MACRONUTRIENTES EM HASTE – ENSAIO 2012*					
	N (g/kg)	P (g/kg)	K (g/kg)	Na (g/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)
0	5,02	6,13	9,84	1,89	6,72	1,24

0,5	6,58	4,44	11,05	2,83	6,19	1,60
1	8,25	3,95	12,15	2,43	7,55	3,16
1,5	8,71	3,97	10,85	3,04	7,71	2,72
2	8,50	4,02	12,25	2,26	8,11	3,28

* Média das cinco amostras analisadas.

De modo geral, ao compararem-se os ensaios de 2011 (mudas com 150 dias) e de 2012 (mudas com 100 dias), fica visível o efeito de diluição referente ao tempo de produção. Onde a diluição, ou teor do elemento, fica menor nas folhas mais novas, já nas folhas mais velhas os elementos tendem a se concentrar (MALAVOLTA, 1992).

Silveira et. al. (2003) estudaram a nutrição mineral de mudas de *Eucalyptus grandis*, avaliando os teores dos macronutrientes até os 97 dias de produção. Estes autores encontraram valores de concentração dos macronutrientes semelhantes aos observados no presente trabalho, aos 150 e 100 dias de produção das mudas de *Eucalyptus benthamii*. As únicas exceções foram os elementos P e Mg que no ensaio de 2011 e Mg para o ensaio 2012 apresentaram valores superiores.

Quando se comparam os teores das folhas (Tabelas 17 e 19) e haste (Tabelas 18 e 20) do presente trabalho foram semelhantes aos obtidos por Silveira et. al. (2003), para as concentrações de N, P, K, Ca e Mg. Onde as concentrações para cada material foram: N foliar > haste; P foliar < haste; K foliar = haste; Ca foliar < haste; Mg foliar > haste.

Trindade et.al. (2001) obtiveram valores diferentes as do presente estudo, na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* a partir de adubação mineral. Os elementos K, Ca e Mg foram superiores e para o elemento Na os valores foram semelhantes.

Quando comparados os tratamentos com o Bacsol[®] e as diferentes dosagens de composto orgânico é possível afirmar que os elementos passam a ficar semelhantes com o aumento do composto orgânico proposto por Trindade et. al. (2001).

Os coeficientes de utilização biológica, para os macronutrientes analisados apontaram tanto para os ensaios de 2011 e 2012, que houve significância a 1 % sobre regressões de segundo grau, conforme os Apêndices 13 à 24.

Os resultados obtidos para o ensaio de 2011 foram diferentes do ano de 2012 com alterações nas quantidades fixadas para casa elemento, devido ao tempo de viveiro conseqüentemente ao estágio fisiológico que as mudas se encontravam, como demonstram as Tabelas 21, 23, 25, 27, 29 e 31.

O coeficiente de variação de ambos os ensaios foi alto devido à variação genética da população e a fisiológica das mudas de *Eucalyptus benthamii* produzidas por semente.

Pode-se observar que ao utilizar o CUB para avaliar a fixação dos nutrientes na biomassa, apresentou tanto para o ensaio 1 quanto para o ensaio 2, um aumento proporcional ao observado no crescimento das plantas de *E. benthamii* produzidas com o Bacsol®.

O uso do coeficiente de utilização biológica é determinado para diferenciar a capacidade de eficiência na assimilação dos nutrientes minerais. Aplicando o uso desta variável em cinco espécies de eucalipto (*E. grandis*, *E. saligna*, *E. propinqua*, *E. dunnii* e *E. robusta*), houve diferenças significativas para o *E. grandis*. (SILVA et. al., 1983). Tal espécie foi a que mais utilizou o elementos fósforo e potássio na constituição do lenho, para o componente casca. O CUB foi alto para os elementos N, P e Mg no *E. dunnii* enquanto para os elementos K e Ca a espécie que apresentou maior eficiência foi o *E. propinqua*. Houve uma diferença na produção de mudas com Bacsol®, por adotar somente uma média para o CUB a partir dos componentes (foliar e lignificado), observa-se uma maior fixação frente à testemunha para todos os elementos, não somente os macronutrientes descritos para as cinco espécies estudadas por Silva et. al. (1983).

Os estudos de Melo et. al. (1995), Santana et. al. (2002) e Moura et. al. (2006) demonstram o grande uso do coeficiente de utilização biológica para determinação da fixação dos nutrientes. Esses trabalhos não podem ser equiparados com os resultados do coeficiente das mudas tratadas com Bacsol®, devido ao estado fisiológico de cada estudo, quando se trata de mudas a presença de certos macronutrientes é maior que aos encontrados em populações já estabelecidas.

Trindade et. al. (2001) estudando os efeitos do crescimento e nutrição de mudas de *Eucalyptus grandis*, utilizaram o coeficiente de utilização biológica (eficiência de utilização do nutriente), para comparar a fixação dos nutrientes

na biomassa como uma forma de comparar tratamentos com diferentes dosagens de compostos orgânicos e adubação mineral. Demonstrando que as plantas apresentam uma menor eficiência na utilização dos nutrientes quando produzidas com compostos orgânicos.

5.1.2.1 Nitrogênio (N)

O coeficiente de utilização biológica do nitrogênio apresentou ganhos significativos nos dois ensaios (Tabela 21). No ano de 2011 onde os tratamentos apresentaram um aumento na fixação de nitrogênio de 43,37 % a mais (1,0 g de produto/muda) até 119,35 % no melhor tratamento (2,0 g de produto/muda). O mesmo efeito foi encontrado no ano de 2012 porém com uma fixação menor sendo de 23,14 % para o tratamento 2,0 g de produto/muda até 59,64 % no melhor tratamento 0,5 g de produto/muda, com isso pode-se verificar uma maior fixação em todos os tratamentos em que houve aplicação de dosagens do produto.

TABELA 21 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO NITROGÊNIO (g²/g) E INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL[®], AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.

TRATAMENTOS (g/muda)	CUB (g ² /g)		INCREMENTO** (%)	
	2011	2012	2011	2012
0	69,44	64,25		
0,5	110,57	102,57	59,22	59,64
1,0	99,58	100,67	43,37	56,68
1,5	127,05	93,63	82,99	45,72
2,0	152,28	78,46	119,35	23,14
CV(%)	24,95	33,03		

* Cada valor é a média das alturas das 50 mudas analisadas por tratamento; ** O valor percentual médio de incremento em relação a testemunha.

TABELA 22 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R²) PARA A VARIÁVEL COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO NITROGÊNIO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM BACSOL[®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.

ENSAIO	EQUAÇÃO*	R ²
2011	$Y = 0,004 X^2 + 0,153 X + 0,604$	0,870

2012	$Y = -0,080 X^2 + 0,5 X + 0,260$	0,883
------	----------------------------------	-------

* - X = tratamentos e Y = média dos tratamentos.

Os maiores valores de fixação do nitrogênio na biomassa das plantas ocorreram nos tratamentos que apresentaram os maiores crescimento em altura e peso da matéria seca da parte aérea (Tabela 21 e 11).

O nitrogênio é um elemento um dos nutrientes que mais limita o crescimento das plantas tal motivo são mais requeridos em maior quantidade, principalmente na fase de muda, tanto o N e P são importantes para o rápido crescimento radicular do eucalipto (PINTO et. al., 2011). Tal afirmação demonstra que o potencial do Bacsol[®] para a produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*, onde todos os tratamentos com o produto verificou-se aumentos na fixação do nitrogênio variando de 20 % à 70 % entre os tratamentos dos ensaios dos anos de 2011 e 2012.

Trindade et. al. (2001), em mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em composto orgânico e em adubação mineral, constataram que a eficiência na utilização do nutriente foi muito maior com a adubação mineral cerca de 160 %. Entretanto, os valores obtidos para o N foi de 81 g²/g demonstrando-se superior ao valor obtido para a testemunha e inferiores a todas as dosagens obtidas nas mudas tratadas com Bacsol[®].

Moura et. al. (2006) descreveu em seu estudo com dois povoamentos de Sabia (*Mimosa caesalpinifolia*) que o nitrogênio independentemente do componente da planta estudado é o que apresenta um maior acúmulo. Isso para o coeficiente de utilização biológica do nitrogênio não é real, pois a fixação de outros macronutrientes demonstrou-se maior.

5.1.2.2 Fósforo (P)

O fósforo é um dos principais elementos para o desenvolvimento das mudas. A utilização do Bacsol[®] demonstrou maiores ganhos frente à testemunha, em ambos os anos, demonstrando o potencial do produto frente a nutrição de mudas (Tabela 23). Para o ano de 2011 os ganhos variaram entre

80,55 % até 157,13 % encontrados nos tratamentos de 0,5 g e 2,0 g de produto/muda, respectivamente (Tabela 23).

No ano de 2012 as respostas sobre a adubação das mudas foi ainda maior sendo encontrados valores do CUB para o elemento fósforo como sendo de 168,37 % a 261,02 % nos tratamentos 0,5 g e 1,0 g de produto/muda respectivamente (Tabela 23).

TABELA 23 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO FÓSFORO (g²/g) E INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL[®], AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.

TRATAMENTOS (g/muda)	CUB (g ² /g)		INCREMENTO** (%)	
	2011	2012	2011	2012
0	175,55	104,33		
0,5	290,05	280,00	80,55	168,37
1,0	375,13	376,66	111,35	261,02
1,5	675,48	368,97	159,22	253,65
2,0	618,23	307,80	157,13	195,02
CV(%)	26,03	37,81		

* Cada valor é a média das alturas das 50 mudas analisadas por tratamento; ** O valor percentual médio de incremento em relação a testemunha.

TABELA 24 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R²) PARA A VARIÁVEL COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO FÓSFORO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM BACSOL[®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.

ENSAIO	EQUAÇÃO*	R ²
2011	$Y = -9,159 X^2 + 182,0 X - 18,45$	0,889
2012	$Y = -41,28 X^2 + 297,3 X - 150,2$	0,997

* - X = tratamentos e Y = média dos tratamentos.

A eficiência na utilização do nutriente fósforo descrita por Trindade et. al. (2001) em mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas com adubação mineral, foi superior a todos os tratamentos do presente trabalho. Com uma eficiência nutricional para o fósforo de 754 g²/g. Os tratamentos de 1,5 e 2,0 g de produto/muda foram os valores mais próximos, sendo de 675,48 e 618,23.

Quando se compara o presente trabalho com a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em composto orgânico, as mudas tratadas com Bacsol[®] nas melhores dosagens, 1,0, 1,5 e 2,0 g de produto/muda para os anos de 2011 e 2012, apresentaram valores superiores ao apresentado por Trindade et. al. (2001), onde descreveram como o valor sendo de 360 g²/g.

Soares et. al. (1989) ao determinar a fixação do P em plantas de *Eucalyptus grandis* tratadas com diferentes dosagens de P, além da inoculação ou não de *Pisolithus tinctorius*, observou uma maior fixação na biomassa aérea chegando a um ganho de 7,7 %, quando as mudas inoculadas pelo fungo micorrízico foram submetidas à menor dosagem de P. Ao confrontar com as mudas tratadas com o produto Bacsol[®], em mudas de *Eucalyptus benthamii* demonstraram ganhos bem superiores, sendo de 80 a 260 % a mais para os componentes totais (foliar e lignificado).

Luca et. al. (2002) verificando o parâmetro CUB, em plantas de eucalipto e de arroz comprovou que a maior eficiência na utilização do nutriente P ocorre nas mudas de eucalipto por produzir uma maior quantidade de biomassa na parte aérea. Esse fator demonstrou-se semelhante ao estudo com o Bacsol[®], obteve-se mudas com maior incremento na biomassa aérea e conseqüentemente uma maior fixação dos elementos.

Esse resultado confirmaram os estudos de Furtini Neto (1994) citado por Luca et. al. (2002), que ao determinar que este parâmetro é um bom índice para explicar a produção da matéria seca de *Eucalyptus* frente a eficiência na fixação do P no tecido das plantas.

5.1.2.3 Potássio (K)

O coeficiente de utilização biológica para o elemento potássio apresentou ganhos em todos os tratamentos, em ambos os anos, variando de 96,26 % a 203,86 % para o ano de 2011 nas dosagens 0,5 g e 2,0 g de produto/muda. Em 2012, houve um aumento de 91,83 5 % na dosagem 2,0 g de produto/muda até 172,9 % na dosagem 1,5 g de produto/muda (Tabela 25).

TABELA 25 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO POTÁSSIO (g²/g) E INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL[®], AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.

TRATAMENTOS (g/muda)	CUB DO POTÁSSIO (g ² /g)		INCREMENTO** (%)	
	2011	2012	2011	2012

0	40,72	46,31		
0,5	79,92	89,96	96,26	94,25
1,0	85,42	113,37	109,77	144,80
1,5	116,52	126,38	186,14	172,90
2,0	123,72	88,84	203,86	91,83
CV(%)	25,17	34,85		

* Cada valor é a média das alturas das 50 mudas analisadas por tratamento; ** O valor percentual médio de incremento em relação à testemunha.

TABELA 26 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R²) PARA A VARIÁVEL COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO POTÁSSIO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM BACSOL[®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.

ENSAIO	EQUAÇÃO*	R ²
2011	$Y = -2,742 X^2 + 36,71 X + 9,288$	0,959
2012	$Y = -12,34 X^2 + 86,2 X - 29,86$	0,965

* - X = tratamentos e Y = média dos tratamentos.

Lima et. al. (2005) estudando quatro tipos de clones sendo eles híbridos de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla* (três deles) e *Eucalyptus grandis* (para um deles), verificou não existir, na produção de mudas micropropagadas, diferença na fixação do elemento potássio frente aos diferentes materiais genéticos. Diferente do verificado na produção de mudas seminais tratadas com o Bacsol[®] em mudas de *Eucalyptus benthamii* onde a variação na fixação nos ensaios dos anos de 2011 e 2012 variou de 75 % a 200 %.

Na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* tratados com adubação mineral e composto orgânico apresentara valores de 127 e 35 g²/g respectivamente (TRINDADE et. al., 2001). Quando comparado esses valores aos do presente trabalho observa-se que para o ano de 2011 o valor de 40,72 g²/g foi superior ao obtido pelas mudas produzidas com compostos orgânicos, entretanto os tratamentos 1,5 e 2,0 g de produto/muda, do ano de 2011, foram os únicos que obtiveram valores aproximados ao das mudas produzidas com adubo mineral.

Com uma maior fixação do Potássio na planta, é possível descrever que havia uma quantidade maior do elemento na seiva da planta conseguindo assim fazer uma economia de água nos tecidos, pois regulará o fechamento dos estômatos, diminuirá a transpiração, garantindo maior resistência a geadas e doenças.

5.1.2.4 Sódio (Na)

O coeficiente de utilização biológica para o elemento sódio apresentou um aumento na fixação do elemento na biomassa, com o aumento da dosagem. Para o ensaio de 2011, houve um ganho em incremento que variou de 96,26 % na menor dosagem (0,5 g de produto/muda) e com 203,86 % na melhor dosagem (2,0 g de produto/muda) (Tabela 27).

Para o ensaio de 2012 o aumento no incremento foi semelhante a do ano anterior, porém os ganhos foram menores, variando de 55,74 % na dosagem de 0,5 g de produto/muda à 131,47 % na dosagem e 1,0 g de produto por muda (Tabela 27). A partir dessa dosagem de 1,0 g de produto por muda há uma queda na fixação do elemento na planta.

TABELA 27 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO SÓDIO (g²/g) E INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL[®], AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.

TRATAMENTOS (g/muda)	CUB DO SÓDIO (g ² /g)		INCREMENTO** (%)	
	2011	2012	2011	2012
0	271,33	253,63		
0,5	480,79	395,01	96,26	55,74
1,0	623,07	587,1	109,77	131,47
1,5	650,82	456,08	186,14	79,82
2,0	655,92	487,94	203,86	92,38
CV(%)	33,20	35,81		

* Cada valor é a média das alturas das 50 mudas analisadas por tratamento; ** O valor percentual médio de incremento em relação a testemunha.

TABELA 28 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R²) PARA A VARIÁVEL COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO SÓDIO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM BACSOL[®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.

ENSAIO	EQUAÇÃO*	R ²
2011	$Y = -37,37 X^2 + 318,1 X + 7,002$	0,995
2012	$Y = -38,72 X^2 + 285,3 X - 5,983$	0,805

* - X = tratamentos e Y = média dos tratamentos.

Embora não tenham sido mensuradas as dimensões das folhas das mudas, percebeu-se visualmente uma maior quantidade de área foliar nos tratamentos onde foi aplicado o Bacsol® (Figura 1). Possivelmente, esse aumento foi decorrente da maior utilização do elemento sódio, o qual juntamente com o potássio tendem a controlar a turgescência nas células vegetais, permitindo o aumento da área foliar das mudas tratadas de *Eucalyptus benthamii*.

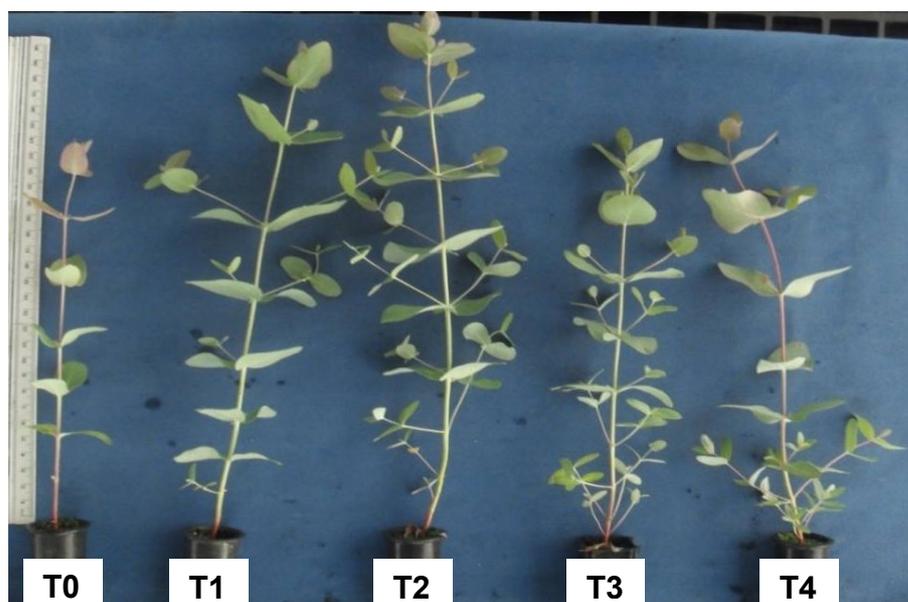


FIGURA 1- COMPORTAMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* SEGUNDO AS DIFERENTES DOSAGENS (g) DE BACSOL®.
FONTE: O AUTOR (2013).

5.1.2.5 Magnésio (Mg)

Os ganhos na fixação deste elemento na biomassa foram significativos para ambos os anos demonstrando um aumento de 73,18 % a 153,85 % nas dosagens de 0,5 g e 2,0 g de produto/muda respectivamente para o ano de 2011. Para o ano de 2012 onde se observou um aumento de 48,77 % até 83,75 % para os tratamentos 2,0 g e 1,0 g de produto/muda respectivamente (Tabela 29).

TABELA 29 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO MAGNÉSIO (g^2/g) E INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL[®], AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.

TRATAMENTOS (g/muda)	CUB DO MAGNÉSIO (g^2/g)		INCREMENTO** (%)	
	2011	2012	2011	2012
0	257,51	173,48		
0,5	445,97	295,74	73,18	70,47
1,0	555,98	318,77	115,90	83,75
1,5	648,91	305,42	151,99	76,05
2,0	653,71	258,09	153,85	48,77
CV(%)	25,60	38,29		

* Cada valor é a média das alturas das 50 mudas analisadas por tratamento; ** O valor percentual médio de incremento em relação a testemunha.

TABELA 30 – EQUAÇÃO DE AJUSTE E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R^2) PARA A VARIÁVEL COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO MAGNÉSIO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM BACSOL[®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.

ENSAIO	EQUAÇÃO*	R^2
2011	$Y = -27,45 X^2 + 264,2 X + 21,61$	0,997
2012	$Y = -26,82 X^2 + 178,8 X + 28,85$	0,965

* - X = tratamentos e Y = média dos tratamentos.

Lima et. al. (2005) estudando a eficiência de absorção e a eficiência de utilização do nutriente (mesmo parâmetro que o CUB) em quatro tipos de clones (três de *Eucalyptus grandis* e um de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*), observaram que em plantas jovens de um dos clones (de *Eucalyptus grandis*) uma menor absorção do nutriente Mg, porém um maior aproveitamento na fixação deste nutriente frente aos demais clones que não obtiveram um aumento na eficiência deste nutriente. Nas mudas tratadas com Bacsol[®] percebe-se que a fixação foi semelhante para os tratamentos partindo da mesma quantidade de nutriente.

Os valores do coeficiente de utilização biológica para o ano de 2012 foram inferiores ao valor de $370 \text{ g}^2/\text{g}$ encontrados por Trindade et. al. (2001) em mudas de *E. grandis* produzidas com adubo mineral. Porém quando comparadas ao ano de 2011 esse valor de $370 \text{ g}^2/\text{g}$ se torna inferior a todos os tratamentos em que foi aplicado o produto biotecnológico Bacsol[®].

5.1.2.6 Cálcio (Ca)

Os ganhos obtidos variaram de 91,47 % (0,5 g de produto/muda) a 259,23 % (2,0 g de produto/muda) no ano de 2011. No ensaio do ano de 2012 o aumento foi de 106,84 % a 179,44 % nos tratamentos 1,5 g e 1,0 g de produto/muda respectivamente (Tabela 31).

TABELA 31 – COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO CÁLCIO (g²/g) E O INCREMENTO MÉDIO (%) DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM DIFERENTES DOSAGENS DE BACSOL[®], AVALIADAS AOS 150 DIAS DE IDADE PARA 2011 E 100 DIAS DE IDADE PARA 2012.

TRATAMENTOS (g/muda)	CUB (g ² /g)		INCREMENTO** (%)	
	2011	2012	2011	2012
0	49,68	74,84		
0,5	95,70	157,40	91,47	110,31
1,0	140,82	209,14	183,45	179,44
1,5	150,77	154,80	203,48	106,84
2,0	178,47	162,39	259,23	116,98
CV(%)	35,49	37,33		

* Cada valor é a média das alturas das 50 mudas analisadas por tratamento; ** O valor percentual médio de incremento em relação a testemunha.

TABELA 32 – EQUAÇÕES DE AJUSTE E O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R²) PARA AS REGRESSÕES SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA (CUB) MÉDIO DO CÁLCIO DE MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* TRATADAS COM BACSOL[®] NOS ENSAIOS DOS ANOS DE 2011 E 2012.

ENSAIO	EQUAÇÃO*	R ²
2011	$Y = -5,129 X^2 + 62,04 X - 6,612$	0,986
2012	$Y = -18,28 X^2 + 126,9 X - 28,04$	0,817

* - X = tratamentos e Y = média dos tratamentos.

Não foi encontrada diferença no coeficiente de utilização para o elemento Ca, para os quatro tipos de clones, sendo três híbridos de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla* e um de *Eucalyptus grandis* (LIMA et. al., 2005). A variação não ocorreu entre os diferentes materiais genéticos, porém com o uso de Bacsol[®] com diferentes dosagens foi possível notar diferenças estatísticas significativas no coeficiente de utilização do elemento Ca. Os valores obtidos no presente estudo apresentaram as maiores quantidades fixadas nos tratamentos em que houve maior crescimento. Esses valores foram muito superiores aos valores encontrados nas mudas de *Eucalyptus grandis*, onde obtiveram valores de 111 g²/g no tratamento com compostos orgânicos e 118 g²/g no tratamento com adubo mineral (TRINDADE et. al., 2001).

6 CONCLUSÕES

- O Bacsol[®] nos ensaios do ano 2011 e de 2012 apresentou um efeito positivo na promoção de crescimento e na nutrição das mudas de *Eucalyptus benthamii*.

- A dosagem de maior crescimento em altura das mudas de *Eucalyptus benthamii* dependeu do ano. No ensaio de 2011 foi 2 g de produto/muda e no ensaio de 2012 foi 1 g de produto/muda.

- O Bacsol[®] apresentou um incremento positivo as características indicadoras da qualidade das mudas de *Eucalyptus benthamii*, altura (H), diâmetro de colo (Dc) e peso da matéria seca da parte aérea (PMSPA) e a relação altura/diâmetro de colo (RHDc).

- O efeito do uso do produto Bacsol[®] na utilização dos nutrientes minerais, fixados na biomassa produzidas nas mudas de *Eucalyptus benthamii*, demonstrou ser eficiente para os elementos N, P, K, Na, Ca e Mg.

7 RECOMENDAÇÕES

O uso do produto biotecnológico Bacsol® em suas diferentes dosagens apresentou o potencial de crescimento das mudas, demonstrando que há a necessidade de realizar estudos em outras formas de sistema de produção como a propagação vegetativa via miniestacas e sementes.

De acordo com o parâmetro adotado nas empresas referente ao padrão em altura para expedição das mudas é de 18 cm. Todas as mudas tratadas com o produto, já poderiam ser comercializadas no ano de 2011 e 2012. Esse índice é fácil de ser mensurado e não é destrutivo, outro parâmetro que apresenta a mesma característica de medição é o diâmetro de colo que deveria ser adotado como uma medida de comercialização. Contudo, o trabalho apresentou para o ano de 2012 mudas estariam prontas para comercialização, porém não apresentavam a medida mínima recomendada para o parâmetro diâmetro de colo (2 mm), apresentando no melhor tratamento 1 mm, demonstrando que há necessitavam de um tempo maior de rustificação.

Os ensaios apresentaram respostas diferentes devido à variação de temperatura entre os invernos de 2011 e 2012, onde o primeiro foi mais rigoroso e o segundo foi mais ameno. Possivelmente, as dosagens do produto devem ser maiores quando as temperaturas são mais baixas. Porém, quando as temperaturas forem mais altas poderiam ser utilizadas menores dosagens do produto para o crescimento das mudas.

Em se tratando dos indicadores de qualidade das mudas, não foi possível determinar o Índice de Dickson que define a qualidade das mudas. Essa variável não pode ser calculada pelo excesso de raízes produzidas nas mudas e pela dificuldade de extração das raízes do tubete. Novos estudos devem ser realizados com o uso de materiais inertes como vermiculita e areia, tornando mais fácil a mensuração do sistema radicular, tanto em volume quanto peso da matéria seca.

Verificou-se que a expedição das mudas seminais *Eucalyptus benthamii* aos 120 dias (para o ano de 2011) e aos 90 dias de idade (para o ano de 2012) não representavam a idade ideal para que as mudas fossem expedidas para o campo. Demonstrando a necessidade de que novos estudos

sobre a idade das mudas em conjunto com a qualidade e a melhor época de plantio.

Outra recomendação a ser feita é o acompanhamento e desenvolvimento das mudas tratadas, quando estabelecidas no campo, mensurando e avaliando o seu desenvolvimento inicial, para observar a continuação dos efeitos positivos do produto BacsoI®.

Os coeficientes de utilização biológica, apresentaram um aumento na fixação do teores de macronutrientes na biomassa da planta. Os maiores valores para os coeficientes foram encontrados nos tratamentos em que houve maior crescimento.

A análise do coeficiente de utilização biológica demonstrou que deveria ser mensurada a quantidade de nutriente absorvida pela planta. Esta informação pode auxiliar na decisão de diminuir ou não a quantidade de adubação com o uso do produto BacsoI®. Um sistema fechado poderia ser utilizado para se conhecer a quantidade de nutriente total utilizada.

REFERÊNCIAS

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2012, ano base 2011/ ABRAF.** Brasília, 2012. 150 p.

ALVES, J. R. et. al. Efeito de inoculante ectomicorrízico produzido por fermentação semi-sólida sobre o crescimento de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Distrito Federal – DF, n. 36 p.307-313, fev. 2001.

AMS - Associação Mineira de Silvicultura. **Florestas Plantadas: Um caminho para o desenvolvimento sustentável.** Belo Horizonte - MG, 2011. Disponível em: <http://www.silviminas.com.br/Publicacao/Arquivos/publicacao_704.pdf> Acessado em: 15/05/2012

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. de T. Fósforo. In: **Nutrição Mineral de Plantas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Visoça - MG. Editor: Manlio Silvestre Fernandes, p. 253-280, 2006.

BACCHI, L. M. A. e KRUGNER, T. L. Desenvolvimento ectomicorrízico em mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* inoculadas com *Pisolithus tinctorius* em um viveiro comercial. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF**, Piracicaba - SP, n.40, p.21-25, dez.1988.

BARROS, N. F. et al. Classificação nutricional de sítios florestais – Descrição de uma metodologia. **Revista Árvore**, Viçosa - MG v. 10, n. 1, p. 112-120, 1986.

BRUNETTA, J. M. F. C. **Isolamento e seleção de rizobactérias para a produção de mudas de *Pinus* spp.** Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa, p. 70, 2006 (Tese de Doutorado).

BRUNETTA, J. M. F. C. et. al. Isolamento e seleção de rizobactérias promotoras do crescimento de *Pinus taeda*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.3, p.399-406, 2010

CALDEIRA, M. V. W.; NETO, R. M. R. e SCHUMACHER, M. V. Eficiência do uso de micronutrientes e sódio em três procedências de acácia-negra (*Acacia*

mearnsii De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.28 nº.1 Viçosa Jan./Feb. 2004.

CARMO, A. L. M do. **Prospecção de isolados de rizobactérias e filoplano para promoção do crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii***. Irati - PR, Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, 2013. 48p. (Dissertação de Mestrado).

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais**. Curitiba - PR: UFPR/FUPEF, 1995.

CARVALHO, C. M. Produção de mudas de espécies florestais de rápido crescimento. In: NOVAES, A. B. et al. **Reflorestamento no Brasil**. Vitória da Conquista - BA, UESB, 1992. p. 93-103.

CORREA, M. F. Evaluación de caracteres PGPR em actinomicetos e interacciones de estas rizobacterias com hongos formadores de micorrizas. Granada, Universidad de Granada, 2008, p. 261. (Tesis Doctoral).

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N. de; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa - MG, vol. 30, n.4, Jul./Ago. 2006.

DECHEN, A. R. e NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: **Nutrição Mineral de Plantas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa - MG. Editor: Manlio Silvestre Fernandes, p. 299-326, 2006.

FARIA, A. B. de C. **Efeito de lodo de papel reciclado no solo, no crescimento e nutrição de *Eucalyptus saligna* Smith**. Curitiba - PR, Universidade Federal do Paraná, 2011. 96 p. (Tese de Doutorado)

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo - SP: EPU, 1985. 365 p.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. Jaboticabal - SP: Universidade Estadual Paulista, 2000. 113 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, 2000. Gonçalves et. al (2000).

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 - MG, 2010.

GOMES, J. M. et al. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em "Win-Strip". **Revista Árvore**, Viçosa - MG v. 15, n. 1, p. 35-42, 1991.

GOMES, J. M. et. al. Crescimento de Mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

GONÇALVES, J. L. M. et. al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In **Nutrição e fertilização florestal**. Editado por J. Leonardo de M. Gonçalves, Vanderlei Benedetti. Piracicaba - SP: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, 2000. 427p.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001. 126f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2001.

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.

GOMES, J. M. et. al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, nº.2, Viçosa Mar./Apr. 2003.

GOMES, J. M. e PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa - MG: Editora UFV, 2004. (Caderno didático, 72).

HIGA, R. C. V. **Aspectos ecológicos e silviculturais do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo - PR, n. 38, p. 121-123, Jan./Jun. 1999.

HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. **Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural**. Embrapa Florestas, Colombo - PR, 2000. 31p. (Embrapa Florestas. Documentos, 54).

HIGA, R. C. V.; PEREIRA, J. C. D. **Usos potenciais do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage**. Colombo - PR: Embrapa Florestas, 2003. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 100).

HOPPE, J. M. et. al. Uso do Bacsol na decomposição de resíduos orgânicos urbanos. In: **Relatório Técnico: Uso do Bacsol em diferentes pesquisas**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2004. 10-42p. (a).

HOPPE, J. M. et. al. Aplicação de diferentes doses de bacsol e orgasol em sementes de acácia-negra (*Acacia mearnsii* D. Willd.) e seu desenvolvimento no viveiro. In: **Relatório Técnico: Uso do Bacsol em diferentes pesquisas**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2004. 43-56p. (b).

HOPPE, J. M. et. al. Utilização de Bacsol e Orgasol em vasos na produção de mudas de *Platanus x acerifolia* (Plátano). In: **Relatório Técnico: Uso do Bacsol em diferentes pesquisas**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2004. 78-95p. (c).

HOPPE, J. M. et. al. Utilização de Bacsol e Orgasol na produção de mudas de *Pinus elliottii*. In: **Relatório Técnico: Uso do Bacsol em diferentes pesquisas**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2004. 96-102 (d).

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. D. de. Utilização de resíduos urbanos e agroflorestais para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* e *Mimosa scabrella*. *Floresta e Ambiente*. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/loram/2013nahead/aop_035513.pdf> Acessado em 18/10/2013.

KRATZ, D. **Substratos renováveis para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** Curitiba - PR: Universidade Federal do Paraná, 2011. 118 f. (Dissertação Mestrado).

LANG, A. et. al. Aplicação de fertilizante de liberação lenta no estabelecimento de mudas de Ipê-roxo e Angico branco em área de domínio ciliar. **Revista Floresta**, Curitiba - PR, v. 41, n. 2, p. 271-276, abr./jun. 2011.

LEITE, N. B. Avanços da Silvicultura Brasileira são significativos. **Visão Agrícola**, N° 4 Jul/Dez 2005. Disponível em: < http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/2005_Avancos%20da%20silvicultura%20brasileira.pdf> Acesso em: 16/05/2012.

LIMA, A. M. N. et. al. Cinética de absorção e eficiência nutricional de K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ em plantas jovens de quatro clones de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v. 29 p. 903-909, 2005.

LOPES, E. D. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho no campo.** UESB, Vitória da Conquista – BA, 2005 (Dissertação de Mestrado).

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C.C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, Visoça – MG, v.31, n .5, Viçosa - MG, Set./Out. 2007.

LUCA, E. F. de et. al. Eficiência de absorção e utilização de fósforo (^{32}P) por mudas de eucalipto e arroz. **Scientia Agricola**, Piracicaba – SP, v.59, n.3, p.543-547, jul./set. 2002.

LUCA, M. J. e GRANGE, L. Biotecnologia aplicada a nutrição e promoção do crescimento vegetal. In: **Biotecnologia aplicada à nutrição e promoção do crescimento vegetal**. Universidade Federal do Paraná, Palotina – PR, p. 1-26, 2012.

LUZ, W. C. Rizobactérias promotoras de crescimento de plantas e de bioproteção. In: **Revisão Anual de Plantas**. Passo Fundo – RS. v. 4, p. 1-49. 1996.

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

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folha**. Editora Agronômica Ceres, São Paulo - SP. 1992.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Editora Agronomica Ceres, São Paulo – SP, 638 p., 2006.

SOUZA, S. R. e FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – MG, Editor: Manlio Silvestre Fernandes, p. 215-252, 2006.

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

MARCHNER, H. **Mineral Nutrition of higher plant**. 2nd ed. London. Academic Pres. p. 889. 1991.

MELO, V. de F. et. al. Balanço nutricional, eficiência de utilização e avaliação da fertilidade do solo em P, K, Ca e Mg em plantios de eucalipto no Rio Grande do Sul. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF**, Piracicaba – SP. n.48/49, p.8-17, jan./dez. 1995.

MEURER, E. J. Potássio. In: **Nutrição Mineral de Plantas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, Editor: Manlio Silvestre Fernandes, p. 281-298, 2006.

MIRANDA, G. A. et. al. Produção de povoamentos de eucalipto em regime de talhadia, em função da adubação e da distribuição da galhada da rotação anterior, no Vale do Jequitinhonha - MG. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 22, n. 3, p. 307-314, 1998.

MONTEIRO, P. H. R.; AUER, C. G. **Aumento da Qualidade de Mudanças de *Eucalyptus benthamii* Tratadas com Bacsol**. In: 4^o Congresso Florestal Paranaense, 2012, Curitiba - PR. 4^o Congresso Florestal Paranaense, 2012. v. 1. a

MONTEIRO, P. H. R.; AUER, C. G. **Avaliação do crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* após uso do Bacsol**. In: Fertbio 2012, "A Responsabilidade Socioambiental da Pesquisa Agrícola". Viçosa - MG: Sociedade Brasileiro de Ciência do Solo - SBCS, 2012. b

MORAES, M. F. et. al. Nutrição mineral na interação planta micro-organismo. In: **Biotecnologia aplicada à nutrição e promoção do crescimento vegetal**. Universidade Federal do Paraná, Palotina – PR, p. 1-26, 2012.

MOREIRA, A. L. de L. e ARAUJO, F. F. de. Produção de fosfatases, enzima acc desaminase e antagonismo a fitopatógeno por rizobactérias. In: Encontro **de Ensino, Pesquisa e Extensão**, Unoeste. Presidente Prudente - SP, 17 a 20 de outubro, 2011.

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

MOURA, O. N. et. al. Conteúdo de nutrientes na parte aérea e eficiência nutricional em *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Revista Brasileira de Ciências**

Agrárias, Universidade Federal Rural de Pernambuco, v.1, n. único, p.23–29, out.-dez., 2006

NEVES, J. C.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. **Relação Solo-Eucalipto**, Viçosa - MG: Editora: Folhas de Viçosa, 1990. P. 99-126.

NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B.; KLOCK U. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v.8, n.1, p. 67-76, 1998.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. dos; FERREIRA, C. A., Documento 129: **Eucaliptos Indicados para Plantio no Estado do Paraná**. Embrapa Florestas, Colombo - PR. Novembro de 2006.

PAZ, I. C. P. **Bactérias endofíticas de eucalipto e potencial uso no controle de doenças e promoção de crescimento de mudas em viveiros florestais**. Porto Alegre - RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. 129 p. (Tese de Doutorado)

PEZZUTTI, R. V.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, Santa Maria - RS, v. 9, n. 2, p. 117-125, 1999.

PINTO, S. I. do C. et. al. Eficiência nutricional de clones de eucalipto na fase de mudas cultivados em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v. 35 p. 523-533, 2011.

RAMOS, B. et al. Efecto de la inoculación de cuatro bacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre parámetros biométricos aéreos de plántulas de *Quercus ilex* ssp. *Ballota*. **III Congreso Forestal Español: Sociedad Española de Ciencias Forestales (SECF) 2001**, p. 373-379. Disponível em: <<http://www.secforestales.org/buscador/pdf/3CFE02-058.pdf>> Acessado em: 07/10/12

REIS, V. M. et. al. Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativa. In: **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa - MG. Editor: Manlio Silvestre Fernandes, p. 153-174, 2006.

SANTANA, R. C.; de BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus*

grandis e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do estado de São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.4, p.447-457, 2002

SANTOS, C. et. al. **Anuário Brasileiro de Silvicultura 2012: Cenário: Base sustentável**. Editora Gazeta, Santa Cruz do Sul, p. 88, 2012.

SCHORN, L. A. e FORMENTO, S. **Silvicultura II: Produção de Mudanças Florestais**. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau - SC, 2003.

SCHULTZ, B. **Levantamento de doenças bióticas e abióticas em *Eucalyptus benthamii* Maiden nos Estados do Paraná e Santa Catarina**. Curitiba - PR, Universidade Federal do Paraná, 2010. 101p. (Dissertação de Mestrado).

SCHUMACHER, V. S.; CALDEIRA, M. V. W.; OLIVEIRA, E. R. V. de; PIROLI, E. L. Influência do Vermicomposto na Produção de Mudanças de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria - RS, v.11, n. 2, p. 121-130.

SETTE JUNIOR, C. R. Aplicação de potássio e sódio no crescimento e na qualidade do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. **Universidade de São Paulo – USP**, Piracicaba – SP, 2010. 151p. (Tese de Doutorado)

SIDDIQUI, M. Y.; GLASS, A. D. M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, Nova York, v. 4, p. 289-302, 1981.

SILVA, H. D. da; POGGIANI, F.; COELHO, L. C. Eficiência de utilização de nutriente em cinco espécies de *Eucalyptus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo - PR, n. 6/7, p. 1-8, Jun./Dez. 1983.

SILVA, W. et. al. Absorção de nutrientes por mudanças de duas espécies de eucalipto em resposta a diferentes teores de água no solo e competição com plantas de *Brachiaria brizantha*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v.24, n.1, p. 147-159, jan./mar., 2000.

SILVA, R. F. da; ANTONIOLLI, Z. I.; ANDREAZZA, R. Efeito da inoculação com fungos ectomicorrízicos na produção de mudanças de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em solo arenoso. **Ciência Florestal**, Santa Maria - RS, v.13, n.1, p. 33-42, 2003

SILVA, D. A. et. al. CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA DO *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. **Anais do Congresso Florestal Paranaense**, Curitiba – Pr, 2012, 7 p. (trabalho completo). Disponível em: <<http://malinovski.com.br/CongressoFlorestal/Trabalhos/05-Silvicultura/SIL-Artigo-36.pdf>>

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

SIMÕES, J. W. Problemática da produção de mudas em essências florestais. **Série Técnica – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais IPEF**, Piracicaba – SP, v.4, n.13, p. 1 – 29, Dez. 1987.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R. da Análise Técnica e Econômica da Etapas de Produção de Mudas de Eucalipto. **Revista Cerne**, Lavras - MG, v. 16, n. 3, p. 359-366, jul./set. 2010.

SOARES, I. et. al. Teor de fósforo influenciando o desenvolvimento de ectomicorrizas e nutrição e crescimento de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 13, 140-150 p., 1989.

SOUZA, L. A. B. de; SILVA FILHO, G. N.; de OLIVEIRA, V. L.. Eficiência de fungos ectomicorrízicos na absorção de fósforo e na promoção do crescimento de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF, v. 39, p. 349 – 355, abr. 2004.

SOUCHER, E. L. et. al. Mudas de espécies arbóreas inoculadas com bactérias solubilizadoras de fosfato e fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Floresta**, Curitiba - PR, v. 35, n. 2, mai./ago. 2005.

TEIXEIRA, D. A. et. al. Rhizobacterial promotion of eucalypt rooting and growth. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo – SP, 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**, Viçosa, v. 48 (276), p. 181-194, 2001.

VALVERDE, S. R. **As plantações de eucalipto no Brasil**. Sociedade Brasileira de Silvicultura - SBS, 2012. Disponível em: <

http://www.sbs.org.br/destaques_plantacoesnobrasil.htm> Assesado em: 05/05/2012.

VASCONCELOS, Y. L. et. al. **Métodos de custeio aplicáveis em viveiros florestais**. Custos e @gronegocio on line - v. 8, n. 2 – Abr/Jun - 2012. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/>>

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – MG, Editor: Manlio Silvestre Fernandes, p. 299-326, 2006.

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.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo - PR. Embrapa Florestas, 2006. (Embrapa Florestas. Documentos, 130). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/43217/1/doc130.pdf>>. Acessado em: 22/06/2012.

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

ZARPELON, T. G. **Caracterização de rizobactérias e eficiência do Rizolyptus® no enraizamento e crescimento de eucalipto**. Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, 2007. 82p. (Dissertação de Mestrado).

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - QUADRO DA ANOVA DO USO DO BACSOL® NA PRODUÇÃO DE MUDAS COM O DESENHO DE PARCELAS SUBDIVIDIDAS NO ENSAIO DE 2011.

FV	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	4,01010	2,00505	0,2807 ns
Tratamentos	4	405,32311	101,33078	14,1853 **
Resíduos (Trat)	8	57,14696	7,14337	
Parcelas	14	466,48017		
Tempo	2	5973,41462	2986,70731	1352,2689 **
Int. Trat x Tempo	8	250,91806	31,36476	14,2008 **
Resíduo (Tempo)	20	44,17328	2,20866	
Total	44	6734,98613		

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$) ns - não significativo ($p \geq 0.05$)

APÊNDICE 2 - QUADRO DA ANOVA DO USO DO BACSOL® NA PRODUÇÃO DE MUDAS COM O DESENHO DE PARCELAS SUBDIVIDIDAS NO ENSAIO DE 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	65,29457	32,64728	2,7625 ns
Tratamentos	4	178,73475	44,68369	3,7810 ns
Resíduo – Trat.	8	94,54387	11,81798	
Parcelas	14	338,57319		
Tempo	2	5109,80495	2554,90247	422,1105 **
Int. Trat. Tempo	8	210,19985	26,27498	4,3410 **
Resíduo – Tempo	20	121,05372	6,05269	
Total	44	5779,63171		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); ns não significativo ($p \geq .05$)

APÊNDICE 3 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A ALTURA DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	10295,81442	10295,81442	1775,0355 *
Reg. Quadrática	1	4658,96401	4658,96401	803,2222 *
Reg. Cúbica	1	1039,10528	1039,10528	179,1455 *
Reg. 4º grau	1	700,85213	700,85213	120,8294 *
Tratamentos	4	16694,73584	4173,68396	719,5581 *
Resíduos	245	1421,08400	5,80034	
Total	249	18115,81984		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$)

APÊNDICE 4 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A ALTURA DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	5582,47698	5582,47698	344,7362 *
Reg. Quadrática	1	3302,74321	3302,74321	203,9552 *
Reg. Cúbica	1	0,11552	0,11552	0,0071 ns
Reg. 4º grau	1	0,83933	0,83933	0,0518 ns
Tratamentos	4	8886,17504	2221,54376	137,1876
Resíduos	245	3967,40180	16,19348	

Total	249	12853,57684		
-------	-----	-------------	--	--

* - significativo a 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo à 5 % de probabilidade ($p > 0,05$)

APÊNDICE 5 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O DIÂMETRO DE COLO DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	2,89561	2,89561	1,3452 ns
Reg. Quadrática	1	0,0323	0,0323	0,0150 ns
Reg. Cúbica	1	0,43808	0,43808	0,2035 ns
Reg. 4º grau	1	0,21014	0,21014	0,0976 ns
Tratamentos	4	3,57606	0,89401	0,4153
Resíduos	245	527,35948	2,15249	
Total	249	530,93554		

ns – não significativo à 5 % de probabilidade ($p > 0,05$)

APÊNDICE 6 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O DIÂMETRO DE COLO MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	2,15299	2,15299	192,5414 *
Reg. Quadrática	1	0,77756	0,77756	69,5366 *
Reg. Cúbica	1	0,1233	0,1233	11,0780 *
Reg. 4º grau	1	0,01233	0,01233	1,1029 ns
Tratamentos	4	3,06675	0,76669	68,5647
Resíduos	245	2,73958	0,01118	
Total	249	5,80634		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo à 5 % de probabilidade ($p > 0,05$)

APÊNDICE 7 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	26,45000	26,45000	290,0981 *
Reg. Quadrática	1	5,70245	5,70245	62,5432 *
Reg. Cúbica	1	0,00128	0,00128	0,0140 ns
Reg. 4º grau	1	0,03687	0,03687	0,4044
Tratamentos	4	32,19060	8,04765	88,2649
Resíduos	245	22,33813	0,09118	
Total	249	54,52873		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo à 5 % de probabilidade ($p > 0,05$)

APÊNDICE 8 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	7,44932	7,44932	86,6901 *
Reg. Quadrática	1	7,4692	7,4692	86,9264 *
Reg. Cúbica	1	0,01447	0,01447	0,1684 ns

Reg. 4º grau	1	0,06352	0,06352	0,7392 ns
Tratamentos	4	14,99693	3,74923	43,6310
Resíduos	245	21,05297	0,08593	
Total	249	36,04990		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo à 5 % de probabilidade ($p > 0,05$)

APÊNDICE 9 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DE COLO DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	370,25051	370,25051	120,6318 *
Reg. Quadrática	1	321,03327	321,03327	104,5963 *
Reg. Cúbica	1	112,35462	112,35462	36,6064 *
Reg. 4º grau	1	83,51615	83,51615	27,2105 *
Tratamentos	4	887,15454	221,78864	72,2612
Resíduos	245	751,96901	3,06926	
Total	249	1639,12356		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$)

APÊNDICE 10 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A RELAÇÃO ALTURA/DIÂMETRO DE COLO MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	814,09338	814,09338	29,9872 *
Reg. Quadrática	1	1068,35512	1068,35512	39,3530 *
Reg. Cúbica	1	348,72971	348,72971	12,8455 *
Reg. 4º grau	1	41,60075	41,60075	1,5324 ns
Tratamentos	4	2272,77897	568,19474	
Resíduos	245	6654,25644	27,14799	
Total	249	8924,03541		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo à 5 % de probabilidade ($p > 0,05$)

APÊNDICE 11 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A RELAÇÃO ALTURA/PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA DAS MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	9079,78808	9079,78808	95,8743 *
Reg. Quadrática	1	1868,77035	1868,77035	19,7325 *
Reg. Cúbica	1	1878,25217	1878,25217	19,8326 *
Reg. 4º grau	1	48,67417	48,67417	0,5140 ns
Tratamentos	4	12875,48477	3218,87119	33,9883
Resíduos	245	23202,76264	94,70515	
Total	249	36078,24741		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo a 5% de probabilidade.

APÊNDICE 12 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE A RELAÇÃO ALTURA/PESO DA MATÉRIA SECA DA PARTE AÉREA MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	4186,28027	4186,28027	23,8480 *
Reg. Quadrática	1	6241,90348	6241,90348	35,5583 *
Reg. Cúbica	1	1138,41203	1138,41203	6,4852 **
Reg. 4º grau	1	83,15210	83,15210	0,4737 ns
Tratamentos	4	11649,74787	2912,43697	16,5913
Resíduos	245	43007,30065	175,54000	
Total	249	54657,04852		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ** - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$); ns – não significativo a 5% de probabilidade.

APÊNDICE 13 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	5,33493	5,33493	85,1334 *
Reg. Quadrática	1	0,62234	0,62234	9,9312 *
Reg. Cúbica	1	0,44042	0,44042	7,0281 *
Reg. 4º grau	1	0,57707	0,57707	9,2088 *
Tratamentos	4	6,97476	1,74369	27,8254
Resíduos	245	15,35305	0,06267	
Total	249	22,32780		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$)

APÊNDICE 14 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012..

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	0,21634	0,21634	2,5572 ns
Reg. Quadrática	1	4,38390	4,38390	51,8201 *
Reg. Cúbica	1	0,53604	0,53604	6,3363 **
Reg. 4º grau	1	0,10000	0,10000	1,1821 ns
Tratamentos	4	5,23628	1,30907	15,4739 --
Resíduos	245	20,72663	0,08460	
Total	249	25,96291		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ** - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$); ns – não significativo a 5% de probabilidade.

APÊNDICE 15 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO FÓSFORO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	2379520,19872	2379520,19872	280,2747 *
Reg. Quadrática	1	241808,12214	241808,12214	28,4817 *
Reg. Cúbica	1	0,52299	0,52299	0,0001 **
Reg. 4º grau	1	39467,11215	39467,11215	4,6487 **
Tratamentos	4	2660795,95601	665198,98900	78,3513 --
Resíduos	245	2080039,67290	8489,95785	
Total	249	4740835,62891		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ** - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$); ns – não significativo a 5% de probabilidade.

APÊNDICE 16 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO FÓSFORO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	1229667,41815	1229667,41815	104,0261 *
Reg. Quadrática	1	1193301,52832	1193301,52832	100,9496 *
Reg. Cúbica	1	3257,76611	3257,76611	0,2756 ns
Reg. 4º grau	1	4151,68312	4151,68312	0,3512 ns
Tratamentos	4	2430378,39571	607594,59893	51,4006
Resíduos	245	2896086,85682	11820,76268	
Total	249	5326465,25253		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

APÊNDICE 17 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO POTÁSSIO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	205232,90289	205232,90289	406,6945 *
Reg. Quadrática	1	5265,03889	5265,03889	10,4333 *
Reg. Cúbica	1	480,57273	480,57273	0,9523 ns
Reg. 4º grau	1	8455,64035	8455,64035	16,7559 *
Tratamentos	4	219434,15485	54858,53871	108,7090
Resíduos	245	123635,95966	504,63657	
Total	249	343070,11451		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

APÊNDICE 18 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO POTÁSSIO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	73778,3828	73778,3828	70,2525 *
Reg. Quadrática	1	106634,4311	106634,4311	101,5384 *
Reg. Cúbica	1	4597,3711	4597,3711	4,3777 **
Reg. 4º grau	1	1785,0025	1785,0025	1,6997 ns
Tratamentos	4	186795,1876	46698,7969	44,4671
Resíduos	245	257296,2110	1050,1886	
Total	249	444091,3986		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ** - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$); ns – não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

APÊNDICE 19 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO SÓDIO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	4410516,1284	4410516,1284	139,0380 *
Reg. Quadrática	1	977741,7598	977741,7598	30,8225 *
Reg. Cúbica	1	9913,8510	9913,8510	0,3125 ns
Reg. 4º grau	1	13854,5055	13854,5055	0,4368 ns
Tratamentos	4	5412026,2449	1353006,5612	42,6525
Resíduos	245	7771804,7843	31721,6512	

Total	249	13183831,0293		
-------	-----	---------------	--	--

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ** - Significativo ao nível de 5 % de probabilidade ($p < 0,05$); ns – não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

APÊNDICE 20 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO SÓDIO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	6448775,8994	6448775,8994	68,2121 *
Reg. Quadrática	1	8796104,1154	8796104,1154	93,0410 *
Reg. Cúbica	1	309294,49763	309294,49763	3,2716 ns
Reg. 4º grau	1	1317507,7069	1317507,7069	13,9360 *
Tratamentos	4	16871682,2194	4217920,5548	44,6151
Resíduos	245	23162328,0312	94540,1144	
Total	249	40034010,2506		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

APÊNDICE 21 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO MAGNÉSIO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011..

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	4953500,73074	4953500,73074	287,8661 *
Reg. Quadrática	1	527709,72260	527709,72260	30,6671 *
Reg. Cúbica	1	466,81559	466,81559	0,0271 ns
Reg. 4º grau	1	12525,07751	12525,07751	0,7279 ns
Tratamentos	4	5494202,34644	1373550,58661	79,8221
Resíduos	245	4215875,64208	17207,65568	
Total	249	9710077,98853		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

APÊNDICE 22 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO MAGNÉSIO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	160001,07367	160001,07367	14,9335 *
Reg. Quadrática	1	503722,96505	503722,96505	47,0144 *
Reg. Cúbica	1	21290,76138	21290,76138	1,9871 ns
Reg. 4º grau	1	2608,13350	2608,13350	0,2434 ns
Tratamentos	4	687622,93360	171905,73340	16,0446
Resíduos	245	2624984,20265	10714,22124	
Total	249	3312607,13625		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

APÊNDICE 23 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO CÁLCIO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 150 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2011.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	488771,39794	488771,39794	256,1020 *

Reg. Quadrática	1	18412,15630	18412,15630	9,6474 *
Reg. Cúbica	1	1740,67068	1740,67068	0,9121 ns
Reg. 4º grau	1	5434,38159	5434,38159	2,8475 ns
Tratamentos	4	514358,60652	128589,65163	67,3772
Resíduos	245	467583,17823	1908,50277	
Total	249	981941,78474		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

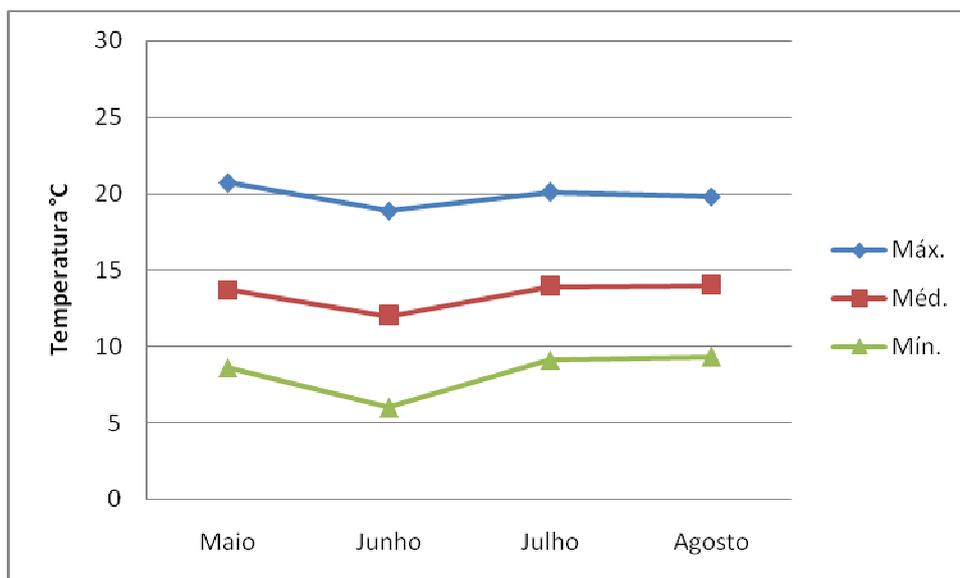
APÊNDICE 24 – ANÁLISE DE REGRESSÃO DO EFEITO DO BACSOL® SOBRE O COEFICIENTE DE UTILIZAÇÃO BIOLÓGICA DO CÁLCIO EM MUDAS DE *Eucalyptus benthamii* AOS 100 DIAS DE IDADE, ENSAIO 2012.

FV	GL	SQ	QM	F
Reg. Linear	1	148794,48346	148794,48346	46,3847 *
Reg. Quadrática	1	234144,43858	234144,43858	72,9915 *
Reg. Cúbica	1	43016,51442	43016,51442	13,4098 *
Reg. 4º grau	1	42267,11308	42267,11308	13,1762 *
Tratamentos	4	46822254955	117055,63739	36,4906
Resíduos	245	785919,07323	3207,83295	
Total	249	1254141,62277		

* - Significativo ao nível de 1 % de probabilidade ($p < 0,01$); ns – não significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

ANEXOS

ANEXO 1 - TEMPERATURAS MENSURADAS NO PERÍODO ENTRE OS MESES DE MAIO À AGOSTO DE 2011, PELA ESTAÇÃO DO SIMEPAR NO MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS – PR.



ANEXO 2 - TEMPERATURAS MENSURADAS NO PERÍODO ENTRE OS MESES DE AGOSTO À NOVEMBRO DE 2012, PELA ESTAÇÃO DO SIMEPAR NO MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS – PR.

