



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**RADAGASIO HUGO VERVLOET FILHO**

**UTILIZAÇÃO DE HIDRORETENTOR EM SUBSTRATO SEMI-SATURADO  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES  
JULHO – 2011

RADAGASIO HUGO VERVLOET FILHO

**UTILIZAÇÃO DE HIDRORETENTOR EM SUBSTRATO SEMI-SATURADO  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais, Área de Concentração Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva.  
Coorientador: Dr. Ricardo Miguel Penchel Filho.  
Coorientador: Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis.

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

JULHO – 2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

V571u Vervloet Filho, Radagasio Hugo, 1954-  
Utilização de hidroretentor em substrato semi-saturado na produção de mudas de eucalipto / Radagasio Hugo Vervloet Filho. – 2011.  
95 f. : il.

Orientador: Aderbal Gomes da Silva.

Coorientadores: Ricardo Miguel Penchel Filho, Edvaldo Fialho dos Reis.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Eucalipto – Mudas – Qualidade. 2. Substratos. 3. Crescimento (Plantas). 4. Água – Consumo. 5. Polímeros. I. Silva, Aderbal Gomes da. II. Penchel Filho, Ricardo Miguel. III. Reis, Edvaldo Fialho dos. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 630

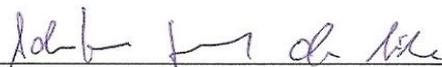
---

**UTILIZAÇÃO DE HIDRORETENTOR EM SUBSTRATO SEMI-SATURADO  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO**

**Radagasio Hugo Vervloet Filho**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 08 de Julho de 2011.



Prof. Dr. Aderlan Gomes da Silva  
IFMG  
Membro Externo



Profª. Drª. Elzimar de Oliveira Gonçalves  
CCA/UFES  
Membro Externo



Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis  
CCA/UFES  
Coorientador



Dr. Ricardo Miguel Penchel Filho  
CCA/UFES  
Coorientador



Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva  
CCA/UFES  
Orientador

## **DEDICATÓRIA**

A Deus.

A minha querida esposa Cristina Angélica, companheira de tantas jornadas, que sempre me apoiou e me ajudou em todos os sentidos.

Aos meus filhos Lorena e Hugo Leonardo, que sempre escutaram meus ideais e meus sonhos.

Aos meus pais que me deram a oportunidade de poder viver e de sonhar.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço as instituições e pessoas que contribuíram para a minha evolução profissional, principalmente:

Ao bom Deus e aos bons espíritos, que sempre são presentes e atuantes.

À Universidade Federal do Espírito Santo, pelo curso oferecido e por todo ensinamento promovido.

Ao meu orientador, professor Dr. Aderbal Gomes da Silva – da área de Ecologia e Ecossistemas Florestais do Departamento de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federais do Espírito Santo, pela acolhida, orientação, confiança, amizade e apoio durante todo o período de mestrado.

Ao meu Co-orientador Dr. Ricardo Miguel Penchel Filho – pesquisador da Fibria Celulose S/A, por todo o seu apoio técnico científico, bem como pela ajuda direta no encaminhamento das discussões dos dados desde a elaboração do projeto de pesquisa.

Ao meu Co-orientador Dr. Edvaldo Fialho dos Reis – Professor do Departamento de Engenharia Rural do CCA-UFES- pela sua valiosa colaboração nas análises estatísticas realizadas.

A Dra. Elzimar de Oliveira Gonçalves que sempre me auxiliou na discussão dos dados da dissertação.

Ao Dr. Aderlan Gomes da Silva, que se prontificou a fazer parte de minha banca avaliadora da dissertação.

À empresa Fibria Celulose S.A., pela bolsa de estudos concedida, podendo assim paralisar minhas atividades profissionais, para me dedicar ao mestrado.

À empresa Degussa Brasil Ltda pela ajuda proporcionada, para as minhas idas constantes até o viveiro da Fibria, onde se desenvolveu o experimento.

Ao Sr. Wagner Lopes da Evonik Degussa, que sempre nos apoiou.

A todos os professores do Departamento de Engenharia Florestal, que sempre me ajudaram na parte de aprendizado, ou com as palavras de apoio.

A todos os Pesquisadores, Funcionários e Colaboradores do Centro de Pesquisa da Fibria Celulose S/A de Aracruz-ES, que sempre me auxiliaram com informações e idéias para o bom desenvolvimento do meu experimento na referida empresa.

A todos os funcionários do Viveiro da Fibria em Aracruz-ES, que sempre me auxiliaram com informações, material humano, e a máxima colaboração possível.

Ao técnico de pesquisa da Fibria, Sr. Jair Castro Neves, que me acompanhou em todas as etapas, desde a implantação até a expedição final das mudas.

Aos funcionários da Du campo que me auxiliaram no desenvolvimento do experimento no viveiro.

Aos meus colegas da Pós - Graduação e demais companheiros de luta.

À minha querida esposa Cristina, companheira de muitos anos, que me sempre apoiou e me ajudou nas horas mais difíceis de todo o curso.

À mãe Ingrid Maria, ao meu saudoso pai, um amante da natureza, que muito me ensinaram.

Aos meus filhos Lorena e Hugo Leonardo, bem como a minha nora Marina e meu genro Alexandre, que sempre escutaram e participaram dos meus trabalhos.

Ao meu irmão Francisco Benhard, com quem gostaria de poder estar mais próximo, para compartilharmos mais experiências profissionais.

À minha irmã, cunhados e sobrinhos, à minha sogra e meu sogro, que me incentivaram nesta tarefa de continuação dos estudos na minha vida profissional.

Aos amigos da Casa Espírita Esperança, de Vitória, por todo aprendizado, para que eu possa me tornar uma pessoa cada dia melhor, que é o que precisamos buscar.

## **BIOGRAFIA**

RADAGASIO HUGO VERVLOET FILHO, filho de Radagasio Hugo Vervloet e Ingrid Maria Wilken Vervloet, nasceu em 14 de maio de 1954, em Santa Teresa Estado do Espírito Santo.

Em dezembro de 1971, terminou o segundo grau, no Colégio Universitário da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa – MG.

Graduou-se em 15 de dezembro de 1975 em Engenharia Agrônômica, na Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa – MG.

Em 2008, especializou-se em Gestão e Manejo Ambiental de Sistemas Agrícolas, pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras- MG.

No mês de março de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado em Ciências Florestais - área de concentração em Ecologia e Ecossistemas Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Jerônimo Monteiro – ES, submetendo-se à defesa da dissertação em julho de 2011.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teores de umidade utilizados como referencia para avaliações realizadas pela Fibria.....	21
Tabela 2 – Para classificação por notas da qualidade das mudas.....	24
Tabela 3 – Valores de Macro e micro nutrientes, observados, adequados e desvio.....	65
Tabela 4 – Valores de Macro e micro nutrientes, observados, adequados e desvio.....	66
Tabela 5 – Valores de Macro e micro nutrientes, observados, adequados e desvio.....	68
Tabela 6 – Valores de Macro e micro nutrientes, observados, adequados e desvio.....	69
Tabela 7 - Relação N/K – Em dosagens do Hidroretentor.....	70
Tabela 8 - Relação N/K – Em lâminas d’água.....	71
Tabela 9 – Macro e micro nutrientes nos clones.....	72

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 (A) – Vista geral do estaqueamento e (B) – envio dos tubetes estaqueados para a casa de vegetação.....	16
Figura 2 (A) – Fases das mudas no viveiro, enraizamento na casa de vegetação, com sombreamento, (B) fase de aclimatação com controle de luminosidade, (C) fase do crescimento à pleno sol, e por último a (D) rustificação para saída posterior para o plantio no campo.....	18
Figura 3 (A) – Copos coletores para medição do volume de irrigação, e (B) – vista geral da distribuição dos coletores no experimento.....	19
Figura 4 (A) – Aparelho de medição de umidade do substrato, (B) – realização da medição por meio de leitura direta.....	19
Figura 5 (A) – Câmara de medição de potencial hídrico e (B) pessoa treinada realizando a devida medição do potencial hídrico.....	23
Figura 6 (A) – Vista local das mudas, e (B) vista ampla das plantas prontas para a expedição para o plantio no campo.....	24
Figura 7 – Comparação de valores de percentagem de enraizamento das mudas do clone 6437, aos 30 dias, 7 A em diferentes doses do hidrotentor e 7 B para as duas lâminas d'água.....	25
Figura 8 - Comparação de valores de percentagem de enraizamento das mudas do clone 6466, aos 30 dias, 8 A em diferentes doses do hidrotentor e 8 B para as duas lâminas d'água.....	26
Figura 9 - Comparação de valores de percentagem de enraizamento das mudas do clone 11420, aos 30 dias, em diferentes doses de polímero.....	27
Figura 10 - Comparação de valores de percentagem de enraizamento das mudas do clone 11436, aos 30 dias, 10 A em diferentes doses do hidrotentor e 10 B em duas lâmina d'água.....	27

Figura 11 – Comparação de altura das mudas do clone 6437 em três idades avaliadas e duas lâminas d'água (A), e entre lâminas d'água em três idades das mudas (B), três doses em lâminas diferentes (C) e duas lâminas em três doses do hidroretentor (D).....29

Figura 12 – Comparação do desenvolvimento do diâmetro do coleto das mudas do clone 6437 em três idades avaliadas e duas lâminas d'água (A), e entre lâminas d'água em três idades das mudas (B), três doses em lâminas diferentes (C) e duas lâminas em três doses do hidroretentor (D).....30

Figura 13 - Comparação de altura das mudas do clone 6466 em três idades avaliadas e duas lâminas d'água (A), e entre lâminas d'água em três idades diferentes(B), três doses lâminas distintas (13C) e as duas lâminas nas três doses do Hidroretentor (13D).....31

Figura 14 - Comparação do diâmetro do coleto das mudas do clone 6466 das três doses em três idades avaliadas (14A) três doses em três idades avaliadas na lâmina 2 (14B). Comparação de lâminas diferentes em três doses do Hidroretentor aos 30 dias de idade (14C). Comparação de lâminas diferentes em três doses do hidroretentor aos 60 dias de idade (14D). Comparação de lâminas diferentes em três doses do Hidroretentor aos 90 dias de idade (14E). Figura com dados das avaliações das três doses do Hidroretentor em três idades diferentes na lâmina 1(14F). Figura com dados das avaliações das três doses do Hidroretentor em três idades diferentes na lâmina 2(14G).....32

Figura 15 - Comparação da altura das mudas do clone 11420 das três doses em três idades avaliadas na lâmina 1 (15A) três doses em três idades avaliadas na lâmina 2 (15B). Comparação de lâminas diferentes em três doses do Hidroretentor aos 30 dias de idade (15C). Comparação de lâminas diferentes em três doses do hidroretentor aos 60 dias de idade (15D). Comparação de lâminas diferentes em três doses do hidroretentor aos 90 dias de idade (15E). Figura com dados das avaliações das três doses do Hidroretentor em três idades diferentes na lâmina 1(15F). Figura com dados

das avaliações das três doses do hidretentor em três idades diferentes na lâmina 2(15G).....	33/34
Figura 16 - Comparação do diâmetro do coleto das mudas do clone 11420 em três idades avaliadas e duas lâminas (16A), e entre lâminas d'água em três idades diferentes (16B), três doses lâminas distintas (16C) e as duas lâminas nas três doses do hidretentor (16D).....	35
Figura 17 – Comparação de altura das mudas do clone 11436 em três idades avaliadas e duas lâminas (A), e entre lâminas d'água em três idades das mudas (B), três doses em lâminas diferentes (C) e duas lâminas em três doses do hidretentor (D).....	36
Figura 18 – Comparação do desenvolvimento do coleto das mudas do clone 11436 em três idades avaliadas e duas lâminas (A), e entre lâminas d'água em três idades das mudas (B), três doses em lâminas diferentes (C) e duas lâminas em três doses do hidretentor (D).....	36/37
Figura 19 - Percentagem de umidade no substrato nos tubetes com o clone 6437, em duas lâminas d'água, em quatro avaliações em idades distintas (A), e entre as três doses do hidretentor em avaliações nas quatro idades (B).....	38
Figura 20 – Percentagem de umidade no substrato dos tubetes com clone 6466, em duas lâminas d'água, em quatro avaliações em idades distintas (A), e entre as três doses do hidretentor em avaliações em quatro idades (B).....	39
Figura 21 – Percentagem de umidade no substrato dos tubetes com clone 11420, em duas lâminas d'água, em quatro avaliações em idades distintas (A), e entre as três doses do polímero em avaliações em quatro idades (B).....	39
Figura 22 – Percentagem de umidade no substrato dos tubetes com clone 11436, em duas lâminas d'água, em quatro avaliações em idades distintas (A), e entre as três doses do polímero em avaliações em quatro idades (B).....	40

Figura 23 – Potencial hídrico foliar das mudas do clone 6437, em duas lâminas d'água diferentes, nas três doses do hidretentor, aos 60 dias.....	42
Figura 24 – Potencial hídrico foliar das mudas do clone 6437 entre três doses do Hidretentor diferentes (A), e entre lâminas d'água diferentes (B), aos 90 dias.....	42
Figura 25 - Potencial hídrico foliar das mudas do clone 6466 entre três doses do hidretentor diferentes (A), e entre lâminas d'água diferentes (B), aos 60 dias.....	43
Figura 26 – Potencial hídrico foliar das mudas do clone 6466 entre três doses do hidretentor diferentes (A), e entre lâminas d'água (B), aos 90 dias.....	43
Figura 27 – Potencial hídrico foliar das mudas do clone 11420 entre três doses do hidretentor diferentes (A), e entre lâminas d'água diferentes (B), aos 60 dias.....	44
Figura 28- Potencial hídrico foliar das mudas do clone 11420 entre três doses do hidretentor diferentes (A), e entre lâminas d'água diferentes (B), aos 90 dias.....	44
Figura 29 - Potencial hídrico foliar das mudas do clone 11436 entre três doses do hidretentor diferentes (A), e entre lâminas d'água diferentes (B), aos 60 dias.....	45
Figura 30 - Potencial hídrico foliar das mudas do clone 11436, em duas lâminas d'águas diferentes, nas três doses do hidretentor, aos 90 dias.....	45
Figura 31 – Sobrevivência das mudas do clone 6437, em três doses do hidretentor, para duas lâminas de água (A), e duas lâminas de água para as três épocas de avaliações(B), aos 30, 60, e 90 dias.....	47
Figura 32 - Sobrevivência das mudas do clone 6466, em três doses do hidretentor em duas lâminas de água (A), e duas lâminas de água para as três épocas de avaliações (B), aos 30, 60, e 90 dias.....	48

Figura 33 - Sobrevivência das mudas do clone 11420, em três doses do hidroretentor, em duas lâminas de água (A), e duas lâminas de água para as três idades avaliadas(B), aos 30, 60, e 90 dias.....	48
Figura 34 - Sobrevivência das mudas do clone 11436, em três idades de avaliação, para duas lâminas de água (A), e duas lâminas de água para as três doses do hidroretentor (B), aos 30, 60, e 90 dias.....	49
Figura 35– Médias das notas dos parâmetros avaliados em lâminas de água diferentes, para as doses zero, 1,00 kg/m <sup>3</sup> , e 2,00 kg/m <sup>3</sup> do hidroretentor utilizado, no clone 6437.....	50
Figura 36 - Médias das notas dos parâmetros avaliados em lâminas de água diferentes, para as doses zero 1,00 kg/m <sup>3</sup> , e 2,00 kg/m <sup>3</sup> do hidroretentor utilizado, no clone 6466.....	50
Figura 37- Médias das notas dos parâmetros avaliados em lâminas de água diferentes, para as doses zero 1,00 kg/m <sup>3</sup> , e 2,00 kg/m <sup>3</sup> do hidroretentor utilizado, no clone 11420.....	51
Figura 38 - Médias das notas dos parâmetros avaliados em lâminas de água diferentes, para as doses zero, 1,00 kg/m <sup>3</sup> , e 2,00 kg/m <sup>3</sup> do hidroretentor utilizado, no clone 11437.....	51

## SUMÁRIO

RESUMO .....	xv
ABSTRACT .....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO GERAL .....	2
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
3.1. PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIS DE EUCALIPTO.....	3
3.2. SUBSTRATO .....	5
3.3. HIDRORETENTOR.....	8
3.4. MANEJO DA IRRIGAÇÃO .....	9
3.5. PARÂMETROS DE QUALIDADE DE MUDAS .....	11
3.5.1. Parâmetros morfofisiológicos.....	12
3.5.2. Parâmetros bioquímicos.....	13
3.5.3. Potencial hídrico foliar.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4.1. LOCALIZAÇÃO .....	15
4.2. MATERIAL VEGETAL.....	15
4.3. SUBSTRATO .....	16
4.4. CARACTERÍSTICAS DO HIDRORETENTOR.....	16
4.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	17
4.6. DETALHAMENTO DAS FASES DO EXPERIMENTO .....	17
4.7. AVALIAÇÕES DO EXPERIMENTO .....	18
4.7.1. Monitoramento da distribuição de água dos aspersores de irrigação.....	18
4.7.2. Monitoramento do teor de umidade do substrato .....	19
4.7.3. Avaliações do enraizamento de estacas .....	21
4.7.4. Avaliações da sobrevivência das mudas .....	21
4.7.5. Crescimento em altura da estaca.....	21
4.7.6. Crescimento em diâmetro do coleto.....	22
4.7.7. Estado nutricional das plantas.....	22
4.7.8. Potencial hídrico foliar das mudas .....	23
4.7.9. Classificação do padrão de qualidade de mudas .....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	25
5.1. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS.....	25
5.2. CRESCIMENTO.....	28
5.2.1. Crescimento em altura (cm) e diâmetro do coleto (mm) das mudas 28	
5.2.2. Monitoramento do teor de umidade do substrato .....	38
5.2.3. Avaliações do potencial hídrico foliar .....	41
5.3. AVALIAÇÕES DE SOBREVIVÊNCIA .....	47
5.3.1. Percentual de sobrevivência de mudas aos 30, 60 e 90 dias do estaqueamento.....	47
5.3.2. Qualidade das mudas produzidas .....	49
5.3.3. Avaliação do estado nutricional nas plantas .....	52
6. CONCLUSÕES.....	54
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
ANEXOS.....	64

## RESUMO

VERVLOET FILHO, Radagasio Hugo. **Utilização de hidretentor em substrato semi-saturado na produção de mudas de eucalipto**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro-ES. Orientador: Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva. Coorientadores: Dr. Ricardo Miguel Penchel Filho e Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis.

Este estudo teve como objetivo testar a adição de três doses diferentes de gel (Hidretentor de solo) na produção de mudas clonais do híbrido *E. grandis* vs. *E. urophylla* em duas lâminas d'água diferentes. Foram utilizados quatro clones (6437, 6466, 11420 e 11436). O estudo foi realizado no viveiro da Fibria S.A., no município de Aracruz - Espírito Santo. Os parâmetros para avaliação do desenvolvimento das mudas ocorreram em quatro fases principais de produção: enraizamento, aclimação, crescimento e rusticificação. Durante estas fases ocorreram o monitoramento do teor de umidade do substrato, do enraizamento de estacas, da sobrevivência de plantas, do crescimento em altura do broto, do crescimento em diâmetro do coleto, do estado nutricional, do potencial hídrico foliar das plantas, e a classificações do padrão de qualidade das plantas produzidas. Com os resultados obtidos, não foi possível concluir qual a dosagem ideal do polímero hidretentor a ser utilizada, pois todo o experimento foi conduzido em substrato semi-saturado. Concluiu-se que a redução da lâmina d'água não prejudicou o desenvolvimento das plantas. Além disso, avaliou-se a qualidade das mudas no momento da expedição e constatou-se o melhor desempenho dos clones 6437 e 6466.

**Palavras-chave:** Eucalipto, Lâmina d'água, Qualidade de mudas, Gel.

## ABSTRACT

VERVLOET FILHO, Radagasio Hugo. **Hidroretentor use of semi-saturated substrate in the production of eucalyptus.** 2011. Dissertation (Master's degree on Forest Science) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro-ES. Adviser: Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva. Co- adviser: Dr. Ricardo Miguel Penchel Filho and Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis.

This study aimed at testing the addition of three different doses of gel (soil Hydroretainer) in the production of hybrid seedlings of *E. grandis* X *E. urophylla* in two different water samples. Four clones were used (6437, 6466, 11420 and 11436). The study was conducted in nurseries at Fibria S.A., in the municipality of Aracruz - Espírito Santo. The parameters for assessing the development of seedlings occurred in four main phases of production: rooting, acclimation, growth and rustication. During these phases were monitored the moisture content of the substrate, cuttings rooting, plant survival, height growth of the bud, diameter growth of the base of the stem, nutritional status, water potential of plants' leaves and ratings of the quality standard of the plants produced. With these results, it was not possible to conclude what the optimal dosage of the polymer hidroretentor to be used because the experiment was conducted in semi-saturated substrate. It was concluded that reducing the water level did not impair plant development. In addition, we evaluated the quality of the seedlings at the time of shipment and found that the better performance of clones 6437 and 6466.

**Keywords:** Eucalyptus, Water depth, Quality seedlings, Gel.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de mudas florestais de eucalipto no Brasil é feita adotando-se técnicas de propagação vegetativa (propagação clonal). Desde a sua introdução no país, sofreu grandes avanços, o que culminou com o desenvolvimento de três técnicas de produção, designadas cronologicamente macroestaquia, microestaquia e miniestaquia (ASSIS, 2001).

A irrigação é um fator de grande importância no processo de produção das mudas. Uma irrigação malconduzida pode afetar o processo produtivo, levando o excesso de água a aumentar significativamente os problemas com doenças, e a falta d'água, pode levar as mudas à morte.

Desta forma, deve haver um manejo de irrigação adequado para se produzir mudas de qualidade sem desperdício de água.

Independente da técnica utilizada, nos viveiros de mudas de espécies florestais, a irrigação por aspersão é o método mais utilizado, contudo, é um sistema que gera grandes desperdícios, em razão de alguns fatores, tais como, o vento, a má distribuição dos microaspersores e os possíveis espaços vazios (AUGUSTO et al., 2007).

A partir disso, a utilização de hidrogéis ou Polímeros Hidroretentores, surge como uma alternativa, no sentido de se obter uma maior eficiência no uso da água, na produção de mudas em viveiros. Os hidroretentores são substâncias orgânicas capazes de absorver e armazenar significativa quantidade de água em relação ao seu peso. Podem ser naturais (derivados do amido) ou sintéticos (derivados do petróleo). Quando secos, apresentam-se na forma de pequenos grânulos.

Como a maioria das tecnologias, o uso de hidroretentores, quando mal-executado pode prejudicar o desenvolvimento das plantas. Por isso, o seu uso está relacionado a pesquisas, pois é necessário que se determine: a dosagem a ser utilizada, as fases do cultivo em que há resposta, a forma de aplicação e as modificações no manejo. Isso ocorre para que se maximize o retorno econômico da atividade.

Condições de baixas precipitações na época do plantio, solos arenosos e de baixo teor de matéria orgânica (que têm baixa capacidade de retenção de água) e também o uso de mudas produzidas em tubetes, os quais armazenam

pouca água, devido ao pequeno volume de substrato, podem causar grandes perdas de mudas logo após o plantio (MATTEI, 2008). Tais fatores contribuíram para o uso de retentores de água na cultura do eucalipto no Brasil, por diversas razões, dentre elas: permitir o plantio florestal ao longo de todo o ano, mesmo durante a estação de secas, pela irrigação das mudas; permitir a redução das quantidades de água aplicadas na irrigação, algo difícil e caro de se levar ao campo e se aplicar em largas extensões; e também minimização das perdas de mudas por meio do aumento da sobrevivência no plantio.

Quando se trata de produção de mudas, alguns estudos têm demonstrado que a maior parte do consumo de água em viveiros é na fase de “aclimatação e rustificação”. Contudo, em outras fases da produção de mudas, o consumo de água, é ainda substancial, o que indica a necessidade de estudos também nessas fases.

O uso de hidretentor poderia contribuir para maior retenção da água e diminuição da irrigação nessa situação, o que poderia favorecer a produção de mudas tanto em quantidade quanto em qualidade, visto que as condições hídricas e nutricionais seriam mais constantes ao longo do processo de produção.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito de diferentes doses do hidretentor, adicionado ao substrato de plantio, em duas lâminas de irrigação por aspersão, sobre o crescimento, produção e qualidade de mudas clonais de eucalipto e, também, na potencial redução do consumo de água de irrigação.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar o enraizamento de estacas, a sobrevivência das mudas, o crescimento em altura da estaca, e diâmetro do coleto das mudas, o teor de umidade do substrato de plantio durante as fases de enraizamento, aclimatação, crescimento e rustificação no viveiro, utilizando diferentes doses de hidretentor no substrato de plantio, em duas diferentes lâminas d'água de irrigação.

Avaliar o estado nutricional, e o potencial hídrico foliar das plantas em função dos clones, das doses do hidrotentor no substrato e das lâminas d'água utilizadas.

Quantificar a qualidade das mudas produzidas, segundo parâmetros utilizados pela Fibria Celulose S/A: altura do broto, ângulo do torrão, comprimento do torrão, deformação radicular, diâmetro do coleto, pares de folhas, relação copa/broto, índice de clorofila e fitossanidade da muda.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. PRODUÇÃO DE MUDAS CLONAIIS DE EUCALIPTO**

A condição ideal para a instalação de um viveiro para produção de mudas deve atender aos seguintes pontos: ser de fácil acesso para entrada de insumos e saída da produção, ser livre de ervas daninhas, bem como de pragas e doenças, ter boa luminosidade, ter fornecimento de água em qualidade e quantidade necessária ao bom desenvolvimento das mudas e declividade do solo suficiente para se evitar alagamentos.

O êxito de um reflorestamento depende de muitos fatores, entre eles a qualidade das mudas levadas ao campo, que, além de resistirem às condições adversas, devem ser capazes de desenvolver, produzindo árvores com crescimento satisfatório (PAIVA; GOMES, 1995; GONÇALVES et al., 2004).

Cada vez mais se tem pesquisado sobre métodos de produção de mudas de eucalipto, objetivando sua melhor qualidade, no sentido de essas mudas estarem aptas ao franco desenvolvimento quando plantadas no campo.

A clonagem de híbridos de eucalipto no Brasil representa um dos maiores avanços na produção de mudas de qualidade, conseguindo-se assim uma maior uniformidade dos talhões, facilitando a colheita mecanizada e obtendo-se maior produtividade por área plantada.

A primeira plantação clonal foi estabelecida em 1979 em 1000 ha no estado do Espírito Santo, pela Cia Aracruz (Ruy, 1998), que dominou a técnica de propagação vegetativa do eucalipto, sendo a primeira empresa a obter em

suas florestas produtividades de 50 m<sup>3</sup> ha.1ano<sup>-1</sup> com o híbrido de *Eucalyptus grandis* vs. *Eucalyptus urophylla* (Mora; Garcia, 2000).

A utilização de clones tem como ponto de partida a seleção de genótipos superiores para, posteriormente, proceder-se a sua propagação clonal massal (WENDLING; XAVIER, 2003). Devem ser selecionadas plantas matrizes com características compatíveis com a finalidade pretendida pelo cultivo.

Por meio dos testes de progênies, realiza-se a seleção de plantas matrizes superiores em áreas de plantios comerciais e em áreas experimentais, esse procedimento tem sido considerado o modo mais adequado e de maior eficiência, principalmente nas situações em que o programa clonal baseia-se em características de baixa herdabilidade (ALMEIDA, 2006).

A clonagem é a técnica que permite a manutenção das características desejadas em uma planta, porém, em virtude do manejo, ocorrem variações no crescimento de mudas no viveiro e no campo (FIGUEIREDO et al., 2011).

Os testes de espécies e procedências e os testes clonais têm sido utilizados para recomendar materiais genéticos para condições ambientais específicas (FRAMPTON; FOSTER, 1993).

Objetivando a obtenção de plantios mais homogêneos e alta produtividade por área, as empresas florestais têm demonstrado preferência pela produção de mudas clonais de eucalipto.

Existem várias técnicas para obtenção de mudas clonais, sendo a mais utilizada a de miniestaquia (ALMEIDA; et al., 2007). A miniestaquia tem sido a técnica mais empregada para produção de mudas em escala comercial, entretanto, a microestaquia tem sido utilizada apenas para o rejuvenescimento de clones recalcitrantes ao enraizamento, quando se empregam técnicas de estaquia em miniestaquia (TITON; XAVIER; OTONI, 2002). No entanto ao se comparar o desenvolvimento de mudas provenientes de miniestaquia e microestaquia, Santos e outros (2005) constataram que as avaliações realizadas aos 24 meses de idade indicaram tendência de uniformidade dos resultados entre as técnicas de propagação, com o avanço da idade do teste clonal.

A miniestaquia pode ser considerada uma especialização da estaquia convencional e teve como principal avanço a redução da área do jardim clonal,

que passou a ser chamado de minijardim clonal (FERRIANI, 2010). Junto com a microestaquia, têm proporcionado consideráveis ganhos em produtividade, uniformidade e aumento no percentual de enraizamento das estacas, quando se consegue rígido controle ambiental, fitopatológico e nutricional do jardim clonal (XAVIER et al., 2001).

A estrutura onde é implantado o minijardim clonal consiste geralmente de um canaletão formado por concreto, amianto ou outro material, instalado sobre bases fixas, garantindo adequações ergonômicas e assépticas, no qual podem ser cultivadas as minicepas (FERRIANI, 2010).

As fontes de propágulos vegetativos para formação do minijardim clonal são as brotações de plantas propagadas pelo método da estaquia convencional, enquanto na microestaquia, as microcepas originam-se de mudas micropropagadas (XAVIER et al., 2001).

A miniestaquia pode, didaticamente, ser dividida nas fases de produção de brotos em minijardim clonal, indução do enraizamento adventício em casa de enraizamento sob nevoeiro intermitente e temperatura elevada, aclimação à sombra, crescimento e rustificação (ALFENAS et al., 2004).

O processo de enraizamento das miniestacas consiste na emissão das primeiras raízes, que serão fundamentais para o desenvolvimento na fase inicial de produção no viveiro, ocorre na casa de vegetação e é fundamental para que se tenham mudas em condições de seguirem para as fases posteriores, quer sejam, aclimação, desenvolvimento e rustificação. Para tanto, o sistema radicular bem formado é fundamental para garantir um bom desenvolvimento nas fases seguintes.

Reis e outros (1989), Leles e outros (2000) e Morone (2003), trabalhando com diferentes espécies de eucalipto, observaram que algumas espécies são mais sensíveis que outras à restrição do sistema radicular, e essa restrição provocada por recipientes afeta diretamente a parte aérea das mudas.

### 3.2 SUBSTRATO

O substrato deve ser um meio adequado para sustentação das mudas e retenção das quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de oferecer pH compatível, ausência de elementos químicos

em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003).

Apesar de amplamente utilizados na produção de mudas das mais variadas espécies vegetais, os substratos ainda são confundidos e até mesmo comercializados como condicionadores de solo, que na verdade são produtos adicionados ao solo, com o objetivo de melhorar suas propriedades (KÄMPF, 2000a).

A escolha do substrato deve se basear em sua eficiência técnica, custo econômico e ambiental. O substrato mais utilizado para produção de mudas em sacolas plásticas é o solo. Porém, materiais como terra ou areia são inadequados como substratos para tubetes, face ao seu peso e conseqüente desagregação, bem como por não serem estéreis (CAMPINHOS JR.; IKEMORI, 1983 apud AGUIAR et al., 1989).

Na década de 1980 ocorreu no Brasil a introdução de tubetes cônicos de polipropileno, como recipientes de mudas e a vermiculita expandida como substrato (CAMPINHOS JR.; IKEMORI, 1983).

A adequada germinação, desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das mudas dependem das propriedades químicas e físicas do substrato. Destaca-se a capacidade de aeração, relacionada com a macroporosidade, e a retenção de água e nutrientes devido à microporosidade do substrato (OLIVEIRA et al., 2008).

Campos (2002) afirma que para a produção de mudas em tubetes, o substrato merece especial atenção, pois um reduzido volume, para eucalipto geralmente 55cm<sup>3</sup>, deverá dar suporte para o desenvolvimento da planta durante todo o período de sua formação, propiciando uma muda saudável, com bom desenvolvimento radicular e uma boa relação parte aérea/raiz. Sendo assim, os substratos utilizados nos tubetes devem possuir todas as características necessárias, para atenderem às exigências das mudas, pois o volume contido em cada tubete é muito pequeno. Logo, deve-se estudar com detalhes cada mistura produzida a ser colocada nos recipientes.

A partir disso várias pesquisas têm sido desenvolvidas, utilizando-se diversas combinações produtos, dentre eles, vermiculita, fibra de coco, casca de arroz carbonizada, carvão moído, esterco de origem animal diversos, palha de café, dentre outras e buscando-se manter a umidade ideal.

As pequenas dimensões dos tubetes e, conseqüentemente, o pequeno volume de substrato que suportam, exige a aplicação de nutrientes, devido às perdas por lixiviação, resultante da necessidade de regas freqüentes (NEVES et al., 1990).

No substrato contido nos tubetes, deve-se ter um teor de umidade ideal para atender às necessidades das mudas, não podendo ser esta umidade alta ou baixa. Com umidade baixa pode ocorrer o déficit hídrico para a planta, implicando em conseqüências graves, até mesmo letais, para as mudas. Já em casos de umidade muito elevada pode ocorrer o aumento da incidência de doenças.

O aparecimento de doenças, muitas vezes está ligado ao manejo inadequado do regime hídrico do viveiro, associado à ocupação excessiva de mudas por unidade de área e, inclusive, sombreamento excessivo na fase de germinação. Medidas como a diminuição da quantidade de água aplicada a cada irrigação, diminuição do sombreamento e maior espaçamento entre mudas, aumentam a aeração diminuindo o excesso de umidade no micro ambiente das bandejas, desfavorecendo a propagação de fungos (FERRARI, 2003).

Existe na planta um complexo sistema hidráulico que permite o movimento da água e sais nas folhas, no xilema e nas raízes, sendo esse movimento causado pela redução do potencial da água nas folhas, resultante da transpiração (AWARD; CASTRO, 1983). Daí a importância de se manter um nível de umidade adequado no substrato, para possibilitar o bom desenvolvimento das mudas.

O sistema radicular é que garante, em primeiro lugar, a retirada de água do solo pelas plantas, e, como resultado da absorção de água pelas raízes, sobretudo das raízes finas, forma-se um potencial entre a região imediatamente ao redor dessas raízes e as demais partes do perfil do solo. Isso induz à difusão da umidade do solo em direção às raízes finas, à medida que o solo se torna mais seco, o fluxo vai se tornando mais difícil e a retirada de água pela transpiração das plantas tende a diminuir (LIMA, 1993).

Segundo Pereira (2006), a transpiração é um processo fisiológico necessário. Embora provoque perda de água em forma de vapor, ela também se responsabiliza por nutrir a planta através da locomoção de água e

nutrientes, provocados pela tensão gerada pelo xilema em detrimento do volume de água transpirado.

Ainda há que se considerar a logística do viveiro, pois irriga-se uma faixa maior do que a propriamente necessária, contemplando estradas e acessos, ocasionando a paralisação das operações (o que eleva os custos pela mão-de-obra ociosa), aumentando a umidade do viveiro (ambiente propício para surgimento de doenças) e elevando, ainda, os custos com drenagem (LOPES, 2007).

O planeta possui grande quantidade de água, porém, a cada dia, menor quantidade dessa possui condições de ser utilizada, quer seja por poluentes, quer seja pela própria indisponibilidade nos locais de viveiros para produção de mudas. Daí a necessidade de reduzir o consumo de água.

### 3.3 HIDRORETENTOR

O polímero hidroretentor é caracterizado pela capacidade de absorver e liberar água e nutrientes solúveis. A natureza do arranjo das moléculas confere a esse material uma forma granular, quando secos, e ao serem hidratados, os grânulos dilatam-se, transformando-se em partículas de gel (PREVEDELLO ; BALENA, 2000).

Wofford Jr. e Koski (1990) afirmaram que nos Estados Unidos da América, o Serviço Florestal do Estado do Colorado obteve aumento no índice de sobrevivência de mudas florestais somente com o uso de polímeros agrícolas no momento do transplante e semeadura, além de acelerar o crescimento dessas plantas, pelo maior suprimento e disponibilidade de água.

No Brasil diversos estudos têm sido realizados nesse sentido, inclusive com espécies diferentes das plantas tipicamente florestais, como, por exemplo, o cafeeiro e espécies agrícolas.

Mendonça e outros (2002), estudando a produção de mudas de cafeeiro em tubetes com polímero hidroretentor, adicionado ao substrato comercial, concluíram que esse produto não apresentou resultados satisfatórios para a produção de mudas de cafeeiro, recomendando a condução de novos experimentos.

Com o objetivo de melhorar as condições de umidade dos substratos, tem-se estudado a adição de hidroretentores a esses substratos de plantio em tubetes, assim como a dosagem ideal para cada volume desses mesmos substratos.

### 3.4 MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Segundo Salomão e Basílio (2006), os usuários da água, tanto para consumo comum quanto pra irrigação, devem ter a consciência de que ela é um recurso finito e que seu uso deverá ser feito de maneira racional, a fim de evitar desperdícios e contaminação de mananciais. O conceito prevalecente é de que quanto mais água for aplicada, melhor para a planta, mas de acordo com inúmeras literaturas da área de irrigação, quando a quantidade de água é aplicada em excesso, ocorre decréscimo na produtividade.

Na agricultura, a irrigação é o método artificial de aplicação de água e tem por finalidade suprir as necessidades hídricas da planta, em caráter total ou suplementar (LÉO; HERNANDES, 2001).

A grande quantidade de água requerida para a prática da irrigação, o decréscimo de sua disponibilidade e o alto custo da energia necessária à sua aplicação têm aumentado o interesse pela racionalização, de forma a minimizar as perdas desse recurso (AZEVEDO et. al, 1999).

Uma irrigação eficiente, segundo Lima e outros (2004), pode ser definida como a relação entre a quantidade de água que a cultura necessita e a quantidade total aplicada pelo sistema para suprir essa necessidade.

Dentre os métodos que aplicam a água com alta frequência e de forma localizada, estão o gotejamento, a micro-aspersão e a irrigação subsuperficial (BERNARDO, 1995).

A água é de fundamental importância na produção vegetal. Sua falta ou excesso afeta de maneira decisiva o desenvolvimento das plantas e, por isso, o manejo adequado desse bem é de relevante importância na maximização da produção agrícola (REICHARDT, 1985).

A água é provavelmente, o fator ambiental mais limitante ao estabelecimento e desenvolvimento das mudas, pois o estado energético da planta é o resultado da interação entre demanda evaporativa atmosférica,

potencial de água do solo, densidade e distribuição do sistema radicular e processos fisiológicos (FERREIRA, 1997).

Wendling e Gatto (2002) consideraram que as irrigações de maior intensidade são mais eficazes, ao passo que as irrigações freqüentes e de baixa intensidade molham apenas a camada superficial do substrato.

Para alcançar todos os objetivos da prática de irrigação, que englobam maximização da produção, racionalização do uso da mão-de-obra, energia, água e fertilizante, e aplicação correta da água, é imprescindível adotar um correto manejo da irrigação (MIRANDA; PIRES, 2003).

Para Mantovani, Bernardo e Palaretti (2007), a uniformidade de distribuição de água de um sistema de irrigação é um dos principais parâmetros para o diagnóstico da sua situação de funcionamento. Ela é um dos componentes, para determinação do nível de eficiência, no qual o sistema trabalha e pelo qual a aplicada deverá ser corrigida, para fornecer água de modo a permitir o pleno desenvolvimento da cultura.

Andriolo (2004) salienta que, no caso de substrato, o excesso de umidade favorece o surgimento de doenças e lixiviação da água. Dificulta, inclusive, a absorção de nutrientes pelas raízes em função de condições desfavoráveis de oxigenação.

As qualidades fisiológicas das mudas podem ser mais importantes que os efeitos de ordem morfológica. Na verdade, a quantificação da necessidade hídrica na sua formação é extremamente importante, pois a falta ou excesso pode limitar o desenvolvimento dessas mudas (NOVAES et. al, 2002). A falta de água leva ao estresse hídrico (desejável somente na rustificação), além da diminuição na absorção de nutrientes (SILVA et. al, 2005).

A disponibilidade de água é um fator de relevância na maximização de ganhos de produtividade agrícola, desempenhando um papel fundamental na vida da planta, participando de uma série de reações químicas, inclusive da fotossíntese (Ferraz, 1983) e permitindo a difusão e fluxo de massa. No geral os sais, os açúcares e outros solutos se movimentam entre as células e órgãos, além de permitirem a abertura e fechamento dos estômatos.

Viveiros localizados em áreas de menor umidade relativa do ar, menores precipitações pluviométricas, bem como maiores oscilações de

temperaturas, necessitam de maior atenção, quanto às necessidades de irrigações, evitando-se desta forma o déficit hídrico das plantas.

Em relação à produção das mudas, segundo Lopes (2005), a quantificação da necessidade hídrica na sua formação é extremamente importante, pois a falta ou excesso pode limitar o desenvolvimento.

A uniformidade de distribuição da água é quantificada por coeficientes de uniformidade. O coeficiente mais utilizado é o de Christiansen, modificado por Heermann e Hein (1968). Os fatores que afetam a uniformidade de distribuição da água podem ser classificados em climáticos e não-climáticos. Os fatores climáticos são: a) evaporação; b) temperatura do ar; c) umidade relativa; e d) condições locais do vento. Os fatores não-climáticos são os relacionados ao equipamento e ao método de avaliação (BERNARDO, 1995).

As condições de evapotranspiração total devem ser bem avaliadas para poder planejar e instalar um sistema de irrigação que atenda às necessidades das mudas a serem produzidas nestes locais.

### 3.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE MUDAS

O êxito de um reflorestamento depende de muitos fatores, entre eles a qualidade das mudas levadas ao campo, que, além de resistirem às condições adversas, devem ser capazes de desenvolver e produzir árvores com crescimento satisfatório (PAIVA; GOMES, 1995).

Para que uma muda seja considerada de boa qualidade deve possuir a constituição genética esperada para o plantio: ser bem formada, com todas as características desejáveis para a espécie, ser sadia, livre de pragas, doenças, danos mecânicos ou físicos e de fácil transporte e manuseio (MINAMI, 1995),

A qualidade das mudas é afetada, dentre outros fatores, pelo tempo de permanência no viveiro. Isso ocorre por que ao ultrapassarem o período ideal de rotação no viveiro, as mudas tendem a apresentar enovelamento do sistema radicular, imposto pela restrição de espaço explorável de substrato, aliado a um baixo vigor vegetativo, redução de área foliar, maior predisposição a determinadas doenças etc. (ALFENAS et al., 2004).

### 3.5.1 Parâmetros morfofisiológicos

Os parâmetros morfológicos são atributos determinados física ou visualmente. Ressalte-se que algumas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio no campo (FONSECA, 2000).

Mudas com maiores dimensões de altura e diâmetro apresentaram maior crescimento inicial, mas as diferenças tenderam a desaparecer ao longo do tempo. Mudas altas e grossas tiveram maior produção inicial de biomassa de folhas, lenho, casca e galhos, em todos os sítios (FIGUEIREDO et al., 2011). A altura da parte aérea, combinada ao diâmetro do coleto, constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo (CARNEIRO, 1995).

Cada empresa desenvolve pesquisas, no sentido de obter parâmetros avaliadores do padrão de qualidade das mudas produzidas em seus viveiros. A Fibria, por exemplo, utiliza em seus viveiros, um conjunto de nove parâmetros com notas de 1 a 5: altura do broto, ângulo do torrão, comprimento do torrão, deformação radicular, diâmetro do coleto, pares de folha, relação copa broto, índice de clorofila e fitossanidade da muda.

De acordo com Wakeley (1954), os parâmetros fisiológicos podem ser mais importantes quando comparados com o efeito de ordem morfológica, porém muitas vezes eles não permitem avaliar eficientemente a real capacidade de sobrevivência e crescimento inicial das mudas após plantio, contrariando as expectativas de qualquer empreendimento florestal. Assim, sugerem-se outras avaliações de ordem morfológicas, como também de ordem nutricionais e bioquímicas.

Com a realização de análises químicas foliares, pode ser obter as reais necessidades de macro e micro nutrientes nas referidas mudas no viveiro. Assim, podem-se corrigir esses desvios verificados através de adubações.

Dentre outros fatores de natureza silvicultural, a nutrição das mudas via adubação de seus substratos de crescimento desponta como um dos principais responsáveis não só pela obtenção de sua maior produtividade nos viveiros,

mas também de sua maior qualidade, além de maior economicidade do processo de sua produção (NEVES et al., 1990).

A análise química das plantas pode ser utilizada como técnica de diagnose do teor de nutrientes, e ainda para determinar a relação entre a sua disponibilidade no solo e o estado nutricional da planta (MALAVOLTA, 1994).

### **3.5.2 Parâmetros bioquímicos**

O estado nutricional das minicepas tem papel importante na miniestaquia, pois influencia diretamente a produtividade, o enraizamento das estacas e a qualidade das mudas, uma vez que os macro e os micronutrientes estão envolvidos nos processos bioquímicos e fisiológicos vitais da planta (PAULA et al., 2000).

Entretanto, os padrões ideais das concentrações de nutrientes não estão ainda bem estabelecidos (ALFENAS et al., 2004). Higashi e outros (2005) determinaram faixas adequadas de macro e micronutrientes para o processo de miniestaquia, que segundo Cunha e outros (2008) não se enquadram para diferentes materiais genéticos.

O teor de carboidratos medidos na última fase de produção das mudas, que é a rustificação, auxilia na determinação do padrão de qualidade e rusticidade destas mudas, o que é de fundamental importância para um ótimo pegamento e desenvolvimento inicial em campo pós-plantio.

Os carboidratos mais avaliados nas análises de material vegetal de eucalipto são a sacarose e a glicose, medidos em miligrama por grama de matéria seca, mas os açúcares livres também são importantes.

Com a diminuição da irrigação e também da fertilização das mudas na fase de rustificação no viveiro, ocorre um aumento dos teores de sacarose, glicose e açúcares livres, possibilitando a paralisação do crescimento da muda e um maior desenvolvimento do coleto dessas plantas. Haverá também um engrossamento da área foliar, tornando a muda menos sensível as intempéries no campo. Daí a importância de análise dos parâmetros bioquímicos para se verificar o processo de rustificação.

### 3.5.3 Potencial hídrico foliar

O conhecimento da maneira como as plantas utilizam a água do solo e de como respondem aos níveis de armazenamento a partir do balanço hídrico, pode ser uma saída viável para o estabelecimento de estratégias eficazes de manejo, visando o melhor uso possível das reservas de água do solo pelas culturas (SILVA, E. C. et. al. 2003)

O potencial hídrico foliar indica o grau de hidratação de uma planta e, assim, pode representar o estresse hídrico a que está submetida (TAIZ; ZEIGER, 2004). Indica o seu estado energético, cujos gradientes explicam os fluxos da água no sistema solo-planta-atmosfera (BERGONCI et al., 2000) de modo que, variações no potencial hídrico da folha podem afetar a assimilação do carbono da planta (HSIAO, 1973).

Assim, tem sido de suma importância para produção de mudas de qualidade a avaliação do potencial hídrico foliar das plantas, pois com estes valores têm-se as corretas condições do desenvolvimento fisiológico das mudas.

Ao se medir o potencial hídrico após o amanhecer, tem-se o real potencial hídrico da planta. Isso é importante para verificar a necessidade de aumento ou de diminuição da lâmina de água a ser aplicado nas mudas no determinado período avaliado, servindo para posteriores correções, se for necessário.

Presume-se que nos horários mais quentes do dia a condutância estomática diminua a ponto de evitar que o potencial hídrico da folha desça abaixo de níveis considerados críticos para a estabilidade do sistema de transporte de água (OREN et al., 1999).

Segundo Larcher (2000), a capacidade fotossintética é uma característica intrínseca de cada espécie vegetal, sendo que as trocas gasosas mudam durante o ciclo do desenvolvimento do indivíduo e dependem do curso anual e até mesmo do curso diário das flutuações ambientais (luz, temperatura, etc) em torno do vegetal.

Dado que a alteração no potencial hídrico, para maior ou menor, pode gerar estresse, justifica sua avaliação, pois qualquer tipo de estresse é medido em relação à sobrevivência das plantas, ao crescimento, à produtividade

(FERREIRA; MILANI, 2002; TAIZ; ZEIGER, 2004) ou a processos assimilatórios primários, como a absorção de CO<sup>2</sup> e nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. LOCALIZAÇÃO

O trabalho foi conduzido em viveiro da unidade da companhia Fibria Celulose S/A. Situada no município de Aracruz – estado do Espírito Santo, cuja localização é a coordenada LAT - 19° 49' S e LON - 40° 16' W. De acordo com a classificação climática proposta por Köppen, a região apresenta clima subtropical e subúmido, que caracteriza o clima tropical chuvoso, com chuvas de verão, inverno seco e temperaturas elevadas durante todo o ano.

### 4.2. MATERIAL VEGETAL

Foram utilizados clones híbridos de *E. grandis* vs. *E. urophylla*, cultivados nos minijardins clonais conforme nomenclatura a seguir, protegidos e sob manejo intensivo.

Foram selecionados quatro clones comerciais (6437, 6466, 11420 e 11436), do programa de melhoramento genético da empresa que estão em fase de teste para serem incluídos como material de plantio.

Selecionou-se miniestacas da porção apical com tamanhos uniformes entre 10 e 12 cm de comprimento, 2-3 mm de diâmetro, 3-4 pares de folhas. A operação de estaqueamento está ilustrada a seguir nas Figuras 1A e 1B.



Figura 1A – Vista geral do estaqueamento



1B – Envio dos tubetes estaqueados para a casa de vegetação.

#### 4.3. SUBSTRATO

O substrato foi composto por uma mistura de 30% (v/v) fibra de coco + 35% (v/v) vermiculita média + 35% (v/v) casca de arroz carbonizada. Acrescentou-se 2,0 kg/m<sup>3</sup> de osmocote (N-P-K),10-06-09 + 2,0 kg/m<sup>3</sup> superfosfato simples.

O substrato foi acondicionado em tubetes de polipropileno cilíndricos e uniformes, sem defeitos de fabricação e sem rebarba plástica nos drenos, contendo aproximadamente, 53 cm<sup>3</sup> de capacidade volumétrica.

#### 4.4. CARACTERÍSTICAS DO HIDRORETENTOR

O hidroretentor, também chamado de hidroretentor de solo ou polímero absorvente, apresenta natureza física, granulado sólido fino e solto de cor branca, com densidade em massa de 580 – 660 g/L, com partículas de 200-800 mm de diâmetro (LOPES, 2011).

Sua capacidade de retenção da água, segundo a Lopes (2011) é de 150-280 mL/g (95% disponível à planta) e sua absorção e retenção no solo são de 50 mL/g (máximo de 5% de retenção), tendo capacidade de troca catiônica de 3.100 – 5.300 g/kg (conforme condições do solo).

Ainda com informações do mesmo autor, sobre as características do hidroretentor, este descreve a temperatura ideal de efetividade no solo: 21-100 °C com pH de 7,0 – 8,0. Com uma eletrocondutividade em água: Máximo 1 MS/cm. Sua degradabilidade no solo está na faixa de máximo de 3-5 anos, e

insolúvel em água e soluções orgânicas que intumescem e formam gel com fluídos aquosos.

#### 4.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi montado num esquema fatorial 3 x 2 , sendo hidrogel em três níveis, D0 = 0,0 kg/m<sup>3</sup>, D1 =1,0 kg/m<sup>3</sup> e D2 =2,0 kg/m<sup>3</sup>, lâminas d'água em dois níveis, 100% e 80% da lâmina de irrigação, de acordo com a recomendação técnica da Fibria. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição formada de três bandejas, com 176 mudas cada uma, para quatro clones distintos.

Para as análises dos dados foi utilizado o software SAEG 10 Windows, e para os casos significativos de acordo com a Análise de Variância foram realizados testes de Tukey a 5% de significância.

#### 4.6. DETALHAMENTO DAS FASES DO EXPERIMENTO

Enraizamento: período de aproximadamente 20 dias, em casa de vegetação com nebulização controlada conforme as condições climáticas.

Aclimatação: área com sombreamento controlado, por um período de 20 dias, com irrigação por aspersão, determinada de acordo as condições climáticas.

Crescimento: em local a pleno sol, onde as plantas ficam por um período de 20 dias, com irrigação nos mesmos padrões da fase anterior, porém, com maior espaçamento entre as plantas.

Rustificação: onde ficam por um período de mais 30 dias a pleno sol com redução da irrigação, estando prontas para serem expedidas para o plantio.

As fases descritas acima estão ilustradas nas Figuras 2A, 2B, 2C e 2D.



Figura 2A - Fase de enraizamento na casa de vegetação.



Figura 2B - Fase de aclimação com luminosidade controlada.



Figura 2C - Fase de crescimento local onde as plantas recebem volumes d'água.



Figura 2D - Fase de rustificação fase final, em pleno sol e irrigação controlada.

## 4.7. AVALIAÇÕES DO EXPERIMENTO

### 4.7.1. Monitoramento da distribuição de água dos aspersores de irrigação

Foram utilizados 60 coletores de 500 ml, medindo 11 cm de altura e 8,5 cm de diâmetro de boca e 5,5 cm de diâmetro de fundo, que serviram como pluviômetro, distribuídos ao acaso, sendo 30 coletores na área de lâmina d'água 100%, e os outros 30 coletores na área de lâmina d'água 80% (Figuras 2A e 2B).

As medições volumétricas foram feitas em cada coletor ao final do dia (período de irrigação médio de 8 horas)



Figura 3A – Coletores com diâmetro de 8,5cm de abertura, para medição do volume de irrigação.



Figura 3B– Vista geral da distribuição dos coletores na área do experimento.

Observou-se o turno de rega do dia, medido em cada fase da produção das mudas (enraizamento, aclimação, crescimento e rustificação). Além do tempo de duração da irrigação foram registrados também dos respectivos intervalos.

#### 4.7.2. Monitoramento do teor de umidade do substrato

As medições foram instantâneas e “*in loco*”, contemplando o teor de umidade (%v/v) do substrato de plantio das estacas, a temperatura e a condutividade elétrica (ms), realizadas por meio do equipamento Sensor WET-2, da Delta-T, conforme ilustrado nas Figuras 4A e 4B, o qual foi previamente calibrado no laboratório, pelos métodos gravimétrico e eletrométrico, para o substrato em uso no teste.



Figura 4A – Aparelho de medição de umidade do substrato



Figura 4B – realização da medição por meio de leitura direta.

Segue-se um resumo do processo de calibração do sensor Wet-2 para solo específico, ou seja, para um substrato específico. Este procedimento foi aplicado devido a falta de parâmetros de referência para determinadas misturas de solo ou compostos de substratos.

O objetivo deste procedimento foi gerar os coeficientes de  $b_0$  e  $b_i$ , que puderam ser inseridos em uma calibração específica do HH2. Para tal foi necessário utilizar os seguintes materiais: sensor Wet; HH2 exibindo a opção para instalar "WET ECь e Ъ"; recipiente apropriado para uma amostra correspondente a um litro de solo; forno ou estufa com controle de temperatura ou equivalente, para secar a amostra de solo.

Procedeu-se da seguinte forma: coletou-se uma amostra úmida de solo, na qual se mexeu o mínimo possível, preservando a mesma densidade de onde foi colhida. Insiriu-se o Sensor WET na amostra e mediu-se a permissividade (tolerância a variações), ( $\epsilon'w$ ). Em seguida pesou-se a amostra úmida, ( $W w$ ), e mediu-se seu volume ( $l$ ).

Após esta etapa a amostra foi colocada no forno para secar e posteriormente pesada ( $W_o$ ). Depois insiriu-se o Sensor WET na amostra seca ( $\Theta \sim 0$ ), medindo novamente a permissividade ( $\epsilon'o$ ). Então  $b_0 = ve'o$

A partir destes dados, calculou-se o conteúdo em volume de água ( $\Theta w$ ) da amostra original:  $\Theta W = (W w - W_o)$ . Desta forma,  $b_i = ve'w - ve'o$ .

Para a calibração dos sinais do sensor WET referente a umidade, deve-se comparar a percentagem lida nas amostras utilizando o WET com valores de umidade obtidos em estufa, aceitando-se uma variação de  $\pm 5\%$ .

Foram amostradas 52 mudas ao acaso, em diferentes bandejas, para cada tratamento, 3 doses e 2 lâminas (6), para os 4 clones, totalizando 312 medições por dia, realizadas no período da manhã (9-11h) ou no período da tarde (14-16h), sempre antes de cada irrigação.

O sensor de umidade foi inserido em diferentes posições/profundidades dentro do substrato, pois apenas a ponta do sensor é capaz de registrar os valores com precisão na região da rizosfera. Essa posição é representativa da região da rizosfera do sistema radicular. Na casa de vegetação, essa posição deve ser superficial (2-3 cm), na casa de aclimatação essa posição deve ser mediana (3-6 cm) e no pátio de crescimento e pátio de rustificação a posição deve ser final (7-9 cm). Essas medições foram feitas aos 20, 40, 60 e 90 dias

após o estaqueamento no tubete. Na tabela 1 são apresentadas faixas de umidade de substrato recomendadas para os substratos nos tubetes.

Tabela 1 – Teores de umidade utilizados como referencia para avaliações realizadas pela Fibria.

Umidade Substrato	Umidade Mecprec (% v/v)	Observação
Saturado	> 40 %	Excesso elevado água.
Semi-Saturado	21 a 40 %	Excesso moderado água.
Adequado	16 a 20 %	Condição ideal umidade.
Semi-seco	10 a 15 %	Deficiência moderada água.
Seco	< 10 %	Deficiência alta água.

#### **4.7.3. Avaliações do enraizamento de estacas**

As medições do percentual (%) de enraizamento foram realizadas por meio de inspeções cuidadosas e não destrutivas, da formação de raízes na base da estaca. Para a amostragem selecionou-se, ao acaso, 30 plantas/repetição, com quatro repetições em 24 tratamentos, totalizando 2.880 plantas. As medições foram realizadas aos 30 dias do plantio da estaca no tubete.

#### **4.7.4. Avaliações da sobrevivência das mudas**

As medições do percentual (%) de mudas vivas foram feitas por meio da inspeção visual da parte aérea da muda.

Na amostragem foram selecionadas, ao acaso, 30 plantas/repetição com quatro repetições em 24 tratamentos, totalizando 2.880 plantas. As medições foram realizadas aos 30, 60 e 90 dias do plantio da estaca no tubete.

#### **4.7.5. Crescimento em altura da estaca**

As medições do comprimento (cm) total da muda foram a partir do coleto até o ápice caulinar. Foram feitas as identificações das plantas com fita vermelha para facilitar sua identificação nas medições posteriores.

As medições seguiram os mesmos critérios das avaliações de sobrevivência das mudas.

O equipamento utilizado foi a régua centimétrica.

#### **4.7.6. Crescimento em diâmetro do coleto**

As medições do diâmetro (mm) do coleto da muda foram próximas a borda superior do tubete. Foram feitas as identificações das plantas com fita vermelha para facilitar sua identificação nas medições posteriores.

Para essas avaliações, seguiram-se os mesmos passos das avaliações de altura do broto das mudas.

O equipamento utilizado foi o paquímetro convencional.

#### **4.7.7. Estado nutricional das plantas**

A coleta de material para as avaliações foram realizadas aos 90 dias do plantio da estacas.

Na amostragem selecionou-se amostra composta (30g massa seca) de folhas jovens, sadias e totalmente expandidas por tratamento, material retirado das 30 plantas previamente selecionadas ao acaso, totalizando 24 amostras totais, 1 amostra composta/tratamento.

Foram realizadas análises químicas para determinação da concentração de macro e micronutrientes nas folhas das mudas. Para tal, amostras de folhas foram coletadas e beneficiadas, em seguida foram encaminhadas para o laboratório para serem realizadas as análises espectrofotométricas, laboratório pertencente à Fibria, em Aracruz-ES.

As amostras foram coletadas simultaneamente em todos os tratamentos. Após a coleta, foram acondicionadas e posteriormente enviadas para o laboratório.

#### 4.7.8. Potencial hídrico foliar das mudas

O potencial hídrico foi quantificado, indicando a capacidade de disponibilizar água para a translocação de nutrientes, crescimento vegetativo e produção de biomassa. Utilizou-se para tanto uma câmara de pressão PMS 615. Foram realizadas as medições apenas em dias ensolarados, aos 60 e 90 dias do estaqueamento nos tubetes, nos horários entre 12-14h (antes da irrigação), conforme Figura (5A e 5B).



Figura 5A – Câmara de medição de potencial hídrico



Figura 5B – Pessoa treinada realizando a devida medição do potencial hídrico.

Na amostragem foram selecionadas mudas com folhas jovens, expandidas e sadias, sendo 3 folhas/repetição, totalizando doze folhas para cada um dos 24 tratamentos, totalizando 288 folhas.

#### 4.7.9. Classificação do padrão de qualidade de mudas

Foram seguidas as recomendações técnicas de avaliação do padrão de qualidade de mudas, conforme gabarito operacional da empresa Fibria.

Na Fibria, em seus viveiros, tem-se utilizado de um conjunto de nove parâmetros com notas de 1 a 5, são eles: altura do broto, ângulo do feixe de raízes, comprimento do feixe de raízes, deformação radicular, diâmetro do coleto, pares de folha, relação copa broto, índice de clorofila e fitossanidade da muda.

As notas obtidas nos 9 parâmetros, são somadas para compor a nota de qualidade.

Para tanto, utilizou-se aproximadamente 200 plantas/tratamento, o que totalizou 4.800 plantas amostradas. As medições foram realizadas aos 90 dias após o estaqueamento.

Tabela – 2 Para classificação por notas da qualidade das mudas.

	<b>Descrição da Classe de Qualidade</b>	<b>Pontuação</b>
<b>A</b>	Muda <b>EXCELENTE</b> para plantio	<b>4,1 a 5,0</b>
<b>B</b>	Muda <b>SUPERIOR</b> para plantio	<b>3,1 a 4,0</b>
<b>C</b>	Muda <b>REGULAR</b> para plantio	<b>2,1 a 3,0</b>
<b>D</b>	Muda <b>RUIM</b> para plantio	<b>1,1 a 2,0</b>
<b>E</b>	Muda <b>PÉSSIMA</b> para plantio	<b>&lt; 1,0</b>

Fonte - Penchel, R.M. (2006).

Fundo verde = Recomendado para plantio em áreas próprias da Fibria.

Fundo vermelho = Não recomendado para plantio em áreas próprias.

Observa-se o aspecto das plantas, com excelente padrão de qualidade na Figura (6A e 6B).



Figura 6A – Vista local das mudas



Figura 6B – Vista ampla das plantas prontas para a expedição para o plantio no campo.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS

Nas avaliações do enraizamento das estacas clonais foi avaliado o percentual de estacas enraizadas de cada clone.

Conforme Análise de Variância, em anexo Tabela 1 A, verifica-se que a interação lâmina d'água e dose não foi significativa, sendo significativo o fator doses pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Os resultados relativos ao percentual de enraizamento das mudas do clone 6437, para diferentes doses do hidroretentor podem ser observados na Figura (7A e 7B)

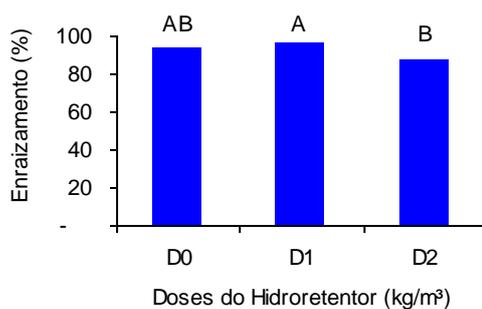


Figura 7A

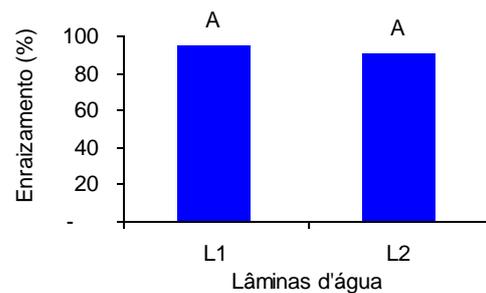


Figura 7B

Figura 7 – Comparação de valores de porcentagem de enraizamento das mudas do clone 6437, aos 30 dias, 7 A em função das diferentes doses do hidroretentor e 7 B em função das lâminas d'água.

Para as diferentes doses do hidroretentor, a D1 apresentou maior porcentagem de enraizamento, aos 30 dias.

Não houve efeito significativo de lâmina d'água na porcentagem de enraizamento para o clone 6437, indicando que o enraizamento não foi afetado pela redução da quantidade de água utilizada.

Os resultados relativos ao percentual de enraizamento das mudas do clone 6466, para diferentes doses do polímero podem ser observados na Figura (8 A e 8 B).

Observa-se que para a maior dosagem do produto houve um decréscimo no percentual de enraizamento, mas o mesmo não diferiu

estatisticamente dos demais. Em relação à lâmina de irrigação, o referido clone não foi afetado pela sua redução.

Na Análise de Variância, em anexo Tabela 1A, realizada para o clone 6466, avaliando o percentual de enraizamento aos 30 dias, não foram observadas diferenças significativas para a interação dose x lâmina, para as doses do hidretentor e lâminas d'água utilizadas no processo de enraizamento, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

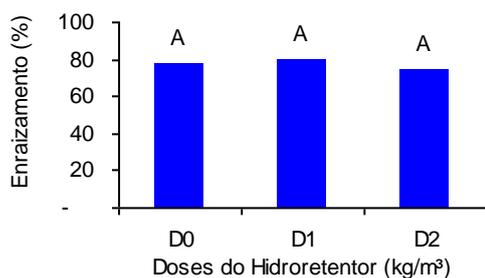


Figura 8A

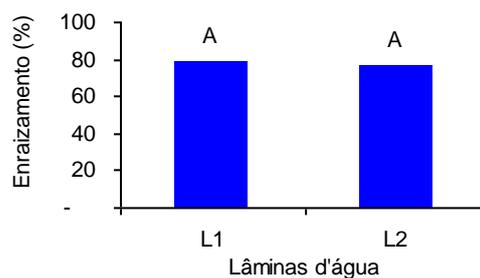


Figura 8B

Figura 8 - Comparação de valores de porcentagem de enraizamento das mudas do clone 6466, aos 30 dias, 8 A em diferentes doses do hidretentor e 8 B para as duas lâminas d'água.

O referido clone não se mostrou sensível às diferentes dosagens do hidretentor, nem à redução da lâmina d'água. Isso significa que o hidretentor não influenciou no percentual de enraizamento, em nenhuma das lâminas de irrigação utilizadas.

Para os dados obtidos, em relação ao clone 11420, para as avaliações do percentual de enraizamento aos 30 dias, podem ser observados na Figura 9 A e 9 B, que houve diferença significativa com relação às doses do hidretentor utilizado no processo de enraizamento, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, mas não se observou interação entre as doses e as lâminas d'água utilizadas neste processo.

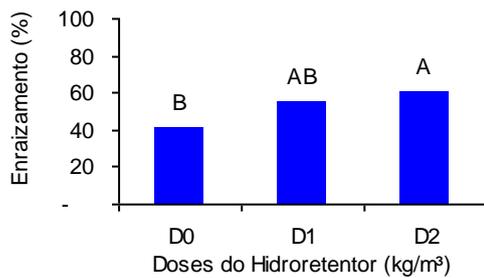


Figura 9A

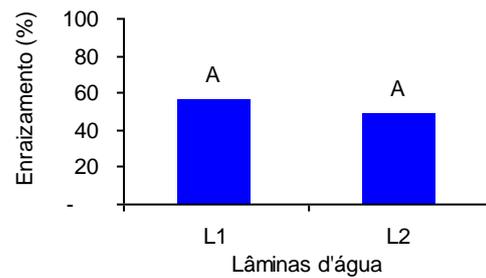


Figura 9B

Figura 9 - Comparação de valores de porcentagem de enraizamento das mudas do clone 11420, aos 30 dias, 9 A em diferentes doses de polímero e 9 B para as duas lâminas d'água.

O clone 11420 apresentou percentual de enraizamento maior na dosagem maior do hidroretentor. Isso significa que houve efeitos benéficos na utilização do produto em maior dosagem. Para as diferentes lâminas d'água não houve diferença significativa no percentual de enraizamento. Nota-se ainda que o referido clone apresentou uma menor porcentagem de enraizamento em relação aos outros estudados neste trabalho, sendo o segundo pior clone.

Na análise de variância, em anexo (Tabela 1A), verificou-se que a interação dose x lâmina não foi significativa, e que em relação ao clone 11436, para as avaliações do percentual de enraizamento aos 30 dias, observados na Figura 10A e 10B, verificou-se que não houve diferença significativa com relação à interação dose x lâmina d'água. Em relação às lâminas d'água utilizadas no processo, essas apresentaram diferenças significativas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O maior índice de enraizamento das mudas foi verificado em lâmina d'água de 100%, ou seja, o volume operacional do viveiro.

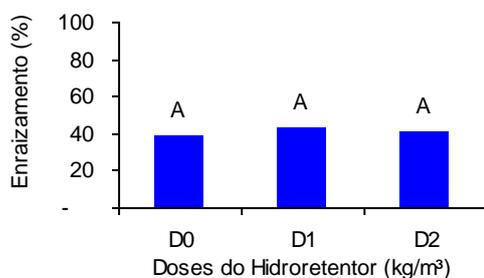


Figura 10A

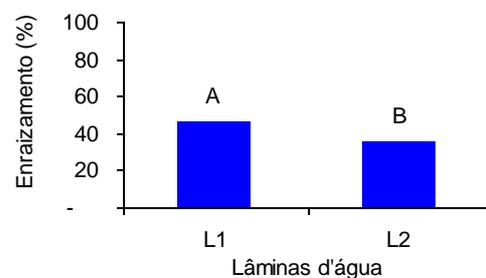


Figura 10B

Figura 10 - Comparação de valores de porcentagem de enraizamento das mudas do clone 11436, aos 30 dias, 10 A em diferentes doses do hidroretentor e 10 B em duas lâminas d'água.

O clone 11436 não apresentou nenhum efeito em relação às diferentes dosagens utilizadas, mas foi sensível à redução de lâminas d'água, diminuindo o percentual de enraizamento.

Em relação ao enraizamento dos vários clones submetidos aos diferentes tratamentos, os clones 6466 e 11436 não se mostraram sensíveis quanto às variações nas doses dos produtos. Já o clone 6437 apresentou redução do percentual de enraizamento com o aumento da dosagem do hidrorretentor, enquanto isso, para o clone 11420, o aumento na dosagem do hidrorretentor favoreceu o enraizamento, aumentando significativamente o seu percentual para a maior dosagem.

Em relação à lâmina d'água, o clone 11436, apresentou uma redução no seu percentual de enraizamento, quando se utilizou a lâmina d'água reduzida. Tendo esse clone apresentado a pior porcentagem de enraizamento em relação aos demais clones utilizados no experimento.

Kramer e Kozlowski (1972) citam que o enraizamento pode sofrer interferência de vários fatores, entre eles destacam-se: estado nutricional das plantas, época do ano, taxa de respiração e fotossíntese, bem como a relação carbono/nitrogênio.

Deve haver disponibilidade de água adequada no substrato para que ocorra um bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

Outras características desejáveis são baixa densidade, boa aeração e drenagem, elevada capacidade de troca de cátions, boa coesão entre partículas ou aderência junto às raízes, além de ser, preferencialmente, um meio estéril (MELLO, 1989).

## 5.2. CRESCIMENTO

### 5.2.1. Crescimento em altura (cm) e diâmetro do coleto (mm) das mudas

A altura e diâmetro do coleto das mudas de eucalipto foram avaliados com o objetivo de se acompanhar o desenvolvimento, tendo-se obtido os resultados apresentados na Figura 10A. Análise de Variância realizada (Tabela 2ª, em anexo), quando ocorreu diferença significativa, foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os quatro clones separadamente, foram

comparadas as avaliações para as doses, zero, 1 kg e 2 kg/m<sup>3</sup>, nas lâminas d'água de 100% do operacional e na lâmina de 80% dessa quantidade d'água irrigada, sobre as plantas.

Para o clone 6437, após as avaliações realizadas aos 30, 60 e 90 dias, verificou-se que o crescimento em altura das mudas foi semelhante nas duas lâminas, conforme se observa nos dados obtidos (Figura 11A). Além disso, houve um crescimento igual estatisticamente, quando comparados por lâminas de irrigação, nas três idades (Figura 11B).

Isso demonstra que a redução da lâmina d'água não afetou o crescimento das plantas.

Comparando-se as três doses em lâminas diferentes, não se observou diferenças na lâmina 2. Na lâmina 1 (Figura 11C), houve diferença significativa na dose zero mas não houve diferenças significativas, quando comparadas as doses em lâminas diferentes, com exceção da dose 1 e 2 na lâmina 2 (Figura 11D)

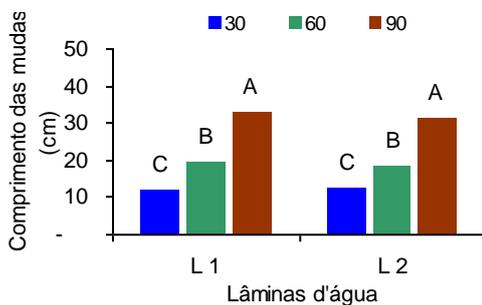


Figura 11A

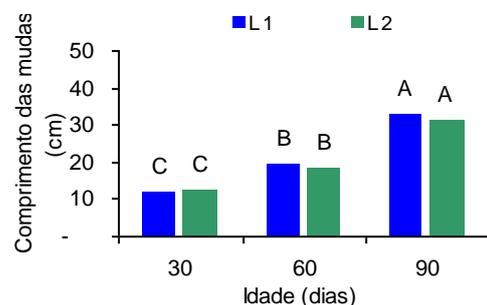


Figura 11B

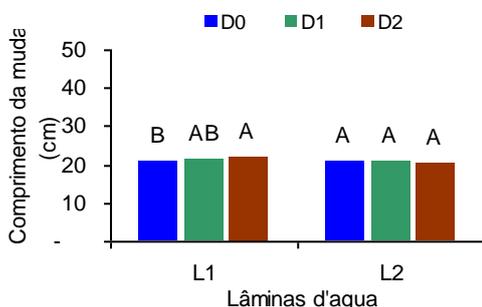


Figura 11C

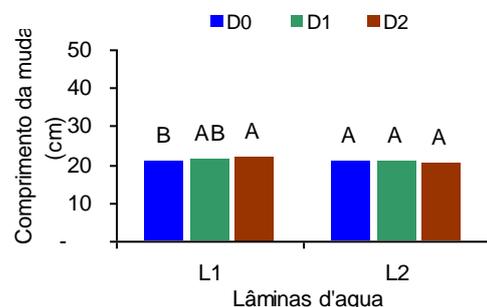


Figura 11D

Figura 11 – Comparação de altura das mudas do clone 6437 em três idades avaliadas e duas lâminas d'água (A), e entre lâminas d'água em três idades das mudas (B), três doses em lâminas diferentes (C) e duas lâminas em três doses do hidroretentor (D).

Observa-se no clone 6437 conforme Figura 11C, que na lâmina 1, houve diferença significativa no crescimento entre as plantas na dose D0 em relação as demais. Quanto ao crescimento das plantas em dosagens diferentes de hidroretentor, em duas lâminas d'água distintas, as plantas em tubetes com as doses D1 e D2 na lâmina 2 tiveram um crescimento menor.

Nas avaliações de diâmetro do coleto das mudas do clone 6437, não se constatou nenhuma diferença significativa, conforme a Análise de Variância em anexo (Tabela 3A), nas mudas avaliadas aos 30, 60 e 90 dias nas duas lâminas d'água utilizadas conforme Figura 12A.

Quando comparadas as lâminas d'água nas três épocas avaliadas, observou-se apenas aos 90 dias um menor desenvolvimento das mudas na lâmina 2, conforme Figura 12B. Em lâminas d'água diferentes as três doses tiveram comportamentos iguais (Figura 12C). Da mesma forma que em doses diferentes, e nas duas lâminas, não houve diferenças de desenvolvimento do diâmetro, conforme Figura 12D.

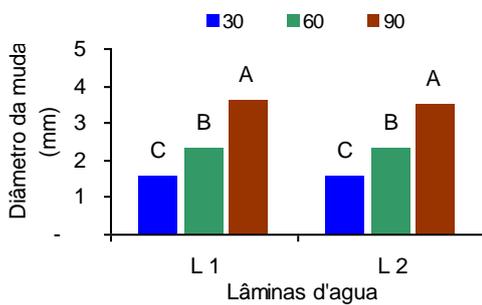


Figura 12A

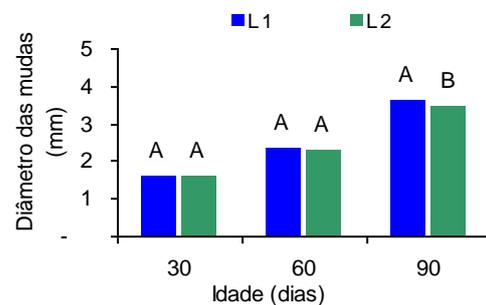


Figura 12B

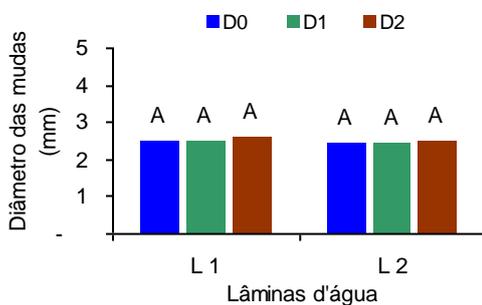


Figura 12C

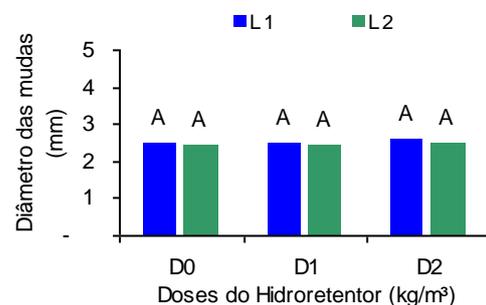


Figura 12D

Figura 12 – Comparação do desenvolvimento do diâmetro do coleto das mudas do clone 6437 em três idades avaliadas e duas lâminas d'água (A), e entre lâminas d'água em três idades das mudas (B), três doses em lâminas diferentes (C) e duas lâminas em três doses do hidroretentor (D).

No clone 6466 (Figura 13A), as alturas observadas das mudas em medições realizadas nas três idades, 30, 60 e 90 dias dessas plantas não apresentaram diferenças significativas, com base na Análise de Variância, em anexo (Tabela 2A), e no teste de Tukey a 5% de probabilidade. Com relação às lâminas d'água em três idades diferentes, houve menor desenvolvimento aos 60 e 90 dias de idade para as mudas da lâmina 2 (Figura 13B)

Em lâminas d'água diferentes, as três doses tiveram comportamentos semelhantes (Figura 13C). Também em doses diferentes, e nas duas lâminas, não houve diferenças do crescimento das mudas, conforme Figura 13D.

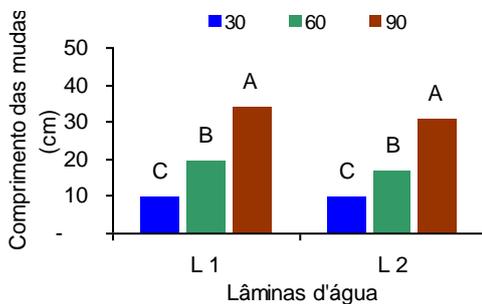


Figura 13A

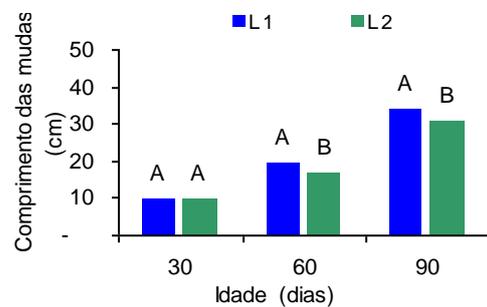


Figura 13B

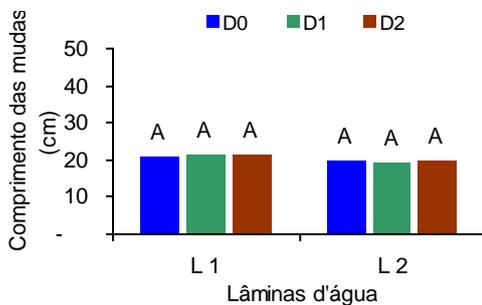


Figura 13C

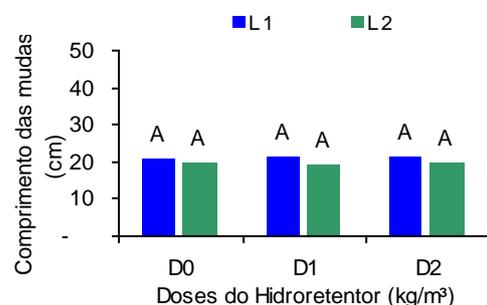


Figura 13D

Figura 13 - Comparação de altura das mudas do clone 6466 em três idades avaliadas e duas lâminas d'água (A), e entre lâminas d'água em três idades diferentes(B), três doses em lâminas distintas (13C) e as duas lâminas nas três doses do Hidroretentor (13D).

Nas avaliações de crescimento do diâmetro das mudas do clone 6466 nas três idades, observou-se diferença significativa para a interação tripla entre idade x lâmina d'água x dose, pela Análise de Variância em anexo (Tabela 3A), e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O desdobramento das respectivas interações pode ser observado nas Figuras 14 A, 14B, 14C, 14D, 14E , 14 F e 14G.

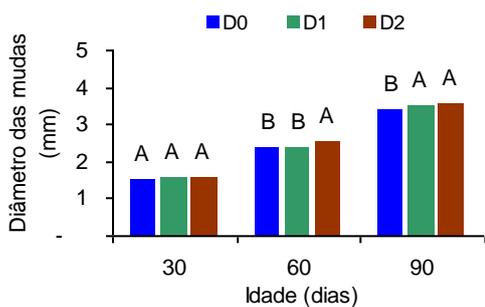


Figura 14A Lâmina 1

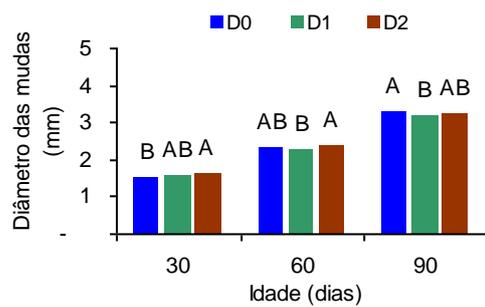


Figura 14B Lâmina 2

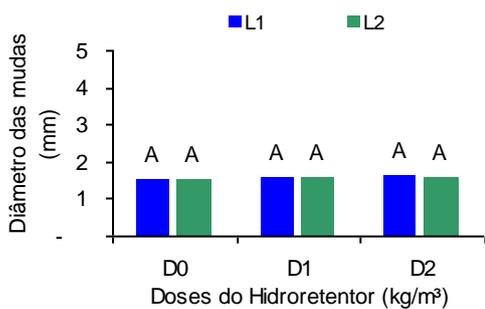


Figura 14C 30 dias

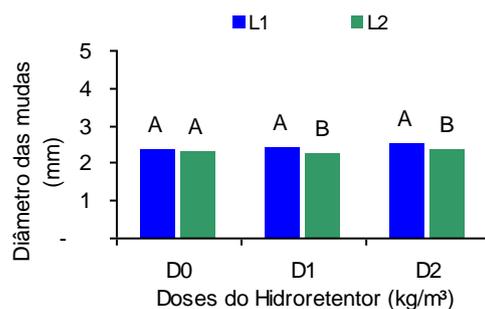


Figura 14D 60 dias

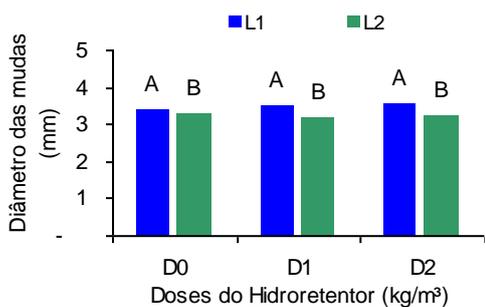
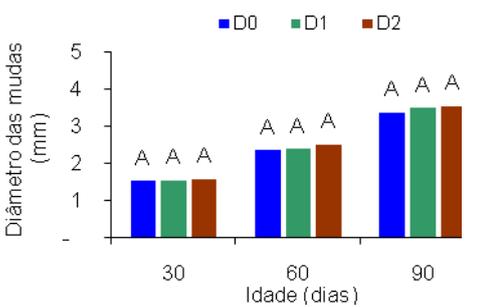
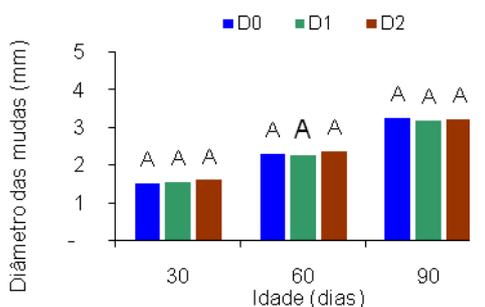


Figura 14E 90 dias



(14F) Lâmina 1



(14G) Lâmina 2

Figura 14 - Comparação do diâmetro do coleto das mudas do clone 6466 das três doses em três idades avaliadas (14A) três doses em três idades avaliadas na lâmina 2 (14B). Comparação de lâminas diferentes em três doses do Hidroretentor aos 30 dias de idade (14C). Comparação de lâminas diferentes em três doses do Hidroretentor aos 60 dias de idade (14D). Comparação de lâminas diferentes em três doses do Hidroretentor aos 90 dias de idade (14E). Figura com dados das avaliações das três doses do Hidroretentor em três idades diferentes na lâmina 1 (14F). Figura com dados das avaliações das três doses do Hidroretentor em três idades diferentes na lâmina 2 (14G).

Observa-se na Figura 14A, que para a dose de 2kg/m<sup>3</sup> do hidrorretentor na lâmina 1, aos 30, 60 e 90 dias o crescimento em diâmetro foi superior. Já na lâmina 2, ocorreram variações de comportamento, conforme Figura 14B. Quanto às lâminas d'água, as mudas aos 60 e 90 dias, na lâmina 1, apresentaram melhor desenvolvimento em diâmetro, conforme Figuras, 14D e 14E, indicando que para o referido clone a redução da lâmina d'água afetou o crescimento em diâmetro. Nas avaliações do diâmetro nas três dosagens do hidrorretentor aos 30, 60 e 90 dias, não apresentaram diferenças de desenvolvimento do diâmetro, conforme Figuras 14F e 14G.

Nas avaliações de crescimento da altura das mudas do clone 11420 nas três idades, observou-se significância na interação tripla entre idade x lâmina d'água x dose, pela Análise de Variância em anexo (Tabela 2A), e o teste de Tukey a 5% de probabilidade, conforme visualizado nas Figuras 15A, 15B, 15C, 15D, 15E, 15F, e 15G.

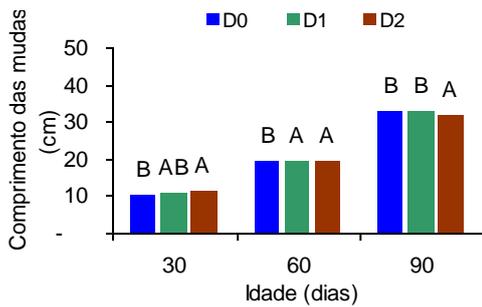


Figura 15A Lâmina 1

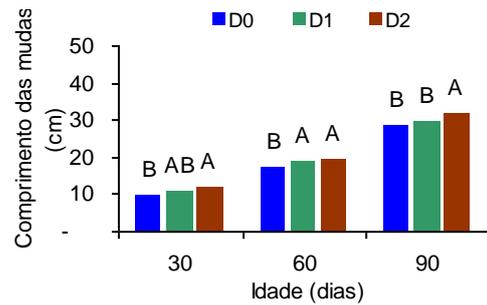


Figura 15B Lâmina 2

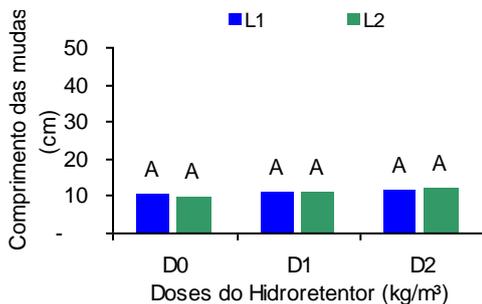


Figura 15C 30 dias

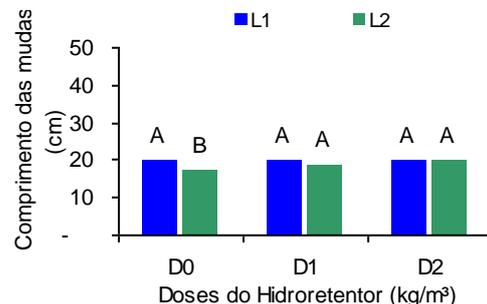


Figura 15D 60 dias

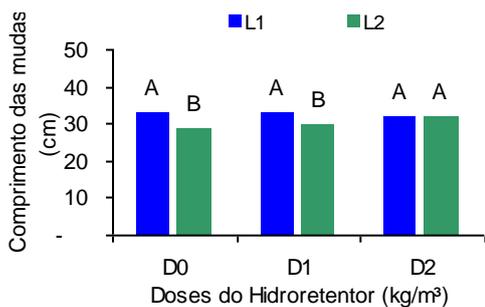


Figura 15E 90 dias

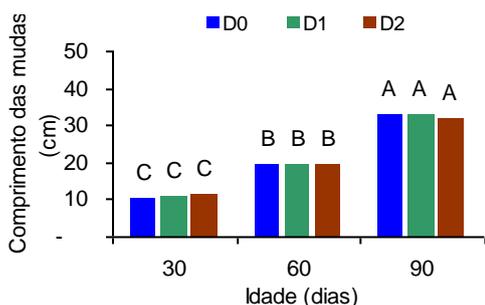


Figura 15F Lâmina 1

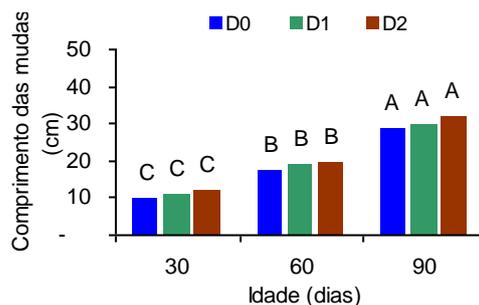


Figura 15G Lâmina 2

Figura 15 - Comparação da altura das mudas do clone 11420 das três doses em três idades avaliadas na lâmina 1 (15A) três doses em três idades avaliadas na lâmina 2 (15B). Comparação de lâminas diferentes em três doses do Hidroretentor aos 30 dias de idade (15C). Comparação de lâminas diferentes em três doses do Hidroretentor aos 60 dias de idade (15D). Comparação de lâminas diferentes em três doses do Hidroretentor aos 90 dias de idade (15E). Figura com dados das avaliações das três doses do Hidroretentor em três idades diferentes na lâmina 1(15F). Figura com dados das avaliações das três doses do Hidroretentor em três idades diferentes na lâmina 2 (15G).

Observa-se na Figura 15A e 15B, que para a dose de 2 kg/m<sup>3</sup> do hidroretentor, nas duas lâminas, aos 30, 60 e 90 dias, o crescimento em altura foi superior. Já quanto às lâminas d'água, as mudas aos 60 e 90 dias, na lâmina 1, apresentaram melhor desenvolvimento em crescimento em altura, conforme Figuras 15D e 15E. Nas avaliações do crescimento em altura nas três dosagens do hidroretentor e aos 30, 60 e 90 dias, nas duas lâminas d'água, não apresentaram diferenças significativas de desenvolvimento em altura, conforme Figuras 15F e 15G.

Nas avaliações de diâmetro do coleto das mudas do clone 11420, nas lâminas utilizadas, não houve diferença significativa nas avaliações aos 30, 60 e 90 dias (Figura 16A). E constatou-se diferença significativa, conforme a Análise de Variância em anexo (Tabela 3A), nas mudas da lâmina 2 aos 90 dias (Figura 16B), que tiveram um menor desenvolvimento do diâmetro.

Quando comparadas as avaliações nas três doses do hidrotentor e nas duas lâminas d'água, não se observou diferenças significativas, conforme Figuras 16A e 16B.

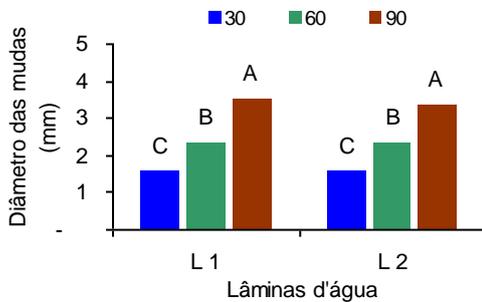


Figura 16A

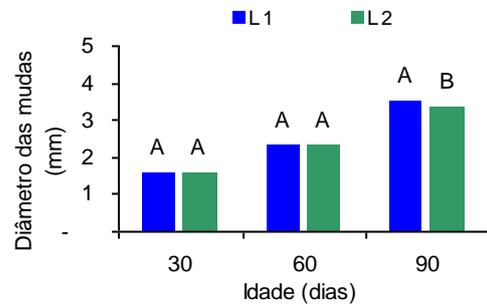


Figura 16B

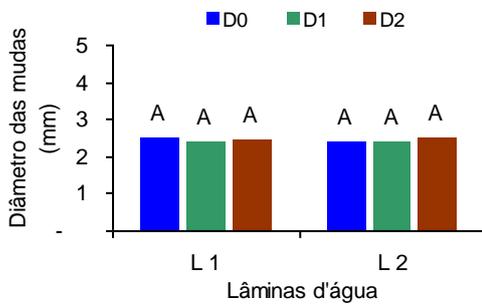


Figura 16C

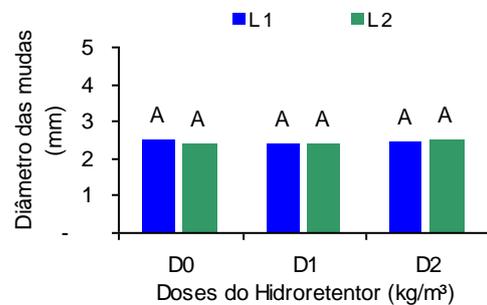


Figura 16D

Figura 16 - Comparação do diâmetro do coleto das mudas do clone 11420 em três idades avaliadas e duas lâminas (16A), e entre lâminas d'água em três idades diferentes (16B), três doses em lâminas distintas (16C) e as duas lâminas nas três doses do Hidrotentor (16D).

Avaliando-se o clone 11436 (Figura 17A), as alturas observadas das mudas, em medições realizadas nas três idades, as plantas não apresentaram diferenças significativas, segundo a Análise de Variância em anexo (Tabela 2 A), e o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em relação às lâminas d'água em três idades diferentes, houve diferença aos 60 e 90 dias de idade (Figura 17B).

Nas comparações de crescimento das mudas em três doses diferentes e em lâminas d'água distintas, não houve diferença, conforme Figura 17C. Da mesma maneira, para lâminas em doses diferentes, não houve diferença conforme Figura 17D.

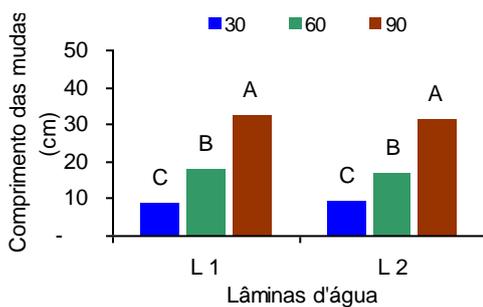


Figura 17A

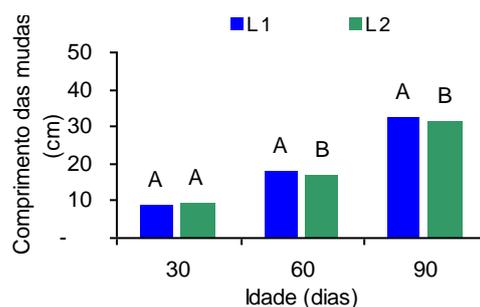


Figura 17B

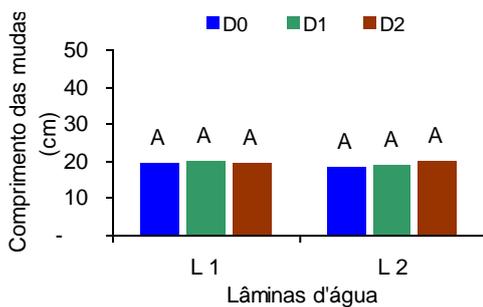


Figura 17C

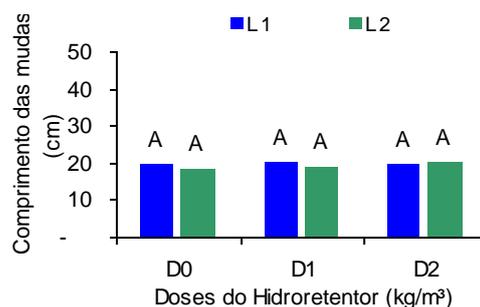


Figura 17D

Figura 17 – Comparação de altura das mudas do clone 11436 em três idades avaliadas e duas lâminas (A), e entre lâminas d'água em três idades das mudas (B), três doses em lâminas diferentes (C) e duas lâminas em três doses do hidroretentor (D).

Quando avaliadas para o desenvolvimento do diâmetro aos 30, 60 e 90 dias, as mudas do clone 11436 apresentam diferença significativa, conforme Figuras 18A e 18B, observadas na Análise de Variância em anexo (Tabela 3A), tendo sido realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nas avaliações das mudas em três doses diferentes do hidroretentor e nas diferentes lâminas d'água, não houve diferenças significativas, conforme Figuras 18C e 18D

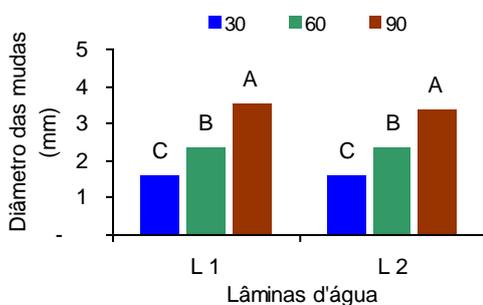


Figura 18A

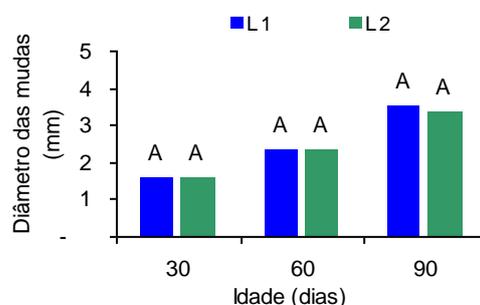


Figura 18B

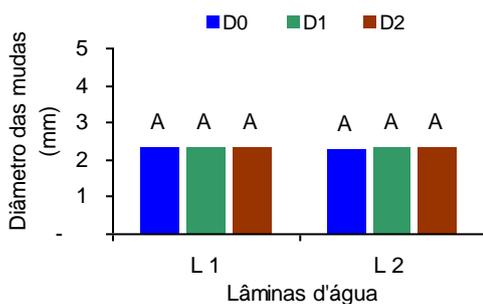


Figura 18

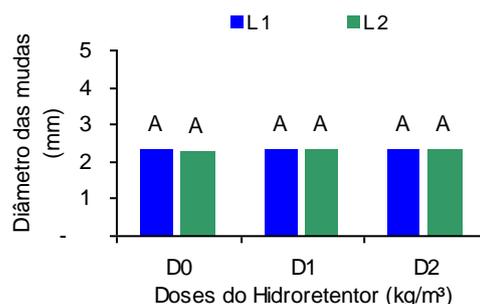


Figura 18D

Figura 18 – Comparação do desenvolvimento do coleto das mudas do clone 11436 em três idades avaliadas e duas lâminas (A), e entre lâminas d'água em três idades das mudas (B), três doses em lâminas diferentes (C) e duas lâminas em três doses do hidroretentor (D).

Segundo Barnett (1983), o desempenho no campo é maior à medida que as dimensões das mudas, por ocasião do plantio, forem maiores. O mesmo sugeriu a altura e o diâmetro de colo como os indicadores mais confiáveis para o sucesso na implantação de um povoamento. Com isso, conclui-se que mudas mais robustas, deverão ter melhor desenvolvimento após seu plantio no campo.

Com os resultados obtidos nas avaliações de crescimento em altura e desenvolvimento do diâmetro das mudas, pode-se dizer que houve variações de comportamento quanto às doses, lâminas e clones utilizados. Em relação às dosagens do hidroretentor utilizadas, houve um ganho significativo em diâmetro para o clone 11420 aos 90 dias com a utilização da dose maior, ou seja, 2,00 kg/m<sup>3</sup> de substrato nos tubetes.

Estudos realizados por Gonçalves e Passos (2000) e Chaves e outros (2004), têm comparado materiais genéticos bastante distintos, como espécies diferentes ou procedências diferentes de uma mesma espécie.

Observou-se comportamento de desenvolvimento em altura e diâmetro das plantas, diferenciadas de clone para clone, quando das doses do hidroretentor e das lâminas d'água utilizadas nesse experimento.

Com os dados de crescimento, podem-se desenvolver técnicas de manejo de espécies, determinando as causas de variação de crescimento entre plantas geneticamente diferentes, entre plantas que crescem em ambientes distintos ou entre tratamentos (BENINCASA, 2003). Daí conclui-se que houve variações de comportamento em função das características próprias de cada clone utilizado no experimento.

### 5.2.2. Monitoramento do teor de umidade do substrato

As medições do teor de umidade do substrato em porcentagem foram realizadas em quatro épocas diferentes, para cada um dos clones utilizados no experimento.

O comportamento do teor de umidade do substrato nos tubetes para mudas do clone 6437 pode ser observado nas Figuras 19A e 19B. Foram realizadas quatro avaliações ao longo do período de produção (90 dias). Conforme a Análise de Variância em anexo Tabela 4A e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Houve diferença significativa entre as doses do hidrorretentor utilizado, sendo maior a umidade em maiores dosagens do hidrorretentor no substrato, não havendo diferença significativa na interação entre lâminas x doses.

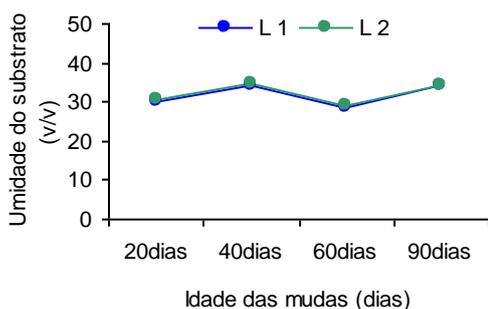


Figura 19 A

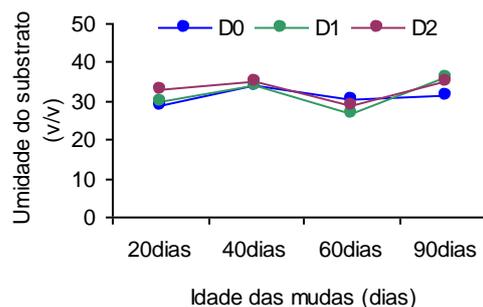


Figura 19 B

Figura 19 - Porcentagem de umidade no substrato nos tubetes com o clone 6437, em duas lâminas d'água, em quatro avaliações em idades distintas (A), e entre as três doses do Hidrorretentor em avaliações nas quatro idades (B).

Ao longo do período de produção (90 dias) foram realizadas quatro avaliações do teor de umidade do substrato para as mudas do clone 6466, como pode ser observado nas Figuras 20A e 20B. Observou-se diferença significativa, segundo Análise de Variância em anexo (Tabela 4A), e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, realizados para as diferentes lâminas d'água, sendo maior para a lâmina operacional do viveiro de 100%. Contudo, não houve diferença significativa com relação à interação entre lâminas x doses do Hidrorretentor.

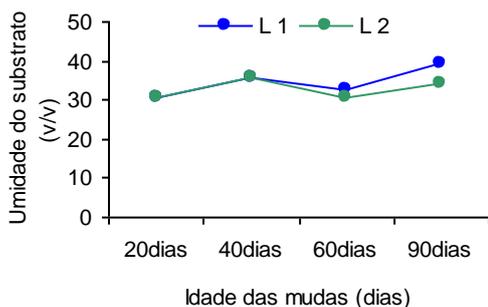


Figura 20A

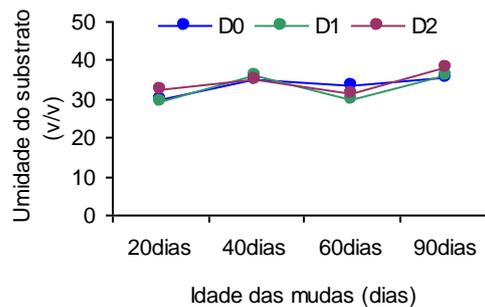


Figura 20B

Figura 20 - Porcentagem de umidade no substrato dos tubetes para o clone 6466, em duas lâminas d'água, em quatro avaliações em idades distintas (A), e entre as três doses do Hidroretentor em avaliações em quatro idades (B).

A umidade do substrato nos tubetes, com mudas do clone 11420, segundo Figuras 21A e 21B, apresentaram diferenças significativas, segundo a Análise de Variância em anexo (Tabela 4A), e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, realizados para as doses, enquanto para a interação lâminas x doses não ocorreu diferença significativa, os maiores valores de umidade do substrato foram encontradas nos tubetes da lâmina 80% e dose 2, ou seja, maior quantidade de hidroretentor (2,0 kg/m<sup>3</sup>). Conclui-se que o hidroretentor reteve mais água, mantendo a umidade mais acentuada do que nos outros tratamentos.

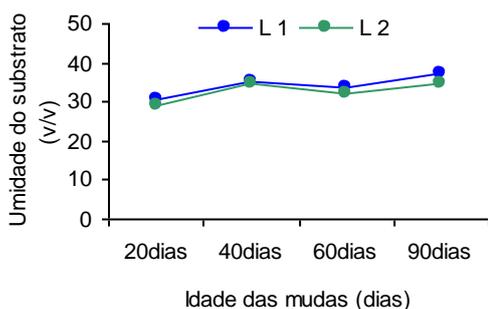


Figura 21A

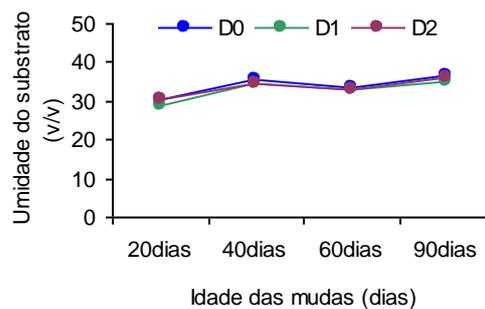


Figura 21B

Figura 21 – Porcentagem de umidade no substrato dos tubetes, com clone 11420, em duas lâminas d'água, em quatro avaliações em idades distintas (A), e entre as três doses do polímero em avaliações em quatro idades (B).

No substrato nos tubetes, com mudas do clone 11436 (Figuras 22A e 22B), observou-se que as porcentagens do teor de umidade do substrato apresentaram diferenças significativas, conforme Análise de Variância em

anexo (Tabela 4A), e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, realizados para as doses do hidrotentor. Sendo os valores mais altos observados para a dose 2 na lâmina1, ou seja, 100% do operacional, do viveiro. Portanto, a maior dosagem de hidrotentor e a maior quantidade d'água (lâmina 1), implicaram em maiores teores de umidade do substrato. Não houve diferença significativa em relação às avaliações para a interação doses x lâminas.

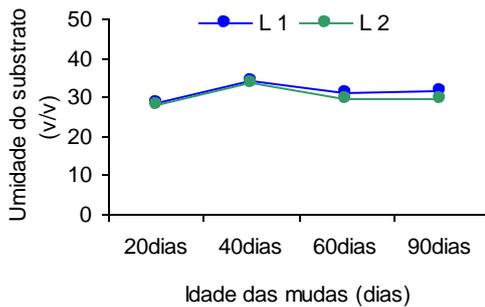


Figura 22A

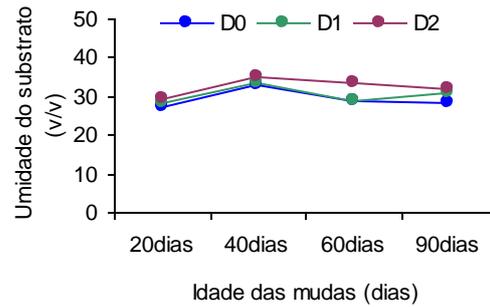


Figura 22B

Figura 22 – Porcentagem de umidade no substrato dos tubetes com clone 11436, em duas lâminas d'água, em quatro avaliações em idades distintas (A), e entre as três doses do polímero em avaliações em quatro idades (B).

Com os dados obtidos das porcentagens de umidade do substrato, para os quatro clones estudados, observa-se, que a umidade esteve sempre elevada, principalmente nas medições realizadas aos 40 dias, período em que as mudas se encontravam na fase de aclimação no viveiro.

Comparando os valores registrados, com a tabela de avaliação utilizada pela Fibria, Tabela 1, para a produção de mudas clonais, chega-se a conclusão que durante todo o experimento, trabalhou-se com um teor de umidade acima do adequado, sendo considerado um substrato semi-saturado nos tubetes, ou seja, entre 21 a 40% de umidade do substrato, valores esses classificados como excesso moderado de água.

Com a dose de 2,0 kg do Hidrotentor, adicionados a 1m<sup>3</sup> de substrato na mistura que foi acondicionada aos tubetes, os valores de umidade do substrato foram ainda mais elevados, chegando quase a atingir valores que classificam esses substratos como saturados, próximos de 40% de umidade, consistindo num excesso elevado de água.

Na tabela 1 são apresentadas faixas de umidade de substrato recomendadas para os substratos nos tubetes, durante o processo de produção de mudas.

O excesso de água nas diversas etapas de produção de mudas pode favorecer o aparecimento de doenças no sistema radicular e também na parte aérea das plantas, podendo levá-las à morte. Com o excesso de água nos substratos dentro dos tubetes, ocorre a diminuição da aeração necessária ao bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Conseqüentemente, tem-se um menor índice de sobrevivência e também a produção de mudas de pior qualidade, tendo-se muitas vezes que promover o descarte dessas plantas, fato este que não chegou a ocorrer neste experimento.

Limitações no plantio de mudas em pequenos recipientes (tubetes) foram observadas por diversos pesquisadores (FARIA, 1999; FRANCESCATO, 1995), ao ressaltarem que o manejo adequado da irrigação torna-se de fundamental importância para o bom desenvolvimento das mudas produzidas em tubetes, uma vez que possuem volume reduzido de substrato.

No período do experimento, que envolveu diferentes fases da produção das mudas no viveiro, houve pouca precipitação, mas sempre houve irrigação, a qual foi considerada excessiva, de acordo com o monitoramento da umidade do substrato realizado.

### **5.2.3. Avaliações do potencial hídrico foliar**

Avaliou-se o potencial hídrico aos 60 e 90 dias, cujos resultados são apresentados a seguir.

Nos resultados obtidos nas avaliações das mudas do clone 6437 aos 60 dias (Figura 23), houve diferença significativa, conforme Análise de Variância em anexo (Tabela 5A) e pelo teste F a 5% de significância, realizados para as lâminas d'água e para as doses do hidretentor, bem como para a interação entre lâminas x doses.

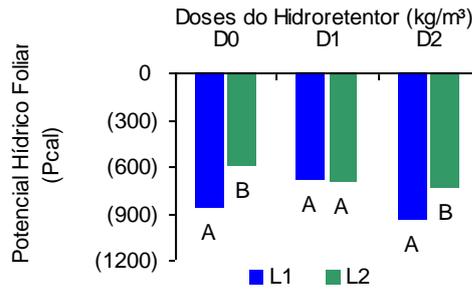


Figura 23 – Potencial hídrico foliar das mudas do clone 6437, em duas lâminas d’água diferentes, nas três doses do Hidroretentor, aos 60 dias.

Para essas mesmas mudas, aos 90 dias do estaqueamento (Figuras 24A e 24 B), observaram-se diferenças significativas, de acordo com a Análise de Variância, em anexo (Tabela 5A), e pelo teste F a 5% de significância para as lâminas d’água e para as doses de hidroretentor separadamente. Não houve diferença significativa para a interação entre lâminas x doses.

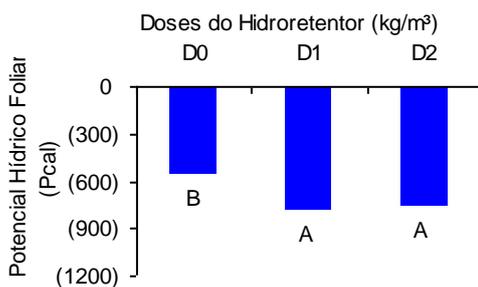


Figura 24A

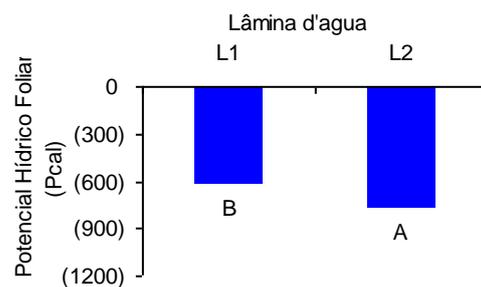


Figura 24B

Figura 24 – Potencial hídrico foliar das mudas do clone 6437 entre três diferentes doses do Hidroretentor (A), e entre lâminas d’água diferentes (B), aos 90 dias.

Quanto maior a disponibilidade de água no substrato, como foi para a lâmina 100% (lâmina 1) , mais água disponível para a planta, portanto menor valor do potencial hídrico.

As mudas avaliadas do clone 6466 aos 60 dias (Figuras 25A e 25B) apresentaram diferenças significativas, conforme Análise de Variância, em anexo (Tabela 5A), pelo teste F a 5% de significância e para as diferentes lâminas d’água, tendo a lâmina 100% apresentado maior Potencial Hídrico Foliar, não havendo diferença para as diferentes doses do hidroretentor. Isso indica que as diferentes dosagens do hidroretentor não tiveram efeito sobre o Potencial Hídrico foliar para o clone 6466.

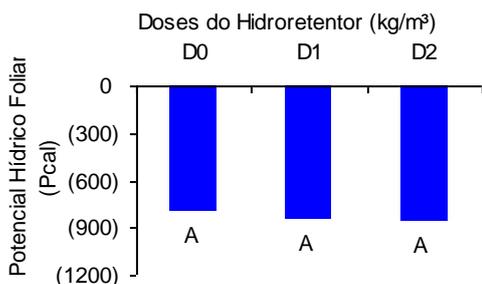


Figura 25A

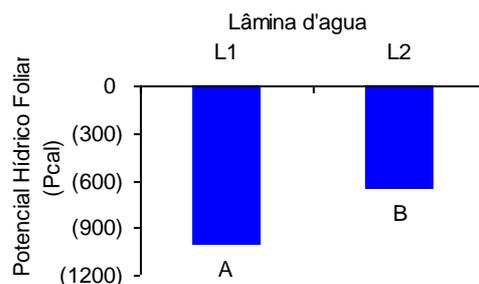


Figura 25B

Figura 25 - Potencial hídrico foliar das mudas do clone 6466 entre três diferentes doses do Hidroretentor (A), e entre lâminas d'água diferentes (B), aos 60 dias.

Já para as mesmas mudas aos 90 dias, conforme Figuras 26A e 26B, segundo Análise de Variância em anexo (Tabela 5A) e pelo teste F a 5% de significância, houve diferença significativa para as doses do Hidroretentor, sendo a dose zero a que apresentou o maior potencial hídrico em relação às demais dosagens. Dessa forma, pode-se verificar que a adição do polímero ao substrato foi benéfica para as mudas do referido clone. Em relação às lâminas de irrigação, a redução do volume d'água não representou prejuízo para as plantas.

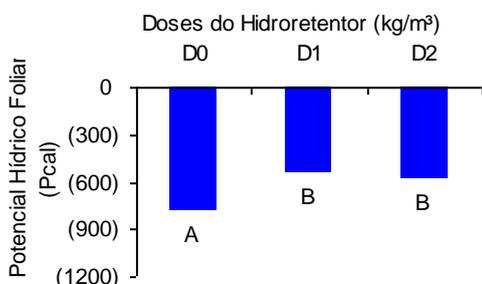


Figura 26A

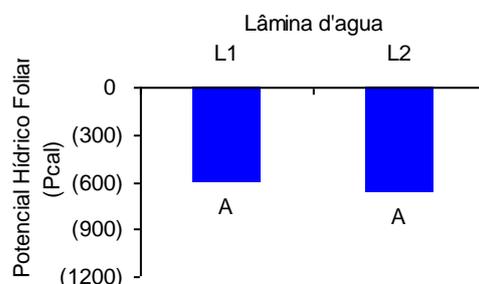


Figura 26B

Figura 26– Potencial hídrico foliar das mudas do clone 6466 entre três diferentes doses do Hidroretentor (A), e entre lâminas d'água (B), aos 90 dias.

Para as análises estatísticas realizadas dos dados obtidos nas avaliações do potencial hídrico foliar para as mudas do clone 11420 aos 60 dias, conforme Figuras 27A e 27B, observaram-se diferenças significativas, conforme Análise de Variância em anexo (Tabela 5A) e pelo teste F a 5% de significância para as lâminas e para doses, não havendo diferenças significativas para a interação lâminas x doses.

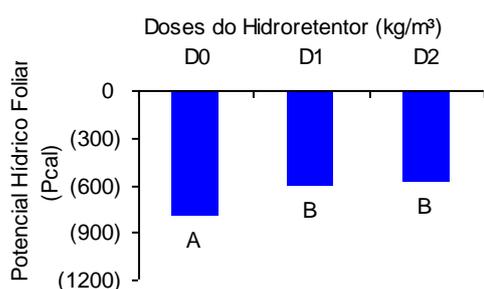


Figura 27A

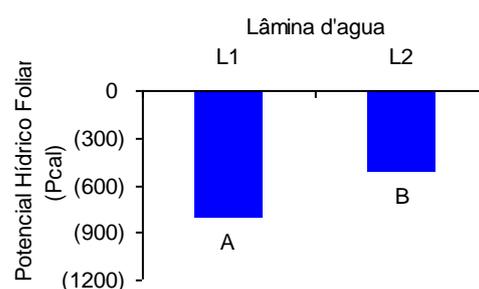


Figura 27B

Figura 27 – Potencial hídrico foliar das mudas do clone 11420 entre três diferentes doses do Hidroretentor (A), e entre lâminas d'água diferentes (B), aos 60 dias.

Para o clone em questão, aos 60 dias, as doses D1 e D2 foram benéficas, reduzindo o Potencial Hídrico Foliar, minimizando a possibilidade de estresse.

Nas avaliações de potencial hídrico foliar, das mudas do clone 11420 aos 90 dias, observou-se, por meio da Análise de Variância em anexo e pelo teste F a 5% de significância, que não houve diferença significativa, para nenhum dos tratamentos aplicados, indicando dessa forma não haver efeito das dosagens nem da redução da lâmina sobre o Potencial Hídrico Foliar para o referido clone, conforme (Figura 28A e 28B).

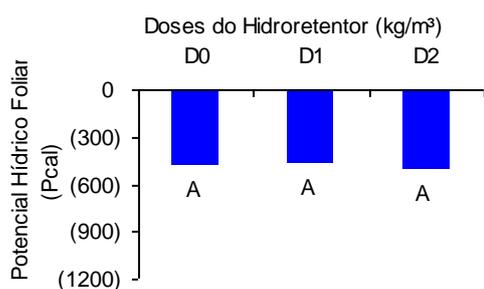


Figura 28A

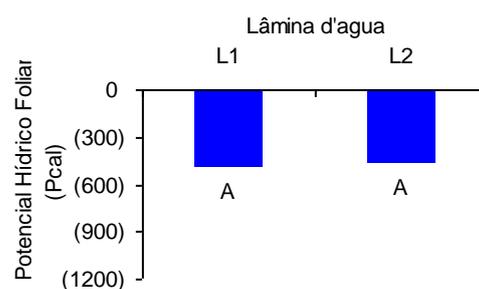


Figura 28B

Figura 28- Potencial hídrico foliar das mudas do clone 11420 entre três diferentes doses do Hidroretentor (A), e entre lâminas d'água diferentes (B), aos 90 dias.

Nas análises estatísticas realizadas com os dados das avaliações das mudas do clone 11436 aos 60 dias do estaqueamento (Figuras 29A e 29B), observou-se diferença significativa apenas entre as lâminas d'água, não sendo observadas diferenças em relação às doses e nem para a interação entre

lâminas x doses, conforme Análise de Variância em anexo e pelo teste F a 5% de significância.

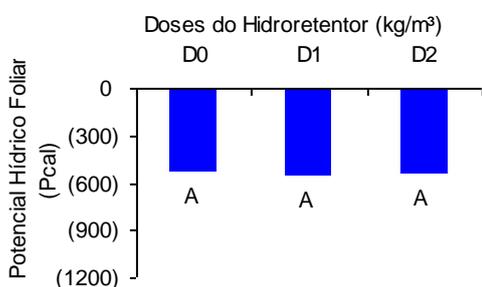


Figura 29A

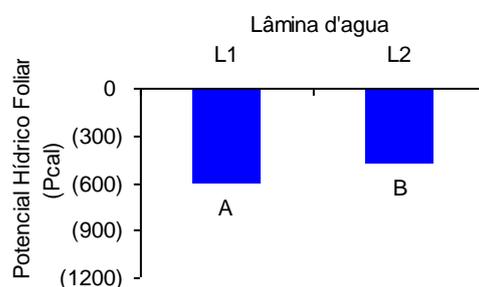


Figura 29B

Figura 29 - Potencial hídrico foliar das mudas do clone 11436 entre três diferentes doses do Hidroretentor (A), e entre lâminas d'água diferentes (B), aos 60 dias.

Nas mesmas mudas, aos 90 dias, as análises estatísticas mostraram diferença significativa entre as lâminas d'água, não sendo observadas diferenças nem em relação às doses. E na interação lâminas x doses (Figura 30), também houve diferença significativa observada na Análise de Variância em anexo Tabela 5A e pelo teste F a 5% de significância. As avaliações foram comparadas dentro de cada lâmina d'água para diferentes doses do hidroretentor.

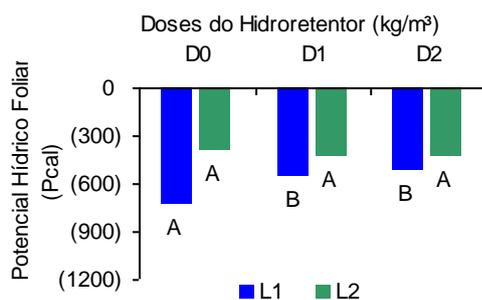


Figura 30 - Potencial hídrico foliar das mudas do clone 11436, em duas lâminas d'água diferentes, nas três doses do Hidroretentor, aos 90 dias.

De modo geral, ao se comparar os dados obtidos nas avaliações de 60 e 90 dias, observaram-se menores valores de potencial hídrico, aos 90 dias de idade, em função das plantas apresentarem um maior desenvolvimento radicular, com maior aproveitamento da água da irrigação, havendo uma

variação de valores entre clones, devido a características peculiares de cada um deles.

O trabalho foi conduzido em ambiente semi-saturado, logo, esperava-se que não houvesse diferenças. Contudo as diferenças observadas podem ser decorrentes das características diferentes de cada clone, visto que eles são originários de locais diferentes, com altitudes diferentes, condições climáticas distintas, entre outros fatores.

Em geral todos os processos vitais são afetados pelo decréscimo do potencial hídrico, comprometendo o crescimento da planta, uma vez que a primeira resposta do déficit hídrico é a diminuição do turgor e, conseqüentemente, redução do crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2004; LARCHER, 2004).

A deficiência hídrica, no solo e na atmosfera, juntamente com alta temperatura e radiação, tem sido citada como uma das principais restrições à sobrevivência e produtividade agrônômica e florestal (FLEXAS et al., 2002).

De acordo com Ferreira (1997), a aclimação atua na regulação osmótica das mudas, influenciando significativamente o potencial hídrico foliar, condutância estomática e transpiração das mudas de *Eucalyptus spp.*, justificando a utilização dessa prática. Como a aclimação das mudas de eucalipto é um dos atributos de qualidade que contribui para diminuição dos replantios, possibilitando a formação de florestas mais homogêneas (SILVA, 2003; LOPES, 2004, TATAGIBA et al., 2007), tornam-se interessantes os estudos da influência dos substratos e do manejo hídrico, que podem propiciar tolerâncias aos fatores que causam prejuízos econômicos.

A função do hidretentor no substrato é reter água e disponibilizar para as plantas, portanto, maiores doses de hidretentor, que tendem a reter mais água, logo, mais água disponível, favoreceria o fluxo de nutrientes para as plantas.

Chaves e outros (2004) observaram queda no potencial hídrico antemanhã ao final dos ciclos de seca em clones jovens de eucalipto sob deficiência hídrica, variando de -0,80 a -1,98 MPa, enquanto que, nas plantas plenamente irrigadas, o potencial hídrico foliar variou de -0,25 a -0,35 MPa. Os resultados obtidos nesse experimento, em avaliações realizadas entre as

12h e 14h (pique de temperaturas) os valores variaram de -0,5 a -0,9 MPa aos 60 dias e de 0,35 a 0,80 MPa, em substratos semi-saturados.

Nas avaliações do potencial hídrico das plantas aos 60 e 90 dias, verificou-se uma oscilação de valores dentro do mesmo clone e também entre clones diferentes, fato este que pode ter ocorrido devido ao excesso d'água no substrato, indicando que a redução da lâmina d'água não trouxe prejuízo às plantas.

### 5.3. AVALIAÇÕES DE SOBREVIVÊNCIA

#### 5.3.1. Percentual de sobrevivência de mudas aos 30, 60 e 90 dias do estaqueamento

Para o clone 6437 (Figuras 31A e 31B), obteve-se como resultado a diferença significativa entre as doses do hidretentor, bem como entre as idades das mudas, não ocorrendo diferenças entre as lâminas d'água utilizadas, e também não ocorrendo interação de nenhum tipo, conforme Análise de Variância, em anexo (Tabela 6A), e pelo teste F a 5% de probabilidade.

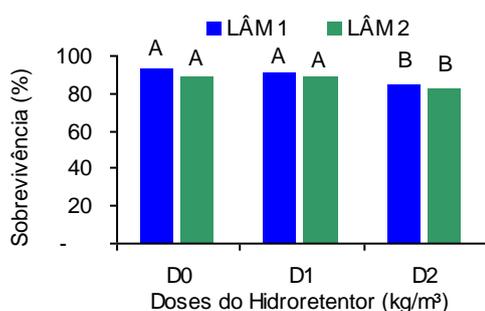


Figura 31A

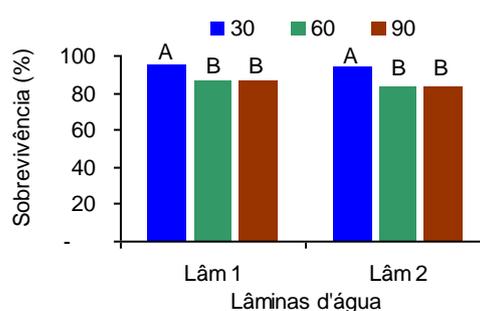


Figura 31B

Figura 31 – Sobrevivência das mudas do clone 6437, em três doses do hidretentor, para duas lâminas de água (A), e duas lâminas de água para as três épocas de avaliações(B), aos 30, 60, e 90 dias.

Também nas mudas do clone 6466 (Figuras 32A e 32B), verificou-se, conforme Análise de Variância, em anexo, e pelo teste F a 5% de significância, diferença significativa para as doses do hidretentor, e para as idades das mudas, não ocorrendo diferenças entre as lâminas e não ocorrendo interações

significativas entre lâminas x doses, conforme Análise de Variância realizada, em anexo (Tabela 6A) , e pelo teste F a 5% de probabilidade.

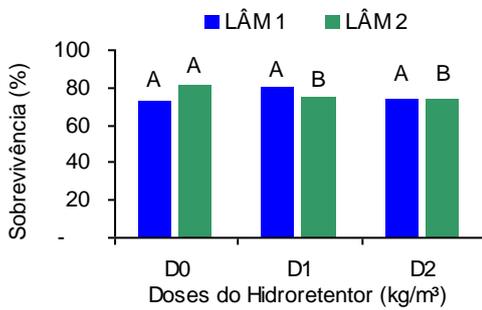


Figura 32A

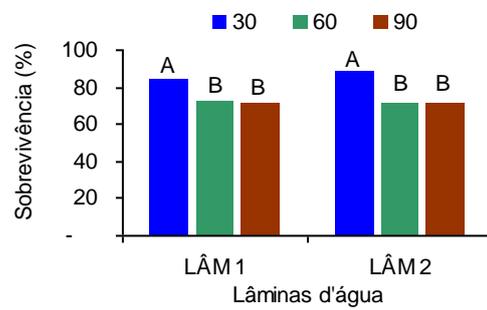


Figura 32B

Figura 32 - Sobrevivência das mudas do clone 6466, em três doses do hidrotentor em duas lâminas de água (A), e duas lâminas de água para as três épocas de avaliações (B), aos 30, 60, e 90 dias.

Para os dados das avaliações de sobrevivência das mudas do clone 11420 conforme Figuras 33A e 33B, obtiveram-se apenas diferenças significativas para as idades avaliadas, não ocorrendo diferenças significativas para doses e para lâminas, bem como para as interações, observados pela Análise de Variância realizada, conforme Tabela 6A, e pelo teste F a 5% de probabilidade.

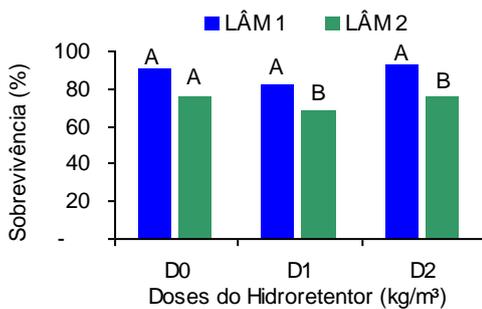


Figura 33A

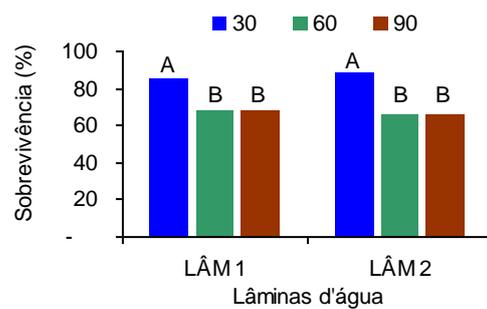


Figura 33B

Figura 33 - Sobrevivência das mudas do clone 11420, em três doses do hidrotentor, em duas lâminas de água (A), e duas lâminas de água para as três idades avaliadas(B), aos 30, 60, e 90 dias.

No clone 11436 os resultados estatísticos das Análises de Variância realizada, conforme Figuras 34A e 34B, mostraram diferenças significativas entre as lâminas e entre as idades das mudas, não ocorrendo diferença

significativa entre doses e entre as interações, conforme Análise de Variância realizada na Tabela 6A e pelo teste F a 5% de probabilidade.

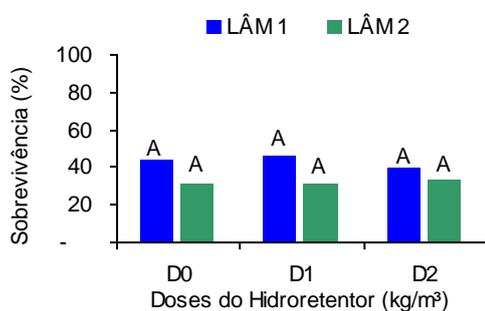


Figura 34A

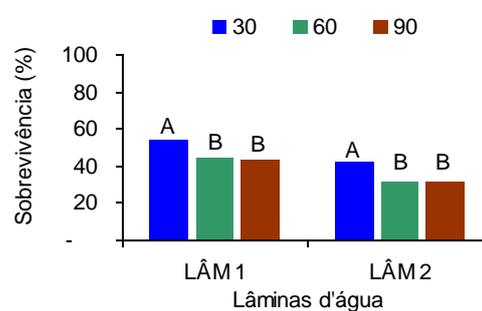


Figura 34B

Figura 34 - Sobrevivência das mudas do clone 11436, em três idades de avaliação, para duas lâminas de água (A), e duas lâminas de água para as três doses do Hidroretentor (B), aos 30, 60, e 90 dias

Para as avaliações de sobrevivência das mudas, nos quatro clones estudados, aos 30 dias, a lâmina d'água 1 e 2, apresentaram maiores porcentagens de enraizamento, fase esta inicial do desenvolvimento das mudas, conforme Figuras 31A, 32A, 33A e 34A. Já para as avaliações aos 60 e 90 dias, ocorreram variações de porcentagem de sobrevivência dessas mudas. A porcentagem de sobrevivência mais elevada para os clones 6436, 6466, 11420 nas três idades de avaliações, pode ser observada conforme Figura 31B, 32B, 33B e 34B, enquanto o clone 11436 apresentou baixos índices percentuais de enraizamento, deve-se em parte às características do próprio clone.

O aumento da porcentagem de sobrevivência das mudas de eucalipto em campo e as maiores taxas de crescimento iniciais decorrem do uso de mudas de melhor padrão de qualidade (GOMES et al., 2002).

### 5.3.2. Qualidade das mudas produzidas

O padrão de qualidade das mudas produzidas foi medido tomando-se como referencia as médias das notas dos parâmetros avaliados, na escala de 1 a 5, conforme recomendação técnica da Fibria Celulose S/A.

Os parâmetros avaliados foram os seguintes: altura do broto, ângulo do torrão, comprimento do torrão, deformação radicular, diâmetro do coleto, pares de folha, relação copa broto, índice de clorofila e fitossanidade da muda.

A qualidade das mudas do clone 6437 não foi influenciada pelas doses de hidrotentor ou lâminas d'água utilizadas, da mesma forma que não houve interação entre essas variáveis.

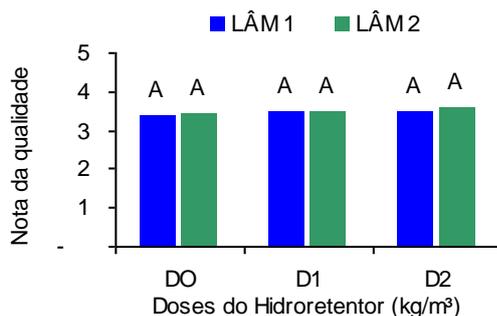


Figura 35– Médias das notas dos parâmetros avaliados em lâminas de água diferentes, para as doses zero, 1,00 kg/m³, e 2,00 kg/m³ do Hidrotentor utilizado, no clone 6437.

Com relação às avaliações das mudas do clone 6466, conforme Figura 36, verificou-se diferença significativa para as lâminas e também para a interação lâminas x doses, conforme Análise de Variância, realizadas em anexo (Tabela 7 A), e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

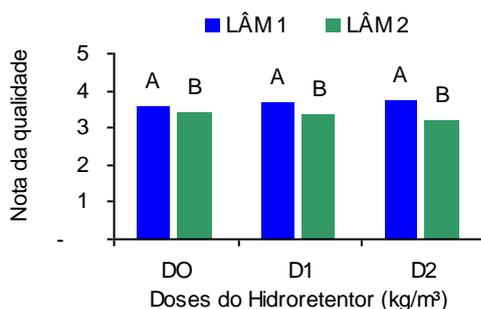


Figura 36 - Médias das notas dos parâmetros avaliados em lâminas de água diferentes, para as doses zero 1,00 kg/m³, e 2,00 kg/m³ do hidrotentor utilizado, no clone 6466.

Nos resultados dos testes estatísticos dos dados obtidos nas avaliações do clone 11420, conforme Figura 37, observou-se que não houve diferença significativa para as lâminas. No entanto, ocorreu diferença significativa para as doses e também para a interação lâminas x doses,

conforme Análise de Variância realizada, em anexo (Tabela 7A), e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

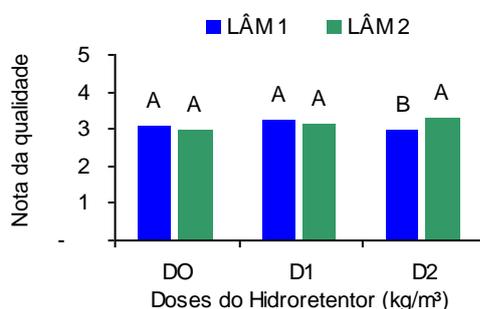


Figura 37- Médias das notas dos parâmetros avaliados em lâminas de água diferentes, para as doses zero, 1,00 kg/m<sup>3</sup>, e 2,00 kg/m<sup>3</sup> do hidrotentor utilizado, no clone 11420.

Já na Análise de Variância realizada na Tabela 7A e no teste de Tukey a 5% de probabilidade, para os dados obtidos das notas de qualidade das mudas do clone 11436, conforme Figura 38, observou-se que não ocorreu diferença significativa para as lâminas, mas ocorreu para as doses e também para a interação lâminas x doses.

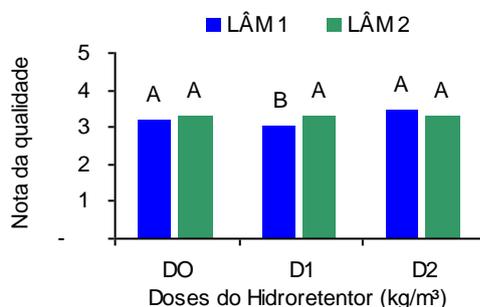


Figura 38 - Médias das notas dos parâmetros avaliados em lâminas diferentes de água, para as doses zero, 1,00 kg/m<sup>3</sup>, e 2,00 kg/m<sup>3</sup> do hidrotentor utilizado, no clone 11437.

Com os resultados das avaliações finais, ao término do período de rustificação no viveiro, observou-se que os clones utilizados no experimento, 6437, 6466, 11420, e 11436, tiveram resultados, em termos de qualidade bem semelhantes, tanto em relação às variações de lâminas de água, como de doses do hidrotentor no substrato, porém nota-se a melhor qualidade do clone 6466 quando comparado com os demais, conforme Figuras 35, 36, 37 e 38.

Observaram se diferenças significativas entre as mudas dos tratamentos com as doses de 1,00 kg/m<sup>3</sup> e 2,00 kg/m<sup>3</sup> do polímero absorvente, e as mudas dos tratamentos que não receberam o polímero absorvente na mistura dos substratos.

Os resultados observados, nos quatro clones utilizados, permitem inferir que se pode utilizar a lâmina d'água reduzida em 20% com a utilização da dose de 1,00 kg/m<sup>3</sup> do hidroretentor no substrato, sem prejuízo da qualidade das mudas produzidas para os clone 6436, 11420 e 11436.

Verificou-se que as mudas produzidas neste experimento, atingiram notas entre 3,1 e 4,0 na sua maioria sendo consideradas mudas de padrão superior para plantio.

Segundo Silva (2003), a produção de mudas florestais, em qualidade e quantidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais.

A relação altura/diâmetro do colo constitui um dos parâmetros usados para avaliar a qualidade de mudas florestais, de acordo com Sturion e Antunes (2000), pois assegura maior resistência e melhor fixação no solo, além de refletir o acúmulo de reservas.

O plantio de mudas velhas tem sido um dos maiores problemas para o estabelecimento e o arranque inicial dos plantios no campo, segundo Mafia e outros (2005), já que há redução do crescimento e enovelamento do sistema radicular, devido à permanência excessiva das mudas no viveiro.

A avaliação da qualidade das mudas é diretamente proporcional e dependente da severidade das condições do local de plantio, da adaptação dos materiais de origem, das práticas silviculturais empregadas e da produtividade esperada (BARNETT; MICGILVRAY, 1981).

### **5.3.3. Avaliação do estado nutricional nas plantas**

Nos resultados obtidos das análises nutricionais das mudas do experimento na época de expedição para plantio (90 dias), observou-se que entre os clones não ocorreram variações significativas, dos quantitativos de cada macro e de micronutrientes conforme Tabela 5, 6, 7, e 8 (em anexo).

Assim, quando um dos nutrientes essenciais não está presente em quantidades satisfatórias às suas necessidades, ou em casos de combinações químicas que são pobremente absorvidas, essa deficiência gera anomalias devido a alterações no metabolismo vegetal (EPSTEIN; BLOOM, 2004).

Os teores de micro e de macro nutrientes considerados adequados nas discussões que se seguem foram obtidos conforme Silveira e outros (2001).

É questionado o fato da atribuição de valores ideais de níveis de macro e micronutrientes, considerando que existem muitos fatores que desvalidam esses parâmetros de avaliação.

Uma das formas de se avaliar os problemas nutricionais é através do uso de soluções nutritivas, as quais são uma ferramenta rápida, principalmente, para a obtenção de informações sintomatológicas de carência e toxidez das plantas (NOVAIS et al., 1991; FURLANI et al., 1999; PARKER; NOVELL, 1999).

Para as mudas do clone 6437, constatou-se através das análises químicas realizadas que os níveis de nitrogênio e fósforo estiveram um pouco acima do adequado, e se observou sintomas de toxidez. Já os níveis de potássio, em todos os tratamentos, estiveram abaixo do adequado. Para o cálcio, apenas quando as mudas foram cultivadas com as doses de 1 e 2 kg/m<sup>3</sup> do hidroretentor no substrato, mantiveram-se acima dos níveis, conforme quadro anterior, indicando que os macro nutrientes magnésio e enxofre, tiveram valores não muito diferentes dos adequados.

Considerando os níveis de micro nutrientes no mesmo clone, observou-se que o boro e o cobre estavam bem abaixo do adequado, e que o ferro, manganês e zinco se encontravam em excesso, conforme Tabelas 5, 6, 7 e 8 (em anexo).

Comparando-se os níveis de nitrogênio e fósforo das mudas do clone 6466, observou-se também valores acima dos considerados adequados, os níveis de potássio estavam um pouco acima dos níveis adequados, o potássio em todos os níveis estavam abaixo do ideal recomendado.

No caso do cálcio observou-se através dos resultados das análises químicas realizadas que, em todos os tratamentos, os valores estavam pouco acima do adequado, apenas para o tratamento da lâmina 2, de 80% de água do operacional e a dose de 2 kg/m<sup>3</sup> do gel no substrato de plantio os valores

estavam abaixo. No caso do magnésio e do enxofre estes valores apresentaram-se bem próximos do ideal.

Para os micro nutrientes deste mesmo clone observou-se a deficiência de boro e cobre, e níveis em excesso de ferro, principalmente para as mudas dos tratamentos da lâmina 1, ou seja, irrigação operacional, e o manganês e o zinco, conforme Tabela 2A em anexo.

Para o clone 11420, os níveis de nitrogênio e de fósforo, apresentaram-se próximos aos adequados. No caso do potássio os teores nas mudas estiveram sempre um pouco abaixo do ideal. Já no caso do cálcio houve variações entre níveis abaixo e níveis acima do estipulado, mas se observou que os níveis de magnésio e enxofre apresentaram-se acima do ideal. Ao se considerar os micro nutrientes das mudas deste clone, o boro e o cobre estavam a baixo, e ocorreu excesso dos três elementos, ferro, manganês e zinco, conforme Tabela 3, em anexo.

Observações podem ser feitas nos níveis de nitrogênio e fósforo das mudas do clone 11436, estando acima dos valores considerados adequados para a produção de mudas de eucalipto. No caso dos níveis de potássio, estes estão um pouco abaixo, já nos níveis dos macro nutrientes magnésio e enxofre, estes estão acima dos valores adequados. Os níveis de boro e de cobre nestes tratamentos apresentaram-se um pouco abaixo dos níveis desejáveis. Também apresentaram excesso os micro nutrientes ferro, em maior variação, e o manganês e o zinco conforme Tabela 4 em anexo.

A relação adequada entre os nutrientes nitrogênio e potássio na fase de crescimento deve estar na faixa de 1,4 até 2,0 e na fase terminal de formação de mudas (ainda conhecida como rustificação) na faixa de 0,6 até 1,0, conforme recomendam Silveira e outros (2001).

## **6. CONCLUSÕES**

Para as avaliações relativas ao percentual de enraizamento conclui-se que a redução em 20% da lâmina d'água, não trouxe prejuízos para as plantas, à exceção do clone 11436, que se mostrou sensível a redução.

Para o clone 6437 obteve-se um percentual de sobrevivência menor quando se utilizou a maior dosagem de hidretentor, não havendo influência na sobrevivência dos demais clones utilizados. Quanto à redução da lâmina d'água, esta provocou a diminuição do percentual de sobrevivência das mudas dos clones 6466 e 11420. Observou-se que o pior percentual de sobrevivência das mudas foi do clone 11436.

Em relação ao crescimento da altura do broto, com o uso do hidretentor, somente apresentou ganho superior o clone 11420. Quanto ao uso da água, a redução não afetou o crescimento das mudas dos clones 6466 e 11436. Já, no desenvolvimento do diâmetro das mudas, as dosagens do hidretentor não afetaram o desenvolvimento do diâmetro das mudas, havendo apenas um menor ganho em diâmetro das mudas, quando utilizou-se lâmina reduzida para o clone 6466.

Para as análises químicas de macro e micronutrientes, observou-se variações de teores, provavelmente provocados pelo excesso d'água em todas as fases de produção das mudas, potencializando assim a lixiviação.

Quanto às dosagens do hidretentor, para experimentos futuros, deve-se utilizar doses inferiores a 2,0 kg/m<sup>3</sup> de gel na mistura com o substrato, pois essas dosagens se mostraram muito elevadas na mistura, provocando expulsão de estacas, quando colocadas nos tubetes no início do experimento, além de terem afetado o crescimento das plantas em alguns tratamentos.

A qualidade das mudas no final da fase de rustificação, época em que as mudas foram expedidas para o plantio no campo, foi semelhante para todos os tratamentos, apresentando boa qualidade.

Com base nos resultados gerais, pode-se concluir que, em função do excesso de água no substrato, não foi possível identificar diferença significativa entre as doses do polímero utilizado como hidretentor.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I. B. de; et al. Seleção de componentes de substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes. **IPEF**, n.41/42, p.36-43, jan./dez.1989.

ALFENAS, A. C.; et al. Clonagem do eucalipto. In: \_\_\_\_\_. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. p. 58-72.

ALMEIDA, F. D. de; **Propagação vegetativa de *Eucalyptus cloeziana* f. muell. por estaquia e miniestquia**. 2006. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

ALMEIDA, F. D. de; et al. Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 455-463, 2007.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de plantas em ambiente protegido. In: BARBOSA, J. G.; et al. **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p. 4-36.

ASSIS, T. F. Evolution of technology for cloning *Eucalyptus* in large scale. In: IUFRO INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 2001,Valdivia. **Proceedings...** Chile: EMBRAPA/CNPQ, 2001. p. 22.

AUGUSTO, D. C. C.; et al. 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.

AWARD, M.; CASTRO, P.R.C. A água na planta. In:\_\_\_\_\_ **Introdução à fisiologia vegetal: movimento da água planta**. São Paulo: Nobel, 1983. p. 306.

AZEVEDO, H. J.; et al. Influência de elementos do clima e da pressão de operação do aspersor no desperdício de água, em um sistema de irrigação por alta pressão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.18, n.4, p.53-62, 1999.

AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, C. A. **Utilização de polímero agrícola no substrato de transplântio de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Tupi**. Disponível em: <<http://www.cca.uem.br//anu9100.htm>>. Acesso em: 6 jul. 2005.

BALENA, S. P. **Efeito de polímeros hidroretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos**. 1998. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

BARNETT, J. P. , McGILVRAY, J. M. Container planting systems for the South. Res. Pap. SO. USDA. **Forest Service**, v. 167, p. 1-18, 1981.

BARNETT, J. P. Relating seedling morphology of container- grown southern pines to field success. **CONVENTION OF THE SOCIETY OF AMERICAN**

**FORESTERS (1983: Portland). Proceeding...** New Orleans: USDA. For. Serv. Southern Forest Experiments Station, 1983. p. 405-407. (Separata).

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas.** Jaboticabal: FUNEP, 2003.

BERGONCI, J. I.; et al. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 1531-1540, 2000.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 6. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995.

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

CAMPOS, K. P. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em diferentes substratos, fertilizações e tamanhos de tubetes.** 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

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

CHAVES, J. H.; et al. Early selection of eucalypt clones to be planted in environments with varying soil water availability: water relations of plants in small size plastic tubes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 333-341, 2004.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by Sprinkling.** Berkley: University of Califórnia, 1942. (Bull, 670).

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

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** 2. ed. Londrina: Ed. Plantas, 2004.

FARIA, J. M. R. Produção de mudas de espécies nativas em tubetes. In: **Workshop sobre avanços na propagação de plantas lenhosas, 2.,** 1999, Lavras, 1999. p. 9-16.

FERRARI, M. Cultivo do Eucalipto. EMBRAPA/CNPQ, Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/index.htm>>. Acesso em: 13 jan. 2011.

FERRAZ, E. C. Fisiologia da cultura do arroz. In; SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO ARROZ DE SEQUEIRO. 1983, Jaboticabal-SP. **Anais...** Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983.

FERREIRA, C. A. G., **Aspectos de relações hídricas e crescimento de mudas de eucalyptus spp. produzidas em tubetes e aclimatadas**. 1997. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

FERREIRA, F. A.; MILANI, D. Diagnose visual e controle das doenças abióticas e bióticas do eucalipto no Brasil. Mogi Guaçu: **International Paper**, 2002.

FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I. Miniestaquia aplicada a espécies florestais. **Revista Agro@ambiente** , v. 4, n. 2, p. 102-109, 2010.

FIGUEIREDO, F. A. M. M. de A.; et al. Efeito das variações biométricas de mudas clonais de eucalipto sobre o crescimento no campo. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 01-11, 2011.

FLEXAS, J.; et al. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions. **Functional Plant Biology**, v. 29, p. 461-471, 2002.

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

FRAMPTON, L. J. Jr.; FOSTER, G. S. Field testing vegetative propagules. In: AHUJA, M.R.; LIBBY, W. J. **Clonal Forestry I: genetics and biotechnology**. Berlin: Spring Verlag, 1993.

FRANDESCATO, R. D. C. **Influência de frequência de irrigação, substrato e adubo de liberação lenta na produção do porta-enxerto cítrico limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck)**. 1995. 98 f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1995.

FURLANI, P. R.; et al. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. (Boletim Técnico 180).

GOMES, J. M.; et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GONÇALVES, E. O.; et al. Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 479-486, 2004.

GONÇALVES, M. R.; PASSOS, C. A. M. Crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidos a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 145-161, 2000.

HEERMANN, D. F.; HEIN, P. R. Performance characteristics of self-propelled center pivot sprinkler irrigation systems. **Transactions of ASAE**, St. Joseph, v. 11, n. 1, p. 11-15, 1968.

HIGASHI, E. N.; et al. Monitoramento nutricional e fertilização em macro, mini e microjardim clona de *Eucalyptus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. p. 192-217.

Hsiao, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, (n. ou v. 24) p. 519-570, 1973.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: Encontro Nacional sobre Substrato para Plantas, 1. 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 139-146.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1972.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Editora Rima, 2000.

LELES, P. S.; et al. Qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em blocos prensados e em tubetes. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 13-20, 2000.

LÉO, L. F. R.; HERNANDEZ, F. B. T. O Futuro da irrigação nos países de terceiro mundo. **Correio da Ilha**, v. 10, n. 1.361, p. 2, 21 Jul. 2001.

LIMA, J. E. F. W. et. al. O da irrigação no Brasil, 2004. Disponível em: <<http://cf.or.br/cf2004/irrigação.doc>>. Acesso em: 20 nov. 2006.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1993.

LOPES, J. L. W. **Produção de mudas de Eucalyptus grandis W. (Hill ex Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2004. 100 f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 2004.

LOPES, J. L. W.; et al. Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 97-106, ago. 2005.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007.

LOPES, W. A. UFES: dados técnicos Stockosorb [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <enrada@hotmail.com> em 30 de maio de 2011.

MAFIA, R. G.; et al. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 947-953, 2005.

- MALAVOLTA, E. **Fertilizante e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos**. São Paulo: ProduQuimica, 1994.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed. atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2007.
- MATTEI, L. V. PINUSLETTER Referências Técnicas da Literatura Virtual Grandes <<http://www.ipef.br/publicacoes/international/nr02/cap06.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2011.
- MELLO, A. C. G. de. **Efeito de recipientes e substratos no comportamento silvicultural de plantas de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e do Eucalyptus urophylla S.T. Blake**. 1989. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, 1989.
- MELLO, S.L.; et al. Características do sistema radicular em povoamentos de eucaliptos propagados por sementes e estacas. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF *Eucalyptus*, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1997. v. 3, p. 54-62.
- MENDONÇA, C. M.; et al. Produção de mudas de café (*Coffea arabica* L.) cv. Acaia em tubetes com polímero hidroabsorvente adicionado ao substrato. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p. 167-171.
- MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995.
- MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. de M. (Ed.). **Irrigação**. Piracicaba: FUNEP, 2003. (Série Engenharia Agrícola, 2).
- MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Verso e Reverso Comunicações, 2000.
- MORONE, M. T.; NORLEDGE, D.; BEADLE, C. L. Root distribution of *Eucalyptus nitens* and *E. globules* in irrigated and droughted soil. **Forest Ecology and Management**, v. 177, p. 399-407, 2003.
- NEVES, J. C. L.; et al. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: Barros, N. F.; Novais, R. F. (Ed). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p. 99-126.
- NOVAES, A. B.; et al. Avaliação do potencial de regeneração de raízes de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em diferentes tipos de recipientes, e o seu desempenho no campo. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, nov./dez. 2002.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; et al. (Ed.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília, DF: EMBRAPA – SEA, 1991. p. 189-255.

OLIVEIRA, R. B. de; et al. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e companhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995.

PARKER, D. R.; NORVEL, W. A. Advances in solution culture methods for plant mineral nutrition research. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Advances in Agronomy**. New York: Academic Press, 1999. v. 65, p. 151-213.

PAULA, T. A.; et. al. Efeito do potássio sobre a produção e enraizamento de estacas de *Eucalyptus*. In: REUNIÃO DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25, Santa Maria, 2000. **Anais...** Santa Maria: SBCS/SBM, 2000. Cd-Room.

PENCHEL, R. M. Recomendação técnica experimental do padrão de qualidade de mudas clonais expedidas de eucalipto. **Instrução Normativa da Aracruz Celulose**: Documento CPT-P2005-05-2006, 21 nov. 2006.

PEREIRA, M. R. R. **Comportamento morfológico e fisiológico de dois clones de *Eucalyptus urograndis* submetidos a diferentes níveis de água no solo**. 2006. 53 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006.

PREVEDELLO, C. L.; BALENA, S. O. Efeitos de polímeros hidroretentores nas propriedades físico-hídricas de dois meios porosos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 251-258, 2000.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas: Fundação Cargill, 1985.

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

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

SALOMÃO, L. C.; BASILIO, E. E. **Irrigação por gotejamento na cultura do café**. 2006. 72 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Tecnologia em Irrigação e Drenagem) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Urutaí, Urutaí-Go, 2006.

SANTOS, A. P. dos; et al. Efeito da estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação no desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus grandis* clones. **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 29-38, 2005.

- SILVA, E. C.; et al. Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. **Acta bot. bras.**, v. 17, n. 2, p. 231-246. 2003.
- 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)** – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- SILVA, M. R.; et al. 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**, n. 68, p. 97-106, ago. 2005.
- SILVEIRA, R. L. V. A.; et al. Seja o doutor do seu eucalipto. **Potafós**, Piracicaba, n. 12. 2001. p. 1-32.
- STURION, J. A.; GRAÇA, L. R.; ANTUNES, J. B. M. **Produção de mudas de espécies de rápido crescimento por pequenos produtores**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. (Circular Técnica, 37)
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia do estresse. In:\_\_\_\_\_ Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 613-641.
- TATAGIBA, S. D.; et al. Comportamento fisiológico de dois clones de *Eucalyptus* na época seca e chuvosa. **Cerne**, v.13, n. 2, p. 149-159, 2007.
- TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Dinâmica do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.665-673, 2002.
- TITON, M; XAVIER, A; REIS, G. G. dos; OTONI, W. C. Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 619-625, 2003.
- TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Uso de bio-sólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestali**, n. 64,p. 150-162, 2003.
- WAKELEY, P. C. **Planting the southern pines**. Washington: Agriculture Monograph, 1954.
- WALLACE, A. Anionic polyacrylamide treatment of soil improves seedling emergence and growth. **Horticulture Science**, v. 22, p. 951, 1987.
- WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**.Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002.
- WENDLING, I; XAVIER, A. Miniestaquia seriada no rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 475-480, 2003.

WILLINGHAM, Jr.; COFFEY, D. L. Influence of hydrophilic amended soil on growth of tomato transplants. **Horticulture Science**, v. 16, n. 3, p. 289, 1981.

WOFFORD Jr., D.J.; KOSKI, A.J. A polymer for the drought years (on line). **Colorado Green**. Aug. 1990. [cited nov. 1998]. Disponível em: <<http://kimberly.ars.usda.gov>>. Acesso em: 26 abr. 2011

XAVIER, A.; et al. Desempenho do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 25, n. 4, p. 403-411, 2001.

## **ANEXOS**

## ANEXOS 1

Tabela 3 – Valores de Macro e micro nutrientes, observados, adequados e desvio

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL NAS MUDAS DO CLONE 1									AOS 90 DIAS				
LÂMINA	DOSE	AVALIAÇÃO	MACRONUTRIENTES (g/Kg)						MICRONUTRIENTES (mg/Kg)				
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	0	OBSERVADO	1,51	0,22	1,16	0,93	0,39	0,23	22,71	7,49	224,21	597,87	51,26
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	1,11	0,05	-0,59	-0,06	0,72	0,91	-12,28	-5,00	119,21	197,87	16,26
1	1	OBSERVADO	1,62	0,23	1,22	0,93	0,38	0,24	18,94	7,31	196,15	590,52	47,22
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,22	0,64	-0,52	-0,06	0,57	0,10	-16,05	-5,18	91,15	190,52	12,22
1	2	OBSERVADO	1,61	0,21	1	0,94	0,41	0,23	19,28	7,83	181,60	519,29	47,18
		ADEQUADO	1,4	0,175	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,21	0,38	-0,75	-0,05	0,93	0,09	-15,72	-4,66	76,60	119,29	12,18
2	0	OBSERVADO	1,46	0,22	1,15	0,92	0,38	0,22	23,55	7,43	168,05	565,27	42,82
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,06	0,04	-0,60	-0,08	0,06	0,08	-11,45	-5,06	63,05	165,27	7,82
2	1	OBSERVADO	1,51	0,25	1,24	1,04	0,39	0,24	22,57	7,70	161,09	652,62	49,98
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,11	0,08	-0,51	0,04	0,06	0,10	-12,43	-4,80	11,09	152,62	14,98
2	2	OBSERVADO	1,4	0,22	1,12	0,95	0,40	0,22	20,73	7,73	180,40	622,07	44,60
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0	0,04	-0,63	0,04	0,07	0,14	-14,27	-4,77	75,40	222,07	9,60

Tabela 4 – Macro e micro nutrientes

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL NAS MUDAS DO CLONE 2 AOS 90 DIAS													
			MACRONUTRIENTES (g/Kg)						MICRONUTRIENTES (mg/Kg)				
LÂMINA	DOSE	AVALIAÇÃO	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	0	OBSERVADO	1,74	0,22	1,38	1,00	0,34	0,27	21,78	5,37	258,81	697,23	50,30
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,34	0,49	-0,37	0,00	0,02	0,13	-13,21	-7,12	153,81	394,23	15,30
1	1	OBSERVADO	1,69	0,23	1,41	1,15	0,36	0,26	19,88	5,71	204,99	680,914	46,04
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,29	0,58	-0,34	0,15	0,03	0,12	-15,12	-6,79	99,99	280,91	11,04
1	2	OBSERVADO	1,47	0,20	1,25	1,01	0,37	0,24	19,09	4,14	248,19	667,552	42,29
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,07	0,26	-0,50	0,01	0,04	0,10	-15,91	-8,36	143,19	267,55	7,29
2	0	OBSERVADO	1,52	0,21	1,35	1,05	0,32	0,25	20,66	4,91	155,04	696,296	45,20
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,12	0,37	-0,39	0,05	0,00	0,11	-14,33	-7,59	50,04	296,29	10,20
2	1	OBSERVADO	1,88	0,24	1,52	1,02	0,35	0,27	21,11	5,45	152,39	632,96	44,16
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,48	0,70	-0,19	0,02	0,03	0,13	-13,87	-7,05	47,39	232,96	9,16
2	2	OBSERVADO	2,1	0,26	1,20	0,97	0,38	0,29	18,51	6,52	170,63	702,70	52,74
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,7	0,94	-0,55	-0,03	0,06	0,15	-16,49	5,98	65,63	302,70	17,74

Tabela 5 – Macro e micro nutrientes

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL NAS MUDAS DO CLONE 3									AOS 90 DIAS				
LÂMINA	DOSE	AVALIAÇÃO	MACRONUTRIENTES (g/Kg)						MICRONUTRIENTES (mg/Kg)				
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	0	OBSERVADO	1,77	0,23	1,37	0,99	0,36	0,25	20,11	4,56	185,59	730,11	43,42
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,37	0,60	-0,37	-0,01	0,04	0,11	-14,88	-7,94	80,59	330,11	8,42
1	1	OBSERVADO	1,93	0,25	1,43	1,03	0,39	0,27	19,84	5,37	202,19	731,44	48,42
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,53	0,81	-0,32	0,03	0,06	0,13	-15,16	-7,16	97,19	331,44	13,42
1	2	OBSERVADO	1,71	0,22	1,26	0,95	0,40	0,24	18,88	4,451	187,04	667,87	36,53
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,31	0,04	-0,49	-0,01	0,07	0,10	-16,12	-8,05	82,04	267,87	1,53
2	0	OBSERVADO	1,74	0,23	1,5	0,90	0,36	0,24	22,15	5,13	143,29	692,73	43,91
		ADEQUADO	1,4	0,175	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,34	0,06	-0,25	-0,09	0,04	0,10	-12,85	-7,37	38,29	292,73	8,91
2	1	OBSERVADO	1,57	0,21	1,24	0,99	0,37	0,22	20,77	4,908	133,79	593,15	45,88
		ADEQUADO	1,4	0,175	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,17	0,03	-0,51	-0,01	0,05	0,08	-14,23	-7,60	28,79	193,15	10,88
2	2	OBSERVADO	1,72	0,20	1,26	0,94	0,36	0,23	19,72	3,72	181,29	688,65	43,74
		ADEQUADO	1,4	0,175	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35
		DESVIO	0,32	0,33	-0,49	-0,05	0,04	0,09	-15,28	-8,78	76,29	288,65	8,74

Tabela 6 – Macro e micro nutrientes

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL NAS MUDAS DO CLONE 4										AOS 90 DIAS				
LÂMINA	DOSE	AVALIAÇÃO	MACRONUTRIENTES (g/Kg)						MICRONUTRIENTES (mg/Kg)					
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
1	0	OBSERVADO	1,86	0,25	1,69	0,78	0,36	0,27	15,56	8,15	175,04	559,28	36,32	
		ADEQUADO	1,4	0,175	1,75	1,0	0,325	0,14	35	12,5	105	400	35	
		DESVIO	0,46	0,08	0,05	0,02	0,04	0,13	19,44	4,34	70,04	159,28	1,32	
1	1	OBSERVADO	1,76	0,23	1,53	0,89	0,35	0,244	15,98	6,91	168,33	529,63	35,97	
		ADEQUADO	1,4	0,175	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35	
		DESVIO	0,36	0,05	0,21	0,10	0,02	0,10	19,11	5,59	63,33	129,63	0,97	
1	2	OBSERVADO	1,64	0,22	1,51	0,85	0,39	0,23	17,29	6,74	121,10	541,29	32,51	
		ADEQUADO	1,4	0,175	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35	
		DESVIO	0,24	0,05	0,24	0,14	0,07	0,09	17,71	5,76	16,10	141,29	-2,49	
2	0	OBSERVADO	1,76	0,25	1,48	0,79	0,38	0,27	23,04	9,29	174,56	566,62	42,97	
		ADEQUADO	1,4	0,15	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35	
		DESVIO	0,36	0,08	0,27	0,02	0,07	0,13	11,96	3,20	69,44	166,62	7,97	
2	1	OBSERVADO	1,61	0,24	1,68	0,90	0,38	0,27	19,61	7,42	166,86	704,07	40,1	
		ADEQUADO	1,4	0,175	1,75	1,0	0,35	0,14	35	12,5	105	400	35	
		DESVIO	0,21	0,06	0,07	0,01	0,06	0,13	15,39	5,08	61,86	204,07	5,10	
2	2	OBSERVADO	1,7	0,22	1,60	0,88	0,39	0,25	18,75	6,8	171,93	688,85	39,97	
		ADEQUADO	1,4	0,17	1,75	1,0	0,32	0,14	35	12,5	105	400	35	
		DESVIO	0,30	0,04	0,15	0,11	0,07	0,11	16,25	5,70	66,93	288,85	4,97	

Tabela 7 - RELAÇÃO N/K – Em lâminas d'água

<b>Macro</b>	<b>6437</b>	<b>6466</b>	<b>11420</b>	<b>11436</b>
<b>L1</b>	1,11/-0,59	0,34/-0,37	0,37/-0,37	0,461/-0,05
	0,22/-0,52	0,29/-0,34	0,53/-0,32	0,361/-0,21
	0,21/-0,75	0,07/-0,50	0,31/-0,49	0,24/-0,24
<b>L2</b>	0,06/-0,60	0,12/-0,39	0,34/-0,25	0,36/-0,27
	0,11/-0,51	0,48/-0,19	0,17/-0,51	0,21/-0,07
	0/-0,63	0,70/-0,55	0,32/-0,49	0,30/-0,15

Tabela 8 - RELAÇÃO N/K – Em lâminas d'água

<b>Macro</b>	<b>6437</b>	<b>6466</b>	<b>11420</b>	<b>11436</b>
<b>L1</b>	1,11/-0,59	0,34/-0,37	0,37/-0,37	0,461/-0,05
	0,22/-0,52	0,29/-0,34	0,53/-0,32	0,361/-0,21
	0,21/-0,75	0,07/-0,50	0,31/-0,49	0,24/-0,24
<b>L2</b>	0,06/-0,60	0,12/-0,39	0,34/-0,25	0,36/-0,27
	0,11/-0,51	0,48/-0,19	0,17/-0,51	0,21/-0,07
	0/-0,63	0,70/-0,55	0,32/-0,49	0,30/-0,15

Tabela 9 – Macro e micro nutrientes nos clones

	Macro						Micro				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>C1</b>	1,51	0,23	1,14	0,95	0,39	0,23	21,29	7,58	185,25	690,91	47,17
<b>C2</b>	1,73	0,22	1,35	1,10	0,35	0,26	20,17	5,35	198,34	679,60	46,78
<b>C3</b>	1,74	0,22	1,34	0,96	0,37	0,24	20,24	4,68	172,19	683,99	43,65
<b>C4</b>	1,72	0,23	1,58	0,84	0,37	0,25	20,96	7,55	162,97	598,29	37,97

## ANEXOS 2

Tabela 1 A. Análise de Variância dos quatro clones das avaliações do enraizamento aos 30 dias.

Fontes de variação	GL	CLONES			
		6437	6466	11420	11436
		QM	QM	QM	QM
Lâmina d'água	1	150,0000ns	46,2963ns	337,5000ns	778,2407*
Dose	2	184,7222*	61,5740ns	754,1667*	42,1296ns
Lâmina x dose	2	18,0555ns	114,3519ns	387,5000ns	306,0185ns
Resíduo	18	49,6913	133,0247	124,5370	113,7346
Total	23				
CV(%)		7,6208	14,936	21,4260	26,029

Tabela 2 A Análise de Variância dos clones das avaliações de Comprimento das mudas aos 30, 60 e 90 dias.

		CLONES			
Fonte de variação	GL	6437	6466	11420	11436
		QM	QM	QM	QM
Lâmina d'água	1	16,8188*	61,5127*	23,4071*	10,7921*
Res. (a)	6	2,5766	2,1006	1,7832	1,9178
Dose	2	1,1917ns	0,4093ns	10,1651*	3,0574ns
Lâmina x dose	2	4,1261*	0,5268ns	7,4850*	5,1057ns
Res. (b)	12	0,9935	1,1875	1,4552	2,4177
Idade	2	2519,428*	3164,146*	2517,440*	3188,279*
Idade x lâmina	2	8,8673*	21,4180*	8,1977*	3,7416*
Idade x dose	4	0,8611ns	0,3349ns	0,1714ns	1,3812ns
Idade x lâmina x dose	4	0,6566ns	0,7434ns	1,5580*	1,2087ns
Resíduo	36	0,3365	0,3590	0,5308	0,7200
Total	71				
CV (%)		2,7683	3,004	3,5838	4,3925

Tabela 3 A. Análise de Variância dos clones das avaliações de Diâmetro das mudas aos 30, 60 e 90 dias.

		CLONES			
Fonte de variação		6437	6466	11420	11436
	GL	QM	QM	QM	QM
Lâmina d'água	1	0,7607*	0,2570*	0,3862ns	0,6863ns
Res. (a)	6	0,1171	0,2518	0,1503	0,3021
Dose	2	0,4225ns	0,4444*	0,2580ns	0,1891ns
Lâmina x dose	2	0,2477ns	0,1708*	0,4505ns	0,1581ns
Res. (b)	12	0,1690	0,3920	0,1927	0,1253
Idade	2	23,8632*	19,2627*	20,6678*	15,612*
Idade x lâmina	2	0,3466*	0,8928*	0,5407*	0,9711ns
Idade x dose	4	0,2178ns	0,3936ns	0,2692ns	0,4739ns
Idade x lâmina x dose	4	0,8929ns	0,7219*	0,1825ns	0,2470ns
Resíduo	36	0,3988	0,1838	0,4762	0,3692
Total	71				
CV (%)		2,5436	1,7746	2,8568	2,6305

Tabela 4 A. Análise de Variância dos clones nas duas lâminas da umidade do substrato nos tubetes aos 20, 40, 60 e 90 dias.

CLONES									
		6437		6466		11420		11436	
Fontes de	GL	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
variação		QM							
Dose	2	28,9672ns	48,7510*	24,7155ns	20,5323ns	2,7092ns	86,6935*	69,9215*	168,4672*
Res.(a)	27	17,6128	14,9699	13,0862	22,9868	23,7558	12,6449	16,0789	20,8895
Idade	3	234,8254*	231,3863*	383,7717*	200,4273*	233,0730*	169,2170*	147,8383*	170,3192*
Idade x dose	6	13,0729ns	23,7326ns	5,6955ns	37,0880ns	15,8858ns	30,2082ns	13,9298ns	28,6174ns
Resíduo	81	17,1390	18,9795	10,6073	25,3238	12,2292	15,2198	8,7304	15,9506
Total	119								
CV (%)		13,007	13,581	9,4371	15,369	10189	11,934	9,4564	13,157

Tabela 5 A. Análise de Variância dos clones nas duas lâminas duas idades 60 e 90 dias do Potencial Hídrico Foliar

		CLONES							
		60 d	90 d						
		6437	6437	6466	6466	11420	11420	1436	1436
Fonte de variação	GL	QM							
Repetição	3	0,8599ns	1,4349ns	1,6955ns	0,6883ns	0,1740ns	0,1633ns	0,9828ns	1,0220ns
Lâmina	1	13,7713*	14,5808*	74,1665*	2,2265ns	47,8837*	0,3090ns	8,4214*	21,8631*
Dose	2	4,3708*	12,9510*	0,8443ns	13,2668*	11,0718*	0,4166ns	0,1500ns	1,6428ns
Lâmina x dose	2	4,5466*	1,0497ns	2,8875ns	0,6201ns	0,6315ns	0,8022ns	0,4147ns	3,7313*
Resíduo	15	1,0556	2,1423	1,2629	0,6155	0,6321	0,3919	0,6049	0,8092
Total	23								
CV (%)		13,553	20,971	13,44	12,278	12,017	12,91	14,283	17,796

Tabela 6A. Análise de Variância dos clones nas duas lâminas d'água da Sobrevivência das mudas aos 30, 60 e 90 dias.

		CLONES							
Fonte de variação	GL	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
		QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM
Idade	2	349,6289*	471,2834*	603,4741*	1227,141*	1295,289*	2108,545*	436,1001*	419,355*
Dose	2	185,5835*	182,4589*	189,1448ns	154,0560*	103,7431ns	178,6134ns	244,3112ns	15,8504ns
Idade x dose	4	5,3514ns	3,2055ns	47,6763ns	4,5076ns	64,7433ns	6,9040ns	9,8898ns	1,4936ns
Resíduo	27	19,2923	21,5898	83,6986	20,3289	74,2114	61,0144	105,9423	20,6232
Total	35								
CV (%)		4,9419	5,3934	12,130	5,9096	11,743	10,693	21,929	12,992

Tabela 7A. Análise de Variância dos quatro clones da Nota final de Qualidade das mudas aos 90 dias.

Fonte de variação	GL	CLONES			
		6437 QM	6466 QM	11420 QM	11436 QM
Lâmina	1	0,2853ns	2,1605*	0,3384ns	0,7241ns
Res. (a)	22	0,4285	0,3722	0,4407	0,5676
Dose	2	0,7750ns	0,2111ns	0,2080*	0,2548*
Lâmina x dose	2	0,1640ns	0,2832*	0,3338*	0,2932*
Resíduo	44	0,3952	0,5856	0,3734	0,5147
Total	71				
CV (%)		5,7778	6,9631	6,245	6,9975