

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE  
*Eucalyptus spp.* NOS PERÍODOS DE INVERNO E DE VERÃO**

**SIMONE FERNANDES CIAVATTA**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP –  
Campus de Botucatu, para obtenção do  
título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU – SP  
Janeiro – 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE  
*Eucalyptus spp.* NOS PERÍODOS DE INVERNO E DE VERÃO**

**SIMONE FERNANDES CIAVATTA**

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Magali Ribeiro da Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP –  
Campus de Botucatu, para obtenção do  
título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU – SP  
Janeiro – 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C566f Ciavatta, Simone Fernandes, 1982-  
Fertirrigação na produção e qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. nos períodos de inverno e de verão / Simone Fernandes Ciavatta. - Botucatu : [s.n.], 2010.  
viii, 90 f. : gráfs., tabs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2010  
Orientador: Magali Ribeiro da Silva  
Inclui bibliografia.

1.Viveiro florestal. 2. Nutrição. 3. Eucalipto. I. Silva, Magali Ribeiro da. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU  
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE  
Eucalyptus spp. NOS PERÍODOS DE INVERNO E DE VERÃO**

ALUNA: SIMONE FERNANDES CIAVATTA

ORIENTADORA: PROFA. DRA. MAGALI RIBEIRO DA SILVA

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. MAGALI RIBEIRO DA SILVA

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES

  
\_\_\_\_\_  
DR. CARLOS MARCHESI DE CARVALHO

Data da Realização: 25 de janeiro 2010.

Ao meu companheiro  
Diógenes Corrêa Canoza  
por ter sido minha rocha forte  
mesmo na distância.

**OFEREÇO**

Aos meus pais José Hugo e Neuza,  
meus irmãos Michele e Eduardo.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela proteção diária e por permitir a conclusão de mais uma etapa profissional da minha vida.

A toda minha família, pelo amor, afeto e apoio diário.

Ao meu namorado Diógenes, pelo carinho, compreensão e companheirismo nessa fase de minha vida.

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Magali Ribeiro da Silva, por ter aceitado me orientar, pelo exemplo, pela atenção, pela amizade, pela confiança depositada, pela orientação, por toda contribuição nesse trabalho.

Ao Danilo Simões, pela ajuda nas estatísticas dos dados deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Iraê Amaral Guerrini e à Dr<sup>ª</sup>. Jane Luísa Wadas Lopes, pela participação no exame de qualificação, pelas correções e sugestões que contribuíram para aprimorar esse trabalho.

Às minhas amigas que compartilharam momentos de alegria na república, companheirismo diário e que moram em meu coração: Danila Monte Conceição, Andrea Carvalho, Susiane de Moura Cardoso e Marina Bragion Fiamengui.

Aos meus amigos que fiz em Botucatu, em especial: Adílson, Adriana, Bárbara, Edilene, Edvar, Emi, Felipe, Francine, José, Juracy, Laerte, Luis, Manoel, Karina, Idiana, Rigléia, Rose e Thaise.

Aos funcionários da UNESP: Claudinho, Dicão, João e Martinelli.

Aos estagiários que ajudaram neste trabalho: Bonsai, Jenipapo, Phelps, Metro e meio, Mulungu, Pomada, Siamesa e Xorô.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu (FCA/UNESP), pela oportunidade de aprendizado e por proporcionar a estrutura física para realização deste trabalho.

À CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado.

**“Antes de sentirmos que somos bons mestres, estejamos  
seguros de que somos bons estudantes”**

**Pitágoras**

## SUMÁRIO

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| LISTA DE FIGURAS.....                                      | I             |
| LISTA DE TABELAS.....                                      | II            |
| RESUMO.....  | V             |
| SUMMARY.....   | VII           |
| 1 INTRODUÇÃO.....  | 9             |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA.....                               | 11            |
| 2.1 Eucalipto.....   | 11            |
| 2.2 Fertirrigação.....                                     | 13            |
| 2.3 Substrato.....   | 17            |
| 2.4 Qualidade de mudas florestais.....                     | 21            |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS.....                                  | 24            |
| 3.1 Local e Época.....                                     | 24            |
| 3.2 Estrutura física.....                                  | 24            |
| 3.3 Espécies.....  | 25            |
| 3.4 Insumos.....   | 25            |
| 3.4.1 Embalagens.....                                      | 25            |
| 3.4.2 Substrato.....                                       | 26            |
| 3.4.3 Adubos.....  | 26            |
| 3.5 Delineamento estatístico.....                          | 26            |
| 3.5.1 Tratamentos.....                                     | 27            |
| 3.6 Metodologia.....                                       | 28            |
| 3.7 Avaliações do experimento.....                         | 31            |
| 3.7.1 Análise da solução de fertirrigação.....             | 31            |
| 3.7.2 Análise química do substrato.....                    | 33            |
| 3.7.3 Análise da planta.....                               | 34            |
| 3.7.3.1 Determinação das características morfológicas..... | 34            |
| a) Não-destrutiva.....                                     | 34            |
| b) Destrutiva.....   | 34            |
| 3.7.3.2 Determinação das características fisiológicas..... | 34            |
| 3.7.3.3 Determinação das características nutricionais..... | 34            |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....                             | 36            |

|   |    |
|---|----|
| 4.1 Experimento de inverno.....   | 36 |
| 4.1.1 Caracterização química do substrato.....  | 36 |
| 4.1.2 Análise da planta.....  | 37 |
| - <i>Eucalyptus grandis</i> .....   | 37 |
| 4.1.2.1 Caracterização morfológica.....   | 37 |
| a) Não-destrutiva.....  | 37 |
| b) Destrutiva.....  | 38 |
| 4.1.2.2 Caracterização fisiológica.....   | 41 |
| - <i>Eucalyptus grandis</i> .....   | 41 |
| 4.1.2.3 Caracterização nutricional.....   | 41 |
| a) Teores de macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> ).....   | 41 |
| b) Teores de micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> ) .....   | 43 |
| c) Conteúdo de macronutrientes (mg planta <sup>-1</sup> ).....  | 44 |
| d) Conteúdo de micronutrientes (ug planta <sup>-1</sup> ).....  | 45 |
| 4.2 Experimento de verão.....   | 46 |
| 4.2.1 Caracterização química do substrato.....  | 46 |
| 4.2.2 Análise da planta.....  | 47 |
| - <i>Eucalyptus grandis</i> .....   | 47 |
| 4.2.2.1 Caracterização morfológica.....   | 47 |
| a) Não-destrutiva.....  | 47 |
| b) Destrutiva.....  | 49 |
| - <i>Eucalyptus urophylla</i> .....   | 50 |
| 4.2.2.1.2 Caracterização morfológica.....   | 50 |
| a) Não-destrutiva.....  | 50 |
| b) Destrutiva.....  | 51 |
| - <i>Eucalyptus grandis</i> vs. <i>Eucalyptus urophylla</i> ( <i>Eucalyptus</i><br><i>urograndis</i> )..... | 53 |
| 4.2.2.1.3 Caracterização morfológica.....   | 53 |
| a) Não-destrutiva.....  | 53 |
| b) Destrutiva.....  | 54 |
| 4.2.2.2 Caracterização fisiológica.....   | 56 |
| 4.2.2.3 Caracterização nutricional.....   | 58 |
| a) Teores de macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> ).....   | 58 |
| - <i>Eucalyptus grandis</i> .....   | 58 |
| - <i>Eucalyptus urophylla</i> .....   | 59 |
| - <i>Eucalyptus urograndis</i> .....  | 60 |



|   |   |    |
|---|---|----|
|   | b) Teores de micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> ).....  | 61 |
|   | - <i>Eucalyptus grandis</i> .....   | 61 |
|   | - <i>Eucalyptus urophylla</i> .....   | 62 |
|   | - <i>Eucalyptus grandis</i> vs. <i>Eucalyptus urophylla</i> ( <i>Eucalyptus</i><br><i>urograndis</i> )..... | 63 |
|   | c) Conteúdo de macronutrientes (mg planta <sup>-1</sup> ).....  | 63 |
|   | - <i>Eucalyptus grandis</i> .....   | 63 |
|   | - <i>Eucalyptus urophylla</i> .....   | 65 |
|   | - <i>Eucalyptus grandis</i> vs. <i>Eucalyptus urophylla</i> ( <i>Eucalyptus</i><br><i>urograndis</i> )..... | 65 |
|   | d) Conteúdo de micronutrientes (ug planta <sup>-1</sup> ).....  | 66 |
|   | - <i>Eucalyptus grandis</i> .....   | 66 |
|   | - <i>Eucalyptus urophylla</i> .....   | 67 |
|   | - <i>Eucalyptus grandis</i> vs. <i>Eucalyptus urophylla</i> ( <i>Eucalyptus</i><br><i>urograndis</i> )..... | 67 |
| 5 | CONCLUSÕES.....   | 69 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 71 |
|   | ANEXO I.....  | 83 |
|   | ANEXO II.....   | 84 |

**LISTA DE FIGURAS**

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| Figura 1: Crescimento em altura das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no inverno, em função dos diferentes tratamentos.....    | 38            |
| Figura 2: Crescimento em diâmetro das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no inverno, em função dos diferentes tratamentos.....  | 38            |
| Figura 3: Crescimento em altura das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos.....      | 48            |
| Figura 4: Crescimento em diâmetro das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos.....    | 48            |
| Figura 5: Crescimento em altura das mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos.....    | 51            |
| Figura 6: Crescimento em diâmetro das mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos.....  | 51            |
| Figura 7: Crescimento em altura das mudas de <i>Eucalyptus urograndis</i> , produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos.....   | 54            |
| Figura 8: Crescimento em diâmetro das mudas de <i>Eucalyptus urograndis</i> , produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos..... | 54            |

## LISTA DE TABELAS

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Tabela 1: Soluções aplicadas nas fases de crescimento nos períodos de inverno e verão para os tratamentos.....  | 27            |
| Tabela 2: Valores de pH e EC da solução de fertirrigação nas fases de crescimento e rustificação no período de inverno para os tratamentos em mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> .....  | 31            |
| Tabela 3: Valores de pH e EC da solução de fertirrigação nas fases de crescimento e rustificação no período de verão para os tratamentos em mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Eucalyptus urophylla</i> e <i>Eucalyptus urograndis</i> ..... | 32            |
| Tabela 4: Caracterização química do substrato utilizado para formação das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> no período de inverno.....   | 36            |
| Tabela 5: Caracterização morfológica das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 115 dias após semeadura, produzidas no inverno, em função dos tratamentos.....  | 40            |
| Tabela 6: Qualidade do sistema radicular das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 115 dias após semeadura, produzidas no inverno, em função dos tratamentos.....  | 40            |
| Tabela 7: Caracterização fisiológica das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 115 dias após semeadura, produzidas no inverno, em função dos tratamentos.....  | 41            |
| Tabela 8: Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no inverno, em função dos tratamentos.....  | 43            |
| Tabela 9: Teores de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no inverno, em função dos tratamentos.....   | 44            |
| Tabela 10: Conteúdo de macronutrientes ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no inverno, em função dos tratamentos.....  | 45            |
| Tabela 11: Conteúdo de micronutrientes ( $\text{ug planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no inverno, em função dos tratamentos.....  | 46            |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 12: Caracterização química do substrato utilizado para formação das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Eucalyptus urophylla</i> e <i>Eucalyptus urograndis</i> no período de verão..... | 47 |
| Tabela 13: Caracterização morfológica das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 105 dias após semeadura, produzidas no verão, em função dos tratamentos.....                                     | 49 |
| Tabela 14: Qualidade do sistema radicular das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 105 dias após semeadura, produzidas no verão, em função dos tratamentos.....                                 | 50 |
| Tabela 15: Caracterização morfológica das mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , aos 112 dias após semeadura, produzidas no verão, em função dos tratamentos.....                                   | 52 |
| Tabela 16: Qualidade do sistema radicular das mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , aos 112 dias após semeadura, produzidas no verão, em função dos tratamentos.....                               | 53 |
| Tabela 17: Caracterização morfológica das mudas de <i>Eucalyptus urograndis</i> , aos 105 dias após estaqueamento, produzidas no verão, em função dos tratamentos.....                              | 55 |
| Tabela 18: Qualidade do sistema radicular das mudas de <i>Eucalyptus urograndis</i> , aos 105 dias após estaqueamento, produzidas no verão, em função dos tratamentos.....                          | 56 |
| Tabela 19: Caracterização fisiológica das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Eucalyptus urophylla</i> e <i>Eucalyptus urograndis</i> produzidas no verão, em função dos tratamentos.....       | 57 |
| Tabela 20: Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos...       | 59 |
| Tabela 21: Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos.....   | 60 |
| Tabela 22: Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus urograndis</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos.....  | 61 |
| Tabela 23: Teores de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos...      | 62 |
| Tabela 24: Teores de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos.....  | 62 |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 25: Teores de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus urograndis</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos.....         | 63 |
| Tabela 26: Conteúdo de macronutrientes ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos.....      | 64 |
| Tabela 27: Conteúdo de macronutrientes ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos.....    | 65 |
| Tabela 28: Conteúdo de macronutrientes ( $\text{mg planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus urograndis</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos.....   | 66 |
| Tabela 29: Conteúdo de micronutrientes ( $\mu\text{g planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos.....    | 67 |
| Tabela 30: Conteúdo de micronutrientes ( $\mu\text{g planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos.....  | 68 |
| Tabela 31: Conteúdo de micronutrientes ( $\mu\text{g planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de <i>Eucalyptus urograndis</i> , produzidas no verão, em função dos tratamentos..... | 68 |

**FERTIRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE *Eucalyptus spp.* NOS PERÍODOS DE INVERNO E DE VERÃO.** Botucatu, 2009. 82p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autora: SIMONE FERNANDES CIAVATTA

Orientadora: MAGALI RIBEIRO DA SILVA

## RESUMO

Este estudo teve por objetivo verificar a influência do fracionamento da adubação na produção e qualidade de mudas de *Eucalyptus spp.* nos períodos de inverno e verão. O experimento foi conduzido no Viveiro do Departamento de Recursos Naturais / Setor de Ciências Florestais, na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da UNESP, no município de Botucatu - SP. As espécies estudadas foram: no inverno, o *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden e no verão o *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden, o *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e o híbrido *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla* (*Eucalyptus urograndis*). O substrato usado foi o produto comercial denominado Mec Plant® - Florestal 3. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos caracterizados pelas frequências de adubações, sendo T1 a T4 respectivamente, mudas fertirrigadas semanalmente, duas e três vezes na semana e diariamente. Os tratamentos foram constituídos por 5 repetições de 48 plantas cada, sendo as 24 e 12 centrais, respectivamente, para o experimento de inverno e verão, as consideradas úteis para as avaliações. Foram avaliadas as seguintes características nas mudas: altura da parte aérea (H); diâmetro de coleto (DC); massas de matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e total (MST); estruturação das raízes; transpiração; teores e acúmulos de macro e micronutrientes da parte aérea e radicular. Concluiu-se que, para o período de inverno, a adubação mais frequente, conseqüentemente a mais diluída, proporcionou um melhor desenvolvimento e qualidade da muda, embora a transpiração tenha sido superior para esse tratamento. Para o período de verão, o híbrido *E. urograndis* não teve seu desenvolvimento

e qualidade influenciados pelo fracionamento da adubação. Para as espécies *E. grandis* e *E. urophylla* o tratamento com a solução mais concentrada produziu mudas com melhores qualidades morfofisiológicas. Tanto no inverno quanto no verão as respostas nutricionais foram variadas, mas não foram observados sintomas característicos de deficiências ou toxidez nas mudas.

**Palavras-chave:** viveiro florestal, nutrição, eucalipto

**FERTIRRIGATION ON PRODUCTION AND QUALITY OF *Eucalyptus* spp. SEEDLINGS ON SUMMER AND WINTER PERIODS.** Botucatu, 2009. 82p.

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: SIMONE FERNANDES CIAVATTA

Adviser: MAGALI RIBEIRO DA SILVA

## **SUMMARY**

The present study had for object to verify the influence of fertilization fraction in the production and quality of *Eucalyptus* spp. seedlings in winter and summer periods. The experiment was conducted in the nursery of the Natural Resources Department/ Forest Science Section, in Lageado Experimental Farm, belonging to the Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) of UNESP, localized in Botucatu - SP. The studied species were: *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden (in winter and summer periods), *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake (in summer periods) and the hybrid *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla* (*Eucalyptus urograndis*) (in summer periods). It was used the commercial product Mec Plant® - Forest 3 as growing medium. The experiment was completely randomized compounded by 4 treatments, characterized by the frequencies of fertilizations, being T1 to T4 respectively, seedlings fertirrigated weekly, two times in the week, three times in the week and daily. The treatments were made by 5 repetitions of 48 plants each, being 24 and 12 centers, respectively, for the experiment of winter and summer, considered useful for the evaluations. The seedlings were evaluated as: aerial part height (H); diameter of collect (DC); aerial part dry mass matter (MSA), roots dry mass matter (MSR) and total dry mass matter (MST); roots structuring; transpiration; tenor and accumulation of macro and micro nutrients of aerial and root parts. It was concluded that the more frequent fertilization, consequently, more dilute solution, provided a better development and seedlings quality, although the superior transpiration for this treatment. For the summer period, the hybrid *E. urograndis* did not have is quality and development influenced by the fractionating of the fertilization. For *E. grandis* and *E. urophylla* species



the treatment with the more concentrated solution, produced better morphological quality seedlings. Both winter and summer, the nutritional answers were varied, but there were not observed characteristic symptoms of deficiencies or toxicity in seedlings.

**Keywords:** nursery, nutrition, eucalyptus.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a área de florestas plantadas do gênero *Eucalyptus* é de 4,26 milhões de hectares (ABRAF, 2009). Com o crescimento rápido e por apresentar boa adaptação às condições edafoclimáticas do país, a cultura do eucalipto possui ciclo de corte relativamente curto (BARRETO et al., 2007) e alta produtividade. Ainda, segundo a ABRAF (2009), as florestas de eucalipto com produtividades médias de  $35 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  sequestram aproximadamente 200 toneladas de  $\text{CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , o que é altamente significativo, uma vez que o preço da tonelada de  $\text{CO}_2$  no mercado europeu é de 9 a 11 euros.

Dentro do processo de produção de florestas com alta produtividade, a formação de mudas é uma etapa primordial e, portanto, justifica-se o número crescente de pesquisas na área de viveiros florestais. Na busca por mudas de qualidade, diversos insumos e manejos são usados no processo de produção, o que produz resultados diferenciados, já que os fatores se interagem. Os manejos de irrigação e de adubação devem ser adequados ao local em que o viveiro se encontra, à época do ano, ao tipo de embalagem e ao substrato.

Nos viveiros florestais de grande porte, a adubação geralmente por fertirrigação é a mais habitual. Tanto a praticidade quanto a possibilidade de fracionamento da adubação fazem da fertirrigação uma técnica muito interessante para uso no processo de produção de mudas (desenvolvimento rápido e controlado das mudas) (AUGUSTO et al., 2007). Para garantir o sucesso dessa técnica é necessário conhecer alguns fatores envolvidos, como a solubilidade, as fontes mais adequadas dos fertilizantes, a frequência de aplicação e a concentração dos nutrientes na solução nutritiva.

De uma forma geral, a literatura informa que quanto maior a frequência de adubação (soluções mais diluídas) melhor é o desenvolvimento da planta. Adubações feitas com intervalos de tempo maior, mesmo que com altas concentrações dos nutrientes não são tão efetivas quanto à anteriormente citada. Na prática dos viveiros comerciais, o manejo nutricional é alterado em função da fase de desenvolvimento das mudas e da época do ano. No período de verão, a solução nutritiva é menos concentrada que no inverno, apesar de que são poucos os estudos que nos fornecem informações a esse respeito.

Dessa forma, este estudo teve por objetivo verificar a influência do fracionamento da adubação na produção e na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, sob condições de inverno e de verão e de *Eucalyptus urophylla* e do híbrido *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla*, sob condições de verão.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Eucalipto

No Brasil, a área de florestas plantadas do gênero *Eucalyptus* é de 4,26 milhões de hectares (ABRAF, 2009). Com o crescimento rápido e por apresentar boa adaptação às condições edafoclimáticas do país, a cultura do eucalipto possui ciclo de corte relativamente curto e alta produtividade, comparando com as espécies florestais nativas (BARRETO et al., 2007). Na questão ambiental, essas plantações têm efeito na redução da exploração predatória de florestas nativas (GONÇALVES & VALERI, 2001), além de serem aliadas à preservação das florestas nativas por absorverem 200 milhões de toneladas de carbono ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, quando atingem produtividade média de 35 toneladas ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (ABRAF, 2009).

A importância econômica das florestas plantadas, especialmente de eucaliptos, responde a US\$ 21 bilhões no setor industrial florestal (LIMA et al., 2005), o que corresponde a 4 % do PIB Nacional (SBS, 2008) e garante uma empregabilidade de 10,5% da população economicamente ativa, entre empregos diretos e indiretos (PACHECO, 2008).

Os Estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo são responsáveis por 77% da produção de eucalipto, tendo uma produtividade de 41 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e com expectativa de atingir 55 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em 2010 (ABRAF, 2009).

Em 2008, a produção florestal sustentada no Brasil, atingiu uma estimativa de 230,6 milhões de m<sup>3</sup> ano<sup>-1</sup>, sendo que o eucalipto representa 76% da

produção sustentada total de madeira enquanto o pinus corresponde a 24% (ABRAF, 2009).

A cultura do eucalipto concentra-se no Brasil em solos de baixa fertilidade (baixa disponibilidade de nutrientes no solo, especialmente K, Ca e Mg) (LEITE, 2001), como os Neossolos Quartzarênicos e Latossolos de textura média, onde as adubações com macro e micronutrientes são necessárias para que produtividades econômicas sejam alcançadas. Por isso, informações básicas sobre nutrição mineral assumem grande importância, principalmente quando se visa à utilização mais adequada dos fertilizantes em função das exigências nutricionais do *Eucalyptus* spp. (SGARBI et al., 1999).

Com o aumento anual do consumo de papel e celulose no Brasil, foram necessários investimentos na indústria, na compra de terras e reflorestamentos, e o aumento da produtividade dos reflorestamentos se tornou possível devido às pesquisas nas diversas áreas da silvicultura como o melhoramento genético, viveiros, implantação, adubação, proteção (SILVA et al., 2004).

O *Eucalyptus grandis* é conhecido como eucalipto-rosa, pertencente às Angiospermas - Myrtaceae, originária da Austrália, de 20-40 m de altura, com tronco retilíneo, copa aberta ou alongada. Multiplica-se por sementes ou por estacas (LORENZI, 2003). É a espécie florestal mais plantada no Brasil, tem importância estratégica na economia do país, devido ao seu potencial produtivo e às características da madeira (AUGUSTO et al., 2007). Esta é utilizada para produção de celulose e papel, painéis de fibra e aglomerado, combustível industrial e doméstico e produtos de serraria (BARREIROS et al., 2007). Sua madeira é leve e fácil de ser trabalhada, sendo que, na Austrália e na África do Sul é intensamente utilizada como madeira para construções (plantios de ciclo longo) e para caixotaria (plantios de ciclo curto) (VIEIRA & FERNANDES, 1999). Trata-se de uma espécie suscetível ao cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*), cuja ocorrência está relacionada à intensidade de deficiência hídrica, sendo mais resistente que o *Eucalyptus saligna* e menos resistente que o *Eucalyptus urophylla* (VIEIRA & FERNANDES, 1999). Segundo MORA e GARCIA (2000) é uma espécie que possui um incremento volumétrico superior às demais espécies, sendo assim, muito usada na obtenção de híbridos e para multiplicação clonal de árvores selecionadas.

O *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, é conhecido como eucalipto-do-timor e eucalipto-tropical, pertencente às Angiospermas - Myrtaceae (MORA & GARCIA, 2000), apresenta fuste com boa forma, podendo atingir de 30 a 60 metros de altura, com densidade básica ao redor de 0,5 g cm<sup>-3</sup>, responde ao espaçamento e adubação, e possui resistência ao déficit hídrico e ao cancro do eucalipto (FERREIRA, 1992).

Os primeiros trabalhos de propagação vegetativa a partir de estacas coletadas de brotações de cepas de eucalipto aconteceram em 1974 (LOPES, 2008). Já em 1979, ocorreu a primeira plantação clonal, no estado do Espírito Santo, com o híbrido de *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla* (RUY, 1998). Mas foi na década de 1990 que o híbrido *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla* impulsionou o ritmo de crescimento florestal, bem como a qualidade mais homogênea das florestas plantadas (LOPES, 2008).

Então, o objetivo do cruzamento destas duas espécies foi de obter plantas com um bom crescimento (característica do *Eucalyptus grandis*) com um aumento da densidade da madeira, melhorando o rendimento e propriedades físicas da celulose (características do *Eucalyptus urophylla*) (CARVALHO, 2000). Assim, com a obtenção de mudas clonais ocorre a melhoria dos processos de produção florestal, em nível de viveiro e campo, com povoamentos mais produtivos, mais uniformes e com possibilidade de melhores características dos produtos finais (WENDLING et al., 2003).

## 2.2 Fertirrigação

Com o aumento do uso da irrigação localizada nos últimos anos no Brasil, a técnica de fertirrigação teve um avanço considerável e têm procurado dar resposta às demandas do campo, pois essa técnica se mostrou efetiva no aumento de produtividade, e assim, no lucro obtido pelos produtores (VILLAS BOAS & SOUZA, 2008).

Segundo Oliveira et al., (2007) a fertirrigação é a aplicação localizada de fertilizantes via água de irrigação, sendo uma técnica que implica no uso racional de fertilizantes em agricultura irrigada, uma vez que aumenta a eficiência de seu uso (as perdas por evaporação superficial são reduzidas), reduz mão-de-obra e o custo com máquinas, além de flexibilizar a época de aplicação, podendo as doses recomendadas serem fracionadas, conforme a necessidade da cultura. É uma prática usada em grande escala nos países e regiões onde a agricultura irrigada é desenvolvida.

O mesmo autor cita que a fertirrigação apresenta as seguintes vantagens: atende às necessidades nutricionais da cultura de acordo com a absorção dos nutrientes; aplicação dos nutrientes restrita ao volume molhado (no caso de usar uma irrigação localizada, aumentando a eficiência de aproveitamento de nutrientes), onde se encontra a região de maior atividade das raízes; quantidades e concentrações dos nutrientes podem ser adaptadas à necessidade da planta, em função de seu estágio fenológico e das condições climáticas; dossel vegetal é mantido seco, reduzindo a incidência de patógenos e queima das folhas. Como desvantagens apresentam: retorno do fluxo de solução à fonte de água, podendo provocar contaminação; possibilidades de entupimento dos tubos emissores, possibilidades de contaminação do manancial subsuperficial ou subterrâneo. Villas Boas e Souza (2008) citam como desvantagem o fato de que, se o técnico não for capacitado para usar a técnica de fertirrigação de modo adequado, vai ter erros na aplicação de excesso de adubação e no uso de algumas recomendações, sem considerar as condições de solo e clima em que esta técnica está sendo realizada.

A fertirrigação permite manter a disponibilidade de água e nutrientes próxima dos valores considerados ótimos ao crescimento e à produtividade da cultura. Sendo assim, a quantidade de nutrientes, parcelada ou não, deve ajustar-se às necessidades da cultura ao longo das fases de desenvolvimento (FERNANDES et al., 2002), sempre mantendo uma concentração salina da solução nutritiva que não prejudique o fluxo de absorção de água pela planta, não afetando o potencial osmótico em torno das raízes (ANDRIOLO et al., 2005).

Os métodos mais comuns de injeção podem ser agrupados nas categorias: por gravidade, pressão diferencial, pressão positiva e pressão negativa, sendo o segundo e o último método os mais utilizados (OLIVEIRA et al., 2007). Quando se utiliza recipientes menores, como tubetes ou vasos, a aplicação da solução nutritiva deverá ser através de gotejadores individuais (em vasos), por inundação (“ebb flow”), aspersão, sistema de barras ou manualmente com regador (HIGASHI & SILVEIRA, 2004).

No Brasil, a aspersão é o sistema de irrigação mais utilizado em viveiros (sendo um sistema que gera grandes desperdícios de água em relação a ventos, espaços vazios e a má distribuição dos aspersores em relação às mudas). Assim, por volta do ano 2000 surgiu uma alternativa para economia de água que é o sistema de irrigação por subsuperfície, um sistema eficiente para um rápido e controlado desenvolvimento das mudas (AUGUSTO et al., 2007).

O sistema de irrigação por subsuperfície apresenta vantagens, sendo um sistema que garante melhor uniformização e eficiência na aplicação da água (maior economia), custos de manutenção são baixos, influência nula de vento, permite o fluxo da água às raízes das mudas por capilaridade, com um tempo mínimo considerado para que a água chegue à superfície do recipiente, que irá variar com a altura da coluna de água e o estágio de desenvolvimento da planta, entre espécies, tipo de substrato e época do ano (microclima) (LOPES, 2008). O fornecimento de solução nutritiva na irrigação por subsuperfície se dá através de um sistema automatizado ou manual de fertirrigação por capilaridade, quando o sistema radicular das mudas entra em contato com a solução nutritiva (TITON, 2001). A presença de organismos anaeróbicos (prejudiciais para as plantas) é comum em sistemas de irrigação por subsuperfície, quando a água utilizada não é reciclada constantemente (LOPES, 2008) e além dessa desvantagem, há problemas com a fitossanidade (quando folhas velhas caem, favorecendo as doenças por fungos e bactérias), ao longo do tempo todos os recipientes têm que receber quantidade de água de forma igual, pois a acomodação do substrato e o desenvolvimento das plantas podem prejudicar a capilaridade, assim a qualidade da irrigação e da adubação (LOPES, 2007).

Existem vários fertilizantes que podem ser utilizados via água de irrigação, levando em consideração: solubilidade em água (rápida e completa); elevada pureza; poder acidificador, baixo poder corrosivo; baixos riscos de salinidade do solo (OLIVEIRA et al., 2007), compatibilidade de mistura, preço (baixo custo), alta concentração, disponibilidade no mercado, facilidade de manuseio (menor número de produtos aplicados, menor ocorrência de erro na pesagem, no controle de estoque, etc.), facilidade de armazenamento, baixa toxicidade, baixa volatilidade, informação de pesquisa disponível e índice de acidez (HIGASHI & SILVEIRA, 2004). Nos últimos anos, houve um aumento de empresas que fornecem adubos mais purificados (essenciais para o uso de fertirrigação) e a custos mais competitivos, encontrando no mercado adubos simples ou misturas (formulados) (VILLAS BOAS & SOUZA, 2008).

A quantidade do nutriente aplicada e a escolha da fonte de fertilizante variam em função da espécie, da época do ano, do tipo de substrato, além de ser uma questão econômica (SILVEIRA et al., 2001). Quando a aplicação é feita em elevadas doses de nutrientes às mudas, deve-se proceder a lavagem com água para evitar a fitotoxicidade, principalmente a “queima” das folhas. É recomendado que a fertirrigação seja feita na última aplicação do dia, pois a aplicação dos adubos no início do dia é pouco



aproveitada pelas plantas, ocorrendo lixiviação dos nutrientes do sistema e as doses de adubos na fertirrigação utilizadas durante o inverno são de 15 a 20% maiores que as usadas no verão (HIGASHI & SILVEIRA, 2004).

Das principais fontes de N, o nitrato de amônio (32% de N) é o mais solúvel, seguido pelo nitrato de cálcio (15,5% de N) e a uréia. A fonte de N com maior mobilidade é o sulfato de amônio (20% de N); de K é o cloreto de potássio (58% de  $K_2O$ ), seguido pelo nitrato de potássio e pelo sulfato de potássio. O P nas formas de fosfato mono-amônico (MAP) e ácido fosfórico são os mais solúveis. Este último, apesar do risco de corrosão em condutos metálicos, não causa problemas de entupimento nos emissores, mas deve-se evitar a aplicação simultânea de fertilizantes fosfatados com nitrocálcio e uréia (OLIVEIRA et al., 2007).

No Brasil, algumas empresas começarão a utilizar softwares de manejo de irrigação e fertirrigação na produção de frutas, flores e hortícolas com objetivos de registrar e monitorar as operações do sistema, além de possuírem sensores de umidade e de condutividade elétrica (EC) que enviam dados "on line" via ondas de rádio para um PC no escritório, assim, permitindo maior agilidade e uma melhor correção para questões de manejo (VILLAS BOAS & SOUZA, 2008).

De acordo com Oliveira et al. (2007) o pH da solução deve ser mantido entre 5 e 6,5, sendo que, acima de 7,5, pode ocorrer precipitação de carbonatos de Ca e Mg, causando entupimento nas linhas. A condutividade elétrica da solução deve ser mantida entre 1,44 e 2,88 dS  $m^{-1}$ , para evitar riscos de salinização, dependendo da sua cultura. Quando a solução nutritiva apresentar um EC acima do ideal para sua cultura, alteram-se as fontes e as quantidades de fertilizantes aplicadas (VILLAS BOAS & SOUZA, 2008).

Atualmente há tabelas para interpretação dos valores de concentração de nutrientes nas folhas e outros órgãos das plantas como indicativos para modificar a adubação, de modo a alcançar os valores adequados para sua cultura. Para culturas de ciclo mais longo a análise química permite redefinir a dosagem e, com coletas de folhas para análises, até num intervalo mensal, porém em culturas de ciclo curto, a análise foliar irá permitir um ajuste de adubação para o próximo cultivo (VILLAS BOAS & SOUZA, 2008).

### 2.3 Substrato

Com a introdução dos tubetes no Brasil na década de 80 por Campinhos Jr. e Ikemori (1983), houve a necessidade de se usar substratos na produção, a exemplo do que já ocorria em outros países. Assim, começou-se a usar na época vermiculita expandida como substrato (LOPES, 2008). O termo substrato é definido na legislação brasileira (ABREU, 2006) como o meio em que as raízes se desenvolve, é composto por uma fração sólida (forma e tamanho), por uma superfície específica e característica de interação com a água (molhabilidade) e por uma geometria do espaço poroso formado entre essas partículas (GRUSZYNSKI, 2002). Também pode ser definido como qualquer material usado com a finalidade de servir de base para o desenvolvimento de uma planta, servindo não apenas como suporte físico, mas também como fornecedor de nutrientes para a muda em formação (PASQUAL et al., 2001). Não devem ser confundidos como condicionadores de solos (produtos adicionados ao solo, que propiciam melhoria em suas propriedades) (KÄMPF, 2000). Dessa forma, um bom substrato é aquele que proporciona condições adequadas à germinação e ao desenvolvimento do sistema radicular da muda em formação (RAMOS et al., 2000).

Encontrar um material com todas as características para atender às condições para o ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas é bem difícil (SOUZA et al., 1995). Sendo assim, o substrato poderá ser formado de solo mineral ou pode ser orgânico composto de um ou de diversos materiais ou misturas como, por exemplo, a casca de arroz (*in natura*, carbonizada ou queimada), espuma fenólica, areia, produtos da madeira, como serragem e maravalha, compostos de lixo domiciliar urbano, compostos de restos de poda, vermicomposto, fibra de coco semidecomposta e lã-de-rocha (BURGER et al., 1997; FONTENO, 1996; KÄMPF, 2000; PUCHALSKI, 1999; SCHIE, 1999; VERDONCK, 1984), vermiculita, cascas de eucalipto ou de pinus decompostas, húmus de minhoca ou cinza de caldeira (SILVEIRA et al., 2001).

Segundo Wendling e Gatto (2002), o tipo de substrato utilizado na produção de mudas é fundamental para determinar a frequência de irrigação e o volume de água a ser aplicado. Para substratos com menor capacidade de retenção de água (casca de arroz carbonizada, areia, moinha de carvão, etc.), a irrigação deve ser mais frequente do que naqueles com maior capacidade de retenção (terra do subsolo, composto orgânico, húmus, fibra de coco, etc).

Uma das composições mais utilizadas na produção de mudas de *Eucalyptus* é: 50% de casca de eucalipto ou de pinus decompostas + 30% de casca de arroz carbonizada + 20% de vermiculita (SILVEIRA et al., 2001). Nesse caso, a casca de pinus decomposta e a vermiculita são misturadas com a casca de arroz carbonizada ou à crua sempre com a função de retenção de água (LOPES, 2008). Gonçalves e Poggiani (1996) relataram que a mistura de substratos de um mesmo grupo não resulta em grandes alterações das características do produto obtido. Recomendam o uso de, no máximo, três componentes em uma mistura de substratos para propagação de mudas florestais. Para esses autores os substratos adequados para a propagação de mudas via semente e estaca podem ser obtidos a partir da mistura de 70 a 80 % de um componente orgânico (esterco de bovino, casca de eucalipto ou pinus, bagaço de cana, lixo urbano, outros resíduos e húmus de minhoca), com 20 a 30 % de um componente usado para elevar a macroporosidade (casca de arroz carbonizada, cinza de caldeira de biomassa, bagaço de cana compostado).

As características físicas e químicas do substrato são fundamentais para sua escolha (conhecimento da qualidade dos materiais que serão empregados na sua composição), observando suas características, a espécie a ser plantada, além dos aspectos econômicos (FONSECA, 2001). As principais características de um bom substrato são: baixo custo, disponibilidade (principalmente próximas às regiões de consumo), não sofrer alterações quando armazenado e quando submetido à esterilização, ser isento de pragas e organismos patogênicos (SANTOS et al., 2000), não conter substâncias tóxicas, ser uniforme em toda sua extensão, de fácil manuseio, adequado ao cultivo de várias espécies (SALVADOR, 2000) e capaz de favorecer a atividade fisiológica das raízes (GONÇALVES et al., 2000).

Quanto às propriedades físicas, a densidade do substrato deve ser essencialmente baixa, boa porosidade, boa capacidade de aeração e a retenção de água (água disponível às plantas) são as mais importantes. Segundo KÄMPF (2000), quanto mais alta a densidade, maiores são as limitações no crescimento ou, no mínimo eleva-se o custo do transporte dos recipientes. Por isso, caracterizar fisicamente os substratos permite conhecer a distribuição de sólidos, de água e de ar, estabelecendo assim o manejo da irrigação (TERES et al., 1995). Por sua vez, as características dos substratos são altamente correlacionadas entre si: a macroporosidade com aeração e drenagem, e a microporosidade com a retenção de água e nutrientes (CALDEIRA et al., 2000; GONÇALVES & POGGIANI, 1996). Substratos que apresentam umidade ideal, ou seja, uma boa proporção

entre as fases sólida e líquida favorecem a germinação das sementes e o desenvolvimento das raízes, e quando em excesso, são prejudiciais, diminuindo assim a aeração do substrato e levando até a podridão das raízes (fungos e bactérias) (CARNEIRO, 1995; ANDRIOLO et al., 1999). Por isso, necessita-se utilizar componentes que proporcionam maior aeração (espaço poroso suficiente para facilitar o fornecimento de oxigênio, indispensável no processo da fotossíntese e no desenvolvimento radicular) e menor déficit hídrico (RAC, 1985; SMIDERLE & MINAMI, 2001).

Em relação às características químicas dos substratos se destacam a elevada capacidade de troca iônica (CTC), a disponibilidade de nutrientes, a salinidade (EC) (SALVADOR, 2000), o potencial hidrogeniônico (pH) com valores variando entre 5,5 e 6,5 (onde ocorre a disponibilidade da maioria dos nutrientes) (SIQUEIRA, 1987), ser inodoro e possuir relação carbono nitrogênio adequada (WENDLING & GATTO, 2002). Para Silveira et al. (2002) as características mais importantes nos substratos são pH e a condutividade elétrica. Com relação ao pH, para Silveira et al. (2002) os substratos devem apresentar valores dentro de uma faixa considerada adequada para o cultivo de plantas, pois valores inadequados, influenciam a disponibilidade de nutrientes, principalmente dos micronutrientes (CARNEIRO, 1995), que estão relacionados a desequilíbrios fisiológicos (WILSON, 1983). Os materiais orgânicos possuem alta capacidade de troca iônica e alto poder tampão, apresentando maior reserva de nutrientes, não requerendo aplicação frequente e regular de fertilizantes, ao contrário dos substratos minerais (CAHADIA, 1998).

Em substratos onde predomina a matéria orgânica a faixa ideal de pH recomendada é de 5,0 a 5,8 e, quando for à base de solo mineral, entre 6,0 e 6,5 (KÄMPF, 2000). Com relação à condutividade elétrica, sendo este um indicativo da concentração de sais, deve variar entre 0,8 e 1,5 dS m<sup>-1</sup> (obtidos pela extração em água na proporção de 1 parte de substrato para 1,5 partes de água destilada) (BAUMGARTEN, 2002). A salinidade presente no substrato pode ser derivada da adubação de base, do conteúdo natural de sais presentes nos componentes utilizados na mistura (GRAZIANO et al., 1995) e, ainda, pelo uso de misturas excessivamente ricas em nutrientes, e que em excesso pode prejudicar o crescimento das plantas (HANDRECK & BLACK, 1999). Para Lopes et al. (2007), é fundamental os substratos apresentarem estabilidade biológica, e que as relações C/N podem ser elevadas dependendo do material, porém não devem apresentar problemas no desenvolvimento das mudas, conforme verificado por Lopes (2004).

Na produção de mudas um dos enfoques principais é a qualidade do substrato, sendo que os estudos buscam determinar características físicas e químicas adequadas para o crescimento da muda, além de considerar os aspectos econômicos. No entanto, a maioria dos estudos sobre adubação e nutrição de *Eucalyptus* spp. não foi realizada em condições de viveiro com substratos, de modo que as informações sobre a adubação e nutrição das mudas de *Eucalyptus* spp. são poucas (SILVEIRA et al., 2003). Em viveiros, devido à variabilidade de substratos existentes no mercado (componentes, proporção em misturas) (BARROS et al., 1997) e ao manejo hídrico, os problemas nutricionais são muito comuns, sendo que as recomendações nutricionais para mudas de eucalipto na maioria das vezes são feitas através de exames visuais de deficiência ou toxidez, impossibilitando assim, estabelecer uma faixa nutricional ideal às mudas (LIMA et al., 1997; SILVA, 2003; SILVEIRA et al., 2001).

A adubação de base tem como objetivo corrigir os níveis de nutrientes, principalmente fósforo e micronutrientes, assim os adubos devem ser homogeneizados aos componentes do substrato (HIGASHI & SILVEIRA, 2004). Se o substrato apresentar pH entre 5,5 e 6,5, as fontes de fósforo mais recomendadas são superfosfato triplo ou superfosfato simples. Em condições de elevada acidez (pH < 5,0) a fonte aplicada deve ser o termofosfato magnésiano, que tem como característica fornecer P, Ca, Mg e corrigir a acidez do substrato ou com a aplicação de calcário dolomítico e depois utilizar como fonte de P, os superfosfatos. As doses utilizadas em 1 m<sup>3</sup> de substrato devem estar na faixa de 300 a 500g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> que equivale a 1100 a 2800g de superfosfato simples ou 1250 a 3100g de termofosfato magnésiano. Em relação à aplicação de micronutrientes, recomendam-se o uso de fontes de menor solubilidade como os óxidos, sendo os adubos mais utilizados as “fritas”. As doses estão na faixa de (g m<sup>-3</sup>) 3 a 6 de B, 1 a 2 de Cu, 15 a 40 de Fe, 15 a 40 de Mn e 15 a 25 de Zn. Essas quantidades equivalem à aplicação de 150 a 300g de FTE-BR12 m<sup>-3</sup> de substrato (GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

Silveira et al. (2001) recomendam que na fase de crescimento da muda a relação nitrogênio e potássio deve estar na faixa de 1,4 até 2,0 e na fase de rustificação, na faixa de 0,6 até 1,0. No processo de rustificação ocorre redução ou até mesmo o corte da adubação nitrogenada, redução da frequência de irrigação, e o aumento de potássio na muda, isso porque esse nutriente atua no controle osmótico das células (MALAVOLTA et al., 1997), nos mecanismos de defesa das plantas ao ataque de pragas,

na resistência ao déficit hídrico, na susceptibilidade às doenças e às geadas (SILVEIRA et al., 2002) e possibilita o enrijecimento dos tecidos das mudas, e maior espessura de cutícula e de parede celular, maior lignificação e suberização (PERRENOUD, 1990).

## **2.4 Qualidade de mudas florestais**

A qualidade das mudas é um dos fatores básicos para a obtenção de povoamentos de alta produtividade, e esta qualidade se expressa tanto por características morfológicas como fisiológicas e nutricionais, e é resultante além de fatores genéticos do manejo do viveiro (SILVA, 1998), dos procedimentos de produção (qualidade dos insumos utilizados) (LOPES, 2004), e por fim do tipo de transporte dessas para o campo (GOMES et al., 2002).

O padrão de qualidade de mudas varia entre espécies, lugar de plantio de mudas (região) e época de plantio (CARNEIRO, 1995; RUBIRA & BUENO, 1996), sempre com o objetivo de que esta qualidade proporcione boa adaptação das mudas às condições ambientais adversas do campo que estarão expostas (STAPE et al., 2001). Os fatores ambientais (irrigação, luz, sombra, entre outros) devem ser manejados para que as mudas possam ser levadas ao campo rustificadas, com níveis de reserva nutricional e capacidade fotossintética adequadas (LOPES, 2002), mais resistente a pragas e doenças e capazes de produzir árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável (GOMES et al., 1991), evitando replantios, uma operação bastante onerosa (NOVAES, 1998).

De acordo com Gonçalves et al. (2005), a produção de mudas florestais, quanto a sua qualidade, tem sido alvo de diversas pesquisas científicas a fim de assegurar uma boa adaptação e um bom crescimento após o plantio. A crescente pressão para a produção de mudas com alta qualidade exige um entendimento melhor de fisiologia do crescimento e das relações hídricas das mudas de espécies florestais (FERREIRA et al., 1999). Lopes et al. (2005) relatam que a quantificação da necessidade hídrica na formação da muda é muito importante, pois a falta de água leva a muda ao estresse hídrico (desejável somente na rustificação) e a uma menor absorção de nutrientes. O excesso favorece a lixiviação de nutrientes, o desenvolvimento de doenças e eleva o custo de uso de água.

Segundo Carneiro (1983), a classificação da qualidade das mudas se baseia em 2 critérios importantes: o aumento do percentual de sobrevivência das mudas,

após o plantio e diminuição dos tratos culturais de manutenção do povoamento recém implantado. Nesse sentido, têm sido realizadas pesquisas com o intuito de utilizar os parâmetros morfológicos (atributos físicos ou visuais) para estimar o crescimento das mudas (FONSECA, 2000), como as medições da parte aérea e do diâmetro do coleto (ambos de fácil medição, não acarretam a destruição das mudas, utilizados com eficiência para estimar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros, como para estimar o crescimento no campo) (MEXAL & LANDS, 1990).

Carneiro (1995) descreveu alguns parâmetros de qualidade de mudas, os quais são fortemente influenciados pelas técnicas de produção como, densidade (quantidade de mudas  $m^{-2}$ ), fertilidade do substrato, volume disponível para cada planta, influência da forma, dimensões e do material de recipientes que as mudas os contém. Entre os parâmetros morfológicos estão a altura, o diâmetro do coleto, maturação da parte aérea e desenvolvimento do sistema radicular.

Devem-se levar em consideração quando se buscam mudas de qualidade e custo de produção, o tipo de recipiente e suas dimensões, pois os volumes dos recipientes têm influência na disponibilidade de nutrientes e água (GOMES et al., 2003). Recipientes de maior volume promovem melhor arquitetura do sistema radicular (PARVIAINEN, 1976), porém eleva os custos de produção, de transporte, de distribuição e de plantio. O dimensionamento incorreto de recipientes apresenta como fator negativo uma restrição do crescimento radicular, promovendo desequilíbrio entre raízes e parte aérea, alterando respostas fisiológicas da planta (REIS et al., 1989) e repercutindo na qualidade da muda (NICOLOSO et al., 2000). Na década de 90, mais de vinte modelos de recipientes foram testados para a produção de mudas florestais (GOMES et al., 1991). Atualmente para o mercado florestal, já foi iniciada a fabricação de tubetes biodegradáveis, embalagens degradáveis logo após o plantio, mas ainda há controvérsias quanto ao seu uso, as quais comprovem que essas embalagens são realmente eficientes nos viveiros e após o plantio.

As empresas florestais fundamentam numa classificação de qualidade de mudas como de *Eucalyptus*, nos seguintes parâmetros: altura média (15 a 30 cm), diâmetro do coleto mínimo (2 mm), sistema radicular (desenvolvimento, formação e agregação), rigidez da haste (amadurecimento das plantas), número de folhas (mínimo de três pares), aspecto nutricional (ausência de sintomas de deficiência) e resistência a pragas e doenças (sanidade) (GOMES et al., 1996). E esses parâmetros de qualidade são influenciados pelas técnicas de produção (em viveiros e no campo), sendo que no campo,

espaçamentos maiores levam a um melhor desenvolvimento das árvores e menor incidência de doenças (LOPES, 2004).



### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Época e Local**

O experimento de inverno foi iniciado em 13/05 e finalizado em 30/08 de 2008. O experimento de verão foi iniciado em 03/12 de 2008 e finalizado em 18/03 de 2009.

Ambos os experimentos foram conduzidos no Viveiro do Departamento de Recursos Naturais / Setor de Ciências Florestais, na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da UNESP, no município de Botucatu - SP.

O município de Botucatu encontra-se nas coordenadas geográficas de 22°51' de latitude Sul e 48°26' de longitude Oeste, com altitude de 786m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa – clima temperado quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22° C. A precipitação pluviométrica anual média é de 945,15 mm. (CUNHA & MARTINS, 2009).

Os dados climáticos dos experimentos de inverno e verão, medidos na estação meteorológica do Departamento de Ciências Ambientais, estão no Anexo II.

#### **3.2 Estrutura física**

As estruturas físicas que foram usadas no processo de produção de mudas foram: área de serviços (preparação das bandejas, enchimento dos tubetes com

substrato e sementeira), casa de vegetação (germinação e enraizamento das estacas), casa de sombra (início da aclimação das mudas), estufa plástica tipo túnel alto com as laterais de tela de sombreamento (fase de aplicação dos tratamentos) e laboratório (análises de substrato: características físicas, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, avaliações de qualidade das mudas).

### 3.3 Espécies

As espécies estudadas foram: *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden (no período de inverno e verão), *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e o híbrido *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla* (no período de verão).

As sementes de *Eucalyptus grandis* (PCS-F1, com procedência de Santa Branca – SP) e *Eucalyptus urophylla* (PSM-F4, com procedência de Anhembi – SP) foram adquiridas do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF/ESALQ/USP, Piracicaba - SP e as estacas do híbrido *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla* (denominado de EUCA 103) foram adquiridas do Viveiro Vec Florestal, no município de Bofete – SP.

### 3.4 Insumos

#### 3.4.1 Embalagens

Os recipientes usados para a produção das mudas foram tubetes cilindro-cônicos de polietileno com dimensões de 12,5 cm de comprimento, 2,5 cm de diâmetro da abertura superior, 0,8 cm de diâmetro de abertura inferior e volume de 50 cm<sup>3</sup>, com seis estrias internas salientes. Como suportes para os tubetes foram usadas bandejas de polietileno com dimensões de 60 cm x 40 cm, com capacidade para 176 mudas (usadas até a fase anterior à aplicação dos tratamentos) e bandejas de polietileno tipo caixa com dimensões de 60 cm x 40 cm, com capacidade para 96 mudas (usadas durante a aplicação dos tratamentos) com preenchimento na bandeja de 50% de mudas.

### 3.4.2 Substrato

O substrato usado foi o produto comercial denominado Mec Plant® - Florestal 3, fabricado pela empresa Klabin, constituído de 86% de casca de pinus compostada com granulometria passante em peneira de 5mm (<5mm); 14% de vermiculita expandida; e adubação de base contendo: 2 kg m<sup>-3</sup> de superfosfato simples e 2 kg m<sup>-3</sup> de formulação NPK: 4:14:7.

### 3.4.3 Adubos

Os adubos utilizados na adubação de crescimento das mudas foram: sulfato de amônio (20% de N e 24% de S); monoamoniofosfato (MAP) purificado (60% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 12% de N); nitrato de potássio (Krista K<sup>®</sup>) (45% de K<sub>2</sub>O e 12% de N); nitrato de cálcio (15% de N e 20% de Ca).

Na adubação de rustificação das mudas utilizou-se: cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O).

## 3.5 Delineamento estatístico

O trabalho foi composto por dois experimentos, um no período de inverno e outro no verão.

Ambos os experimentos foram constituídos por 960 plantas, sendo no período de inverno composto por 480 plantas úteis (24 plantas úteis / repetição) e no período de verão por 240 plantas úteis (12 plantas úteis / repetição).

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos (frequências de adubações) e 5 repetições, sendo que cada repetição constituída por uma bandeja.

Para a avaliação morfológica destrutiva foram usadas 10 e 8 mudas úteis por repetição no experimento de inverno e verão, respectivamente. Para a estruturação das raízes, avaliadas visualmente após a retirada das mudas dos tubetes, foi usada uma escala de valor variando de 1 a 3, conforme segue:

- 1: sistema radicular desestruturado, portanto sem condições de ir para o campo;
- 2: sistema radicular estruturado, com torrão firme, porém sem presença de raízes brancas;

3: sistema radicular totalmente estruturado com torrão firme e presença de raízes brancas, mostrando maior atividade fisiológica.

As avaliações não-destrutivas (altura e diâmetro) foram feitas mensalmente (experimento de inverno) e quinzenalmente (experimento de verão).

Para a avaliação fisiológica (transpiração) foram usadas 3 plantas úteis / repetição (totalizando 60 plantas úteis), em ambos os experimentos.

Os dados foram analisados estaticamente ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

### 3.5.1 Tratamentos

Os tratamentos de fertirrigação, usando o sistema de irrigação por subsuperfície, em ambos os experimentos, foram: T1: semanalmente; T2: 2 vezes por semana; T3: 3 vezes por semana; T4: diariamente. Tanto no inverno quanto no verão, as irrigações foram de 2 mm, distinguindo-se apenas na frequência.

No experimento de inverno, as mudas receberam de segunda a sábado 2 irrigações (8 e 13 horas), sendo fertirrigadas às 16 horas e aos domingos receberam 3 irrigações ao longo do dia (8, 13 e 16 horas).

No experimento de verão, as mudas receberam de segunda a sábado 3 irrigações (8, 11 e 13 horas), sendo fertirrigadas às 16 horas e aos domingos receberam 4 irrigações ao longo do dia (8, 11, 13 e 16 horas).

A solução de adubos (Tabela 1) usada no tratamento 1 (fertirrigação semanal) foi fracionada em 2, 3 e 6 vezes, caracterizando assim cada solução, de tal forma a garantir que em todos os tratamentos as mudas recebessem a mesma quantidade total de adubos. Desse modo, as soluções aplicadas nas fases de crescimento nos períodos de inverno e verão foram iguais, conforme é apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Soluções aplicadas nas fases de crescimento nos períodos de inverno e verão para os tratamentos.

| Nutrientes<br>(mg L <sup>-1</sup> ) | Semanal<br>(T1) | 2 vezes por<br>semana<br>(T2) | 3 vezes por<br>semana<br>(T3) | Diariamente<br>(T4) |
|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| N                                   | 1560            | 780                           | 520                           | 260                 |
| P                                   | 420             | 210                           | 140                           | 70                  |

|           |      |       |     |      |
|-----------|------|-------|-----|------|
| <b>K</b>  | 1080 | 540   | 360 | 180  |
| <b>Ca</b> | 1020 | 510   | 340 | 170  |
| <b>S</b>  | 507  | 253,5 | 169 | 84,5 |

A adubação de rustificação foi realizada aos 90 dias após a semeadura e estaquia, sendo usado o cloreto de potássio nas seguintes dosagens: 600, 300, 200 e 100 mg L<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O respectivamente para T1, T2, T3 e T4.

### 3.6 Metodologia

Para o experimento de inverno, com mudas seminais de *Eucalyptus grandis*: inicialmente foi realizada a análise física do substrato, pelo método do Laboratório do Departamento de Ciências Florestais da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu, desenvolvido por Carvalho e Silva (1992), e descrito por Silva (1998), Trigueiro (2002) e Lopes (2002), a fim de determinar a porosidade total, a microporosidade (capacidade de retenção de água) e a macroporosidade (capacidade de aeração) dos substratos MecPlant® Florestal 1, 2 e 3. Em função das suas características físicas optou-se por usar o Florestal 3, que apresentou os seguintes resultados para as características avaliadas: macroporosidade de 23%; microporosidade de 51% e porosidade total de 74%. Após essa análise o experimento foi instalado seguindo as etapas:

- preparação do substrato: foi adicionado ao substrato o correspondente a 300 g m<sup>-3</sup> de FTEBR12 (micronutrientes), sendo homogeneizado em betoneira durante 4 minutos;
- enchimento dos tubetes: preencheram-se os tubetes, fez-se um batimento manual para acomodação do substrato, completaram-se os tubetes, houve novo batimento e completou com mais substrato, retirando-se o excesso. A irrigação ocorreu até que o substrato atingisse a capacidade de campo;
- semeadura e irrigação: a semeadura do *Eucalyptus grandis* (sementes peletizadas) foi feita no dia 13/05/08, colocando-se 2 sementes por tubete e cobrindo-as com uma camada fina de vermiculita. A irrigação foi apenas para umedecer a vermiculita. Na seqüência, foram levadas à casa de vegetação, onde permaneceram até que a altura das mudas estivesse ao redor de 1,5 cm, o que aconteceu aproximadamente após 1 mês da semeadura (11/06/08) (Anexo I);

- raleio das mudas: com o objetivo de deixar uma única muda por embalagem fez-se o raleio ou desbaste, quando as mudas apresentaram aproximadamente 1,5 cm de altura (1 mês de semeadura), deixando-se a plântula mais central e mais vigorosa do tubete. Depois, essas bandejas foram levadas à casa de sombra, permanecendo por 15 dias para a aclimação das mudas.

Na sequência foram avaliadas as alturas pela medição da parte aérea, distância essa compreendida pelo caule, desde a base até o último par de gemas foliares. Para isso foi utilizado régua graduada. O objetivo dessa medição foi para homogeneizar as parcelas, de modo que todos os tratamentos apresentassem a mesma média de altura. Após homogeneização, as bandejas, já com preenchimento de 50%, foram levadas para a estufa (fase de aplicação dos tratamentos). Em cada bandeja havia 24 plantas úteis mais as mudas que constituíram a bordadura simples.

Os tratamentos com as diferentes soluções de fertirrigação foram iniciadas no dia 08/07/2008. Para a irrigação das mudas foi usado uma mangueira com um crivo acoplado na sua extremidade. Para a fertirrigação foi utilizado o sistema de irrigação por subsuperfície, deixando-se as bandejas na solução por 8 minutos aproximadamente (até que fosse constatado o umedecimento da camada superficial do substrato). Para isso foi construído um tanque para cada tratamento o qual era preenchido com uma altura de coluna de água de 12 cm. Os adubos eram diluídos nessa água e a cada semana os tanques eram limpos para evitar o aparecimento de algas e outros problemas fitossanitários. As soluções de fertirrigação eram mantidas em contato com o substrato, sendo este imerso, deixando cerca de 2 cm do tubete para fora da solução. A cada troca da solução mediam-se pH e EC ( $\text{dS m}^{-1}$ ). A aplicação da fertirrigação na fase de crescimento foi finalizada 34 dias após o início da aplicação com as diferentes soluções de fertirrigação (Anexo I).

Após essa primeira fase de adubação, as mudas receberam uma adubação de rustificação durante 21 dias, seguindo-se a mesma metodologia.

A avaliação morfológica contou com avaliações não-destrutiva e destrutiva. Durante a aplicação dos tratamentos foram realizadas medições mensais da altura e do diâmetro de colo das mudas, com o uso de régua graduada e paquímetro digital (Starrett® 799), respectivamente. Ao final do período de aplicação dos tratamentos, quando as mudas estavam com 115 dias de idade, iniciaram-se as avaliações destrutivas. A parte aérea foi obtida cortando-se as mudas rente ao substrato, as quais foram embaladas individualmente em sacos de papel. O sistema radicular foi lavado em água corrente e após

ligeira secagem ao ar, foram embalados em sacos de papel. Em seguida, ambos, foram levados à estufa a 60° C, durante 1 semana, quando foi verificado que o peso estava constante. Logo após efetuou-se a pesagem, utilizando uma balança eletrônica (Marca: BEL), determinando-se assim as massas secas da parte aérea e radicular.

A transpiração foi realizada no dia 03/09/08 e obtida pelo método das pesagens, descrito por Silva (2003), inicialmente, as mudas foram irrigadas por subsuperfície até saturação do substrato (final da tarde). Logo após, os substratos foram submetidos à drenagem e uma vez drenados, os tubetes foram envolvidos por sacos plásticos e amarrados com elástico no colo da muda para não haver perda de água por evaporação. No início da manhã seguinte (8:00 horas) foram pesadas e colocadas a pleno sol. As pesagens foram feitas durante o dia a cada 2 horas, sendo a última medição feita as 8:00 horas do dia seguinte (Anexo I). Após esta medição coletaram-se as folhas para medição da área foliar. A diferença entre o peso inicial e final, dividido pela área foliar e pelo tempo refletiu na transpiração da muda.

Para a análise nutricional foram usadas as mesmas mudas da avaliação morfológica, que após pesadas e trituradas foram levadas ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Recursos Naturais da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, para determinação dos teores de macro e micronutrientes da parte aérea e radicular.

Para o experimento de verão, com mudas seminais de *E. grandis* e *E. urophylla* e mudas clonais de *E. urograndis*, os procedimentos de instalação e a sequência de atividades foram as mesmas que no experimento de inverno.

A semeadura do *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* (também com sementes peletizadas) foram feitas no dia 03/12/08 (Anexo I). As mudas do híbrido *Eucalyptus urograndis* foram estaqueadas no mesmo dia no viveiro da VEC em Bofete – SP e posteriormente, depois de enraizadas, transferidas para o viveiro da FCA.

Após a homogeneização das alturas, as bandejas com 24 plantas úteis mais as mudas que compuseram a bordadura simples foram levadas para a estufa.

Os tratamentos com as diferentes soluções de fertirrigação iniciaram-se aos 68 dias após a semeadura e estaquia (Anexo I). A cada troca de solução mediam-se o pH e EC (dS m<sup>-1</sup>). Neste experimento, o tempo médio para absorção da solução foi de aproximadamente 5 minutos, período menor ao constatado no experimento de inverno. A aplicação da fertirrigação na fase de crescimento foi de 21 dias para as

mudas do híbrido *Eucalyptus urograndis* e do *Eucalyptus grandis*. Para as de *Eucalyptus urophylla* foi de 28 dias, devido ao seu baixo desenvolvimento inicial. Após essa fase de adubação, todas as espécies receberam adubações de rustificação por 14 dias. A transpiração foi realizada no dia 20/03/09. Ao final do período de aplicação dos tratamentos, iniciaram-se as avaliações.

### 3.7 Avaliações do Experimento

#### 3.7.1 Análise da solução de fertirrigação

As análises das soluções nutritivas, nos tanques, foram feitas semanalmente após cada troca de solução, medindo-se: condutividade elétrica (EC) e potencial hidrogeniônico (pH), através de condutivímetro e de peagâmetro.

No experimento de inverno essas análises foram realizadas até a 9ª semana, sendo que até a 6ª semana com adubação de crescimento e as demais com adubação de rustificação. No experimento de verão foram realizadas até a 5ª semana para *E. grandis* e *E. urograndis*, sendo que a adubação de crescimento foi realizada até a 3ª semana e a adubação de rustificação nas duas semanas posteriores. Para *E. urophylla*, foram realizadas até a 6ª semana, sendo que a adubação de crescimento foi realizada até a 4ª semana e a adubação de rustificação nas duas semanas posteriores, devido ao seu menor crescimento inicial. A seguir são apresentados os valores de pH e EC para ambos os experimentos (Tabelas 2 e 3).

**Tabela 2:** Valores de pH e EC da solução de fertirrigação nas fases de crescimento e rustificação no período de inverno para os tratamentos em mudas de *Eucalyptus grandis*.

| Tratamentos | EC (dS m <sup>-1</sup> )             |                |                |                |                |  |                |                |                |
|-------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|----------------|----------------|----------------|
|             | Adubação de crescimento<br>(semanas) |                |                |                |                | Adubação de<br>rustificação<br>(semanas) |                |                |                |
|             | 1 <sup>a</sup>                       | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup> | 5 <sup>a</sup> | 6 <sup>a</sup>                           | 7 <sup>a</sup> | 8 <sup>a</sup> | 9 <sup>a</sup> |
| <b>T1</b>   | 7,3                                  | 7,3            | 7,2            | 7,2            | 7,3            | 7,2                                      | 1,7            | 1,9            | 1,8            |
| <b>T2</b>   | 4,8                                  | 5,0            | 4,9            | 4,8            | 5,0            | 4,6                                      | 1,1            | 1,2            | 1,0            |
| <b>T3</b>   | 2,6                                  | 2,7            | 2,7            | 2,6            | 2,7            | 2,3                                      | 0,6            | 0,7            | 0,6            |



|           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>T4</b> | 1,8 | 1,9 | 1,7 | 1,7 | 1,9 | 1,7 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| <b>pH</b> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>T1</b> | 5,5 | 5,4 | 5,4 | 5,5 | 5,4 | 5,5 | 7,2 | 7,2 | 7,7 |
| <b>T2</b> | 5,5 | 5,5 | 5,4 | 5,5 | 5,4 | 5,4 | 7,3 | 7,2 | 7,5 |
| <b>T3</b> | 5,8 | 5,9 | 5,9 | 5,8 | 5,9 | 5,6 | 7,4 | 7,2 | 7,2 |
| <b>T4</b> | 5,9 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 5,9 | 6,0 | 7,4 | 7,7 | 7,5 |

**Tabela 3:** Valores de pH e EC da solução de fertirrigação nas fases de crescimento e rustificação no período de verão para os tratamentos em mudas de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus urograndis*.

| <i>Eucalyptus grandis</i>   |                                      |                |                |                                       |                                       |                |
|-----------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| EC(dS m <sup>-1</sup> )     |                                      |                |                |                                       |                                       |                |
| Tratamentos                 | Adubação de crescimento<br>(semanas) |                |                | Adubação de rustificação<br>(semanas) |                                       |                |
|                             | 1 <sup>a</sup>                       | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup>                        | 5 <sup>a</sup>                        |                |
| <b>T1</b>                   | 7,2                                  | 7,1            | 7,1            | 1,7                                   | 1,8                                   |                |
| <b>T2</b>                   | 3,6                                  | 4,0            | 3,9            | 1,3                                   | 1,3                                   |                |
| <b>T3</b>                   | 2,7                                  | 2,7            | 2,6            | 0,7                                   | 0,6                                   |                |
| <b>T4</b>                   | 1,3                                  | 1,3            | 1,4            | 0,3                                   | 0,3                                   |                |
| pH                          |                                      |                |                |                                       |                                       |                |
| <b>T1</b>                   | 5,4                                  | 5,5            | 5,4            | 7,8                                   | 7,8                                   |                |
| <b>T2</b>                   | 6,0                                  | 6,2            | 6,2            | 7,3                                   | 7,3                                   |                |
| <b>T3</b>                   | 6,0                                  | 6,0            | 6,0            | 7,2                                   | 7,3                                   |                |
| <b>T4</b>                   | 6,4                                  | 6,5            | 6,5            | 7,6                                   | 7,7                                   |                |
| <i>Eucalyptus urophylla</i> |                                      |                |                |                                       |                                       |                |
| EC (dS m <sup>-1</sup> )    |                                      |                |                |                                       |                                       |                |
| Tratamentos                 | Adubação de crescimento<br>(semanas) |                |                |                                       | Adubação de<br>rustificação (semanas) |                |
|                             | 1 <sup>a</sup>                       | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup>                        | 5 <sup>a</sup>                        | 6 <sup>a</sup> |
| <b>T1</b>                   | 7,2                                  | 7,2            | 7,1            | 7,1                                   | 1,8                                   | 1,7            |
| <b>T2</b>                   | 3,9                                  | 4,0            | 4,0            | 3,8                                   | 1,2                                   | 1,2            |
| <b>T3</b>                   | 2,6                                  | 2,7            | 2,7            | 2,6                                   | 0,7                                   | 0,7            |
| <b>T4</b>                   | 1,3                                  | 1,2            | 1,2            | 1,3                                   | 0,3                                   | 0,4            |

| pH        |     |     |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>T1</b> | 5,5 | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 7,7 | 7,7 |
| <b>T2</b> | 5,9 | 6,0 | 6,0 | 5,9 | 7,4 | 7,4 |
| <b>T3</b> | 6,1 | 6,0 | 6,1 | 6,0 | 7,2 | 7,3 |
| <b>T4</b> | 6,5 | 6,4 | 6,4 | 6,4 | 7,6 | 7,6 |

| <i>Eucalyptus urograndis</i> |                                      |                |                |                                       |                |  |
|------------------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------|----------------|--|
| EC (dS m <sup>-1</sup> )     |                                      |                |                |                                       |                |  |
| Tratamentos                  | Adubação de crescimento<br>(semanas) |                |                | Adubação de rustificação<br>(semanas) |                |  |
|                              | 1 <sup>a</sup>                       | 2 <sup>a</sup> | 3 <sup>a</sup> | 4 <sup>a</sup>                        | 5 <sup>a</sup> |  |
| <b>T1</b>                    | 7,3                                  | 7,4            | 7,3            | 1,8                                   | 1,7            |  |
| <b>T2</b>                    | 3,6                                  | 3,7            | 3,6            | 1,2                                   | 1,2            |  |
| <b>T3</b>                    | 2,6                                  | 2,8            | 2,7            | 0,6                                   | 0,7            |  |
| <b>T4</b>                    | 1,2                                  | 1,4            | 1,3            | 0,4                                   | 0,3            |  |

| pH        |     |     |     |     |     |  |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| <b>T1</b> | 5,4 | 5,4 | 5,4 | 7,7 | 7,7 |  |
| <b>T2</b> | 6,0 | 6,1 | 6,1 | 7,2 | 7,4 |  |
| <b>T3</b> | 6,0 | 6,1 | 6,0 | 7,2 | 7,2 |  |
| <b>T4</b> | 6,5 | 6,4 | 6,4 | 7,7 | 7,6 |  |

### 3.7.2. Análise química do substrato

A análise química do substrato para determinar os teores de macro e micronutrientes (Tabela 4) foi feita pelo Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, utilizando os métodos descritos pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1988). Os teores disponíveis foram realizadas de acordo com a metodologia do Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Recursos Naturais / Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, descrito por Lanarv (1988), na proporção de uma parte de substrato para cinco partes de água destilada (1:5,0), que também foi usado para determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e da condutividade elétrica (EC), obtendo-se as leituras através de um peagâmetro e um condutivímetro, respectivamente.

### **3.7.3 Análise da planta**

#### **3.7.3.1 Determinação das características morfológicas**

As plantas foram analisadas quanto às suas características morfológicas ao longo do experimento (análise não-destrutiva) e ao final do ciclo de produção (análise destrutiva).

##### **a) Não-destrutiva**

A altura e o diâmetro foram avaliados mensalmente no experimento de inverno e quinzenalmente no experimento de verão na fase de aplicação dos tratamentos, com o uso de régua graduada e paquímetro digital.

##### **b) Destrutiva**

A avaliação destrutiva das mudas foi feita ao final do ciclo de produção de cada experimento. As características avaliadas foram:

a) morfológicas: altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (DC), massa de matéria seca da parte aérea (MSA), constituído de folhas e caule; massa de matéria seca das raízes (MSR); massa de matéria seca total (MST) e estruturação do sistema radicular.

#### **3.7.3.2 Determinação das características fisiológicas**

Para essa avaliação, no experimento de inverno e verão, foram utilizadas 3 mudas úteis de cada repetição por tratamento, a fim de obter dados de transpiração das mudas ao longo do dia, utilizando o método das pesagens, como detalhado no item 3.6.

#### **3.7.3.3 Determinação das características nutricionais**

Para essas avaliações foram tomadas as mudas da avaliação morfológica destrutiva, com amostras compostas por 3 repetições em cada tratamento.

Foram feitas análises dos teores de macro e micronutrientes das partes aéreas e radiculares. A partir dos resultados dessa análise e com os valores de massa seca foram calculados os acúmulos de nutrientes nas diferentes partes das mudas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Experimento de inverno

#### 4.1.1 Caracterização química do substrato

Por meio das análises do substrato dos diferentes tratamentos ao final do experimento, comparadas a análise inicial do substrato (Tabela 4), observou-se que ao fim do experimento houve aumento nos teores de matéria orgânica, C total, relação C/N e de todos os elementos, com exceção do Na total, ocorrendo pequena variação nos valores de pH. Esse aumento no teor de Na em todos os tratamentos finais, mostrou que houve acúmulo de sais. O aumento na relação C/N em comparação ao substrato inicial pode ser explicado pela diminuição de N causado pela lixiviação ou uso pela planta para seu crescimento. Augusto et al. (2003) relataram a diminuição desta relação em função da ação do tempo na mineralização da matéria orgânica, fato não verificado no presente estudo.

**Tabela 4:** Caracterização química do substrato utilizado para formação das mudas de *Eucalyptus grandis* no período de inverno.

| Variáveis                     | Inicial | Final do experimento |      |      |      |
|-------------------------------|---------|----------------------|------|------|------|
|                               |         | T1                   | T2   | T3   | T4   |
| <b>pH</b>                     | 4,0     | 3,4                  | 3,4  | 3,8  | 3,5  |
| <b>EC (dS m<sup>-1</sup>)</b> | 1,1     | 0,6                  | 0,6  | 0,3  | 0,6  |
| <b>Relação C/N</b>            | 32/1    | 42/1                 | 39/1 | 71/1 | 45/1 |
|                               |         | %                    |      |      |      |
| <b>N total</b>                | 1,08    | 0,87                 | 0,95 | 0,50 | 0,81 |
| <b>Matéria Orgânica</b>       | 63,0    | 66,0                 | 67,0 | 64,0 | 65,0 |

| <b>C total</b>                          | 35,0                        | 36,7 | 37,2 | 35,6 | 36,1 |
|---|-----------------------------|------|------|------|------|
|   | <b>(mg dm<sup>-3</sup>)</b> |      |      |      |      |
| <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total</b> | 46,9                        | 3,0  | 4,4  | 4,6  | 4,4  |
| <b>K<sub>2</sub>O total</b>             | 81,6                        | 46,4 | 52,2 | 24,8 | 21,3 |
| <b>Ca total</b>                         | 46,5                        | 32,5 | 29,5 | 15,8 | 37,5 |
| <b>Mg total</b>                         | 73,5                        | 25,0 | 23,0 | 10,8 | 25,8 |
| <b>S total</b>                          | 166,0                       | 17,5 | 15,9 | 3,8  | 15,2 |
| <b>Na total</b>                         | 5,1                         | 7,3  | 5,4  | 5,4  | 5,9  |
| <b>B total</b>                          | 0,72                        | 0,01 | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| <b>Cu total</b>                         | 0,06                        | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,03 |
| <b>Fe total</b>                         | 0,21                        | 0,14 | 0,06 | 0,08 | 0,06 |
| <b>Mn total</b>                         | 2,28                        | 0,26 | 0,29 | 0,13 | 0,21 |
| <b>Zn total</b>                         | 0,24                        | 0,14 | 0,14 | 0,09 | 0,13 |

- EC e teores de macro e micronutrientes no extrato aquoso 1:5,0

#### 4.1.2 Análise da planta

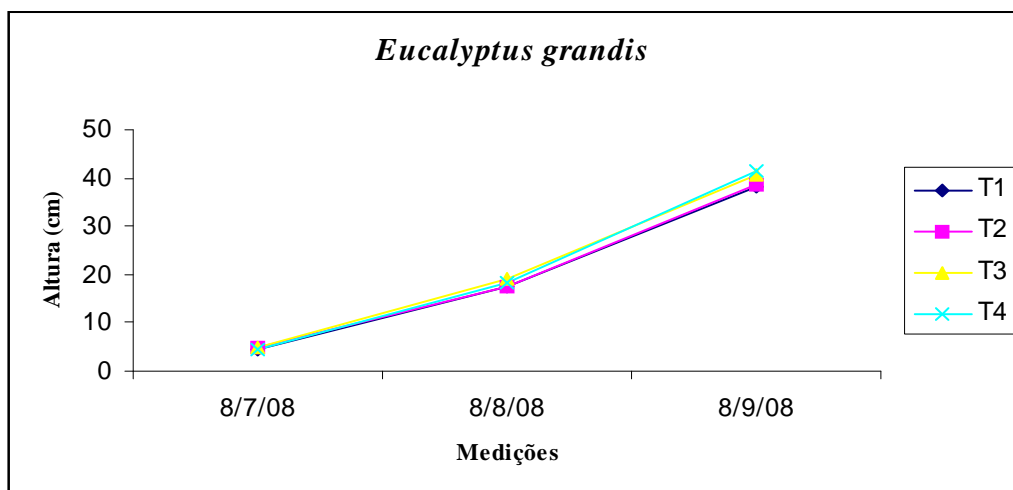
##### - *Eucalyptus grandis*

#### 4.1.2.1 Caracterização morfológica

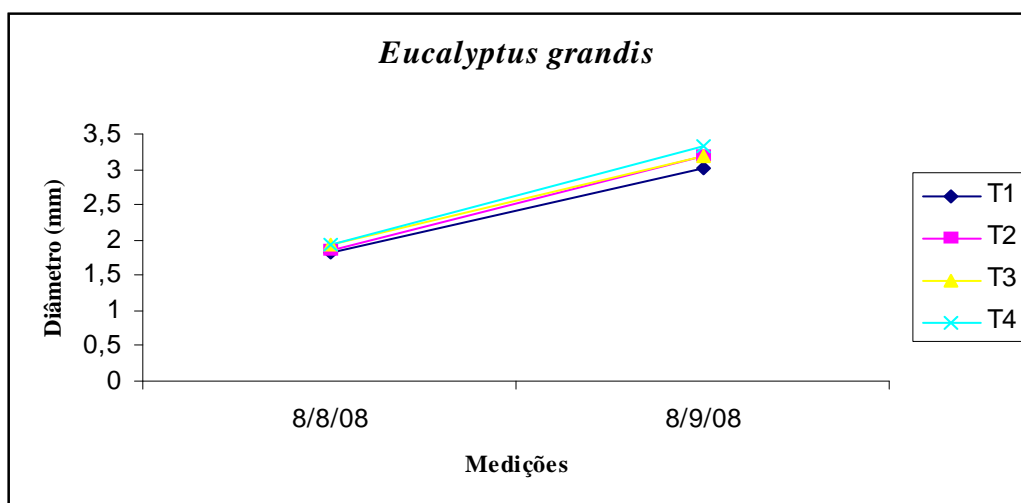
##### a) Não-destrutiva

As Figuras 1 e 2 mostram que o desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus grandis*, em altura e diâmetro, respectivamente, tiveram um mesmo comportamento ao longo das medições mensais. Em relação à medição inicial todos os tratamentos tiveram alturas e diâmetros semelhantes entre si, com crescimento linear ao longo das medições, diferenciando-os na última medição, onde o T4 resultou em uma maior altura e um maior diâmetro, e o T1 com valores inferiores em relação aos demais tratamentos.

No período de inverno, a solução de fertirrigação menos concentrada mostra uma resposta rápida das mudas às adubações (crescimento e rustificação) no sistema de irrigação por subsuperfície, e com resposta mais lenta para as mudas que receberam uma solução mais concentrada.



**Figura 1:** Crescimento em altura das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no inverno, em função dos diferentes tratamentos.



**Figura 2:** Crescimento em diâmetro das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no inverno, em função dos diferentes tratamentos.

### b) Destrutiva

O desenvolvimento em altura e em diâmetro das mudas de *E. grandis* apresentaram diferenças significativas, sendo superiores no T3 e T4, e inferiores no T1 e T2 (Tabela 5). Esse fato ocorreu provavelmente porque essas mudas responderam à maior frequência e conseqüentemente à adubação menos concentrada, porém em todos os tratamentos, as mudas no final do experimento apresentaram alturas e diâmetros superiores aos sugeridos para plantio, ou seja, acima de 25 cm e 2,5 mm, respectivamente (GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para a massa seca aérea (MSA) e para massa seca total (MST) nos tratamentos T2, T3 e T4. Para massa seca radicular (MSR) e MST, apenas T1 foi inferior estatisticamente, justamente quando o intervalo de adubação foi maior (Tabela 5).

Segundo Augusto et al. (2007), estudando a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* usando o sistema de irrigação por subsuperfície com água residuária e água limpa (com adição de fertirrigação), verificaram que as alturas, diâmetros e massa seca da parte aérea das mudas foram superiores no sistema convencional (água limpa e fertirrigação) em relação ao tratamento com água residuária (sem adição de nutrientes), fato ocorrido provavelmente pela maior concentração de macronutrientes na solução nutritiva do sistema convencional. Ao final de 4 meses, as alturas e diâmetros foram de 75 cm e 4,3 mm, respectivamente.

A produção de massa seca aérea, aos 109 dias, foi maior que a radicular, sendo esses resultados superiores ao encontrado por Silveira et al. (2003) em mudas de *Eucalyptus grandis* aos 97 dias: 1,0 e 0,2 g para massa seca aérea e radicular, respectivamente.

Quanto a MSR, T4 foi superior estatisticamente a T1, os demais tratamentos ficaram com valores intermediários e semelhantes entre si, evidenciando que as soluções mais diluídas favoreceram o ganho em massa seca radicular.

Verificou-se que nos tratamentos que receberam maior frequência de fertirrigações (soluções mais diluídas) tiveram incrementos em biomassa superiores aos demais tratamentos. Este fato contradiz a literatura que recomenda uma solução nutritiva mais concentrada na época de inverno (SILVEIRA et al., 2001; HIGASHI & SILVEIRA, 2004). Provavelmente, esse resultado deve-se ao fato da aplicação da solução nutritiva ser via irrigação por subsuperfície, um sistema mais eficiente na absorção da solução.

No estudo feito por Sarzi et al. (2008) verificaram que em mudas de *Tabebuia chrysotricha* em substrato contendo 100% fibra de coco granulada, com fertirrigações por subsuperfície semanais, as maiores concentrações de sais proporcionaram maiores médias de altura e massa seca.

Considerando-se apenas a qualidade da muda, a melhor opção de manejo de adubação das mudas de *Eucalyptus grandis* para a época de inverno, foi àquela com solução mais diluída em maiores frequências.



**Tabela 5:** Caracterização morfológica das mudas de *Eucalyptus grandis*, aos 115 dias após semeadura, produzidas no inverno, em função dos tratamentos.

| Tratamentos     | IH (cm) | DC (mm) | MSA (g) | MSR (g) | MST (g) |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>T1</b>       | 33,64 b | 3,03 b  | 2,04 a  | 0,36 b  | 2,40 b  |
| <b>T2</b>       | 34,08 b | 3,19 ab | 2,12 a  | 0,39 ab | 2,51 a  |
| <b>T3</b>       | 36,74 a | 3,28 a  | 2,15 a  | 0,42 ab | 2,57 a  |
| <b>T4</b>       | 37,23 a | 3,40 a  | 2,35 a  | 0,43 a  | 2,78 a  |
| <b>C.V. (%)</b> | 10,90   | 11,34   | 26,24   | 29,05   | 24,22   |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- IH= incremento em altura; D= diâmetro de colo; MSA= massa seca da parte aérea; MSR= massa seca da parte radicular; MST= massa seca total; CV= coeficiente de variação.

- T1= mudas fertirrigadas semanalmente; T2= mudas fertirrigadas duas vezes por semana; T3= mudas fertirrigadas três vezes por semana e T4= mudas fertirrigadas diariamente.

Avaliando a qualidade do sistema radicular (Tabela 6) observou-se que as mudas produzidas sob fertirrigação diária apresentaram sistemas radiculares melhores, com 70% de ótimo e 28% de bom, totalizando 98% de plantas aptas para o plantio no campo. As mudas produzidas sob fertirrigação semanal apresentaram sistemas radiculares com 52% de ótimo e 40% de bom, totalizando 92% de plantas aptas para o plantio no campo. As mudas dos tratamentos T2 e T3 apresentaram sistemas radiculares intermediários, sendo que apresentaram respectivamente, 14 e 12,5% de plantas inaptas para o plantio no campo.

As mudas sob fertirrigação diária apresentaram 20% a mais de sistemas radiculares ótimos em relação às mudas sob fertirrigação semanal, caracterizando em uma fertirrigação mais efetiva quanto à qualidade do sistema radicular.

**Tabela 6:** Qualidade do sistema radicular das mudas de *Eucalyptus grandis*, aos 115 dias após semeadura, produzidas no inverno, em função dos tratamentos.

| Tratamentos | Qualidade do sistema radicular (%) |      |      | Aptos para plantio | Inaptos para plantio |
|-------------|------------------------------------|------|------|--------------------|----------------------|
|             | Ótimo                              | Bom  | Ruim |                    |                      |
| <b>T1</b>   | 52                                 | 40   | 8    | 92                 | 8                    |
| <b>T2</b>   | 42                                 | 44   | 14   | 86                 | 14                   |
| <b>T3</b>   | 50                                 | 37,5 | 12,5 | 87,5               | 12,5                 |
| <b>T4</b>   | 70                                 | 28   | 2    | 98                 | 2                    |

- T1= mudas fertirrigadas semanalmente; T2= mudas fertirrigadas duas vezes por semana; T3= mudas fertirrigadas três vezes por semana e T4= mudas fertirrigadas diariamente.

#### 4.1.2.2 Caracterização fisiológica

##### - *Eucalyptus grandis*

A transpiração diária foi superior nas mudas do T4 e nos demais tratamentos foi estatisticamente igual (Tabela 7). Isso deve ter ocorrido pelo fato da dose menos concentrada do K não ter possibilitado os mesmos efeitos nas mudas do que talvez possa ter ocorrido naquelas em que a adubação foi mais concentrada, com isso, as plantas perderam mais água por transpiração indicando uma menor adaptação às condições de deficiência hídrica. Silva (2003) trabalhando com dois manejos hídricos por subsuperfície com mudas irrigadas ao atingirem tensões de -0,01 e -1,5 MPa no substrato e quatro doses de K na fase de rustificação em mudas de *E. grandis* verificou que nas mudas submetidas a elevado estresse hídrico o K teve pouca influência na redução da transpiração, já nas mudas submetidas a pequeno estresse (situação semelhante ao estudo desenvolvido), o K foi importante na redução da perda de água pelas plantas.

**Tabela 7:** Caracterização fisiológica das mudas de *Eucalyptus grandis*, aos 115 dias após semeadura, produzidas no inverno, em função dos tratamentos.

| Tratamentos | Transpiração (mg m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) |
|-------------|--|
| T1          | 7,19 b   |
| T2          | 8,01 b   |
| T3          | 7,07 b   |
| T4          | 10,82 a  |
| C.V.(%)     | 18,03  |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

#### 4.1.2.3 Caracterização nutricional

##### a) Teores de macronutrientes (g kg<sup>-1</sup>)

Com relação aos teores de macronutrientes na parte aérea (Tabela 8) verificou-se que para N e S os tratamentos com soluções mais concentradas refletiram em maiores teores desses nutrientes. Já o Ca e Mg tiveram comportamento contrário, apresentando maiores teores nos tratamentos com soluções mais diluídas. O P e o K não

foram influenciados pela solução de fertirrigação. Na parte radicular, os nutrientes Ca, Mg e S tiveram os maiores valores nos tratamentos com soluções mais diluídas, diferentemente do K. O P teve os teores semelhantes entre si e o N não apresentou nenhuma tendência.

Segundo Higashi et al. (2001) os teores estão adequados para os nutrientes: N, P, K e S da PA, acima para os nutrientes: K e S da PR e abaixo para os nutrientes: N (PR), Ca (PA e PR), Mg (PA e PR) e P (PR).

O teor de N das mudas em *Eucalyptus grandis*, tendem a diminuir com o aumento da idade, e neste estudo foi analisado o N na fase final de produção (115 dias), obtendo teor de N maior em comparação ao estudo de Silveira et al. (2003) que encontraram valor de 9,7g kg<sup>-1</sup>, aos 97 dias.

Meurer (2006) relatou que há sinergismos e antagonismos de absorção do K a outros nutrientes. Foram verificados neste trabalho os seguintes sinergismos: K e N na PA do T2; K e P na PA do T2. Os antagonismos observados foram entre: N e K (PR de T2 e T3); N e Ca (PA de T1 e T2); K e Ca, K e Mg (PA do T2 e na PR do T1); Mg e K (PA de T4 e PR de T3 e T4). Esse antagonismo existente entre K e Mg é devido à semelhança de absorção desses nutrientes pelas raízes das plantas (RUSCHEL et al., 2004; VITTI et al., 2006). A diferença na eficiência de absorção de K e Ca é também verificada no estudo de Lima et al. (2005) em clones de *Eucalyptus*.

No estudo feito por Silveira et al. (2003), utilizando substrato com porcentagem de vermiculita (20 a 28 %), em comparação ao presente estudo encontraram valores de nutrientes superiores e inferiores, nos quais os superiores foram para: o teor de P na PR (3g kg<sup>-1</sup>), os teores de Ca na PA e PR (8,5g kg<sup>-1</sup>; 10g kg<sup>-1</sup>, respectivamente), os teores de Mg na PA e PR (13g kg<sup>-1</sup>; 7g kg<sup>-1</sup>), e apenas inferior para: os teores de S na PA e PR (0,6g kg<sup>-1</sup>; 0,4g kg<sup>-1</sup>, respectivamente).

No estudo feito por Augusto et al. (2007), utilizando sistema de fertirrigação semanal em comparação com água residuária, ambos usando irrigação de subsuperfície em mudas de *Eucalyptus grandis*, encontraram teores na PA de N, P, Ca, Mg e S superiores ao presente estudo e teor na PA de K inferior ao presente estudo.

**Tabela 8:** Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no inverno, em função dos tratamentos.

| T         | N      |       | P     |        | K      |       | Ca     |      | Mg    |      | S     |       |
|-----------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|
|           | PA     | PR    | PA    | PR     | PA     | PR    | PA     | PR   | PA    | PR   | PA    | PR    |
| <b>T1</b> | 17,0ab | 4,3b  | 2,24b | 0,71a  | 14,62b | 17,4a | 4,0b   | 3,2b | 1,6b  | 1,7b | 1,62a | 2,6b  |
| <b>T2</b> | 17,6a  | 4,9a  | 2,52a | 0,70a  | 19,00a | 15,4b | 4,22b  | 3,0b | 1,64b | 1,8b | 1,66a | 2,4c  |
| <b>T3</b> | 16,6b  | 5,1a  | 2,15b | 0,80a  | 15,75b | 14,6c | 4,35ab | 3,6a | 1,66b | 2,3a | 1,52b | 2,8a  |
| <b>T4</b> | 15,9b  | 4,4ab | 2,18b | 0,72 a | 16,40b | 14,1c | 4,5a   | 3,4a | 1,84a | 2,3a | 1,54b | 2,7ab |
| CV (%)    | 8,7    | 5,4   | 8,2   | 5,2    | 21,5   | 7,6   | 10,8   | 12,0 | 9,4   | 9,9  | 5,7   | 7,6   |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### b) Teores de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Para os teores de micronutrientes na parte aérea (Tabela 9) verificou-se que os elementos Fe e B tiveram maiores teores nos tratamentos com soluções mais concentradas, contrariamente ao Mn. Os teores de Zn não tiveram variação estatística e Cu não apresentou relação entre os tratamentos tanto na PA quanto na PR.

Para os teores radiculares os nutrientes Fe e Mn apresentaram maiores valores nos tratamentos mais concentrados. Já B e Zn tiveram resultados contrários, sendo que os maiores teores foram encontrados nos tratamentos com soluções mais diluídas.

Segundo Higashi et al. (2001) os teores estão adequados para os nutrientes: Mn, B e Zn da PA e Fe da PR, acima para os nutrientes para: Mn, B e Zn da PR e abaixo para os nutrientes: Cu (PA e PR) e Fe (PA).

Dechen e Nachtigall (2006) relataram que a absorção de Cu se dá por transporte ativo, e proporciona efeitos inibitórios de absorção a outros micronutrientes nas raízes das plantas como: Zn (verificado na PR do T2) e o Fe (verificado na PA dos T3 e T4).

Esses baixos teores de Cu e Fe na PA, pode ter sido causado pelo fato da adubação de rustificação apresentar um pH acima de 6,5, pois de acordo com Dechen e Nachtigall (2006), o pH influencia diretamente na solubilidade desses micronutrientes, o que pode ter ocasionado imobilidade do Cu e do Fe da parte radicular para a parte aérea das mudas.

O Mn é pouco móvel na planta, e em concentrações mais diluídas das soluções favoreceram uma maior absorção na PA como é verificado neste estudo, já em concentrações menos diluídas a eficácia de absorção do Fe foi nas raízes.

O Mn é mais móvel no substrato que o Fe, e sua disponibilidade é afetada pelo equilíbrio com o Fe na PR, como é verificado no T1, onde ambos se encontram nos seus maiores teores.

Em comparação com o trabalho de Silveira et al. (2003), os teores de micronutrientes para parte aérea e radicular foram superiores para B e Fe, inferiores para Cu e Mn e o Zn com valores próximos aos encontrados no presente estudo.

**Tabela 9:** Teores de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no inverno, em função dos tratamentos.

| T         | Cu   |       | Fe   |      | Mn   |        | B     |       | Zn    |      |
|-----------|------|-------|------|------|------|--------|-------|-------|-------|------|
|           | PA   | PR    | PA   | PR   | PA   | PR     | PA    | PR    | PA    | PR   |
| <b>T1</b> | 2,6a | 3,6c  | 110a | 519a | 274b | 75,6a  | 35,2a | 47,4c | 30,2a | 212b |
| <b>T2</b> | 2,0b | 5,2a  | 109a | 569a | 272b | 68,6b  | 34,0b | 44,2d | 31,2a | 189c |
| <b>T3</b> | 2,6a | 4,6b  | 94b  | 549a | 255c | 65,0bc | 33,9b | 51,7b | 30,0a | 229a |
| <b>T4</b> | 2,4a | 5,0ab | 89b  | 419b | 294a | 60,0c  | 32,4c | 56,4a | 31,7a | 230a |
| CV(%)     | 17,6 | 17,7  | 10,2 | 30,7 | 10,9 | 15,1   | 5,6   | 11,9  | 9,9   | 14,9 |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### c) Conteúdo de macronutrientes ( $\text{mg planta}^{-1}$ )

Para o conteúdo de macronutrientes, verificam-se padrões de comportamento no acúmulo de nutrientes na parte aérea e radicular (Tabela 10). Não sofreram influência dos tratamentos os nutrientes N e S, na parte aérea, e P e K na parte radicular. O Ca e o Mg tiveram maior acúmulo na parte aérea e raiz quando submetidos a maior frequência de fertirrigação. Para o S observou-se este mesmo resultado somente na raiz.

Em comparação com o trabalho de Augusto et al. (2007), o conteúdo de macronutrientes na PA foram superiores, ao presente estudo, apenas para Ca e Mg (10,62; 4,08  $\text{mg planta}^{-1}$ , respectivamente) e inferiores aos demais nutrientes.

Em relação ao trabalho de Silveira et al. (2003), o acúmulo de macronutrientes foi superior para N (PA e PR), P (PA), Ca (PA), Mg (PA), S (PA), sendo que para os demais os valores foram próximos ao presente estudo.

Em relação ao P, o *E. grandis* mostrou boa eficiência de conversão do nutriente em biomassa, pelo fato de maior teor resultar em maior acúmulo no mesmo tratamento (T2), sendo assim, esses resultados concordam com Furtini Neto (1994) segundo o qual a eficiência de utilização de fósforo mostrou ser um bom parâmetro para explicar a produção de matéria seca por *Eucalyptus*.

O acúmulo de Mg na PA foi superior ao da raiz, já era esperado que esse acúmulo ocorresse nas folhas, pelo fato desse nutriente participar na molécula de clorofila (MENGEL & KIRKBY, 1987).

O Ca é imóvel na planta, sendo que houve uma maior absorção desse nutriente nos T3 e T4, levando a um acúmulo refletido na PA e PR para esses tratamentos.

Trigueiro e Guerrini (2003) relataram que, na parte aérea quanto maior o teor de Ca, menor é o acúmulo de K, devido ao efeito antagônico entre esses nutrientes, não sendo verificado neste trabalho.

**Tabela 10:** Conteúdo de macronutrientes (mg planta<sup>-1</sup>) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no inverno, em função dos tratamentos.

| T            | N     |       | P     |      | K      |      | Ca    |      | Mg   |      | S    |      |
|--------------|-------|-------|-------|------|--------|------|-------|------|------|------|------|------|
|              | PA    | PR    | PA    | PR   | PA     | PR   | PA    | PR   | PA   | PR   | PA   | PR   |
| <b>T1</b>    | 34,8a | 4,2b  | 4,6b  | 0,7a | 37,0ab | 6,3a | 8,1c  | 1,1b | 3,3b | 0,6b | 3,3a | 1,0b |
| <b>T2</b>    | 37,1a | 4,8ab | 5,3a  | 0,7a | 40,4a  | 6,0a | 8,9bc | 1,2b | 3,5b | 0,7b | 3,5a | 0,9b |
| <b>T3</b>    | 34,7a | 5,1a  | 4,6b  | 0,8a | 34,4b  | 6,1a | 9,7ab | 1,5a | 3,7b | 1,0a | 3,3a | 1,1a |
| <b>T4</b>    | 37,0a | 4,4ab | 5,0ab | 0,7a | 38,1ab | 6,1a | 10,5a | 1,5a | 4,3a | 1,0a | 3,6a | 1,1a |
| <b>CV(%)</b> | 24,5  | 30,1  | 26,4  | 29,8 | 26,4   | 28,6 | 28,5  | 33,2 | 27,8 | 31,8 | 26,1 | 30,0 |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

#### d) Conteúdo de micronutrientes (ug planta<sup>-1</sup>)

Quanto ao acúmulo de micronutrientes (Tabela 11), observou-se a seguinte tendência: Mn e Zn tiveram valores maiores na parte aérea, quanto maior a frequência de fertirrigação. A mesma tendência foi encontrada para os nutrientes B, Zn e Cu na raiz. Os demais micronutrientes não tiveram uma tendência clara em função da aplicação dos tratamentos.

Os acúmulos de Cu foram proporcionais aos seus teores, sendo verificados os maiores teores e acúmulos nos T1, T3 e T4.

O Fe é imóvel na planta, e sua absorção como sua mobilidade na planta é afetada pelo pH, pela concentração de P e K, sendo estes, com valores adequados, o que possibilitou que tratamentos com maiores teores de Fe, tivessem também maior acúmulo na planta, em sua maioria.

No presente estudo os teores de micronutrientes foram superiores aos de Augusto et al. (2007).

Apesar de terem acontecido absorções diferentes, parece que há uma tendência de acúmulo melhor quando a adubação é mais diluída, o que seria esperado já que ocorre menos lixiviação.

**Tabela 11:** Conteúdo de micronutrientes ( $\mu\text{g planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no inverno, em função dos tratamentos.

| T     | Cu   |      | Fe   |       | Mn   |       | B     |       | Zn     |        |
|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|
|       | PA   | PR   | PA   | PR    | PA   | PR    | PA    | PR    | PA     | PR     |
| T1    | 5,3a | 1,3b | 225a | 187ab | 560b | 27,5a | 71,8a | 17,1b | 61,4b  | 76,4b  |
| T2    | 4,2b | 2,1a | 230a | 229ab | 568b | 26,5a | 71,2a | 17,2b | 66,1ab | 74,3b  |
| T3    | 5,7a | 2,0a | 193b | 238a  | 547b | 27,3a | 72,2a | 21,6a | 65,2ab | 97,0a  |
| T4    | 5,8a | 2,2a | 222a | 183b  | 672a | 26,0a | 76,0a | 24,8a | 72,6a  | 100,0a |
| CV(%) | 33,4 | 37,4 | 27,4 | 46,1  | 24,2 | 31,4  | 24,8  | 32,7  | 25,8   | 33,9   |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

## 4.2. Experimento de verão

### 4.2.1 Caracterização química do substrato

Por meio das análises iniciais do substrato, em comparação as análises iniciais do substrato do experimento de inverno (Tabela 12), observou-se que houve aumento de N total, matéria orgânica, C total,  $\text{K}_2\text{O}$  total e B total e diminuição de pH,  $\text{P}_2\text{O}_5$  total, Ca total, Mg total, S total, Fe total e Mn total. Ambos os experimentos apresentaram valores semelhantes de Na total, mostrando que não houve diferença quanto acúmulo de sais e valores semelhantes da relação C/N, mostrando que ambos os substratos tiveram decomposição semelhante.

**Tabela 12:** Caracterização química do substrato utilizado para formação das mudas de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus urograndis* no período de verão.

| Variáveis                           | Inicial |
|-------------------------------------|---------|
| pH                                  | 3,3     |
| EC (dS m <sup>-1</sup> )            | 1,05    |
| Relação C/N                         | 31/1    |
| %                                   |         |
| C total                             | 37,20   |
| N total                             | 1,20    |
| Matéria Orgânica                    | 67,0    |
| (mg dm <sup>-3</sup> )              |         |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total | 36,3    |
| K <sub>2</sub> O total              | 103,5   |
| Ca total                            | 41,5    |
| Mg total                            | 68,3    |
| S total                             | 112,0   |
| Na total                            | 5,0     |
| B total                             | 1,15    |
| Cu total                            | 0,04    |
| Fe total                            | 0,13    |
| Mn total                            | 2,67    |
| Zn total                            | 0,23    |

- EC e teores de macro e micronutrientes= extrato aquoso 1: 5,0

#### 4.2.2 Análise da planta

##### - *Eucalyptus grandis*

#### 4.2.2.1 Caracterização morfológica

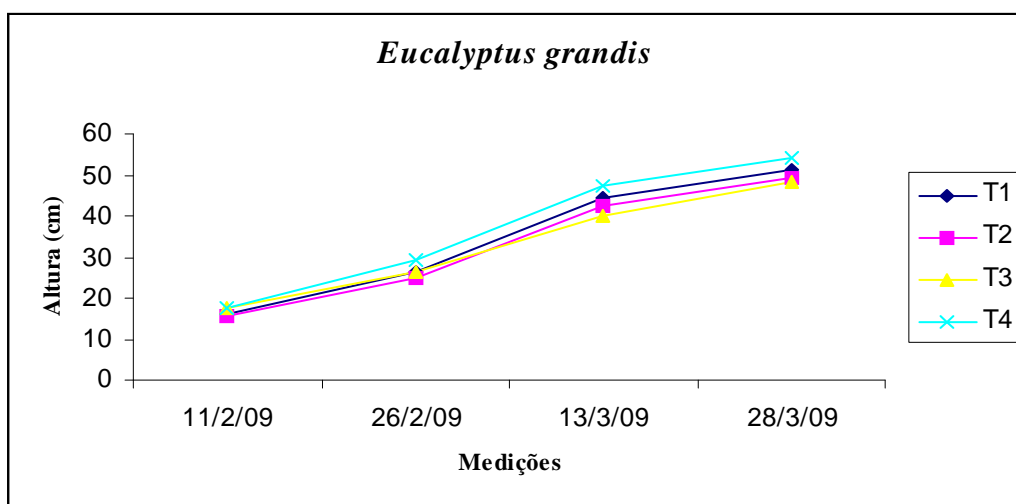
##### a) Não-destrutiva

As Figuras 3 e 4 mostram que o desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus grandis*, em altura e diâmetro, respectivamente, tiveram um mesmo

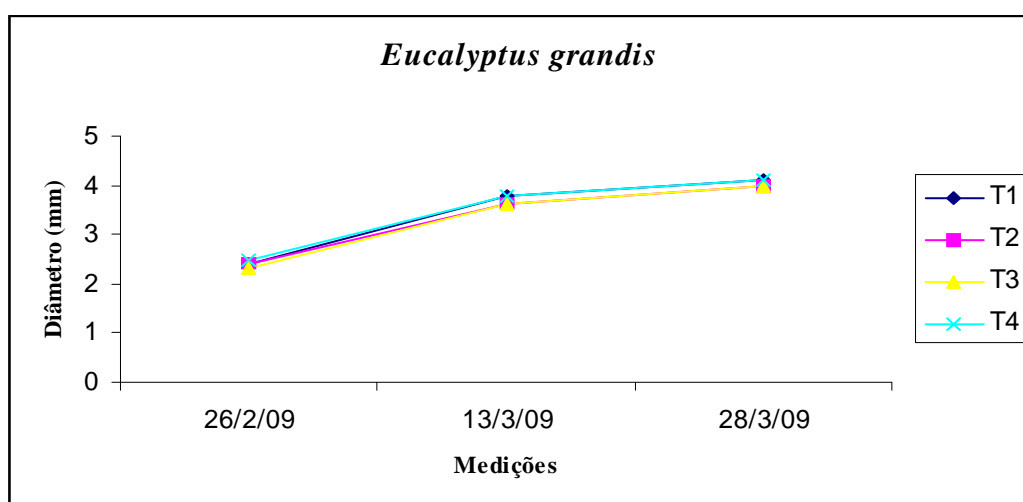


comportamento ao longo das medições quinzenais. Em relação à medição inicial todos os tratamentos tiveram alturas e diâmetros semelhantes entre si, com crescimento linear ao longo das medições, diferenciando-os na última medição, onde o T4 resultou em uma maior altura e um maior diâmetro, e o T3 com valores inferiores em relação aos demais tratamentos.

No período de verão, a solução de fertirrigação menos concentrada mostrou uma resposta rápida em altura para as mudas nas adubações (crescimento e rustificação) no sistema de irrigação por subsuperfície, e em relação ao diâmetro apresentaram resultados bons e semelhantes para as soluções mais e menos concentrada, T1 e T4, respectivamente.



**Figura 3:** Crescimento em altura das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos.



**Figura 4:** Crescimento em diâmetro das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos.

### b) Destrutiva

O desenvolvimento em altura das mudas de *E. grandis* com adubação diária (T4) foi significativamente superior aos demais tratamentos, embora não tenha sido estatisticamente diferente de T1 (Tabela 13). O T3 foi o que apresentou menor crescimento em altura. Após a aplicação dos tratamentos, todas as mudas apresentaram alturas e diâmetros superiores às sugeridas para plantio, ou seja, acima de 25 cm e 2,5 mm, respectivamente (GONÇALVES & POGGIANI, 1996). Em relação ao diâmetro de colo, as mudas de todos os tratamentos não diferenciaram estatisticamente entre si, evidenciando que a concentração da solução nutritiva não influenciou neste parâmetro. O diâmetro é uma característica fortemente influenciada pelo espaçamento entre as mudas.

Os tratamentos testados neste experimento favoreceram o desenvolvimento de sistemas radiculares vigorosos e sem o enovelamento, não havendo diferença estatística da massa seca radicular (MSR) entre os tratamentos (Tabela 13).

O T1 foi significativamente superior aos demais tratamentos para a MSA e a MST (Tabela 13). Isso deve ter ocorrido pelo fato da solução nutritiva nesse sistema de irrigação ser mais concentrada que nos demais tratamentos, levando a um ganho significativo de massa seca das mudas do T1. Isso não era esperado em função de que as empresas do segmento preconizam adubações mais frequentes com soluções mais diluídas, principalmente no verão.

Os resultados desse experimento indicam que do ponto de vista econômico, adubar uma vez na semana é melhor, pois além de apresentar ganhos superiores em termos de desenvolvimento da muda, haverá redução de custo do que se adubar diariamente, principalmente quando não se dispuser de recursos para automatização do sistema, caso da maioria dos pequenos viveiros.

**Tabela 13:** Caracterização morfológica das mudas de *Eucalyptus grandis*, aos 105 dias após semeadura, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| Tratamentos | IH (cm) | DC (mm) | MSA (g) | MSR (g) | MST (g) |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| T1          | 34,8 ab | 4,11 a  | 3,22 a  | 0,62 a  | 3,84 a  |
| T2          | 33,5 b  | 3,98 a  | 2,46 b  | 0,57 a  | 3,03 b  |
| T3          | 30,6 c  | 4,03 a  | 2,45 b  | 0,61 a  | 3,06 b  |
| T4          | 36,4 a  | 4,03 a  | 2,66 b  | 0,56 a  | 3,22 b  |
| CV(%)       | 17,13   | 10,39   | 22,70   | 21,44   | 20,93   |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.
- CV= coeficiente de variação.

Avaliando a qualidade do sistema radicular (Tabela 14) observou-se que as mudas produzidas no T3 fertirrigação diária apresentaram sistemas radiculares melhores, com 37,5% de ótimo e 52,5% de bom, totalizando 90,0% de plantas aptas para o plantio no campo. As mudas produzidas no T1 e T4 foram semelhantes entre si e totalizaram 82,5% de plantas aptas para o plantio. As mudas do tratamento T2 apresentaram sistemas radiculares inferiores aos demais, totalizando em 25% de plantas inaptas para o plantio no campo.

As mudas sob fertirrigação diária apresentaram 5% a mais de sistemas radiculares ótimos em relação às mudas sob fertirrigação semanal, porém ambas não diferenciaram na totalidade de plantas aptas e inaptas para o plantio respectivamente, 82,5% e 17,5%.

**Tabela 14:** Qualidade do sistema radicular das mudas de *Eucalyptus grandis*, aos 105 dias após semeadura, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| Tratamentos | Qualidade do sistema radicular (%) |      |      | Aptos para plantio | Inaptos para plantio |
|-------------|------------------------------------|------|------|--------------------|----------------------|
|             | Ótimo                              | Bom  | Ruim |                    |                      |
| <b>T1</b>   | 37,5                               | 45   | 17,5 | 82,5               | 17,5                 |
| <b>T2</b>   | 32,5                               | 42,5 | 25   | 75                 | 25                   |
| <b>T3</b>   | 37,5                               | 52,5 | 10   | 90                 | 10                   |
| <b>T4</b>   | 42,5                               | 40   | 17,5 | 82,5               | 17,5                 |

#### - *Eucalyptus urophylla*

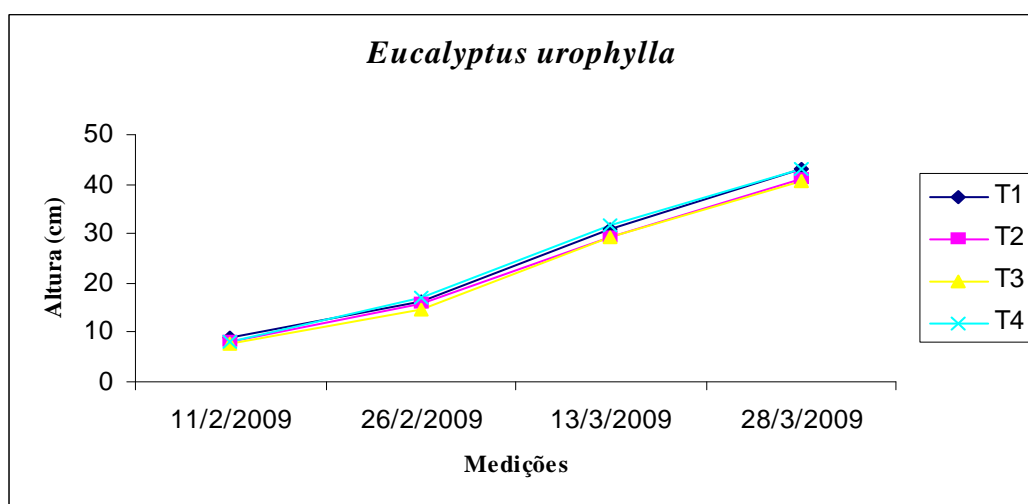
##### 4.2.2.1.2. Caracterização morfológica

###### a) Não-destrutiva

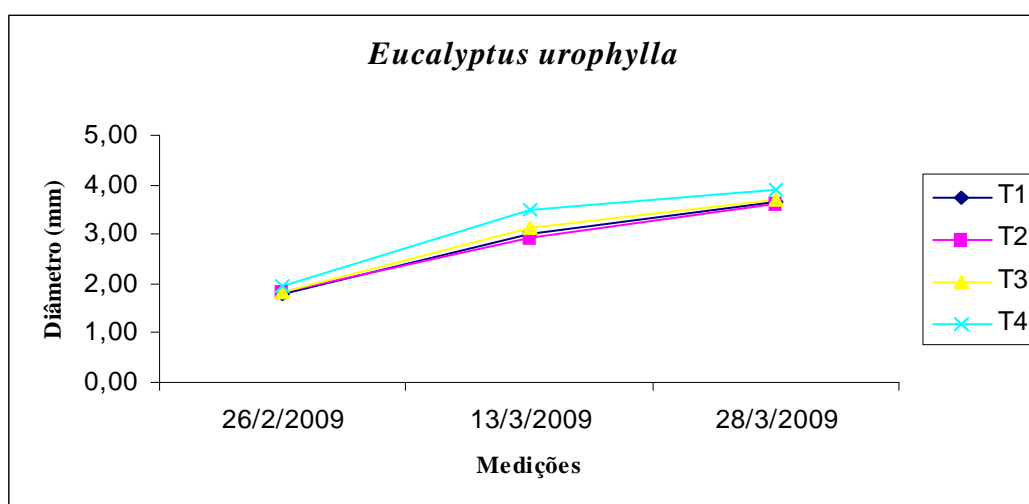
As Figuras 5 e 6 mostram que o desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus urophylla*, em altura, tiveram um mesmo comportamento ao longo das medições quinzenais, e em diâmetro, o T4 já apresentou na 1ª medição valores maiores. Ao longo das medições, todos os tratamentos tiveram alturas semelhantes entre si, com crescimento linear, diferenciando-os na última medição, onde o T4 e o T1 resultaram em maiores alturas e em relação ao diâmetro, o T4 permaneceu superior aos demais

tratamentos, sendo estes com diâmetros semelhantes entre si, apresentando crescimento linear.

No período de verão, as mudas submetidas às soluções de fertirrigação menos e mais concentradas mostraram respostas rápidas em altura às adubações (crescimento e rustificação) no sistema de irrigação por subsuperfície. Em relação ao diâmetro as mudas fertirrigadas diariamente apresentaram o melhor resultado.



**Figura 5:** Crescimento em altura das mudas de *Eucalyptus urophylla*, produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos.



**Figura 6:** Crescimento em diâmetro das mudas de *Eucalyptus urophylla*, produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos.

### b) Destrutiva

Diferentemente do *E. grandis*, o incremento em altura do *E. urophylla* não foi influenciado pelos tratamentos (Tabela 15). Quanto ao diâmetro, o T4 foi

significamente superior aos demais tratamentos, embora não tenha sido estatisticamente diferente de T3. Foi verificado para todos os tratamentos que ao final do experimento, todas as mudas apresentaram alturas e diâmetros superiores às sugeridas para plantio, ou seja, acima de 25 cm e 2,5 mm, respectivamente (GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

Na tabela 15, a MSR das mudas de *E. urophylla* não foi influenciada pelo manejo de adubação e com relação à massa seca da parte aérea (MSA) e total (MST), o T1 foi significativamente superior, porém estatisticamente igual a T4.

Lopes (2005) realizou estudo com *E. urophylla*, aos 90 dias de idade, em tubetes de 50 cm<sup>3</sup>, obtendo diâmetro, MSA e MST inferiores em comparação a esse estudo.

Em comparação ao presente estudo, Barroso et al. (2000) verificaram que em mudas de *E. urophylla* aos 75 dias após a semeadura e com o uso dos mesmos componentes de substrato tiveram todos os parâmetros morfológicos inferiores.

Considerando a caracterização morfológica, para esta espécie a alternativa de fertirrigar semanalmente parece ser mais atrativa quando o produtor não contar com muitos recursos. Caso contrário ele poderá fazer a opção de fertirrigar diariamente, pois no que se referem ao desenvolvimento da muda, ambos apresentaram resultados semelhantes.

**Tabela 15:** Caracterização morfológica das mudas de *Eucalyptus urophylla*, aos 112 dias após semeadura, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| Tratamentos  | IH (cm) | DC (mm) | MSA (g) | MSR (g) | MST (g) |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>T1</b>    | 34,27 a | 3,66 b  | 2,40 a  | 0,54 a  | 2,94 a  |
| <b>T2</b>    | 32,87 a | 3,58 b  | 1,98 b  | 0,51 a  | 2,49 b  |
| <b>T3</b>    | 32,61 a | 3,69 ab | 1,82 b  | 0,45 a  | 2,28 b  |
| <b>T4</b>    | 34,99 a | 3,94 a  | 2,24 ab | 0,54 a  | 2,78 ab |
| <b>CV(%)</b> | 24,69   | 15,65   | 30,60   | 34,24   | 30,10   |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

Avaliando a qualidade do sistema radicular (Tabela 16) observou-se que as mudas produzidas do T1 e T2 apresentaram sistemas radiculares melhores, com 27,5% de ótimo, diferenciando no sistema radicular bom e para plantas aptas para o plantio no campo respectivamente, 27,5% e 55%; 17,5% e 45%. As mudas do T4 apresentaram valores intermediários com 17,5% de sistema radicular ótimo, totalizando em 37,5% de plantas aptas para o plantio no campo. As mudas do T3 apresentaram valores inferiores aos

demais, com apenas 12,5% de sistema radicular ótimo, totalizando em 70% de plantas inaptas para o plantio no campo.

O T1 apresentou 10% a mais de sistema radicular ótimo em relação ao T2, caracterizando em uma fertirrigação mais efetiva quanto à qualidade do sistema radicular.

**Tabela 16:** Qualidade do sistema radicular das mudas de *Eucalyptus urophylla*, aos 112 dias após semeadura, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| Tratamentos | Qualidade do sistema radicular (%) |      |      | Aptos para plantio | Inaptos para plantio |
|-------------|------------------------------------|------|------|--------------------|----------------------|
|             | Ótimo                              | Bom  | Ruim |                    |                      |
| <b>T1</b>   | 27,5                               | 27,5 | 45   | 55                 | 45                   |
| <b>T2</b>   | 27,5                               | 17,5 | 55   | 45                 | 55                   |
| <b>T3</b>   | 12,5                               | 17,5 | 70   | 30                 | 70                   |
| <b>T4</b>   | 17,5                               | 20   | 62,5 | 37,5               | 62,5                 |

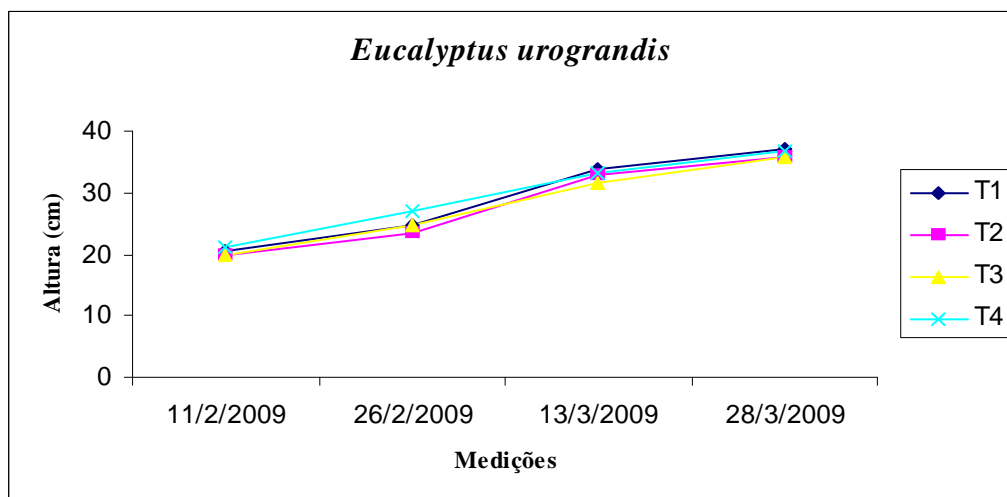
**- Eucalyptus urograndis**

**4.2.2.1.3. Caracterização morfológica**

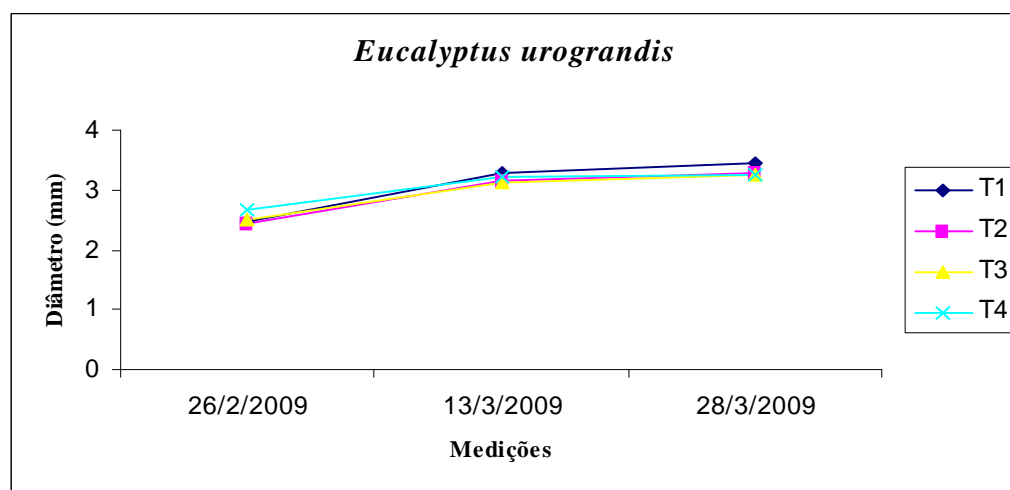
**a) Não-destrutiva**

As Figuras 7 e 8 mostram que o desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus urograndis*, em altura e diâmetro, respectivamente, tiveram um mesmo comportamento ao longo das medições quinzenais. Em relação à 1ª medição o T4 teve altura e diâmetro superior aos demais tratamentos, sendo que estes tiveram alturas e diâmetros semelhantes entre si, com crescimento linear ao longo das medições, diferenciando-os na última medição, onde o T1 resultou em uma maior altura, seguido pelo T4 e um maior diâmetro em relação aos demais tratamentos.

No período de verão, as soluções de fertirrigação mais e menos concentradas mostraram respostas rápidas em altura para as mudas nas adubações (crescimento e rustificação) no sistema de irrigação por subsuperfície, e em relação ao diâmetro, as mudas fertirrigadas semanalmente apresentaram bom resultado.



**Figura 7:** Crescimento em altura das mudas de *Eucalyptus urograndis*, produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos.



**Figura 8:** Crescimento em diâmetro das mudas de *Eucalyptus urograndis*, produzidas no verão, em função dos diferentes tratamentos.

### b) Destrutiva

O desenvolvimento em altura e em diâmetro das mudas de *E. urograndis* não foi influenciado pelos tratamentos, conforme pode ser observado na Tabela 17, comparando-se com as espécies anteriores observou-se um menor incremento em altura em função destas apresentarem uma altura inicial, quando do início dos tratamentos, superior àquelas. Porém, todas apresentaram alturas e diâmetros ideais para irem a campo.

Os tratamentos testados neste experimento não influenciaram na massa seca radicular, sendo todos similares estatisticamente e em relação à massa seca da parte aérea (MSA) e a massa seca total (MST) apresentaram valores de T1

significativamente superior aos demais tratamentos, embora não tenha sido estatisticamente diferente de T4, apresentando os mesmos resultados estatísticos aos do *E. urophylla*.

Em comparação a este estudo, o trabalho realizado por Titon et al. (2002) verificaram que MSR dos quatro clones de eucalipto foram inferiores aos 28 dias, utilizando o mesmo sistema de irrigação.

No trabalho feito por Lopes (2008) verificou em mudas de *E. urograndis*, aos 60 dias após a estaquia, que os valores superiores de diâmetro, MSR e MSA ocorreram quando as mudas foram submetidas a fertirrigação por subsuperfície em 4 vezes ao dia, e em comparação a este estudo, os valores foram inferiores para MSA e MSR, porém com valor próximo a este estudo.

A alternativa para o manejo de adubação desta espécie é semelhante ao sugerido para o *E. urophylla*.

**Tabela 17:** Caracterização morfológica das mudas de *Eucalyptus urograndis*, aos 105 dias após estaqueamento, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| Tratamentos | IH (cm) | DC (mm) | MSA (g) | MSR (g) | MST (g) |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| T1          | 16,60 a | 3,42 a  | 2,40 a  | 0,54 a  | 2,94 a  |
| T2          | 15,97 a | 3,29 a  | 1,98 b  | 0,51 a  | 2,49 b  |
| T3          | 16,00 a | 3,26 a  | 1,82 b  | 0,45 a  | 2,28 b  |
| T4          | 15,95 a | 3,27 a  | 2,24 ab | 0,54 a  | 2,78 ab |
| CV (%)      | 24,30   | 10,86   | 30,60   | 34,24   | 30,10   |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

Avaliando a qualidade do sistema radicular (Tabela 18) observou-se que as mudas produzidas do T1 apresentaram sistemas radiculares melhores, com 32,5% de ótimo, porém não diferenciou do T4, com 27,5% de sistema radicular ruim. As mudas do T2 e T4 apresentaram valores similares de sistemas radiculares ótimos, diferenciando-os no sistema radicular ruim, com T2 apresentando 12,5% a mais de plantas aptas para o plantio. As mudas do T3 apresentaram sistemas radiculares inferiores aos demais, totalizando em 45% de plantas inaptas para o plantio.

O T1 apresentou 7,5% a mais de sistema radicular ótimo em relação ao T2 e T4, porém teve uma porcentagem menor que T2 e T4 quanto ao sistema radicular bom, não apresentando maior porcentagem de plantas aptas para o plantio em



relação ao T2, mas ainda é caracterizado como uma fertirrigação efetiva quanto à qualidade do sistema radicular.

**Tabela 18:** Qualidade do sistema radicular das mudas de *Eucalyptus urograndis*, aos 105 dias após estaqueamento, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| Tratamentos | Qualidade do sistema radicular (%) |      |      | Aptos para plantio | Inaptos para plantio |
|-------------|------------------------------------|------|------|--------------------|----------------------|
|             | Ótimo                              | Bom  | Ruim |                    |                      |
| T1          | 32,5                               | 40   | 27,5 | 72,5               | 27,5                 |
| T2          | 25                                 | 60   | 15   | 85                 | 15                   |
| T3          | 22,5                               | 32,5 | 45   | 55                 | 45                   |
| T4          | 25                                 | 47,5 | 27,5 | 72,5               | 27,5                 |

#### 4.2.2.2 Caracterização fisiológica

O T1 apresentou valor de transpiração inferior aos demais tratamentos para *E. grandis*, diferindo dos demais que apresentaram resultados estatisticamente iguais e superiores (Tabela 19). Isso pode demonstrar que para esta espécie na situação de verão a dose mais concentrada de K teve um efeito mais eficaz na redução da transpiração. As doses mais diluídas tiveram o mesmo efeito não diferindo entre si estatisticamente.

Em relação às mudas de *Eucalyptus urophylla* e *E. urograndis* não houve uma tendência clara do efeito dos tratamentos sobre a transpiração. Para *E. urophylla*, o T2 apresentou valor de transpiração superior aos demais tratamentos, diferindo dos outros que apresentaram resultados estatisticamente iguais e inferiores. Em relação às mudas de *E. urograndis*, o T2 e o T3 apresentaram valores de transpiração superior aos demais tratamentos, não diferindo estatisticamente do T4 e menor valor de T1.

Comparando as espécies, observou-se que nos tratamentos T1 e T2 os menores valores de transpiração foram verificados nas mudas de *E. grandis*. Nos tratamentos T3 e T4 as mudas de *E. urophylla* apresentaram os menores valores. O *E. urograndis* teve um comportamento semelhante ao do *E. grandis* no T1 e T3 e ao *E. urophylla* no T4.

No estudo realizado por Lopes (2008) verificou que nas mudas clonais (*E. urograndis*) com o uso de substrato Plantmax estacas, mantidas em irrigação (sem estresse hídrico) apresentaram taxas maiores de transpiração aos demais tratamentos,

apresentando comportamento não adaptado ao estresse hídrico, corroborando com Lopes (2005) que quanto maior a lâmina de água (no caso a de 14 mm), maior será a transpiração das mudas, independente do substrato utilizado.

Lima et al. (2003) analisaram as trocas gasosas em cinco espécies de *Eucalyptus* (*E. grandis*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. torelliana* e *E. pharotrica*), submetidas ao aumento na concentração de CO<sub>2</sub> e a interação com o estresse hídrico em vasos, e observaram que as taxas de fotossíntese, condutância estomática e transpiração foram menores em todas as plantas submetidas ao déficit hídrico, quando comparadas com as taxas das mesmas plantas irrigadas.

Tatagiba et al. (2007), estudaram 6 clones de *Eucalyptus* em vaso, submetidos a dois regimes hídricos diferenciados, sem déficit e com déficit, e observaram para todos os clones que houve redução na transpiração quando submetidos ao déficit hídrico, aonde ocorreu o fechamento parcial dos estômatos por causa da baixa umidade encontrada no substrato, resultando em menores valores das taxas transpiratórias. Outro estudo realizado por esses mesmos autores, em que estudaram árvores adultas de um plantio de 2 clones de *Eucalyptus* em duas épocas (seca e chuvosa), e verificaram quanto a transpiração que os clones encontrados na época chuvosa tiveram valores maiores, em virtude do excedente hídrico no solo, em relação à época seca, sendo que nesta época a deficiência hídrica promoveu redução desse valores.

**Tabela 19:** Caracterização fisiológica das mudas de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus urograndis* produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| Tratamentos | Transpiração (mg m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) |                     |                      |
|-------------|--|---------------------|----------------------|
|             | <i>E. grandis</i>                                  | <i>E. urophylla</i> | <i>E. urograndis</i> |
| T1          | 7,56 b   | 9,20 b              | 7,70 b               |
| T2          | 8,70 a   | 11,40 a             | 10,10 a              |
| T3          | 11,23 a  | 8,12 b              | 10,61 a              |
| T4          | 9,47 a   | 7,80 b              | 8,39 ab              |
| CV (%)      | 16,03  | 13,62               | 14,81                |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### 4.2.2.3 Caracterização nutricional

#### a) Teores de macronutrientes (g kg<sup>-1</sup>)

##### - *Eucalyptus grandis*

De acordo com a Tabela 20 os teores de Mg e S na parte aérea não foram influenciados pelas concentrações das soluções. O maior teor de N foi encontrado para solução mais concentrada e para P, K e Ca quanto mais diluída a solução maior foi o teor encontrado para esses nutrientes.

Na parte radicular, os teores de P e K na parte aérea não tiveram tendência clara quanto às concentrações das soluções. Os maiores teores de N e Ca encontrados para solução mais concentrada e para Mg quanto mais diluída a solução, maior foi o teor encontrado.

Com relação aos teores encontrados observou-se que os nutrientes N (PA e PR), P (PR) e Mg (PR) estiveram abaixo dos valores considerados adequados. Os teores de P (PA) e S (PA) apresentaram teores adequados e K (PA e PR), Mg (PA), Ca (PA e PR), S (PR) acima dos relatados por Higashi et al. (2001).

Neste estudo (mudas com 105 dias), o teor de N obteve valor superior em comparação com o estudo de Silveira et al. (2003) com mudas aos 97 dias. Foi verificado antagonismo entre N e Ca na PA, onde o tratamento que teve maior teor de N (T1), teve menor em Ca, fato explicado por Ruschel et al. (2004) pelo efeito inibitório de absorção do N sobre o Ca.

Não foi verificado neste trabalho antagonismo entre P e Zn como foi relatado por Araújo e Machado (2006).

Meurer (2006) relatou que há sinergismos e antagonismo na absorção de K a outros nutrientes, o que foi verificado neste trabalho para alguns tratamentos.

Houve efeito sinérgico de absorção entre Mg e Ca nos T2 e T3 na PR, e efeito antagônico entre Mg e K, onde o maior teor de Mg na PA, refletiu em menor teor de K. Vitti et al. (2006) relataram que esse antagonismo entre Mg e K é devido à semelhança de absorção desses nutrientes pelas raízes das plantas.

Em comparação ao trabalho de Silveira et al. (2003), o presente estudo apresentou valores superiores para os nutrientes S na PA e PR, e valores inferiores para os teores de P, Ca e Mg na PR e teores de Ca e Mg na PA. Em comparação ao estudo de Augusto et al. (2007), os valores da PA foram inferiores para N, Ca, Mg e S e superiores para P e K.

**Tabela 20:** Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T      | N     |       | P    |       | K      |       | Ca    |      | Mg    |      | S    |      |
|--------|-------|-------|------|-------|--------|-------|-------|------|-------|------|------|------|
|        | PA    | PR    | PA   | PR    | PA     | PR    | PA    | PR   | PA    | PR   | PA   | PR   |
| T1     | 17,0a | 10,6a | 2,8b | 1,9a  | 13,3b  | 10,6b | 5,6c  | 4,3a | 2,4c  | 1,7b | 1,5a | 2,1a |
| T2     | 13,0c | 9,3c  | 2,5c | 1,5c  | 10,6c  | 9,3c  | 6,3b  | 4,3a | 2,9a  | 2,1a | 1,3b | 1,8a |
| T3     | 15,3b | 10,0b | 2,9a | 1,9ab | 13,6ab | 11,3a | 6,6ab | 4,3a | 2,6b  | 2,0a | 1,4b | 2,2a |
| T4     | 14,6b | 9,3c  | 3,0a | 1,8b  | 14,0a  | 10,6b | 7,0a  | 4,0b | 2,5bc | 2,0a | 1,5a | 2,1a |
| CV (%) | 8,6   | 7,3   | 3,4  | 8,9   | 5,6    | 8,3   | 13,0  | 9,8  | 6,9   | 6,3  | 5,7  | 10,9 |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### - *Eucalyptus urophylla*

Em relação aos teores de macronutrientes da parte aérea das mudas de *E. urophylla* (Tabela 21) observou-se que os teores de P e K foram maiores quanto mais concentradas foram as soluções. Os demais nutrientes, embora com teores significativamente diferentes não apresentaram tendência clara da influência dos tratamentos (concentração da solução nutritiva e frequência de fertirrigação).

Considerando a parte radicular, os teores de N e S foram superiores para os tratamentos com soluções mais concentradas e o Ca para soluções mais diluídas.

Segundo Higashi et al. (2001), os teores de N (PA e PR), P (PA e PR), K (PR), Mg (PR) estiveram abaixo do adequado, os teores de Mg (PA), S (PA e PR) esteve adequado, e acima do adequado os teores de K (PA), Ca (PA e PR)

Houve antagonismo entre N e Ca tanto na parte aérea quanto na radicular, onde os maiores teores de N refletiram em menores teores de Ca, fato já explicado para o *E. grandis*.

Os sinergismos observados foram entre K e N, K e P, K e S e houve antagonismo entre K e Ca, K e Mg, mas somente para alguns tratamentos.

**Tabela 21:** Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus urophylla*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T      | N     |        | P    |      | K     |       | Ca   |      | Mg   |        | S    |      |
|--------|-------|--------|------|------|-------|-------|------|------|------|--------|------|------|
|        | PA    | PR     | PA   | PR   | PA    | PR    | PA   | PR   | PA   | PR     | PA   | PR   |
| T1     | 14,6a | 13,3a  | 2,8a | 2,3a | 12,6a | 6,3a  | 6,3b | 4,0c | 2,5c | 2,0b   | 1,4a | 1,9a |
| T2     | 12,3c | 11,0c  | 2,3b | 1,9c | 9,6c  | 5,6b  | 7,0a | 4,3b | 3,1a | 2,06ab | 1,2b | 1,6b |
| T3     | 13,3b | 11,6bc | 2,3b | 2,0b | 9,6c  | 5,6b  | 7,0a | 5,0a | 2,9b | 2,1a   | 1,3b | 1,5c |
| T4     | 14,6a | 12,3b  | 2,3b | 2,3a | 10,3b | 6,0ab | 6,0b | 5,0a | 2,5c | 2,03ab | 1,4a | 1,6b |
| CV (%) | 8,2   | 8,4    | 10,7 | 5,3  | 7,2   | 9,9   | 7,3  | 5,2  | 4,3  | 7,0    | 5,9  | 5,1  |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### - *Eucalyptus urograndis*

Observou-se, através da Tabela 22, que os teores na parte aérea das mudas dos nutrientes N, Ca e Mg não foram influenciados pelos tratamentos. Quanto ao P, K e S os valores maiores foram nos tratamentos que aplicaram soluções de fertirrigação mais concentradas.

Já na parte radicular, P e S tiveram seus teores aumentados quanto maior a concentração das soluções nutritivas e para Ca quanto menor a concentração da solução. O N não apresentou tendência com relação aos tratamentos.

Segundo Higashi et al. (2001), estão abaixo do adequado os nutrientes: N (PA e PR), Mg (PR), acima os nutrientes: P (PA), K (PA e PR), Ca (PA e PR) e adequado: N (PR), P (PR), Mg (PA) e S (PA e PR).

Nas raízes, foi verificado antagonismo entre N e Ca, onde os tratamentos que tiveram maiores teores de N refletiram em menores em Ca, sendo esse antagonismo relatado por Ruschel et al. (2004).

Araújo e Machado (2006) relataram que há antagonismo entre P e Zn, sendo verificado na parte aérea e radicular neste estudo.

Houve sinergismos entre K e P, K e S, e antagonismos entre K e N; K e Ca e K e Mg nos tratamentos com soluções mais concentradas. No trabalho de Lima et al. (2005) também verificaram diferença na absorção de K e de Ca em clones de *Eucalyptus*.

Houve efeito sinérgico entre Ca e Mg na PA do T2 e na PR do T4, e esse efeito sinérgico ocorreu por não apresentar variações de pH nas soluções nutritivas. Houve antagonismo entre Mg e K na PA e PR e esse antagonismo existente entre K e Mg é

devido à semelhança de absorção desses nutrientes pelas raízes das plantas (VITTI et al., 2006).

**Tabela 22:** Teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus urograndis*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T         | N     |        | P    |      | K     |      | Ca   |      | Mg    |        | S    |        |
|-----------|-------|--------|------|------|-------|------|------|------|-------|--------|------|--------|
|           | PA    | PR     | PA   | PR   | PA    | PR   | PA   | PR   | PA    | PR     | PA   | PR     |
| <b>T1</b> | 15,3b | 10,0ab | 3,7a | 2,4a | 14,6a | 8,0b | 7,0b | 4,7b | 2,6b  | 1,8c   | 1,4a | 1,53a  |
| <b>T2</b> | 14,6b | 9,7ab  | 3,5b | 2,3b | 11,6c | 8,3a | 8,0a | 4,3c | 2,8a  | 1,96ab | 1,4a | 1,46ab |
| <b>T3</b> | 16,6a | 10,3a  | 3,5b | 2,2b | 12,3b | 7,7c | 7,3b | 4,7b | 2,5bc | 1,9bc  | 1,3b | 1,4b   |
| <b>T4</b> | 14,3b | 9,3b   | 3,4b | 2,1c | 10,3d | 6,7d | 7,3b | 5,0a | 2,4c  | 2,0a   | 1,3b | 1,4b   |
| CV (%)    | 11,4  | 9,5    | 4,4  | 5,0  | 3,9   | 5,4  | 7,2  | 8,9  | 5,8   | 6,3    | 5,1  | 6,4    |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### b) Teores de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

#### - *Eucalyptus grandis*

De acordo com a Tabela 23 os teores de Cu na parte aérea foram iguais entre os tratamentos. Os teores dos nutrientes Fe, Mn e B não foram influenciados pelas concentrações das soluções e para Zn quanto mais diluída a solução maior o teor encontrado.

Na parte radicular, os valores de Cu apresentaram a mesma tendência da parte aérea, ou seja, todos com valores estatisticamente iguais. O Fe e o B não foram influenciados pelos tratamentos. Já os nutrientes Mn e Zn tiveram maiores teores quanto mais diluída a solução nutritiva.

Com relação aos teores encontrados observou-se que os nutrientes Cu (PA e PR), Fe (PA e PR) e Zn (PR) estiveram abaixo dos valores considerados adequados. Os teores de nutrientes de Mn (PA e PR), B (PA e PR) e Zn (PA) estiveram acima dos relatados por Higashi et al. (2001).

Em comparação ao trabalho de Silveira et al. (2003) em mudas de *Eucalyptus grandis*, os teores de micronutrientes encontrados na parte aérea foram superiores. Na parte radicular foram superiores para Cu e Mn e inferiores para B e Fe.

**Tabela 23:** Teores de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T      | Cu    |      | Fe   |       | Mn   |       | B     |        | Zn     |      |
|--------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|------|
|        | PA    | PR   | PA   | PR    | PA   | PR    | PA    | PR     | PA     | PR   |
| T1     | 3,3a  | 3,3a | 82a  | 443b  | 398b | 38,0b | 46,3a | 58,7b  | 32,0c  | 128c |
| T2     | 3,6 a | 3,6a | 60b  | 390c  | 440a | 41,7b | 40,0b | 67,0a  | 37,0b  | 124c |
| T3     | 3,3a  | 3,6a | 68b  | 486a  | 450a | 43,ab | 48,6a | 62,3ab | 38,3ab | 148b |
| T4     | 3,6a  | 3,3a | 69ab | 458ab | 414b | 47,7a | 48,0a | 65,3ab | 40,3a  | 165a |
| CV (%) | 13,7  | 13,7 | 26,0 | 36,1  | 7,3  | 16,1  | 10,6  | 16,6   | 8,8    | 14,9 |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### - *Eucalyptus urophylla*

Em relação aos teores de micronutrientes da parte aérea das mudas de *E. urophylla* (Tabela 24) observou-se que somente o B apresentou maior teor nos tratamentos com soluções menos concentradas. Os demais nutrientes, embora com teores significativamente diferentes não apresentaram tendência clara da influência dos tratamentos (concentração da solução nutritiva e frequência de fertirrigação).

Considerando a parte radicular, o Zn foi superior estatisticamente no T1; o Cu foi semelhante em todos os tratamentos e os nutrientes Fe, Mn e B não foram influenciados pelas soluções.

Segundo Higashi et al. (2001), os teores de Cu (PA e PR), Fe (PA) e Zn (PA) estiveram abaixo do adequado, os teores de Fe (PR), Mn (PA e PR), B (PA e PR) e Zn (PR) estiveram acima do adequado.

Esses baixos teores de Cu e Fe na PA pode ter sido causado pelo fato da adubação de rustificação apresentar pH elevado, ocorrendo imobilidade desses micronutrientes das raízes para a parte aérea das mudas (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

**Tabela 24:** Teores de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus urophylla*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T      | Cu   |      | Fe   |       | Mn   |       | B     |       | Zn     |      |
|--------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|------|
|        | PA   | PR   | PA   | PR    | PA   | PR    | PA    | PR    | PA     | PR   |
| T1     | 3,3b | 3,7a | 74a  | 907a  | 330d | 59,7a | 39,6b | 39,0c | 25,7ab | 187a |
| T2     | 4,3a | 4,0a | 54b  | 700b  | 437b | 52,0b | 44,3a | 33,7d | 26,0ab | 150b |
| T3     | 3,6b | 3,7a | 79a  | 770ab | 493a | 63,3a | 44,0a | 53,0a | 26,7a  | 142b |
| T4     | 3,3b | 3,7a | 75a  | 782ab | 351c | 64,7a | 42,7a | 49,0b | 24,3b  | 154b |
| CV (%) | 17,4 | 15,7 | 25,7 | 25,9  | 6,8  | 15,7  | 7,7   | 10,8  | 9,8    | 20,7 |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### - *Eucalyptus urograndis*

Observou-se, através da Tabela 25, que os teores na parte aérea das mudas dos nutrientes Fe, B e Zn não foram influenciados pelos tratamentos. Quanto ao Cu e Mn os valores foram semelhantes estatisticamente.

Já na parte radicular, Mn e B tiveram seus teores aumentados quanto menor a concentração das soluções nutritivas. Os nutrientes Cu, Fe e Zn, apesar de apresentar teores diferentes, não apresentaram tendência com relação aos tratamentos.

Segundo Higashi et al. (2001), estão abaixo do adequado os nutrientes: Cu (PA e PR), Fe (PA e PR) e Zn (PA e PR) e estão acima do adequado: Mn (PA e PR) e B (PA e PR).

**Tabela 25:** Teores de micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus urograndis*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T      | Cu   |      | Fe   |       | Mn   |       | B      |        | Zn    |       |
|--------|------|------|------|-------|------|-------|--------|--------|-------|-------|
|        | PA   | PR   | PA   | PR    | PA   | PR    | PA     | PR     | PA    | PR    |
| T1     | 3,7a | 3,3b | 112b | 397c  | 110a | 57,3b | 52,3ab | 73,0c  | 29,7b | 113c  |
| T2     | 3,7a | 3,0c | 93c  | 722a  | 116a | 63,6b | 51,7ab | 75,7bc | 27,0c | 130ab |
| T3     | 4,0a | 3,0c | 105b | 449bc | 111a | 59,3b | 50,0b  | 82,0ab | 26,7c | 116bc |
| T4     | 3,7a | 4,0a | 134a | 484b  | 109a | 68,7a | 54,7a  | 85,3a  | 31,7a | 133a  |
| CV (%) | 15,7 | 7,2  | 12,6 | 17,5  | 23,8 | 17,7  | 10,1   | 13,2   | 5,0   | 16,8  |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### c) Conteúdo de macronutrientes ( $\text{mg planta}^{-1}$ )

#### - *Eucalyptus grandis*

Para o conteúdo de macronutrientes, verificam-se padrões de comportamento no acúmulo de nutrientes na parte aérea e radicular (Tabela 26). Não sofreu influência dos tratamentos o nutriente Mg, na parte radicular. O N e o S tiveram maior acúmulo na parte aérea e o N e o P na parte radicular, quando submetidos a menor frequência de fertirrigação.



Em comparação com o trabalho de Augusto et al. (2007), o conteúdo de macronutrientes foram todos inferiores ao presente estudo.

Em relação ao trabalho de Silveira et al. (2003) o acúmulo de macronutrientes para parte aérea e parte radicular foram superiores para: N, P, K e S, e apenas para parte aérea: Ca e Mg, sendo que os demais valores foram próximos ao presente estudo.

Em relação ao P, o *E. grandis* mostrou boa eficiência de conversão de nutrientes em biomassa, pelo fato de maior teor resultar em maior acúmulo no mesmo tratamento (T1), sendo assim, esses resultados concordam com o trabalho de Furtini Neto (1994).

Em relação ao K, também houve boa eficiência de conversão de nutrientes em biomassa, verificado nos T1 e T4 (fertirrigação semanal e fertirrigação diária, respectivamente).

O acúmulo de Mg na PA foi superior em relação à parte radicular, sendo que esse acúmulo já era esperado que ocorresse nas folhas, pois esse nutriente participa na molécula de clorofila (MENGEL & KIRKBY, 1987).

O Ca é imóvel na planta, e nesse trabalho foi verificado nos tratamentos que tiveram maior absorção desse nutriente na parte aérea (T1 e T2) e na parte radicular (T1, T2 e T3), refletiram em maior acúmulo na PA e PR para esses mesmos tratamentos.

Trigueiro e Guerrini (2003) relataram que na parte aérea quanto maior o teor de Ca menor é o acúmulo de K, sendo verificado neste trabalho o efeito antagônico entre esses nutrientes no T2.

**Tabela 26:** Conteúdo de macronutrientes (mg planta<sup>-1</sup>) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T      | N     |      | P     |       | K      |       | Ca     |       | Mg    |      | S     |       |
|--------|-------|------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|------|-------|-------|
|        | PA    | PR   | PA    | PR    | PA     | PR    | PA     | PR    | PA    | PR   | PA    | PR    |
| T1     | 54,0a | 7,0a | 8,9a  | 1,3a  | 42,6a  | 7,0a  | 18,2a  | 2,8a  | 7,9a  | 1,1a | 4,9a  | 1,4a  |
| T2     | 33,3b | 5,2b | 6,4c  | 0,8c  | 27,2c  | 5,2b  | 16,2ab | 2,4ab | 7,4ab | 1,2a | 3,5bc | 1,0c  |
| T3     | 36,5b | 5,8b | 6,8bc | 1,1b  | 31,6bc | 6,6a  | 15,0b  | 2,5ab | 6,1b  | 1,2a | 3,3c  | 1,3ab |
| T4     | 39,7b | 5,3b | 8,1ab | 1,0bc | 37,4ab | 6,0ab | 18,6a  | 2,2b  | 6,7ab | 1,1a | 4,1b  | 1,2bc |
| CV (%) | 27,0  | 22,0 | 24,6  | 21,9  | 23,6   | 22,5  | 24,8   | 23,0  | 23,8  | 21,5 | 25,0  | 23,2  |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### - *Eucalyptus urophylla*

Para o conteúdo de macronutrientes (Tabela 27), verificaram-se os padrões de comportamento no acúmulo de nutrientes na parte aérea e radicular. Não sofreram influência dos tratamentos os nutrientes Ca e Mg na parte radicular. O N, P, K, Ca e Mg tiveram maior acúmulo na parte aérea e radicular quando submetidos a menor frequência de fertirrigação.

Em relação ao P, o *E. urophylla* mostrou boa eficiência de conversão de nutriente em biomassa, pois o T1 apresentou maior teor em P resultando em maior acúmulo, tanto na parte aérea quanto na radicular.

**Tabela 27:** Conteúdo de macronutrientes (mg planta<sup>-1</sup>) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus urophylla*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T             | N     |       | P    |       | K     |       | Ca     |      | Mg   |      | S    |       |
|---------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|------|------|------|------|-------|
|               | PA    | PR    | PA   | PR    | PA    | PR    | PA     | PR   | PA   | PR   | PA   | PR    |
| <b>T1</b>     | 38,5a | 7,4a  | 7,3a | 1,2a  | 33,1a | 3,5a  | 16,6a  | 2,2a | 6,7a | 1,1a | 3,3d | 1,0a  |
| <b>T2</b>     | 25,9b | 6,0ab | 4,7b | 1,0ab | 20,3b | 3,1ab | 14,7ab | 2,3a | 6,4a | 1,1a | 4,4b | 0,9ab |
| <b>T3</b>     | 23,2b | 5,1b  | 3,9b | 0,9b  | 16,8b | 2,5b  | 12,1b  | 2,2a | 5,0b | 0,9a | 4,9a | 0,7c  |
| <b>T4</b>     | 29,3b | 5,9ab | 4,5b | 1,1ab | 20,6b | 2,9ab | 12,1b  | 2,4a | 5,1b | 0,9a | 3,5c | 0,8bc |
| <b>CV (%)</b> | 28,6  | 34,7  | 28,3 | 34,0  | 26,8  | 35,9  | 28,1   | 35,2 | 28,0 | 34,1 | 6,8  | 33,4  |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### - *Eucalyptus urograndis*

Para o conteúdo de macronutrientes, foram verificados os padrões de comportamento no acúmulo de nutrientes na parte aérea e radicular (Tabela 28). Não sofreram influência dos tratamentos os nutrientes N, P, Ca, Mg e S, na parte aérea e N, Ca, Mg e S na parte radicular. O P e o K tiveram maior acúmulo na parte aérea e raiz quando submetidos à menor frequência de fertirrigação.

**Tabela 28:** Conteúdo de macronutrientes (mg planta<sup>-1</sup>) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus urograndis*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T      | N     |      | P    |       | K      |        | Ca    |      | Mg   |      | S    |      |
|--------|-------|------|------|-------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|
|        | PA    | PR   | PA   | PR    | PA     | PR     | PA    | PR   | PA   | PR   | PA   | PR   |
| T1     | 33,6a | 5,7a | 8,3a | 1,4a  | 32,2a  | 1,53a  | 15,4a | 2,7a | 5,6a | 1,1a | 3,0a | 0,9a |
| T2     | 29,6a | 5,6a | 7,1a | 1,3ab | 23,4bc | 1,46ab | 16,0a | 2,5a | 5,6a | 1,1a | 2,7a | 0,8a |
| T3     | 33,7a | 5,5a | 7,2a | 1,2ab | 25,1b  | 1,4b   | 14,9a | 2,4a | 5,1a | 1,0a | 2,6a | 0,7a |
| T4     | 28,5a | 5,1a | 6,9a | 1,1b  | 20,6c  | 1,4b   | 14,6a | 2,7a | 4,8a | 1,1a | 2,6a | 0,7a |
| CV (%) | 25,0  | 27,2 | 25,1 | 24,4  | 23,5   | 6,3    | 24,4  | 24,5 | 24,3 | 24,7 | 25,2 | 24,7 |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

#### d) Conteúdo de micronutrientes (ug planta<sup>-1</sup>)

##### - *Eucalyptus grandis*

Quanto ao acúmulo de micronutrientes (Tabela 29), observou-se a seguinte tendência: o Fe teve valor maior na parte aérea, quanto menor a frequência de fertirrigação. Não sofreram influência dos tratamentos os nutrientes: Cu, Mn e B na parte radicular. Os demais micronutrientes não tiveram uma tendência clara em função da aplicação dos tratamentos.

O Cu é um micronutriente pouco móvel na planta, mas os tratamentos que apresentaram maiores teores de cobre refletiram em maiores acúmulos na parte aérea e radicular, exceto para o T3 na PA, sendo um tratamento que respondeu menos em acúmulo de Cu. O mesmo aconteceu com o Fe, também imóvel na planta, onde os tratamentos que apresentaram maiores teores refletiram em maiores acúmulos, verificado neste trabalho nos T1 (PA) e T3 e T4 (PR).

Em comparação com o trabalho de Augusto et al. (2007) os valores de acúmulos de micronutrientes foram todos inferiores ao presente estudo, pois não houve adição de micronutrientes na adubação convencional.

**Tabela 29:** Conteúdo de micronutrientes ( $\mu\text{g planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T      | Cu    |      | Fe   |       | Mn    |       | B     |       | Zn    |        |
|--------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|        | PA    | PR   | PA   | PR    | PA    | PR    | PA    | PR    | PA    | PR     |
| T1     | 10,7a | 2,2a | 257a | 291a  | 127a  | 25,0a | 147a  | 38,6a | 102ab | 84,5ab |
| T2     | 9,3ab | 2,1a | 154b | 217b  | 113ab | 23,3a | 101c  | 37,7a | 94ab  | 69,3b  |
| T3     | 7,9b  | 2,1a | 162b | 285a  | 103b  | 25,2a | 110bc | 36,6a | 87b   | 86,6a  |
| T4     | 9,7ab | 1,9a | 189b | 258ab | 110ab | 26,9a | 127ab | 37a   | 108a  | 93,6a  |
| CV (%) | 27,6  | 27,1 | 38,5 | 22,8  | 23,5  | 25,8  | 22,6  | 27,7  | 23,0  | 24,4   |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### - *Eucalyptus urophylla*

Para o conteúdo de micronutrientes (Tabela 30), verificam-se os padrões de comportamento no acúmulo de nutrientes na parte aérea e radicular. Não sofreram influência dos tratamentos os micronutrientes Mn e B na parte radicular, e observou-se a seguinte tendência: Cu, B e Zn tiveram valores maiores na parte aérea e Fe e Zn tiveram valores maiores na parte radicular, quanto menor a frequência de fertirrigação. E para os demais micronutrientes não tiveram uma tendência clara em função da aplicação dos tratamentos.

O Cu é um micronutriente pouco móvel na planta, mas os tratamentos que apresentaram maiores teores de cobre refletiram em maiores acúmulos na parte aérea e radicular, verificado neste trabalho para o T2 (PA e PR) e T1 e T4 (PR). O mesmo aconteceu com o Fe, também imóvel na planta, onde os tratamentos que apresentaram maiores teores refletiram em maiores acúmulos, verificados nos T1 (PA e PR) e T4 (PA).

Apesar de terem acontecido absorções diferentes, parece que há uma tendência de acúmulo melhor quando a adubação é mais concentrada, onde as plantas tinham adubo mais disponível do que no T4 principalmente.

**Tabela 30:** Conteúdo de micronutrientes ( $\mu\text{g planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus urophylla*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T      | Cu   |       | Fe    |       | Mn    |       | B     |       | Zn    |        |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|        | PA   | PR    | PA    | PR    | PA    | PR    | PA    | PR    | PA    | PR     |
| T1     | 8,9a | 2,0ab | 190a  | 494a  | 871ab | 32,2a | 182a  | 21,5a | 67,3a | 101,7a |
| T2     | 9,1a | 2,2a  | 112b  | 386ab | 918a  | 28,5a | 162ab | 18,5a | 54,5b | 82,4ab |
| T3     | 6,4b | 1,6b  | 139b  | 331b  | 847ab | 27,8a | 149b  | 23,5a | 46,4b | 62,1b  |
| T4     | 6,6b | 1,8ab | 154ab | 374b  | 702b  | 31,3a | 186a  | 23,9a | 49,2b | 76,1b  |
| CV (%) | 33,7 | 36,7  | 39,1  | 39,0  | 28,4  | 35,1  | 24,8  | 37,6  | 29,7  | 36,5   |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

### - *Eucalyptus urograndis*

Quanto ao acúmulo de micronutrientes (Tabela 31), observou-se a seguinte tendência: Fe teve valor maior na parte radicular, quanto menor a frequência de fertirrigação. Não sofreram influência dos tratamentos os nutrientes Cu, Mn, B e Zn na parte aérea e Mn, B e Zn na parte radicular. Os demais micronutrientes não tiveram uma tendência clara em função da aplicação dos tratamentos.

O Cu é um micronutriente pouco móvel na planta, mas os tratamentos que apresentaram maiores teores de cobre refletiram em maiores acúmulos na parte aérea e radicular, verificado neste trabalho para todos os tratamentos na parte aérea e somente o T4 na parte radicular. O mesmo aconteceu com o Fe, também imóvel na planta, onde os tratamentos que apresentaram maiores teores refletiram em maiores acúmulos, verificados nos T4 (PA) e T2 (PR).

**Tabela 31:** Conteúdo de micronutrientes ( $\mu\text{g planta}^{-1}$ ) nas partes aérea (PA) e radicular (PR) das mudas de *Eucalyptus urograndis*, produzidas no verão, em função dos tratamentos.

| T      | Cu   |       | Fe    |      | Mn   |       | B    |       | Zn    |       |
|--------|------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
|        | PA   | PR    | PA    | PR   | PA   | PR    | PA   | PR    | PA    | PR    |
| T1     | 8,0a | 1,9ab | 245ab | 229b | 110a | 33,1a | 114a | 42,2a | 65,2a | 65,6a |
| T2     | 7,4a | 1,7b  | 188c  | 422a | 116a | 37,0a | 103a | 44,2a | 54,5a | 76,0a |
| T3     | 8,2a | 1,6b  | 215bc | 241b | 111a | 31,3a | 101a | 43,3a | 54,2a | 63,0a |
| T4     | 7,2a | 2,2a  | 264a  | 265b | 109a | 36,5a | 110a | 46,8a | 63,4a | 71,2a |
| CV (%) | 27,7 | 26,7  | 27,6  | 32,4 | 23,8 | 24,6  | 28,6 | 27,4  | 26,0  | 26,6  |

- médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

- CV= coeficiente de variação.

## 5 CONCLUSÕES

Para as condições estudadas, os resultados obtidos mostram que:

1) Para o período de inverno, a adubação mais frequente, conseqüentemente a mais diluída, proporcionou um melhor desenvolvimento e qualidade da muda, embora a transpiração tenha sido superior para esse tratamento.

2) Para o período de verão, o híbrido *E. urograndis* não teve seu desenvolvimento e qualidade influenciados pelo fracionamento da adubação. Para as espécies *E. grandis* e *E. urophylla* o tratamento com a solução mais concentrada produziu mudas com melhores qualidades morfofisiológicas.

3) Os teores e conteúdos de nutrientes foram influenciados pelos tratamentos de forma diferente para cada espécie:

- Para a maioria dos nutrientes, os tratamentos afetaram os teores e conteúdos nas mudas de *Eucalyptus grandis* diferentemente no experimento de verão e inverno, à exceção dos teores de Ca na parte aérea e de Mg na parte radicular e conteúdo de Ca na parte radicular.

- Para *Eucalyptus urophylla*, as soluções nutritivas mais concentradas, resultaram em maiores valores nos conteúdos de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea e no teor de P na parte aérea das mudas.

- A espécie *Eucalyptus urograndis* tem seus teores de P e S na parte aérea e na parte radicular maiores quando tratados com soluções mais concentradas. Os teores de Mn e B

foram maiores, quanto mais diluída a solução nutritiva. O conteúdo de P e K na parte radicular foram maiores nos tratamentos com soluções mais concentradas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. **Anuário Estatístico da Associação Brasileira de Florestas Plantadas 2009 – Ano Base 2008**. Brasília, DF, p. 120. Disponível em: <[http://www.abraflor.org.br/estatisticas/anuario- ABRAF-2009.pdf](http://www.abraflor.org.br/estatisticas/anuario-ABRAF-2009.pdf)>. Acesso em: 8 jun. 2009.

ABREU, M. F. de. Legislação de substratos para plantas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 5., 2006, Ilhéus. **Anais...Ilhéus: CEPLAC/CEPEC**, 2006. p. 75-77.

ANDRIOLO, J. L.; DUARTE, T. S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E. C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 3, p. 215-219, novembro 1999.

ANDRIOLO, J. L.; LUZ, G. L. da.; BORTOLOTTI, O. C.; GODOI, R. dos S. Produtividade e qualidade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três doses de solução nutritiva. **Rev. Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 4, jul./ago. 2005.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. de T. Nutrição Mineral de Plantas. In: FERNANDES, M. S., ed. **Fósforo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 253-280.

AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G. X. Utilização de efluentes domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Cróton floribundus* Spreng. (Capixingui) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, mai./jun. 2003.



AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G.X. Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 745-751, 2007.

BARREIROS, R. M.; GONÇALVES, J. L. M.; SANSÍGOLO, C. A.; POGGIANI, F. Modificações na produtividade e nas características físicas e químicas da madeira de *Eucalyptus grandis* causadas pela adubação como lodo de esgoto tratado. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, jan/feb. 2007.

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

BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. & NOVAIS, R. F. Nutrição e adubação de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 18, p. 70-75, 1997.

BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de A.; LELES, P. S. dos S.; MORGADO, I. F. Regeneração de raízes de mudas de eucalipto em recipientes e substratos. **Revista Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v. 57, n. 2, abr./jun. 2000.

BAUMGARTEN, A. Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais...**Campinas: IAC, 2002. p. 7-15.

BRASIL. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, 1988. 110 p.

BURGER, D. W.; HARTZ, T. K.; FORISTER, G. W. Composted green waste a container medium amendment for the production of ornamental plants. **Revista HortScience**, v. 32, n. 1, p. 57-60, 1997.

CADAHIA, C. **Fertirrigacion: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. 475p.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 57, p. 161-170, 2000.

CAMPINHOS JR., E., IKEMORI, Y. K. Nova técnica para a produção de mudas de essências florestais. **Série técnica IPEF**, Piracicaba, v. 23, p. 47-52, 1983.

CARNEIRO, J. G. A. Variações na metodologia de produção de mudas florestais afetam os parâmetros morfofisiológicos que indicam sua qualidade. **Série Técnica FUPEF**, Curitiba, n. 12, p.1-40, mai. 1983.

CARNEIRO, J. G. A **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.

CARVALHO, A. M. **Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha**. 2000. 129 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia da Madeira)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

CARVALHO, C. M.; SILVA, C. R. Determinação das propriedades físicas de substrato. **Notas de aulas práticas**. 1992, 6 p. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.

CUNHA, A. R. da; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Revista Irriga**, v. 14, n. 1, p. 1-11. jan./mar. 2009.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Nutrição Mineral de Plantas. In: FERNANDES, M. S., ed. **Elementos essenciais e benéficos às plantas superiores**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 1-5.

FERNANDES, C.; ARAÚJO, J. A. C.; CORÁ, J. E. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 4, p. 559-563, dezembro, 2002.

FERREIRA, M. Melhoramento e silvicultura clonal. **Série técnica IPEF**, Piracicaba, n. 45, p. 22-30, 1992.

FERREIRA, C. A. G.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. R. de. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook, em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 5, n. 2, p. 95-104, 1999.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Veli. e *Aspidosperma polyneuron* Müll Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento.** 2000. 113 f. Tese (Doutorado)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO<sub>2</sub> na água de irrigação.** 2001. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

FONTENO, W. C. Growing media types and physical/chemical properties. In: REGD, D. W. (Ed). **A growers guide to water, media and nutrition greenhouse crops.** Batavia: Ball, 1996. p. 93-122.

FURTINI NETO, A. E. **Eficiência nutricional, cinética de absorção e frações fosfatadas em *Eucalyptus* spp.** 1994. 99 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; BORGES, R. de C. G.; FONSECA, E. de P. 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.; PAIVA, H. N.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 18, n. 185, p. 15-22, 1996.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. G. 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.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. G. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, mar./abr. 2003.

GONÇALVES, J. L. M. & POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: USP-ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P. & MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e

fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V., eds. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, IPEF, 2000. p. 309-350.

GONÇALVES, J. L. M.; VALERI, S. V. Micronutrientes para culturas: eucalipto e pinus. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; VAN RAIJ, B.; ABREU, C.A. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal, SP: CNPq / FAPESP / POTAFOS, 2001. p. 393-423.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V., eds. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba, IPEF, 2005. cap. 11, p. 309-350.

GRAZIANO, T. T. et.al.. Interação entre substratos e fertirrigação na germinação e na produção de mudas *Tagetes patula* L. (compositae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 1, n. 2, p. 78-85, 1995.

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo agro-industrial “Casca de Tungue” como componente de substrato para plantas**. 2002. 99 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

HANDRECH, K. A.; BLACK, N. **Growing media for ornamental plants and flowers**. Sydney: University of new South Wales Press, 1999. 448 p.

HIGASHI, E. N; SILVEIRA, R. L V. de A.; GONÇALVES, A.N. Curso de capacitação em nutrição mineral e adubação de *Eucalyptus*: Mini-jardim clonal, viveiro e campo. **Série técnica IPEF**, Piracicaba, p. 1-24, set. 2001.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. A. Fertirrigação em viveiros de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: BOARETTO, A. E.; VILLAS BOAS, R. L.; SOUZA, W. F. PARRA, L. R. V. (Eds.) 1ed. **Fertirrigação: teoria e prática**. Piracicaba, v. 1, p. 677-725, 2004. 1 CD-ROM.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

LANARV. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes**. Laboratório Nacional de Referência Vegetal: métodos oficiais. 1988. 103p.

LEITE, F. P. **Relações nutricionais e alterações edáficas de solos da região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, pelo cultivo de eucalipto.** 2001. 66 p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

LIMA, P. C.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. & MOSQUIM, P. R. Alterações na absorção e distribuição de nutrientes minerais em plantas de *Eucalyptus* spp submetidas a deficiência hídrica no solo. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: EMBRAPA, 1997. p. 38-45.

LIMA, W. P.; JARVIS, P.; RHIZOPOULOU, S. Stomatal responses of eucalyptus species to elevated CO<sub>2</sub> concentration and drought stress. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 60, n. 2, p. 231- 238, 2003.

LIMA, A. M. N.; NEVES, J. C. L.; SILVA, I. R.; LEITE, F. P. Cinética de absorção e eficiência nutricional de K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> em plantas jovens de quatro clones de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, nov./dez. 2005.

LOPES, J. L. W. **Efeitos de diferentes substratos na qualidade e no ciclo de produção de mudas de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*.** 2002. 76 f. Pós-graduação (Especialização em Engenharia de Produção)-Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2002.

LOPES, J. L. W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação.** 2004. 100 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

LOPES, E. D. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho no campo.** 2005. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fitotecnia)-Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. da. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 68, p. 97-106, ago. 2005.

LOPES, J. L. W. Irrigação em viveiros de espécies florestais. In: SEMINÁRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO SOBRE VIVEIROS FLORESTAIS, 2., 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 2007. 1 CD-ROM.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. da. Nutrição mineral de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e substratos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, jul./ago. 2007.

LOPES, J. L. W. **Qualidade de mudas clonais do híbrido de *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla*, submetidas a diferentes regimes hídricos**. 2008. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

LORENZI, H. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Plantarum, 2003. 368 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba, **Potafós**, 1997. 315 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed.; Bern: International Potash Institute, 1987, 687 p.

MEURER, E. J. Nutrição Mineral de Plantas. In: FERNANDES, M. S., ed. **Potássio**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 281-298.

MEXAL, J. L.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort. Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 17-35.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Verso e Reverso Comunicações, 2000. 112 p.

NICOLOSO, F. T.; FORTUNATO, R. P.; ZANCHETTI, F.; CASSOL, L. F.; EISINGER, S. M. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 30, n. 6, 2000.

NOVAES, A. B. **Avaliação morfológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. 1998. 116 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

OLIVEIRA, S. L. de; COELHO, E. F.; BORGES, A. L. Irrigação e fertirrigação. **Frutas do Brasil- Banana Produção**, v.1, 2007.

PACHECO, M. **A contribuição da floresta plantada em nossas vidas**. Set-Nov., 2006. Disponível em: (<http://www.revistaopinioes.com.br/Conteudo/CelulosePapel/Edicao005/Artigos/Artigo005-09-G.htm>) > Acesso em: 22 dez. 2008.

PARVIAINEN, J. V. Initial development of root systems of various types of nursery stock for scots pine. **Revista Folia Forestalia**, v. 268, p. 2-21, 1976.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; VALE, M. R. do; SILVA, C. R. de R. e. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137 p.

PERRENOUD, S. **Potassium and plant health**. 2. ed. Berne: International Potash Institute, 1990. 363 p.

PUCHALSHI, L. E. **Sistema de produção de mudas em plug: propagação vegetativa de hibisco, *Hibisco rosa-sinensis*, L.** 1999. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)– Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

RAC, D. P. Disponibilité em eau dès substrats horticoles. **Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticultural**, Suíça, v. 17, n. 3, p. 177-178, mai./jun. 1985.

RAMOS, A. B.; PEIXOTO, J. R.; MELO, B. de. Efeito da composição de substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims *f. flavicarpa* Deneger). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF, 2000. 1 CD-ROM.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 13, n. 1, p. 1-18, 1989.

RUBIRA, J. L. P.; BUENO, L. O. **Cultivo de plantas forestales en contenedor**. Madrid: Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaria General Técnica Centro de Publicaciones, 1996. 189 p.

RUSCHEL, J.; CARMELLO, Q. A. de C.; BERNARDI, A. C. de C.; CARVALHO, S. A. de.; JUNIOR, D. M. Leaf nutrient contents of rangpur lime rootstock as affected by N, P, K, Ca and S fertilization. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 61, n. 5, p. 501- 506, set./ out. 2004.

RUY, O. F. **Variação da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da Ilha de Flores, Indonésia**. 1998. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia da Madeira)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

SALVADOR, E. D. **Caracterização física e formulação de substratos para o cultivo de algumas ornamentais**. 2000. 148 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J., HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 10, n. 2, 2000.

SARZI, I.; VILLAS BOAS, R. L.; SILVA, M. R. da. Composição química e aspectos morfológicos de mudas de *Tabebuia chrysotricha* (Standl.) produzidas em diferentes substratos e soluções de fertirrigação. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 36, n. 77, p. 53-62, mar. 2008.

SBS. **Sociedade Brasileira de Silvicultura**. Disponível em:  
<<http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>>. Acesso em: 08 abr. 2008.

SCHIE, W. van. Standardization of substrates. **Revista Acta Horticulturae**, v.1, n. 481, p. 71-77, 1999.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R. L. V. A.; TAKAHASHI, E. N.; CAMARGO, M. A. F. Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em condições de deficiência de macronutrientes, B e Zn. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 56, p. 69-82, dez. 1999.

SILVA, M. R. da. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* Hills ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação**. 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.



SILVA, M. R. da. **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**. 2003. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SILVA, M. R. da.; KLAR, A. E.; PASSOS, J. R. Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio nas características morfofisiológicas de mudas de *Eucalyptus Grandis* W. (Hill ex. Maiden). **Revista Irriga**, Botucatu, SP, v. 9, n. 1, p. 31-40, jan./abr. 2004.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N.; SGARBI, F.; MUNIZ, M. R. A. Seja doutor do seu eucalipto. **Informações agrônômicas**, Piracicaba, SP, n. 93, p. 1-31, 2001. (POTAFOS. Arquivo do Agrônomo, 12).

SILVEIRA, R. L. V. et.al.. **Adubação e nutrição de espécies nativas: viveiro e campo**. São Paulo: Universidade São Paulo, 2002. 22p.

SILVEIRA, R. L. V. A.; LUCA, E. F.; SILVEIRA, L. V. A.; LUZ, H. F. Matéria seca, concentração e acúmulo de nutrientes em mudas de *Eucalyptus grandis* em função da idade. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 64, p. 136-149, dez. 2003.

SIQUEIRA, O. J. F. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA/CNPT, 1987. 100 p.

SMIDERLE, O. S.; MINAMI, K. Emergência e vigor de plântulas de goiabeira em diferentes substratos. **Revista Científica Rural**, Bagé, RS, v. 6, n. 1, p. 38-45, 2001.

SOUZA, M. M. et.al.. Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., compositae) 'white polaris' em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura e Ornamental**, Campinas, SP, v. 1, n. 2, p. 71-77, 1995.

STAPE, J. L.; GONÇALVES, J. L. de M.; GONÇALVES, A. N. Relationships between nursery practices and field performance for *Eucalyptus* plantations in Brazil. **Revista New Forests**, Netherlands, n. 22, p. 19-41, 2001.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. dos.; DARDENGO, M. C. J. D.; EFFGEN, T. A. M. Comportamento fisiológico de dois clones de *Eucalyptus* na época seca e chuvosa. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 13, n. 2, p. 149-159, 2007.

TERES, X. et.al.. A method for evaluation of air volumes in substrates. **Revista Acta-Horticulturae**, n. 401, p. 41-48, 1995.

TITON, M. **Propagação clonal de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia e microestaquia**. 2001. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Dinâmica do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 665- 673, 2002.

TRIGUEIRO; R. de M. **Uso de biossólidos como substrato para produção de mudas de pinus e eucalipto**. 2002. 73 p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2002.

TRIGUEIRO; R. de M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólidos como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n. 64, p. 150-162, dez. 2003.

VERDONCK, O. Reviewing and evaluation of new material used as substrates. **Revista Acta Horticulturae**, v. 150, p. 155-160, 1984.

VIEIRA, I. G. & FERNANDES, R. D. Material genético de *Eucalyptus grandis*. **Série técnica IPEF**, Piracicaba, SP, n. 23, p. 5-7, jul./ago.1999.

VILLAS BOAS, R. L. & SOUZA, T. R. Fertirrigação: uso e manejo. In: SIMPÓSIO EM SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS, 1., 2008, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: PPGZ/CSTR/UFCG, 2008. p. 1-14.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Nutrição Mineral de Plantas. In: FERNANDES, M. S., ed. **Cálcio, magnésio e enxofre**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 299-325.

WENDLING, I.; GATTO, A. Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas. Viçosa: **Aprenda Fácil Editora**, 2002. 166 p.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N. Influência da miniestaquia seriada no vigor de minicepas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, set./out. 2003.

WILSON, C. G. S. Tomato production in bark substrates. **Revista Acta Horticulturae**, v. 150, p. 271-276, 1983.

## ANEXO I

Experimento de inverno (*Eucalyptus grandis*)

Após germinação - Casa de Vegetação



Avaliação da transpiração



Tanque de irrigação por subsuperfície

Experimento de verão (*Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus urograndis*)

Experimento recém semeado (*E. grandis* e *E. urophylla*)



Avaliação da transpiração



Vista geral do experimento

## ANEXO II

De março a agosto de 2008:

| DATA      | TempMin | TempMax | TempMed | PrecPluvial | UmidRelat | RadSolar |
|-----------|---------|---------|---------|-------------|-----------|----------|
| 01/3/2008 | 18,6    | 28,6    | 23,6    | 3           | 82        | 400      |
| 02/3/2008 | 19      | 28,4    | 23,7    | 0           | 45        | 413      |
| 03/3/2008 | 19,6    | 29,2    | 24,4    | 0           | 35        | 480      |
| 04/3/2008 | 20,8    | 30,2    | 25,5    | 0           | 33        | 524      |
| 05/3/2008 | 20      | 30,4    | 25,2    | 0           | 30        | 508      |
| 06/3/2008 | 19      | 30,4    | 24,7    | 0           | 35        | 512      |
| 07/3/2008 | 20,6    | 31,2    | 25,9    | 0,5         | 50        | 422      |
| 08/3/2008 | 20      | 30,2    | 25,1    | 0           | 59        | 467      |
| 09/3/2008 | 19,6    | 28,8    | 24,2    | 0           | 66        | 375      |
| 10/3/2008 | 19,4    | 30,6    | 25,0    | 4,8         | 68        | 441      |
| 11/3/2008 | 20,4    | 27      | 23,7    | 0           | 71        | 310      |
| 12/3/2008 | 20,4    | 25,8    | 23,1    | 25,2        | 85        | 210      |
| 13/3/2008 | 18,6    | 23,4    | 21,0    | 4,2         | 88        | 169      |
| 14/3/2008 | 17      | 25      | 21,0    | 0           | 59        | 441      |
| 15/3/2008 | 16,6    | 22,4    | 19,5    | 0           | 65        | 285      |
| 16/3/2008 | 16      | 25,2    | 20,6    | 0           | 66        | 414      |
| 17/3/2008 | 17,4    | 22,8    | 20,1    | 0           | 77        | 277      |
| 18/3/2008 | 16,4    | 26,2    | 21,3    | 0           | 59        | 304      |
| 19/3/2008 | 18,4    | 29,2    | 23,8    | 0           | 60        | 414      |
| 20/3/2008 | 18,6    | 28,6    | 23,6    | 0           | 61        | 393      |
| 21/3/2008 | 20,4    | 27,2    | 23,8    | 11,5        | 67        | 244      |
| 22/3/2008 | 18,4    | 28      | 23,2    | 11,7        | 72        | 368      |
| 23/3/2008 | 17,8    | 25,4    | 21,6    | 0           | 76        | 289      |
| 24/3/2008 | 19      | 27      | 23,0    | 0           | 66        | 366      |
| 25/3/2008 | 18,4    | 27,2    | 22,8    | 0           | 63        | 433      |
| 26/3/2008 | 17,8    | 26,6    | 22,2    | 0           | 68        | 373      |
| 27/3/2008 | 17,2    | 29      | 23,1    | 0           | 60        | 429      |
| 28/3/2008 | 18      | 30      | 24,0    | 0           | 52        | 460      |
| 29/3/2008 | 19,4    | 27,4    | 23,4    | 0           | 59        | 325      |
| 30/3/2008 | 17,2    | 25,8    | 21,5    | 0           | 59        | 406      |
| 31/3/2008 | 15,6    | 25,2    | 20,4    | 0           | 58        | 444      |
| 01/4/2008 | 15,8    | 27,6    | 21,7    | 0           | 53        | 435      |
| 02/4/2008 | 18,8    | 23,8    | 21,3    | 2,3         | 77        | 158      |
| 03/4/2008 | 19,4    | 24,8    | 22,1    | 2           | 85        | 183      |
| 04/4/2008 | 18      | 23,4    | 20,7    | 0           | 72        | 304      |
| 05/4/2008 | 16,2    | 25,8    | 21,0    | 0           | 54        | 449      |
| 06/4/2008 | 16,8    | 26,4    | 21,6    | 0           | 67        | *        |
| 07/4/2008 | 18,6    | 26,4    | 22,5    | 0           | 71        | 317      |
| 08/4/2008 | 18      | 28,2    | 23,1    | 0,5         | 66        | 362      |
| 09/4/2008 | 19      | 29,8    | 24,4    | 27,3        | 67        | 373      |
| 10/4/2008 | 19,4    | 28      | 23,7    | 14,3        | 76        | 290      |
| 11/4/2008 | 17,8    | 29,8    | 23,8    | 0,5         | 63        | 354      |
| 12/4/2008 | 18      | 27      | 22,5    | 0,3         | 62        | 199      |
| 13/4/2008 | 17,6    | 28,8    | 23,2    | 5           | 54        | 411      |
| 14/4/2008 | 18,6    | 25,8    | 22,2    | 13          | 72        | 243      |

|           |       |       |       |      |    |     |
|-----------|-------|-------|-------|------|----|-----|
| 15/4/2008 | 14,6  | 19,8  | 17,2  | 0    | 75 | 183 |
| 16/4/2008 | 16,2  | 25,8  | 21,0  | 0,3  | 67 | 312 |
| 17/4/2008 | 17,8  | 27    | 22,4  | 0    | 65 | 318 |
| 18/4/2008 | 16,4  | 24,6  | 20,5  | 0    | 62 | 411 |
| 19/4/2008 | 17,2  | 21    | 19,1  | 2,5  | 82 | 119 |
| 20/4/2008 | 17,8  | 22,2  | 20,0  | 0,3  | 89 | 122 |
| 21/4/2008 | 17,6  | 23,6  | 20,6  | 3    | 90 | 204 |
| 22/4/2008 | 16,6  | 25,4  | 21,0  | 0    | 80 | 312 |
| 23/4/2008 | 16,8  | 26,4  | 21,6  | 0    | 67 | 395 |
| 24/4/2008 | 15,6  | 26    | 20,8  | 0    | 63 | 367 |
| 25/4/2008 | 17    | 26,4  | 21,7  | 0    | 56 | 281 |
| 26/4/2008 | 15,4  | 27    | 21,2  | 0    | 60 | 382 |
| 27/4/2008 | 16,8  | 28,8  | 22,8  | 0    | 56 | 367 |
| 28/4/2008 | 16,8  | 28,2  | 22,5  | 0    | 56 | 357 |
| 29/4/2008 | 20,2  | 27,8  | 24,0  | 31,5 | 73 | 198 |
| 30/4/2008 | 16,8  | 18    | 17,4  | 0    | 88 | 101 |
| 01/5/2008 | 12,6  | 17    | 14,8  | 34,5 | 82 | 82  |
| 02/5/2008 | 14,8  | 17,2  | 16,0  | 25,5 | 92 | 26  |
| 03/5/2008 | 11    | 16,2  | 13,6  | 0    | 64 | 181 |
| 04/5/2008 | 10,6  | 17,8  | 14,2  | 0    | 61 | 199 |
| 05/5/2008 | 11,6  | 21    | 16,3  | 0    | 50 | 339 |
| 06/5/2008 | 11,4  | 21,4  | 16,4  | 0    | 37 | 406 |
| 07/5/2008 | 9,4   | 22,4  | 15,9  | 0    | 42 | 394 |
| 08/5/2008 | 11    | 24    | 17,5  | 0    | 44 | 325 |
| 09/5/2008 | 15,6  | 20,6  | 18,1  | 0    | 61 | 260 |
| 10/5/2008 | 13    | 21,8  | 17,4  | 0    | 58 | 348 |
| 11/5/2008 | 12    | 21,6  | 16,8  | 0    | 61 | 358 |
| 12/5/2008 | 13    | 21,4  | 17,2  | 0    | 60 | 327 |
| 13/5/2008 | 14    | 19,4  | 16,7  | 0    | 64 | 200 |
| 14/5/2008 | 13,8  | 21,8  | 17,8  | 0    | 71 | 211 |
| 15/5/2008 | 12,8  | 24    | 18,4  | 0    | 61 | 341 |
| 16/5/2008 | 13,8  | 24,4  | 19,1  | 0    | 39 | 324 |
| 17/5/2008 | 14,2  | 22,8  | 18,5  | 0    | 39 | 262 |
| 18/5/2008 | 15,2  | 26    | 20,6  | 0    | 58 | 338 |
| 19/5/2008 | 16,4  | 26    | 21,2  | 0    | 48 | 271 |
| 20/5/2008 | 16    | 26,4  | 21,2  | 0    | 37 | 349 |
| 21/5/2008 | 15,4  | 26,6  | 21,0  | 0    | 38 | 350 |
| 22/5/2008 | 15,2  | 27,2  | 21,2  | 0    | 41 | 304 |
| 23/5/2008 | 14,8  | 25,6  | 20,2  | 0    | 44 | 350 |
| 24/5/2008 | 14,8  | 26    | 20,4  | 0    | 44 | 277 |
| 25/5/2008 | 16,2  | 26    | 21,1  | 0    | 43 | 325 |
| 26/5/2008 | 17,2  | 26,4  | 21,8  | 0    | 40 | 340 |
| 27/5/2008 | 15    | 26,2  | 20,6  | 0    | 43 | 335 |
| 28/5/2008 | 14,8  | 27,6  | 21,2  | 11   | 40 | 335 |
| 29/5/2008 | 16,6  | 27,8  | 22,2  | 27,7 | 79 | 41  |
| 30/5/2008 | 16,8  | 19,4  | 18,1  | 0    | 86 | 137 |
| 31/5/2008 | 10,2  | 14,6  | 12,4  | 17   | 70 | 105 |
| 01/6/2008 | 10,86 | 16,68 | 13,54 | 14,7 | 79 | 165 |
| 02/6/2008 | 12,37 | 20,23 | 15,27 | 0    | 67 | 260 |

|           |       |       |       |     |    |     |
|-----------|-------|-------|-------|-----|----|-----|
| 03/6/2008 | 11,42 | 22,95 | 17    | 0,2 | 67 | 351 |
| 04/6/2008 | 15,41 | 23,21 | 18,4  | 9,2 | 77 | 252 |
| 05/6/2008 | 14,2  | 23,95 | 18,93 | 0,1 | 70 | 423 |
| 06/6/2008 | 16,94 | 25,24 | 20,56 | 0   | 56 | 297 |
| 07/6/2008 | 15,71 | 24,1  | 20,16 | 0   | 57 | 313 |
| 08/6/2008 | 16,58 | 24,92 | 20,32 | 0   | 52 | 243 |
| 09/6/2008 | 17,66 | 23,26 | 20,6  | 0   | 43 | 182 |
| 10/6/2008 | 15,83 | 24,33 | 20,17 | 0   | 44 | 297 |
| 11/6/2008 | 12,64 | 24,73 | 18,81 | 0   | 52 | 305 |
| 12/6/2008 | 16,25 | 26,2  | 19,92 | 0   | 64 | 252 |
| 13/6/2008 | 15,78 | 26,14 | 19,93 | 0   | 61 | 281 |
| 14/6/2008 | 16,44 | 25,67 | 20,91 | 0   | 49 | 286 |
| 15/6/2008 | 16,03 | 24,96 | 20,01 | 1,7 | 53 | 198 |
| 16/6/2008 | 7,33  | 16,1  | 12,19 | 0   | 58 | 355 |
| 17/6/2008 | 5,564 | 80,3  | 10,99 | 0   | 57 | 316 |
| 18/6/2008 | 7,88  | 23,23 | 15,37 | 0   | 50 | 343 |
| 19/6/2008 | 12,24 | 24,64 | 18,33 | 0   | 46 | 354 |
| 20/6/2008 | 15,44 | 26,01 | 20,84 | 0   | 48 | 325 |
| 21/6/2008 | 18,01 | 24,07 | 20,11 | 1,2 | 66 | 225 |
| 22/6/2008 | 12,96 | 19,64 | 16,63 | 0,1 | 68 | 273 |
| 23/6/2008 | 11    | 16,75 | 13,44 | 1   | 77 | 216 |
| 24/6/2008 | 11,34 | 14,94 | 12,69 | 2,6 | 90 | 60  |
| 25/6/2008 | 11,54 | 16,62 | 13,59 | 0   | 78 | 174 |
| 26/6/2008 | 12,17 | 20,77 | 15,79 | 0   | 64 | 331 |
| 27/6/2008 | 12,65 | 21,77 | 17,12 | 0   | 61 | 279 |
| 28/6/2008 | 13,74 | 23,35 | 18,33 | 0   | 54 | 310 |
| 29/6/2008 | 13,94 | 23,97 | 18,78 | 0   | 50 | 322 |
| 30/6/2008 | 14,14 | 25,1  | 19,55 | 0   | 42 | 319 |
| 01/7/2008 | 14,35 | 25,31 | 19,6  | 0   | 38 | 294 |
| 02/7/2008 | 15,77 | 20,61 | 18,87 | 0   | 44 | 146 |
| 03/7/2008 | 13,79 | 24,77 | 19,04 | 0   | 45 | 309 |
| 04/7/2008 | 13,07 | 21,05 | 16,48 | 0   | 55 | 365 |
| 05/7/2008 | 11,08 | 21,32 | 16,02 | 0   | 50 | 349 |
| 06/7/2008 | 11,7  | 23,21 | 17,17 | 0   | 50 | 345 |
| 07/7/2008 | 14,97 | 23,84 | 19,01 | 0   | 35 | 347 |
| 08/7/2008 | 14,37 | 23,97 | 18,79 | 0   | 30 | 358 |
| 09/7/2008 | 13,6  | 22,36 | 17,56 | 0   | 35 | 388 |
| 10/7/2008 | 12,25 | 21,12 | 15,7  | 0   | 58 | 306 |
| 11/7/2008 | 12    | 22    | 17    | 0   | 60 | 370 |
| 12/7/2008 | 12,4  | 22,8  | 17,6  | 0   | 52 | 361 |
| 13/7/2008 | 12,4  | 23,2  | 17,8  | 0   | 47 | 367 |
| 14/7/2008 | 12,8  | 23,4  | 18,1  | 0   | 34 | 371 |
| 15/7/2008 | 13    | 23,8  | 18,4  | 0   | 35 | 375 |
| 16/7/2008 | 10,8  | 23,4  | 17,1  | 0   | 39 | 382 |
| 17/7/2008 | 13,2  | 24    | 18,6  | 0   | 33 | 383 |
| 18/7/2008 | 13,8  | 25,8  | 19,8  | 0   | *  | 384 |
| 19/7/2008 | 13,4  | 25    | 19,2  | 0   | 34 | 350 |
| 20/7/2008 | 14    | 25,6  | 19,8  | 0   | 33 | 373 |
| 21/7/2008 | 14,2  | 27,4  | 20,8  | 0   | 30 | 373 |

|           |      |      |       |      |    |     |
|-----------|------|------|-------|------|----|-----|
| 22/7/2008 | 15,6 | 27,6 | 21,6  | 0    | 30 | 375 |
| 23/7/2008 | 18   | 27,8 | 22,9  | 0    | 29 | 367 |
| 24/7/2008 | 15   | 27,8 | 21,4  | 0    | 57 | 261 |
| 25/7/2008 | 14,4 | 27,6 | 21    | 0    | 55 | 329 |
| 26/7/2008 | 9,8  | 21,2 | 15,5  | 0    | 49 | 398 |
| 27/7/2008 | 11,4 | 26,4 | 18,9  | 0    | 44 | 383 |
| 28/7/2008 | 17,2 | 28,6 | 22,9  | 0    | 30 | 362 |
| 29/7/2008 | 17   | 27,6 | 22,3  | 0    | 27 | 346 |
| 30/7/2008 | 17,4 | 26,4 | 21,9  | 0    | 25 | 335 |
| 31/7/2008 | 16,6 | 27,8 | 22,2  | 0    | 32 | 296 |
| 01/8/2008 | 15   | 27,4 | 21,2  | 0    | 40 | 320 |
| 02/8/2008 | 18   | 23,4 | 20,7  | 3,3  | 43 | 132 |
| 03/8/2008 | 13   | 28,8 | 20,9  | 0,5  | *  | 119 |
| 04/8/2008 | 12   | 22,2 | 17,1  | 0    | 48 | 349 |
| 05/8/2008 | 14,8 | 25,4 | 20,1  | 0    | 61 | 224 |
| 06/8/2008 | 15,2 | 23,8 | 19,5  | 0    | 67 | 309 |
| 07/8/2008 | 16,8 | 29,2 | 23    | 65,7 | 58 | 333 |
| 08/8/2008 | 15,8 | 16,8 | 16,3  | 16,3 | 91 | 29  |
| 09/8/2008 | 13   | 17,8 | 15,4  | 18,3 | 81 | 130 |
| 10/8/2008 | 12,8 | 21   | 16,9  | 0    | 66 | 348 |
| 11/8/2008 | 13   | 26,4 | 19,7  | 0    | 57 | 680 |
| 12/8/2008 | 16,4 | 29   | 22,7  | 0    | 40 | 373 |
| 13/8/2008 | 17,4 | 22,4 | 19,9  | 0    | 51 | 275 |
| 14/8/2008 | 15,8 | 22,2 | 19    | 0    | 61 | 186 |
| 15/8/2008 | 15,2 | 23,6 | 19,4  | 0    | 59 | 243 |
| 16/8/2008 | 17,8 | 28,4 | 23,1  | 0    | 30 | 387 |
| 17/8/2008 | 18   | 29,4 | 23,7  | 0    | 25 | 404 |
| 18/8/2008 | 16,8 | 29,8 | 23,3  | 0    | 26 | 382 |
| 19/8/2008 | 17   | 28,4 | 22,7  | 0    | 26 | 403 |
| 20/8/2008 | 17   | 28   | 22,5  | 0    | 26 | 418 |
| 21/8/2008 | 16,4 | 28,6 | 22,5  | 0    | 42 | 494 |
| 22/8/2008 | 15   | 27,4 | 21,2  | 0    | 67 | 463 |
| 23/8/2008 | 13,6 | 24   | 18,8  | 0    | 75 | 440 |
| 24/8/2008 | 15   | 27,4 | 21,2  | 0    | 63 | 452 |
| 25/8/2008 | 17,8 | 28,5 | 23,15 | 0    | 55 | 419 |
| 26/8/2008 | 13   | 29   | 21    | 0    | 48 | 501 |
| 27/8/2008 | 12,6 | 26,4 | 19,5  | 0    | 56 | 560 |
| 28/8/2008 | 14,5 | 29   | 21,75 | 0    | 46 | 512 |
| 29/8/2008 | 16,6 | 26,8 | 21,7  | 0    | 50 | 397 |
| 30/8/2008 | 12   | 18,6 | 15,3  | 0    | 74 | 420 |
| 31/8/2008 | 10   | 22,6 | 16,3  | 0    | 66 | 564 |



## De dezembro de 2008 a março de 2009

| DATA       | TempMin | TempMax | TempMed | PrecPluvial | UmidRelat | RadSolar |
|------------|---------|---------|---------|-------------|-----------|----------|
| 1/12/2008  | 16,4    | 32      | 24,2    | 0           | 65,6      | 697      |
| 2/12/2008  | 19,8    | 30      | 24,9    | 0           | 58,1      | 449      |
| 3/12/2008  | 16      | 22      | 19      | 0           | 64,8      | 654      |
| 4/12/2008  | 12,4    | 25,2    | 18,8    | 0           | 64,5      | 645      |
| 5/12/2008  | 13,2    | 27,8    | 20,5    | 0           | 63,4      | 670      |
| 6/12/2008  | 14,5    | 29,8    | 22,15   | 0           | 60,9      | 677      |
| 7/12/2008  | 16,8    | 30,8    | 23,8    | 0           | 57,1      | 718      |
| 8/12/2008  | 15,2    | 32,4    | 23,8    | 0           | 54,2      | 624      |
| 9/12/2008  | 20      | 32,6    | 26,3    | 0,3         | 53,1      | 546      |
| 10/12/2008 | 19,5    | 32,6    | 26,05   | 3,9         | 45,8      | 481      |
| 11/12/2008 | 19      | 25,4    | 22,2    | 36,3        | 72,1      | 294      |
| 12/12/2008 | 16,2    | 25,3    | 20,75   | 0,5         | 86,7      | 397      |
| 13/12/2008 | 16,2    | 25,4    | 20,8    | 0           | 77,2      | 601      |
| 14/12/2008 | 15      | 27      | 21      | 0           | 68,9      | 548      |
| 15/12/2008 | 16,6    | 24,8    | 20,7    | 6,4         | 73,2      | 365      |
| 16/12/2008 | 17,2    | 22,6    | 19,9    | 3,1         | 80,8      | 232      |
| 17/12/2008 | 16,8    | 27,4    | 22,1    | 11,1        | 86,3      | 526      |
| 18/12/2008 | 16,8    | 27,6    | 22,2    | 5,8         | 74,4      | 563      |
| 19/12/2008 | 16,4    | 29,2    | 22,8    | 1,6         | 78,9      | 705      |
| 20/12/2008 | 17      | 28,8    | 22,9    | 2,4         | 73,1      | 582      |
| 21/12/2008 | 17,4    | 29,8    | 23,6    | 13,9        | 78,1      | 544      |
| 22/12/2008 | 17,2    | 29,4    | 23,3    | 0           | 81,6      | 576      |
| 23/12/2008 | 19      | 30,4    | 24,7    | 0           | 77,7      | 677      |
| 24/12/2008 | 20,4    | 31,2    | 25,8    | 20,6        | 69,8      | 694      |
| 25/12/2008 | 18,4    | 26,2    | 22,3    | 3,1         | 69,2      | 368      |
| 26/12/2008 | 18,4    | 24,6    | 21,5    | 0           | 86,3      | 500      |
| 27/12/2008 | 15,4    | 26      | 20,7    | 0           | 79,5      | 553      |
| 28/12/2008 | 15,4    | 29,8    | 22,6    | 0           | 73,5      | 504      |
| 29/12/2008 | 16,4    | 30,8    | 23,6    | 0           | 70,0      | 435      |
| 30/12/2008 | 20,6    | 30,4    | 25,5    | 0           | 72,0      |          |
| 31/12/2008 | 19      | 30,4    | 24,7    | 28          | 70,0      |          |
| 01/1/2009  | 18      | 27,2    | 22,6    | 80,7        | 70,3      | 295,59   |
| 02/1/2009  | 19      | 25,4    | 22,2    | 0,6         | 85,7      | 220,00   |
| 03/1/2009  | 19,2    | 23,2    | 21,2    | 6,9         | 84,3      | 166,47   |
| 04/1/2009  | 15,2    | 22      | 18,6    | 0           | 72,2      | 275,59   |
| 05/1/2009  | 15,2    | 25,4    | 20,3    | 0           | 62,1      | 446,76   |
| 06/1/2009  | 14,4    | 28      | 21,2    | 13,4        | 60,9      | 562,37   |
| 07/1/2009  | 16      | 27,8    | 21,9    | 0           | 53,5      | 490,00   |
| 08/1/2009  | 17,4    | 30,5    | 23,95   | 0           | 47,3      | 559,41   |
| 09/1/2009  | 19      | 32,5    | 25,75   | 0,9         | 38,6      | 567,06   |
| 10/1/2009  | 19      | 30,4    | 24,7    | 6,3         | 59,7      | 481,76   |
| 11/1/2009  | 19,4    | 27,2    | 23,3    | 0           | 68,1      | 298,24   |
| 12/1/2009  | 19,4    | 32,2    | 25,8    | 20,5        | 52,4      | 495,88   |
| 13/1/2009  | 21,8    | 32,8    | 27,3    | 0           | 41,3      | 470,00   |
| 14/1/2009  | 20      | 32      | 26      | 30          | 57,2      | 399,12   |
| 15/1/2009  | 17,8    | 26      | 21,9    | 2,9         | 68,9      | 226,47   |

|           |      |      |       |      |       |        |
|-----------|------|------|-------|------|-------|--------|
| 16/1/2009 | 19   | 25,6 | 22,3  | 9,4  | 76,5  | 520,29 |
| 17/1/2009 | 19   | 24,6 | 21,8  | 2,8  | 81,6  | 175,59 |
| 18/1/2009 | 17,8 | 25,2 | 21,5  | 3,4  | 81,8  | 253,24 |
| 19/1/2009 | 18,8 | 26   | 22,4  | 3,4  | 78,8  | 260,88 |
| 20/1/2009 | 20   | 28,2 | 24,1  | 2,7  | 80    | 340,29 |
| 21/1/2009 | 17,4 | 24   | 20,7  | 0    | 80    | 276,76 |
| 22/1/2009 | 15,8 | 24,2 | 20    | 0    | 77,2  | 465,88 |
| 23/1/2009 | 15,8 | 25,8 | 20,8  | 0    | 74,6  | 531,19 |
| 24/1/2009 | 16,8 | 25,6 | 21,2  | 0    | 76    | 398,82 |
| 25/1/2009 | 19,2 | 25,6 | 22,4  | 33,1 | 87,3  | 245,59 |
| 26/1/2009 | 19   | 21,4 | 20,2  | 16,5 | 93    | 160,88 |
| 27/1/2009 | 19   | 23,6 | 21,3  | 30,4 | 92,4  | 136,18 |
| 28/1/2009 | 18,8 | 22,8 | 20,8  | 28,8 | 93,8  | 146,47 |
| 29/1/2009 | 19   | 24,8 | 21,9  | 5    | 89,8  | 215,00 |
| 30/1/2009 | 19,4 | 26   | 22,7  | 32,4 | 89,9  | 272,94 |
| 31/1/2009 | 19,2 | 29   | 24,1  | 1,5  | 78,5  | 420,00 |
| 01/2/2009 | 19,4 | 30,6 | 25    | 0    | 68,17 | 173,88 |
| 02/2/2009 | 20   | 27,4 | 23,7  | 0,1  | 78,9  | 129,41 |
| 03/2/2009 | 19   | 28,6 | 23,8  | 1,5  | 80,4  | 97,92  |
| 04/2/2009 | 19,2 | 26,6 | 22,9  | 3,3  | 88,1  | 162,11 |
| 05/2/2009 | 18,2 | 30,2 | 24,2  | 0    | 74,7  | 262,80 |
| 06/2/2009 | 18,8 | 31,6 | 25,2  | 0    | 70,4  | 330,81 |
| 07/2/2009 | 21,8 | 30,2 | 26    | 4,8  | 74,2  | 288,24 |
| 08/2/2009 | 19,6 | 29,2 | 24,4  | 0    | 78,9  | 329,07 |
| 09/2/2009 | 20,2 | 28,4 | 24,3  | 0    | 84,3  | 333,56 |
| 10/2/2009 | 20,2 | 29,8 | 25    | 0    | 82,3  | 283,39 |
| 11/2/2009 | 20,5 | 28,6 | 24,55 | 13,5 | 84,9  | 175,43 |
| 12/2/2009 | 20,8 | 24,4 | 22,6  | 3,1  | 88    | 291,70 |
| 13/2/2009 | 17,2 | 20,8 | 19    | 5,6  | 86,2  | 276,47 |
| 14/2/2009 | 17   | 24,4 | 20,7  | 0    | 79,2  | 234,78 |
| 15/2/2009 | 17,6 | 19   | 18,3  | 71,3 | 91,4  | 133,22 |
| 16/2/2009 | 18   | 26   | 22    | 15,8 | 90,3  | 306,06 |
| 17/2/2009 | 19   | 29,2 | 24,1  | 0    | 76    | 103,29 |
| 18/2/2009 | 20   | 31,2 | 25,6  | 0    | 66,39 | 148,96 |
| 19/2/2009 | 20   | 30   | 25    | 0    | 72,2  | 153,46 |
| 20/2/2009 | 18,8 | 30,8 | 24,8  | 13,5 | 73,7  | 200,17 |
| 21/2/2009 | 21   | 30,8 | 25,9  | 2,6  | 71,1  | 162,80 |
| 22/2/2009 | 21   | 31,6 | 26,3  | 0    | 66,29 | 274,05 |
| 23/2/2009 | 21,2 | 30,2 | 25,7  | 0    | 72,4  | 312,46 |
| 24/2/2009 | 20   | 30,2 | 25,1  | 0    | 77,9  | 234,60 |
| 25/2/2009 | 19,2 | 30   | 24,6  | 6,4  | 84,8  | 144,46 |
| 26/2/2009 | 18,8 | 25,4 | 22,1  | 0,1  | 83,2  | 94,64  |
| 27/2/2009 | 19,4 | 28,2 | 23,8  | 0    | 77,3  | 80,10  |
| 28/2/2009 | 20,4 | 31,2 | 25,8  | 0    | 70,8  | 86,16  |
| 01/3/2009 | 21,6 | 32,2 | 26,9  | 0    | 69,45 | 498,53 |
| 02/3/2009 | 22   | 32   | 27    | 0    | 55,07 | 531,76 |
| 03/3/2009 | 21,2 | 32,8 | 27    | 0    | 50,43 | 437,06 |
| 04/3/2009 | 21,4 | 31,4 | 26,4  | 18,6 | 77,2  | 477,94 |
| 05/3/2009 | 21,8 | 32,8 | 27,3  | 0    | 61,98 | 465,29 |

|           |      |      |       |      |       |        |
|-----------|------|------|-------|------|-------|--------|
| 06/3/2009 | 22   | 33,6 | 27,8  | 0    | 52,52 | 448,82 |
| 07/3/2009 | 20,2 | 30,6 | 25,4  | 4,4  | 78,5  | 432,35 |
| 08/3/2009 | 19,2 | 30,4 | 24,8  | 0,1  | 71,6  | 490,00 |
| 09/3/2009 | 18,4 | 29,2 | 23,8  | 0    | 78,8  | 365,59 |
| 10/3/2009 | 18,6 | 27,8 | 23,2  | 11,4 | 80,9  | 367,65 |
| 11/3/2009 | 19,2 | 24,8 | 22    | 36,8 | 90,7  | 179,71 |
| 12/3/2009 | 19,2 | 27,4 | 23,3  | 8,6  | 84,8  | 326,76 |
| 13/3/2009 | 19,4 | 24,6 | 22    | 6,3  | 90,3  | 176,18 |
| 14/3/2009 | 19   | 29,2 | 24,1  | 0    | 73,1  | 378,24 |
| 15/3/2009 | 20   | 30,4 | 25,2  | 0    | 67,83 | 398,82 |
| 16/3/2009 | 18,5 | 28,8 | 23,65 | 0    | 68,94 | 511,18 |
| 17/3/2009 | 18,8 | 29,4 | 24,1  | 0    | 77,7  | 403,24 |
| 18/3/2009 | 18,2 | 27,4 | 22,8  | 0    | 76,5  | 382,94 |
| 19/3/2009 | 18,8 | 28,2 | 23,5  | 0    | 74,8  | 476,47 |
| 20/3/2009 | 18,4 | 24,8 | 21,6  | 0,1  | 77,3  | 257,06 |
| 21/3/2009 | 18,8 | 24   | 21,4  | 1,4  | 84,6  | 187,06 |
| 22/3/2009 | 18   | 25,8 | 21,9  | 0    | 83,2  | 308,82 |
| 23/3/2009 | 18,2 | 28,4 | 23,3  | 0    | 74,5  | 471,76 |
| 24/3/2009 | 18,2 | 28,4 | 23,3  | 0    | 73,8  | 473,53 |
| 25/3/2009 | 17   | 28   | 22,5  | 0    | 71,5  | 494,71 |
| 26/3/2009 | 16,6 | 28,2 | 22,4  | 0    | 70,8  | 480,00 |
| 27/3/2009 | 17,8 | 29,4 | 23,6  | 0    | 73,3  | 446,18 |
| 28/3/2009 | 19   | 28,6 | 23,8  | 23,8 | 81,3  | 303,53 |
| 29/3/2009 | 18,2 | 28,6 | 23,4  | 0    | 75,7  | 422,94 |
| 30/3/2009 | 19,6 | 28,4 | 24    | 0    | 74,8  | 401,76 |
| 31/3/2009 | 19   | 28,8 | 23,9  | 0    | 70    | 431,76 |

Estação Agrometeorologica – Fazenda Experimental Lageado – Botucatu – SP  
19/02/2010