



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

**KLÉDISON ALAN RAMOS**

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA E HIDRORRETENTORES NA PRODUÇÃO DE  
MUDAS CLONAIIS DE EUCALIPTO**

JERÔNIMO MONTEIRO – ES  
NOVEMBRO – 2012

**KLÉDISON ALAN RAMOS**

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA E HIDRORRETENTORES NA PRODUÇÃO DE  
MUDAS CLONAIIS 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, na Área de Concentração em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis

Coorientador: Dr. Ricardo Miguel Penchel

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

NOVEMBRO – 2012

Dissertação 0057

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

---

R175d Ramos, Klédison Alan, 1978-  
Disponibilidade hídrica e hidrorretentores na produção de mudas clonais  
de eucalipto / Klédison Alan Ramos. – 2012.  
67 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. Hidrologia. 2. Irrigação. 3. Eucalipto – Mudas – Qualidade. 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

---

À Deus, fonte de toda vida e sabedoria;

À minha linda esposa Karla Fernandes de Souza Ramos, que me deu o suporte necessário para essa empreitada;

Ao meu filho Gael, que nasceu junto com este trabalho e me mostrou que o melhor ainda está por vir.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Sozinho ninguém chega muito longe. Divido meu sucesso com quem, de uma forma ou outra, deu alguma contribuição para meu aprendizado. Agradeço.

- À Deus, porque até aqui tem me sustentado;
- À Universidade Federal do Espírito Santo, pelo curso oferecido e por todo saber transmitido;
- À FIBRIA CELULOSE S.A., pelo apoio financeiro e a estrutura dos viveiros, para a realização dos trabalhos;
- Ao meu orientador, professor Dr. Aderbal Gomes da Silva, da área de Silvicultura e Solos Florestais do Departamento de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, pela paciência, confiança, orientação e suporte durante todo o período do mestrado;
- Ao meu Coorientador Dr. Ricardo Miguel Penchel Filho – pesquisador da Fibria celulose S.A. pela generosidade, entendimento e apoio em todas as etapas do desenvolvimento da pesquisa;
- Ao Professor Dr. Edvaldo Fialho dos Reis, pela colaboração nas análises estatísticas e pela receptividade de sempre;
- Aos demais professores do CCA-UFES, pelo conteúdo ministrado, dúvidas dirimidas e pelas palavras de apoio;
- Aos funcionários do NEDTEC, em especial à secretária Elisângela e à grande amiga Joceli, que sempre estiveram ao meu lado;
- À Evonik-Degussa Brasil, pelo apoio financeiro e pelo estagiário;
- À Hydroplan-EB, pela concessão do estagiário;
- Ao Wagner da empresa Evonik-Degussa Brasil, pelo apoio;
- À Andrea e Ana Carolina da empresa Hydroplan-EB, pelo apoio;
- Aos estagiários Bruno e Patrícia, pela ajuda;
- Aos funcionários da Fibria Celulose S.A. e terceirizadas, em especial, Jair, Julio, Edmundo da equipe da Fibria Aracruz-ES, por estarem sempre prontos a contribuir com meu trabalho;
- À minha linda esposa Karla, pela fé, exemplo, incentivo, broncas, que esteve sempre ao meu lado, independente das situações;

- Ao meu rebento Gael, filho amado, que tão pequeno já tem me ensinado tanta coisa, principalmente o amor incondicional;
- À minha Mãe e irmãs, por mostrarem sua admiração e respeito por mim;
- À Igreja Batista Renovada de Jerônimo Monteiro, pelo aprendizado e suporte no início dessa caminhada;
- Ao Dr. Paulo Mansur, professor do IFES de Alegre, ES, grande incentivador, colaborador, amigo, mentor, pastor, a quem devo muita coisa;
- À Igreja Metodista Wesleyana Central de Cachoeiro de Itapemirim, pelo acolhimento;
- Aos meus colegas incentivadores Lorena, Mariana, Guilherme e Deivid, que acreditaram em mim, mesmo quando eu, por vezes, desacreditava;
- À Genesis Consultoria Ambiental, que me liberou por todo o período que cursei o mestrado.

Jamais esquecerei.

## **BIOGRAFIA**

KLÉDISON ALAN RAMOS, filho de José Alves Ramos e Creusa Maria Lãn, nasceu em 20 de março de 1978, no município de Alegre, ES.

Concluiu o segundo grau em 1995, de forma simultânea, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Aristeu Aguiar”, no curso “Não Profissionalizante” e na Escola de 1º e 2º Graus “Jerônimo Monteiro”, no curso “Técnico em contabilidade”.

Graduou-se em 2003, recebendo o título de Engenheiro Agrônomo, pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, em Alegre, ES.

Especializou-se, em 2011, em Educação Profissional e Tecnológica pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFES.

Em 2010 ingressou no Curso de Mestrado em Ciências Florestais – área de concentração Silvicultura e Solos Florestais, da Universidade Federal do Espírito Santo, concluindo os requisitos necessários para a obtenção do título de “*Magister Scientiae*” em novembro de 2012.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>03</b>
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	03
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>04</b>
3.1. EUCALIPTO NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO DE MUDAS.....	04
3.2. UTILIZAÇÃO DE HIDRORRETENTORES.....	05
3.3. QUALIDADE DA MUDA.....	07
3.4. POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR.....	09
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	11
4.1.1. Considerações sobre o viveiro de Aracruz, ES.....	11
4.1.2. Considerações sobre o viveiro de Jacareí, SP.....	12
4.2. CLONES E PREPARAÇÃO.....	12
4.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	13
4.4. MANEJO DE IRRIGAÇÃO.....	15
4.5. CARACTERÍSTICAS DO SUBSTRATO.....	16
4.6. DETALHAMENTO DAS FASES DE PRODUÇÃO DAS MUDAS.....	16
4.7. AVALIAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	17
4.7.1. Lâmina de irrigação operacional.....	17
4.7.2. Enraizamento de estacas.....	18
4.7.3. Sobrevivência de plantas.....	18
4.7.4. Crescimento em altura das mudas.....	18
4.7.5. Crescimento em diâmetro do coleto.....	19
4.7.6. Pares de folhas.....	19
4.7.7. Potencial hídrico foliar das mudas.....	19
4.7.8. Teor de umidade do substrato.....	20
4.7.9. Classificação do padrão de qualidade das mudas.....	21
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
5.1. EXPERIMENTO 1.....	24
5.1.1. Enraizamento.....	24
5.1.2. Sobrevivência.....	25
5.1.3. Crescimento em altura das mudas.....	27
5.1.4. Diâmetro do coleto.....	28
5.1.5. Pares de folhas.....	31
5.1.6. Umidade do substrato.....	31
5.1.7. Padrão de qualidade das mudas.....	35
5.1.8. Potencial hídrico foliar.....	36
5.1.9. Consumo de água.....	38
5.2. EXPERIMENTO 2.....	39
5.2.1. Enraizamento.....	39
5.2.2. Sobrevivência.....	40
5.2.3. Crescimento em altura das mudas.....	41
5.2.4. Diâmetro do coleto.....	43
5.2.5. Pares de folhas.....	45
5.2.6. Umidade do substrato.....	46
5.2.7. Padrão de qualidade das mudas.....	47



5.2.8. Potencial hídrico foliar.....	48
5.2.9. Consumo de água.....	49
6. CONCLUSÕES.....	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
APÊNDICE.....	57

## RESUMO

RAMOS, Klédison Alan. **Disponibilidade hídrica e hidrorretentores na produção de mudas clonais de eucalipto**. 2012. 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 objetivou avaliar a utilização de dois produtos hidrorretentores, misturados aos substratos em concentrações de 0,33, 0,66 e 1,00 Kg.m<sup>-3</sup>, submetidos a três lâminas de irrigação: lâmina operacional, lâmina com redução de 30 % e lâmina com redução de 50 %, na produção de mudas de eucalipto clonal (híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*) em viveiro, em dois experimentos distintos, buscando contribuir para maior retenção da água no substrato, diminuindo a irrigação e mantendo a qualidade de mudas produzidas. O estudo foi desenvolvido nas unidades da empresa Fibria Celulose em Aracruz, ES e Jacareí, SP. As variáveis foram avaliadas visando avaliar o padrão de qualidade operacional das mudas, dentre elas destacam-se a sobrevivência, enraizamento, altura da muda, diâmetro do coleto, potencial hídrico, padrão de qualidade da muda e umidade do substrato. Neste estudo, conclui-se que a lâmina de irrigação com 30% de redução pode ser utilizada sem comprometimento da qualidade da muda e das demais variáveis avaliadas. O delineamento experimental utilizado foi um esquema fatorial 7 x 3, num delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições.

**Palavras-chave:** Qualidade de mudas. Hidrogel. Lâmina de Irrigação.

## ABSTRACT

RAMOS, Klédison Alan. **Water availability and water retentor polymer in the production of clonal eucalyptus seedlings.** 2012. Dissertation (Master's degree on Forest Sciences). Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Adviser: Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva. Co-advisers: Dr. Ricardo Miguel Penchel Filho and Prof. Dr. Edvaldo Fialho dos Reis.

This study aimed to evaluate the use of two types of water retentor polymer, mixed with substrates in concentrations of 0,33, 0,66 and 1,00 Kg.m<sup>-3</sup>, submitted to three irrigation level: operational blade, blade 30% of reduction and blade 50% reduction in production of clonal eucalyptus seedlings (hybrid of *E. grandis* x *E. urophylla*) in nurseries, in two separate experiments to contribute to greater water retention, decreasing irrigation and maintaining quality of produced seedlings. The study was done in units of Fibria Celulose in Aracruz, ES and Jacarei, SP. The variables were evaluated to assess the quality standard operating seedlings, among witch stand out the survival, rooting, seedling height, stem diameter, leaf water potential, quality standard changes and substrate moisture. This study was concluded that irrigation with 30% reduction can be used without compromising the quality of seedlings and other variables. The experiment was a 7 x 3 factorial arrangement in a completely randomized design with 5 replications.

**Keywords:** Quality of seedlings. Hidrogel. Blade irrigation.

## 1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Eucalyptus* são uma excelente opção para a implantação de florestas de alta produtividade no Brasil (PANDOLFI, 2009). Mas, para isso, é necessário produzir mudas de qualidade superior ao menor custo possível. Dentre os fatores que podem onerar os custos de produção, destaca-se o consumo de água de irrigação.

O consumo de água de irrigação nos viveiros florestais de eucalipto é elevado. Um viveiro de porte médio, que produz 100.000 mudas por ano, necessita de aproximadamente 10.000 litros de água por dia (FREITAG, 2007). Vários viveiros possuem problemas com a captação e qualidade de água dos mananciais e poços artesianos, que também dependem de licenciamento ambiental.

Neste contexto, destaca-se a preocupação com o consumo de água no processo de produção de mudas, tendo em vista a escassez de água em todos os processos produtivos. A produção agrícola é a principal forma de consumo de água, atingindo valores da ordem de 60%, tendo a irrigação como o principal uso (TATAGIBA et al., 2008).

Assim, qualquer redução do consumo de água para a irrigação é interessante e pode causar grande impacto no consumo e captação de água com qualidade para irrigação e nebulização das estufas e praças dos viveiros. Com a redução na demanda por água, poços e lagoas podem suprir a demanda com menor volume e, também, ser utilizados para emergências.

Com vistas a reduzir o impacto do consumo de água, diversas tecnologias têm despontado no sentido de melhorar a retenção de água, seja nos equipamentos de irrigação propriamente ditos ou nos insumos utilizados nos plantios. Dentre os insumos, destaca-se o uso dos hidrorretentores. Esses hidrorretentores, também chamados de hidrogéis ou polímeros hidrorretentores são produtos naturais (derivados do amido) ou sintéticos (provenientes do petróleo), valorizados por sua capacidade de absorver e armazenar água (MORAES, 2001). Apresentam alta capacidade de retenção de água, sendo que alguns deles podem alcançar 400 vezes, ou mais, do seu peso (VALE et al., 2006).

O uso de hidrorretentores no solo é uma alternativa para aumentar a capacidade de retenção de água dos substratos utilizados na produção de mudas de eucalipto, diminuindo as perdas de nutrientes por percolação e lixiviação e melhorando o desenvolvimento das plantas, proporcionando uma liberação mais lenta e constante desses nutrientes disponíveis na solução do solo (HAFLE et al., 2008).

A maior parte da água, nos viveiros de produção de mudas de eucalipto, é consumida nas fases de crescimento e rustificação. Contudo, em outras fases de produção, como o enraizamento e a aclimatação, também é substancial (VERVLOET FILHO, 2011), o que acarreta em aumento do custo de produção.

Vervloet Filho (2011) ainda diz que as pesquisas têm mostrado resultados conflitantes com o uso de polímeros. O mesmo autor comenta que é o hidrorretentor que promove a retenção de água, porém a utilização do mesmo pode ou não conferir melhor crescimento e menor mortalidade na muda. Isso porque as condições ambientais diferentes e manejo de irrigação podem proporcionar limitação na disponibilidade de água, pois atuam diretamente no desenvolvimento das mudas.

O Brasil possui viveiros de produção de mudas distribuídos por todo o seu território. Devido a essa extensa distribuição geográfica e considerando que a maioria dos viveiros não é protegida da chuva, com as diferenças climáticas e de manejo de irrigação, tornam-se importantes os estudos em diferentes locais para melhor recomendação de novas técnicas, sendo que as condições de maior influência são a temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, incidência solar, além de outras que são distintas de acordo com a localização do viveiro.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito de diferentes concentrações de dois hidrorretentores e diferentes lâminas de irrigação na produção de mudas clonais de Eucalipto.

### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar o uso de hidrorretentor, no processo de produção de mudas clonais de eucalipto;
- Reduzir o consumo de água de irrigação e, em consequência, o impacto ambiental;
- Avaliar o percentual de enraizamento de estacas, crescimento e padrão de qualidade de mudas;
- Elaborar uma recomendação técnica para o uso operacional em viveiro.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. EUCALIPTO NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO DE MUDAS

A crescente expansão do consumo de madeira e de seus derivados leva o homem à busca de novas tecnologias como alternativas para o estabelecimento de florestas cada vez mais produtivas. No Brasil, em termos de reflorestamento de alta produtividade, destaca-se o eucalipto. Isto ocorre em razão do seu rápido crescimento, boa adaptação ecológica e a possibilidade de múltiplos usos da madeira, além dos subprodutos que oferece (CARVALHO, 2000).

Para se ter uma floresta de boa qualidade e com alta produtividade torna-se necessário, além de outros fatores, ter mudas de ótima qualidade. Dentro do contexto de qualidade de mudas estão envolvidos vários fatores, tais como podem ser apontados, a seleção das matrizes, técnicas de propagação e o desenvolvimento de tecnologias adequadas aplicadas ao processo de produção (SIMÕES, 1987).

Essas tecnologias surgiram na tentativa de se obter mudas com elevado padrão de qualidade que, segundo Paiva e Gomes (1995), são mudas que apresentam diversos fatores, entre eles a capacidade de resistir às condições adversas, ter a capacidade de se desenvolver e produzir árvores com crescimento satisfatório. Outro fator importante é deapresentarem uniformidade das variáveis morfológicas, possibilitando ganhos significativos em produtividade, mas com o menor impacto possível ao ambiente.

No caso específico da produção de mudas, a irrigação é um dos fatores de maior importância no viveiro, visto que o excesso de água pode aumentar significativamente os problemas com doenças e a escassez, além de levar as mudas à morte, pode provocar sérios danos em diversas fases da produção de mudas (WENDLING e FERRARI, 2008).

Em viveiros de mudas de espécies florestais, a microaspersão é o método mais utilizado. Contudo, é um sistema que gera grandes desperdícios, em razão de fatores como o vento, má distribuição dos microaspersores e possíveis espaços vazios (AUGUSTO et al., 2008).

Uma das alternativas para reduzir o consumo de água de irrigação em viveiros de mudas florestais é a utilização de polímeros hidrorretentores adicionados ao substrato para a produção dessas mudas, uma vez que é desejável, dentre outros fatores, de um substrato com alta retenção de água (MARQUES e BASTOS, 2010).

### 3.2. UTILIZAÇÃO DE HIDRORRETENTORES

A utilização de hidrogéis, também denominados de polímeros hidrorretentores ou simplesmente hidrorretentores, têm sido cada vez mais estudada, no sentido de obtenção de maior retenção de água no seu uso, sendo que é mais estudada no plantio das mudas em campo e ainda pouco estudada na produção de mudas em viveiros.

Os hidrogéis são substâncias orgânicas capazes de absorver e armazenar muita água em relação ao seu peso. Podem ser naturais (derivados do amido) ou sintéticos (derivados do petróleo). Esse material, seco, apresenta-se na forma de pequenos grânulos. Quando estes entram em contato com a água eles a absorvem, rompendo as ligações entre as moléculas do polímero, que se expande, transformando-se em um aglomerado gelatinoso transparente e altamente hidratado (VALE et al., 2006).

A Figura 1 ilustra o aspecto do hidrorretentor hidratado.



Figura1. Hidrorretentor hidratado, pronto para ser misturado ao substrato



Como a maioria das tecnologias, o mau uso de polímeros pode afetar negativamente o desenvolvimento das plantas, como, por exemplo, a retenção de volumes excessivos de água no sistema, diminuindo a aeração do substrato. Por isso, o seu uso depende muito de pesquisas que determinem a dose a serem utilizadas, as fases do cultivo em que existe resposta, a forma de se aplicá-los e as modificações no manejo para que se maximize o retorno econômico da atividade.

Os polímeros hidrorretentores podem ser utilizados com diferentes objetivos: (1) para aumentar a disponibilidade de água no solo/substrato, podendo aumentar o intervalo entre irrigações e diminuir o consumo de água, (2) para aumentar a disponibilidade de nutrientes, já que, ao invés desses se lixiviarem (no caso de N e K) ou serem fixados (P), parte dos nutrientes aplicados ficam retidos juntamente com a água no gel, sendo posteriormente liberados para a planta, (3) para aumentar a vida útil de plantas comercializadas em lojas, e (4) para melhorar a sobrevivência de mudas de raiz nua por meio de imersão ou aspersão de solução do polímero nas raízes (FOELKEL e FOELKEL, 2008).

O uso de retentores de água na cultura do eucalipto no Brasil tem permitido que se alcancem três objetivos muito importantes: 1) favorecimento do plantio florestal ao longo de todo o ano, mesmo durante a estação de secas, pela irrigação mais eficaz das mudas; 2) redução das quantidades de água aplicadas na irrigação, algo difícil e caro de se levar ao campo e se aplicar em largas extensões; 3) redução das perdas de mudas e aumento da sobrevivência do plantio. Mas a sua utilização no processo de produção visando reduzir o consumo de água de irrigação ainda se encontra em fase de estudos iniciais (FOELKEL e FOELKEL, 2008).

A utilização de hidrogéis poderá contribuir para maior retenção da água nessa situação, o que poderá favorecer o aumento da produção de mudas tanto em quantidade quanto em qualidade ao mesmo tempo em que se reduz o consumo de água, ao longo do processo de produção.

A falta de água durante o desenvolvimento de diversas culturas leva ao estresse hídrico, além de diminuir a absorção de nutrientes. Porém, o excesso de água pode favorecer a lixiviação dos nutrientes e também proporcionar um microclima favorável ao desenvolvimento de doenças (LOPES, 2005).

Buzetto, Bizon e Seixas (2002) estudaram a eficiência do polímero hidrorretentor no fornecimento de água para mudas de eucalipto e constataram que o hidrorretentor reteve a água de irrigação por maior período de tempo, disponibilizando-o gradativamente para as plantas, resultando na diminuição da mortalidade das mudas cultivadas com o produto, sem, contudo acelerar o crescimento em altura das mesmas.

Dessa forma, o uso da irrigação em um viveiro de produção de mudas de eucalipto poderá ser reduzido com a inserção desses materiais polímeros no substrato e isto significará redução no custo operacional nas diversas fases a que o experimento será submetido.

Nos viveiros é utilizado o sistema de aspersão para a irrigação na lâmina operacional. Pressupondo que o hidrorretentor tenha a ação de retenção de água, não seria necessário o volume total de água, pois o mesmo evitaria a perda excessiva de água pelo tubete.

Ainda existem muitos estudos sobre a influência de hidrorretentor no processo de produção de mudas. Desta forma faz-se necessário o estudo das diversas variáveis de qualidade da muda para avaliar se esta influência existe e quais as implicações dentro do processo produtivo de mudas florestais em viveiro.

Um dos autores que já abordou este assunto foi Vervloet Filho (2011), porém o mesmo dá margem para novos questionamentos, tendo em vista que os resultados apontam tendências de melhorias nos processos estudados.

Assim sendo, o estudo das lâminas de irrigação aliadas às doses daria subsídio para uma recomendação técnica adequada.

### 3.3. QUALIDADE DA MUDA

De acordo com Carneiro (1983), mudas de boa qualidade são aquelas que têm elevado percentual de sobrevivência pós-plantio e rápido crescimento, reduzindo a frequência dos tratamentos culturais de manutenção do povoamento recém-implantado.

A qualidade da muda também garantirá o sucesso do plantio florestal assim como um menor índice de mortalidade e, conseqüentemente, um menor índice de replantio (SILVA, ANTONIOLLI e ANDREAZZA, 2002).

Carneiro (1983) afirma que a classificação de mudas pelo seu padrão de qualidade causa, após o seu plantio, aumento da porcentagem de sobrevivência e diminuição da frequência dos tratamentos culturais de manutenção dos povoamentos, tendo em vista que a uniformidade das mudas, ausência de patógenos, números de folhas, entre outros, são contados como padrão da qualidade. O mesmo autor aponta como uma muda de boa qualidade aquela que tem elevado índice de sobrevivência pós-plantio e rápido crescimento.

A qualidade da muda pode ser determinada pelo conjunto de parâmetros desejáveis a uma muda quando se espera uma floresta de alta produtividade. Tais variáveis quando avaliadas separadamente pode dar uma visão segmentada quanto à qualidade, porém quando avaliadas conjuntamente, dá uma proporção mais confiável à avaliação, ou seja, fornece informações para uma maior garantia de sobrevivência e estabelecimento em campo, a fim de atingir, quando adultas, características comerciais desejadas (GOMES et al., 2002)

As variáveis mais utilizadas para avaliação da qualidade da muda no viveiro são, geralmente, a altura da muda e o diâmetro do coleto (LOPES, 2005).

Figueiredo et al. (2011) cita que mudas com maiores alturas apresentam maior crescimento inicial e que mudas altas e grossas obtiveram maior produção inicial de biomassa de folhas, lenho, casca e galhos. Dessa forma, a altura da muda é uma variável que indica uma muda que pode ter qualidade superior.

A relação da altura e diâmetro do coleto da muda com o déficit hídrico foi estudado por Pandolfi, et al. (2008) que concluíram que o diâmetro do coleto e a altura das plantas apresentaram redução significativa de crescimento com a diminuição da umidade no substrato, quando comparado com o manejo sem déficit. Dessa forma, quando se submete o experimento a diversas lâminas de irrigação, essa variável dendrométrica torna-se de essencial importância na avaliação final.

O diâmetro do colo é uma variável facilmente mensurável, sendo importante sua avaliação para apuração da qualidade das mudas (GOMES e PAIVA, 2004).

As mudas com maiores diâmetros e alturas apresentam maior crescimento inicial, apontando o diâmetro do coleto como uma característica importante na avaliação de uma muda de boa qualidade e tem relação com o déficit hídrico. De acordo com Jaleelet al. (2009) a área foliar é a primeira característica morfológica a ser afetada com o estresse hídrico, e em decorrência, acarreta prejuízos à altura e o diâmetro do coleto.

A sobrevivência das mudas, portanto, é evidência de mudas de boa qualidade, além de que quanto maior o percentual de sobrevivência das mudas menor o custo de produção.

#### 3.4. POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR

De acordo com Hsiao (1973), Bergonciet al. (2000) e Taiz e Zeiger (2004), o potencial hídrico foliar indica o grau de hidratação de uma planta e pode representar o estresse hídrico à que a mesma está submetida. Também pode indicar o seu estado energético, cujos gradientes explicam os fluxos hídricos no sistema solo-planta-atmosfera, de modo que as variações nesse índice podem afetar a assimilação de carbono da planta. Assim sendo, quanto menor a quantidade de água no substrato, mais negativo deve ser o potencial hídrico desenvolvido pelos vegetais e assim, favorece a absorção de água pela planta (TROVÃO et al., 2004).

Gonçalves et al. (2005) afirmam que as pesquisas sobre déficit hídrico, realizadas com diferentes espécies vegetais são importantes para se entender os mecanismos de tolerância e seus resultados podem aperfeiçoar as técnicas silviculturais.

Em geral, todos os processos vitais são afetados pelo decréscimo do potencial hídrico, comprometendo o crescimento da planta, uma vez que a primeira resposta ao déficit hídrico é a diminuição do turgor e, conseqüentemente, redução do crescimento (LARCHER, 2000; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Plantas com déficit hídrico tendem a produzir menos biomassa (SANTANA, 2012) e, desse modo, tem um menor crescimento, afetando diretamente as variáveis de qualidade.

É importante que se estude o potencial hídrico na folha, uma vez que a alteração neste potencial pode gerar estresse e qualquer tipo de estresse é refletido no índice de sobrevivência das plantas, no crescimento, na produtividade e nos processos assimilatórios primários, como a absorção de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) (VERVLOET FILHO, 2011).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido em parceria com o Centro de Tecnologia da Fibria Celulose S.A. Foram conduzidos experimentos nos viveiros de produção de mudas das unidades localizadas em Aracruz, ES e Jacareí, SP.

#### 4.1.1. Considerações sobre o Viveiro de Aracruz,ES

O município de Aracruz localiza-se a 83 km de Vitória, dista dos quatro maiores centros econômicos do País da maneira que se segue: São Paulo (1.000 km), Rio de Janeiro (600 km), Belo Horizonte (500 km) e Salvador (1.119 Km). O clima é caracterizado como Tropical Litorâneo com inverno seco, pouco acentuado. Os dados climatológicos da área no período em que o experimento foi realizado, obtidos em estação climatológica da Fibria Celulose S.A. estão ilustrados na Figura 2.

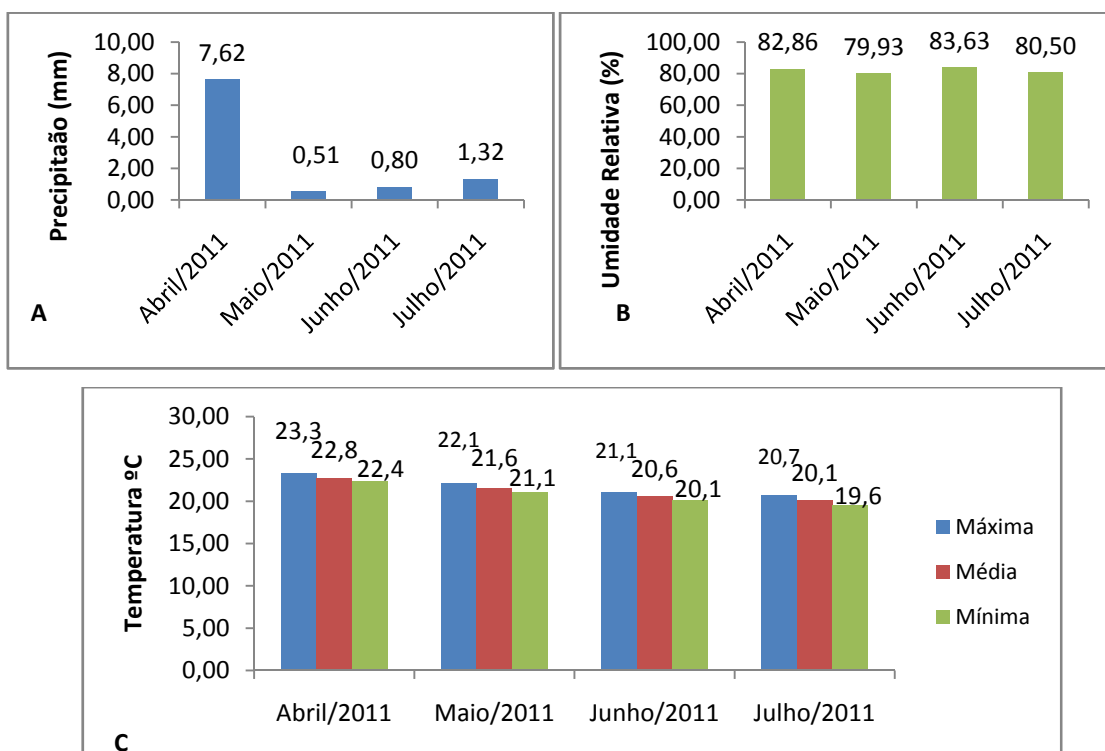


Figura 2. (A) Precipitação média mensal; (B) Umidade relativa do ar; e (C) Temperaturas do ar máxima, média e mínima no período de execução do experimento em Aracruz, ES (Abril a Julho de 2011)

#### 4.1.2. Considerações sobre o Viveiro de Jacareí, SP

O município de Jacareí localiza-se no início da Bacia do Rio Paraíba do Sul, entre os dois principais centros urbanos do país, a 80 km de São Paulo e a 350 km do Rio de Janeiro. O clima é mesotérmico, com verão quente e inverno seco, caracterizado pelo clima tropical de altitude. Os dados climatológicos da área no período em que o experimento foi montado, obtidos em estação climatológica da Fibria Celulose S.A. seguem na Figura 3.

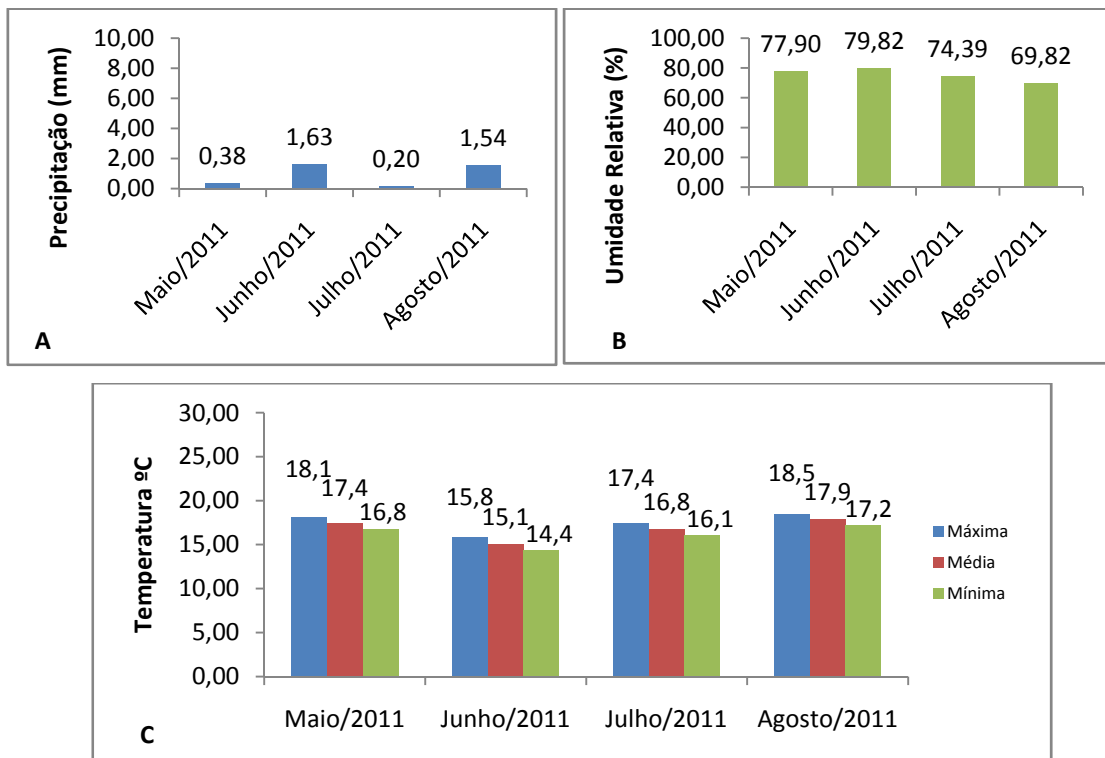


Figura 3. (A) Precipitação média mensal; (B) Umidade relativa do ar; e (C) Temperaturas do ar máxima, média e mínima no período de execução do experimento em Jacareí, SP (Maio a Agosto de 2011)

#### 4.2. CLONES E PREPARAÇÃO

No experimento foram utilizados dois clones híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (ARA6061 e VT05), cultivados nos jardins miniclonaes protegidos e sob manejo intensivo.

As mini-estacas apicais dos clones ARA6061 e VT05 foram selecionadas e padronizadas com cerca de 10-11 cm comprimento, 2-3 mm

diâmetro, 3-4 pares de folhas, para uma garantia da maior uniformidade possível.

Os substratos foram acondicionados em tubetes plásticos com formato cilíndrico e cônico, com 4 estrias, com capacidade de 53 cm<sup>3</sup>, 120 mm de altura e diâmetro interno de 26 mm .

#### 4.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi montado num esquema fatorial 7 x 3, sendo combinações (doses x produtos) em 7 níveis e manejo de irrigação em 3 níveis, num delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições.

Para este trabalho foram realizados 2 experimentos. O Experimento 1 foi realizado no município de Aracruz, ES, em substrato com base de Fibra de coco e clone ARA 6061 e o Experimento 2, por sua vez, foi realizado no município de Jacareí, SP, em substrato com base de Turfa de *Sphagnum* e clone VT05.

Para o experimento realizado em Aracruz, ES, foi utilizado um total de 36.960 plantas provenientes do clone ARA6061, híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla* e para o experimento realizado em Jacareí, SP, foi utilizado um total de 47.040 plantas provenientes do clone VT05, híbrido de *E. grandis* x *E. urophylla*.

Aos experimentos, a que se denominou a junção da localidade, clone e substrato, não entraram como fator, uma vez que não foram comparados, mas, por sua vez, foram analisados separadamente, em referência aos 2 fatores propostos. Sendo assim, o esquema fatorial que foi utilizado e já citado, foi o esquema 7 x 3.

Para as análises estatísticas dos dados obtidos foi utilizado o software SAEG 10 Windows. Uma vez significativa a análise de variância, foi aplicado o Teste de Scott-Knott (1974), ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando cada localidade, clone e substrato já detalhados anteriormente, foram montados dois experimentos em condições distintas, de acordo com o uso operacional. Segue o detalhamento dos tratamentos para cada experimento específico.



Quadro 1. Detalhamento dos tratamentos

<b>Combinações (Dose x produto)</b>	<b>Irrigação (% Redução)</b>		
D <sub>0</sub>	LR <sub>0</sub>	LR <sub>30</sub>	LR <sub>50</sub>
D <sub>1</sub> P <sub>1</sub>	LR <sub>0</sub>	LR <sub>30</sub>	LR <sub>50</sub>
D <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	LR <sub>0</sub>	LR <sub>30</sub>	LR <sub>50</sub>
D <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	LR <sub>0</sub>	LR <sub>30</sub>	LR <sub>50</sub>
D <sub>1</sub> P <sub>2</sub>	LR <sub>0</sub>	LR <sub>30</sub>	LR <sub>50</sub>
D <sub>2</sub> P <sub>2</sub>	LR <sub>0</sub>	LR <sub>30</sub>	LR <sub>50</sub>
D <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	LR <sub>0</sub>	LR <sub>30</sub>	LR <sub>50</sub>
Onde: LR <sub>0</sub> – Lâmina de irrigação sem redução; LR <sub>30</sub> – Lâmina de irrigação com 30% de redução; LR <sub>50</sub> – Lâmina de irrigação com 50% de redução. D – Dose (1, 2 e 3) P – Produto Hidrorretentor (1 e 2)			

Nos experimentos foram utilizadas 3 doses de cada tipo de hidrorretentor, sendo definidos com base nas recomendações do respectivo fabricante, além da dose 0,00 kg.m<sup>-3</sup> que foi a ausência de produto.

As combinações de dose e produto foram definidas conforme detalhadas no Quadro 2.

Quadro 2. Detalhamento dos produtos hidrorretentores utilizados no experimento, dose e denominação das combinações

<b>Produto</b>	<b>Doses (kg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>Combinações de doses e produtos hidrorretentores</b>
Ausência de Produto	0,00	D <sub>0</sub>
Co-polímero de Acrilato de Potássio e Acrilamida, composto por grânulos médios (<1,00 mm).	0,33	D <sub>1</sub> P <sub>1</sub>
	0,66	D <sub>2</sub> P <sub>1</sub>
	1,00	D <sub>3</sub> P <sub>1</sub>
Polímero absorvente isento de monômeros livres de Acrilamida, composto por grânulos sólidos, finos e brancos.	0,33	D <sub>1</sub> P <sub>2</sub>
	0,66	D <sub>2</sub> P <sub>2</sub>
	1,00	D <sub>3</sub> P <sub>2</sub>

A hidratação do polímero hidrorretentor, para as concentrações acima descritas, foi realizada colocando-se o gel em sua forma primitiva (em pó ou grânulos) em água, na seguinte proporção: (1) 1.000 g de hidrogel em 100

litros de água; (2) 660 g de hidrogel em 66 litros de água; (3) 330 g de hidrogel em 33 litros de água; e (4) para a ausência do produto foi utilizada apenas água.

Após esse procedimento, foi realizada uma mistura e/ou agitação, necessitando de aproximadamente 30 minutos para a total hidratação do produto.

Em seguida, foi realizada a mistura do gel hidratado ao substrato propriamente dito, durante sua preparação, adicionando-o ao misturador pela parte de cima do mesmo na seguinte sequência: (1) Substrato; (2) Adubo; e (3) Gel hidratado.

Após a homogeneização foi adicionado água quando a mistura apresentava-se muito seca. Operacionalmente, ao juntar o volume de substrato úmido na mão e apertar, não deveria escorrer água e, dessa forma, o equipamento mecânico do enchimento dos tubetes funcionaria adequadamente.

#### 4.4. MANEJO DE IRRIGAÇÃO

Nos experimentos foram utilizadas as lâminas de 100, 70 e 50%, com aplicação de 100% da lâmina de irrigação operacional, de acordo com o uso operacional do viveiro da Fibria Celulose S/A em Aracruz, ES e Jacareí, SP (Quadro 3).

Quadro 3. Recomendação técnica de irrigação para os viveiros da Fibria Celulose S/A, Aracruz, ES e Jacareí, SP, nas quatro fases do processo de produção de mudas

<i>Fase do Processo</i>	<i>Duração do Processo (dias)</i>	<i>Idade da Muda (dias)</i>	<i>Condição do Tempo</i>	<i>Irrigação Normal * (mm/dia)</i>	<i>Vazão do Aspensor (L/h) Aracruz, ES</i>	<i>Vazão do Aspensor (L/h) Jacareí, SP</i>
Enraizamento	20	0 a 20	Ensolarado	4 a 5	7	7
		0 a 20	Nublado	2 a 3		
Aclimação	20	21 a 40	Ensolarado	5 a 6	120	100
		21 a 40	Nublado	2 a 4		
Crescimento	20	41 a 60	Ensolarado	6 a 7	270	200
		41 a 60	Nublado	4 a 5		
Rustificação	30	61 a 90	Ensolarado	7 a 9	320	200
		61 a 90	Nublado	5 a 6		

(\*) Média mensal

#### 4.5. CARACTERÍSTICAS DO SUBSTRATO

Na mistura do substrato foram utilizadas formulações operacionais específicas de cada viveiro, pois ainda não há uma única formulação de matéria prima recomendada para uso nos viveiros. Os substratos diferem entre si nas propriedades físicas e químicas.

O substrato utilizado operacionalmente no viveiro de Aracruz, ES, possui as seguintes características técnicas: Menor capacidade retenção água (CRA) e maior macroporosidade, possuindo a seguinte composição/constituintes: 30% fibra coco, 35% vermiculita média, 35% casca arroz carbonizada, acrescidos de  $2,0 \text{ kg.m}^{-3}$  de fertilizante de liberação controlada (10-06-09),  $2,0 \text{ kgm}^{-3}$  superfosfato simples. As especificações fibra de coco, fornecidas pelo fabricante são: pH5,8, EC 1,1 mS/cm, Umidade 60%, Densidade  $92 \text{ kg.m}^{-3}$ , CRA 506 ml/L, apontando as características como leveza, elevada porosidade, capacidade de retenção de água e estabilidade física, proporciona condições ideais para o enraizamento e o crescimento de plantas e mudas em geral.

Já o substrato utilizado operacionalmente no viveiro de Jacareí, SP, possui as seguintes características técnicas, também fornecidas pelo fabricante: Maior CRA e menor macroporosidade, possuindo a seguinte composição/constituintes: 38,5% (v/v) turfa de *Sphagnum SP.*, 31,5% vermiculita média (v/v), 30% (v/v) casca arroz carbonizada, acrescidos de  $2.777 \text{ kg.m}^{-3}$  de calcário dolomítico,  $1.111 \text{ kg.m}^{-3}$  Gesso,  $4,0 \text{ kg.m}^{-3}$  superfosfato simples. A turfa de *Sphagnum* tem características fornecidas pelo fabricante: a sua densidade aproxima-se de  $110 \text{ g.L}^{-1}$ , possui uma capacidade de retenção de água 15 - 30 vezes superior ao seu peso seco, e de 75 - 80% da sua porosidade total, e contém um baixo teor de azoto (0,6 - 1,4%) e pH ácido. Tem uma CTC média de 180 meq/100 g.

#### 4.6. DETALHAMENTO DAS FASES DE PRODUÇÃO DAS MUDAS

Cada experimento foi montado nos locais adequados, mediante operação padronizada de cada viveiro, nas respectivas fases, descritas no Quadro 4.

Quadro 4. Detalhamento das fases em que o experimento foi submetido

<b>Fase</b>	<b>Local</b>	<b>Duração</b>	<b>Ambiente</b>
Enraizamento	Casa de Vegetação - CV	20 dias	Cultivo protegido da chuva, teto plástico fixo e sombreamento 50% fixo
Aclimação	Casa Aclimação - CA	20 dias	Cultivo desprotegido, sem cobertura plástica e sombreamento 70% retrátil
Crescimento	Pátio Crescimento - PC	20 dias	Cultivo desprotegido da chuva, pleno Sol e sem sombreamento
Rustificação	Pátio Rustificação - PR	30 dias	Cultivo desprotegido da chuva, pleno Sol e sem sombreamento

#### 4.7. AVALIAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

A lâmina de irrigação operacional foi aplicada e avaliadas as variáveis, enraizamento de estacas, crescimento em altura das mudas, crescimento em diâmetro do coleto, pares de folhas, potencial hídrico foliar, teor de umidade do substrato e classificação do padrão de qualidade das mudas.

##### 4.7.1. Lâmina de irrigação operacional

O volume operacional da lâmina de irrigação foi medido em cada fase do processo produtivo e para cada lâmina de irrigação utilizada, por meio da medição do volume de água irrigada armazenada em pluviômetros (recipientes de 100 ml) em um único dia, com o objetivo de medir a real lâmina de irrigação incidente sobre o experimento, para determinação do volume de água a ser economizado com a redução e adequação das reduções.

Dessa forma, foram distribuídos, de forma ordenada, em cada fase do processo, coletores, da seguinte forma: (1) Enraizamento – 180 coletores; (2) Aclimação – 128 coletores; (3) Crescimento – 128 coletores; e (4) Rustificação – 60 coletores.

As medições foram realizadas utilizando-se coletores (pluviômetros) de 100 ml, medindo 27,32 cm<sup>2</sup> de diâmetro da boca. As medições volumétricas foram feitas no final do dia, num período de 8 horas de irrigação.

Assim, pôde-se determinar a média dos volumes em cada copo, e, juntamente com a informação da área ocupada por eles e calcular a lâmina de irrigação real.

#### **4.7.2. Enraizamento de estacas**

A verificação do percentual (%) de enraizamento das mudas foi realizada por meio da inspeção visual da formação de raízes na base da estaca, ou seja, retirou-se a estaca do tubete e verificou-se se a mesma estava ou não enraizada.

Nesta avaliação foram retiradas, ao acaso, eliminando as bordaduras para que fosse mitigada a influência de ventos e luminosidade, 20 mudas/repetição x 5 repetições = 100 mudas/tratamento x 42 tratamentos = 4.200 plantas totais aos 30 dias do plantio da estaca.

#### **4.7.3. Sobrevivência de plantas**

O percentual (%) de mudas vivas foi realizado por meio da inspeção visual da parte aérea da muda.

Foram retiradas, ao acaso, eliminando-se as bordaduras para que fosse mitigada a influência de ventos e luminosidade, 20 mudas/repetição x 5 repetições = 100 mudas/tratamento x 42 tratamentos = 4.200 plantas totais aos 90 dias do plantio da estaca.

#### **4.7.4. Crescimento em altura das mudas**

Para obtenção do crescimento em altura das mudas foi medido o comprimento (cm) total da parte aérea, com régua graduada em cm, a partir do coleto até o ápice caulinar. Para tanto, foi feita a identificação das plantas para facilitar sua localização nas medições posteriores.

Para esta avaliação foram retiradas, ao acaso, 20 mudas/repetição x 5 repetições = 100 mudas/tratamento x 42 tratamentos = 4.200 plantas totais aos 90 dias do plantio da estaca.

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

O diâmetro (mm) foi medido com um paquímetro eletrônico, do coleto da muda, próximo a borda superior do tubete. Para tanto, foi realizada a identificação das plantas para facilitar sua localização nas medições posteriores.

Para esta avaliação foram retiradas, ao acaso, 20 mudas/repetição x 5 repetições = 100 mudas/tratamento x 42 tratamentos = 4.200 plantas totais aos 90 dias do plantio da estaca. A medição foi feita utilizando-se paquímetro eletrônico.

#### **4.7.6. Pares de folhas**

A contagem foi realizada pelo número de pares de folhas por planta aos 90 dias.

Para tanto, retirou-se, ao acaso, 20 mudas/repetição x 5 repetições = 100 mudas/tratamento x 48 tratamentos = 4.200 plantas totais aos 90 dias do plantio da estaca.

A análise de número de folhas, separadamente das mudas, foi utilizada seguindo a metodologia descrita por Benincasa (1988), porém, optou-se como unidade os “pares” das folhas.

#### **4.7.7. Potencial hídrico foliar das mudas**

O potencial hídrico das mudas foi mensurado pela quantificação da pressão (mbar) da água nos vasos xilemáticos, indicando o status hídrico da planta e a capacidade de disponibilizar água para a translocação de nutrientes, crescimento vegetativo e produção de biomassa.

Para esta avaliação foram retiradas mudas com folhas jovens, expandidas e sadias, sendo 5 folhas/repetição, totalizando 25 folhas/tratamento. As medições foram realizadas entre 8-9 h (antes da primeira irrigação do dia) e entre 12-13 h, aos 90 dias do plantio da estaca.

As medições foram realizadas apenas em dias ensolarados (dias nublados podem interferir na taxa da fotossíntese), dessa forma, padronizando as condições de leitura, diminuindo-se as discrepâncias para esta variável.

O equipamento utilizado foi a câmara de pressão, pelo método descrito por SCHOLANDER et al. (1965).

#### 4.7.8. Teor de umidade do substrato

O teor de umidade do substrato de plantio das estacas foi medido instantaneamente e *in loco*. Utilizou-se um sensor de umidade e temperatura e condutividade elétrica, devidamente calibrado para o substrato utilizado.

As mudas sadias e representativas do tratamento foram retiradas, ao acaso, sendo 5 medições por repetição, totalizando 25 medições/tratamento/horário, 8-9 h (antes da primeira irrigação do dia) e às 12-13 h, aos 90 dias do plantio da estaca.

As medições foram realizadas apenas em dias ensolarados, evitando dias chuvosos e coletou-se os dados antes das irrigações para que a saturação de água não exercesse influência, introduzindo o sensor nos tubetes e realizando a leitura direta no aparelho. Quanto à umidade de referência, foi utilizada, uma tabela desenvolvida por Penchel (2006), para avaliação (Quadro 5).

Quadro 5. Teores de umidade utilizados como referência para as avaliações realizadas pela Fibria Celulose S.A., onde a umidade do substrato é classificada com base na saturação em água

<b>Umidade do substrato</b>	<b>Umidade medida pelo Sensor WET (% v/v)</b>	<b>Condição de umidade do substrato para as plantas</b>
<b>Saturado</b>	<b>&gt; 40</b>	<b>Excesso ELEVADO de água</b>
<b>Semi-saturado</b>	<b>21 a 40</b>	<b>Excesso MODERADO de água</b>
<b>Adequado</b>	<b>16 a 20</b>	<b>Condição IDEAL de água</b>
<b>Semi-seco</b>	<b>10 a 15</b>	<b>Deficiência MODERADA de água</b>
<b>Seco</b>	<b>&lt; 10</b>	<b>Deficiência ELEVADA de água</b>

Fonte: Penchel, 2006.

A Figura 4 ilustra como foi realizado o procedimento de avaliação da umidade do substrato e do potencial hídrico foliar.



Figura 4. Medição direta no substrato com o sensor de temperatura e umidade e aferição do potencial hídrico foliar com a câmara de pressão

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

Para avaliação da qualidade das mudas foi utilizada a recomendação técnica de avaliação do padrão de qualidade de mudas, conforme gabarito operacional utilizado pela Fibria Celulose S/A para avaliação de 300 plantas por tratamento, aos 90 dias do plantio da estaca.

O gabarito operacional utilizado pelos viveiros da Fibria Celulose S/A leva em conta o pressuposto que a qualidade da muda é resultante da interação de numerosas características fisiológicas e morfológicas, que controlam as possibilidades de desenvolvimento posterior das plantas (RUBIRA e BUENO, 1996) e, para tanto, atribui notas de 1 a 5 para as variáveis de qualidade (PENCHEL et al., 2007), a saber: (1) Altura do broto; (2) Ângulo do torrão; (3) Fitossanidade; (4) Comprimento do torrão; (5) Deformação radicular;



(6) Diâmetro do coleto; (7) Idade da muda; (8) Pares de folhas; e (9) relação copa/broto.

No Quadro 6 é apontada a descrição das classes da qualidade da muda obtida com as médias das notas dos parâmetros listados acima.

Quadro 6. Descrição das classes de qualidade da muda para plantio, de Excelente à Péssima, de acordo com a pontuação obtida dentro dos quesitos de qualidade, reconhecidos operacionalmente pela Fibria Celulose S.A. em seus viveiros de produção de mudas

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

Fonte: Penchel, 2007.

A Figura 5 mostra o uso do gabarito operacional pelo avaliador, onde estão apontadas as notas.

As mesmas são colocadas numa planilha para cálculo posterior e obtenção das médias para a classificação.



Figura 5. Atribuição das notas com gabarito operacional utilizado pela Fibria Celulose S.A.

Cada nota tem um peso específico para obtenção da média geral. Essa média geral é verificada na tabela de classificação (Quadro 6) para avaliação do lote operacional.

No caso dos experimentos deste trabalho, foram avaliadas as médias das notas de cada tratamento e analisadas descritivamente.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. EXPERIMENTO 1

#### 5.1.1. Enraizamento

Na análise de variância para a variável enraizamento, aos 30 dias, verificou-se que a interação lâmina x combinação não foi significativa, sendo significativo o fator lâmina de irrigação (Tabela 1, Apêndice).

Os valores médios do percentual de enraizamento aos 30 dias, das mudas do clone ARA6061, em função das lâminas de irrigação, podem ser visualizados na Figura 6.

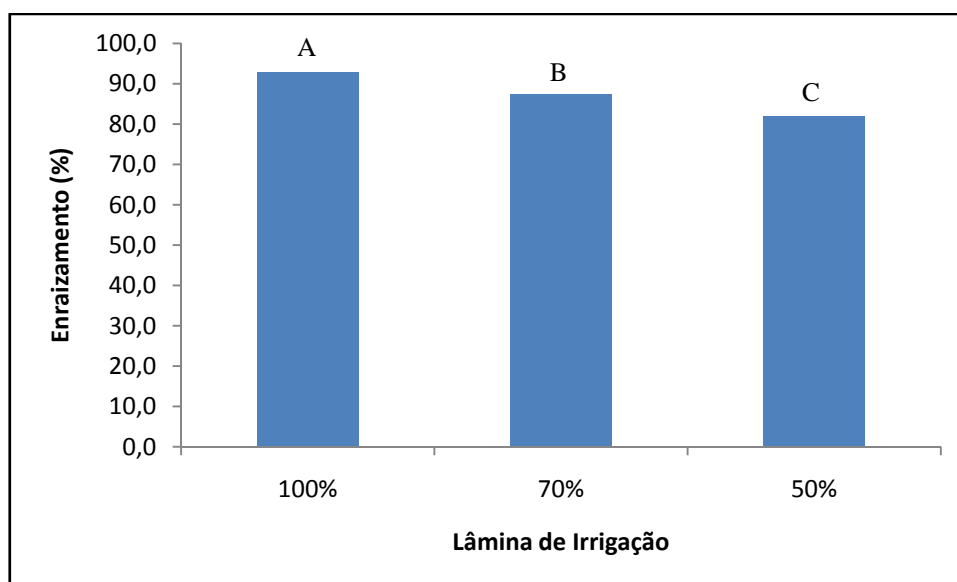


Figura 6. Percentagens médias de enraizamento das estacas de eucalipto do clone ARA6061 em função das lâminas de irrigação, aos 30 dias, em Aracruz, ES

A análise permitiu a verificação que houve diferença significativa apenas entre as lâminas. A lâmina de 100% foi a mais eficaz, ou seja, quanto maior o volume de água aplicado, maior foi o percentual de enraizamento.

Em estudo semelhante, realizado por Vervloet Filho (2011) observou-se que diferentes doses de produto hidrorretentor também não afetaram o percentual de enraizamento das estacas de eucalipto.

### 5.1.2. Sobrevivência

A variável sobrevivência apresentou interação significativa pelo Teste F a 5% de probabilidade, conforme análise de variância (Tabela 2, Apêndice). A diferença entre as médias foi avaliada pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade. Para a testemunha, ou seja, a dose D<sub>0</sub>, não houve diferença significativa entre as lâminas de irrigação. Nas demais combinações, observou-se que, mesmo com a utilização do hidrogel, a porcentagem de sobrevivência decresceu à medida que se diminuiu a lâmina de irrigação (Figura 7A).

A Figura 7A ilustra a sobrevivência das mudas de eucalipto do clone ARA6061 em função das combinações de dose e produtos, enquanto a Figura 7B ilustra o efeito das combinações em função das lâminas de irrigação.

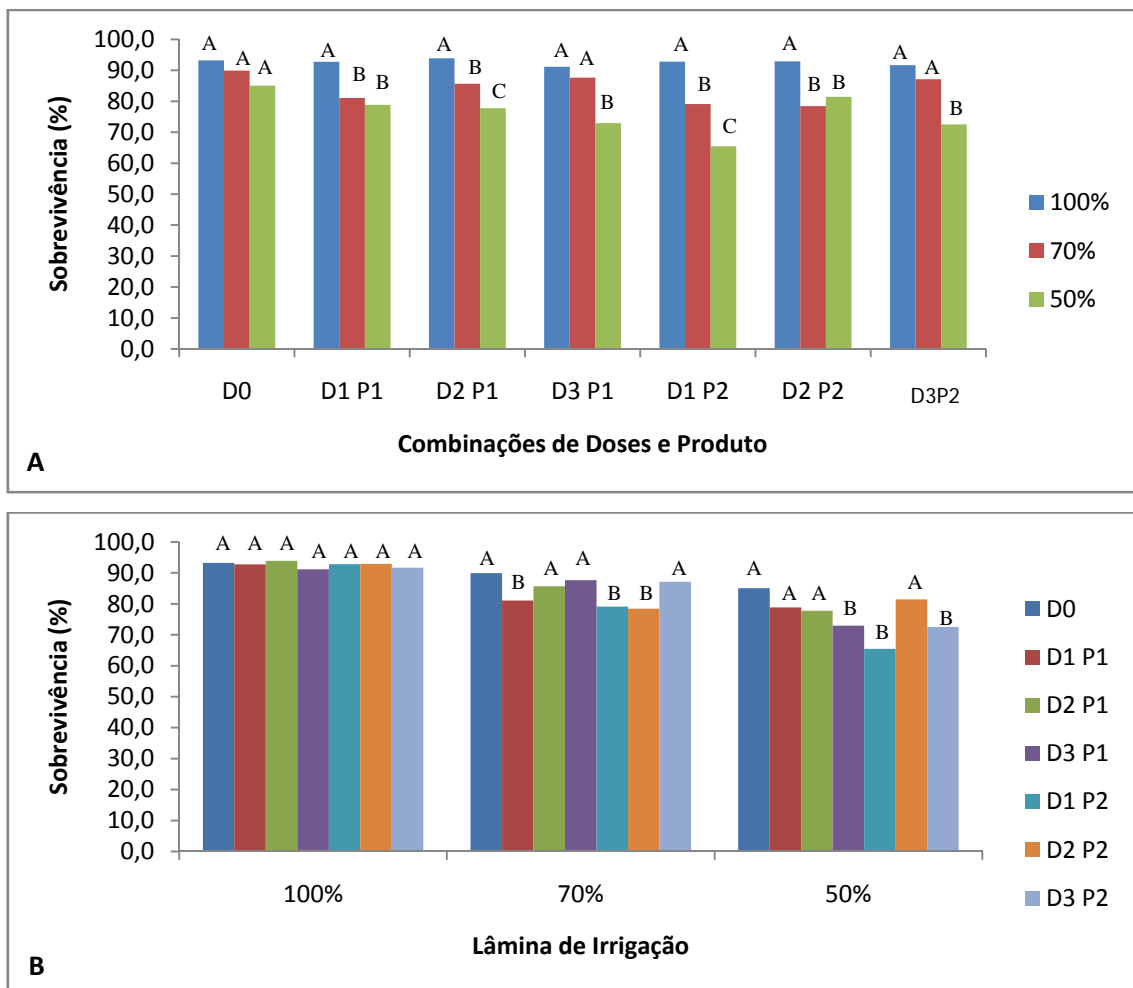


Figura 7. Sobrevivência média das mudas dos clones de eucalipto ARA6061, (A) em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos, (B) em função das combinações para cada lâmina de irrigação, aos 90 dias, em Aracruz, ES

Segundo LOPES et al. (2005), que avaliaram os efeitos da lâmina de irrigação na produção de mudas de eucalipto em substrato com base de fibra de coco, quanto mais reduzida a lâmina de irrigação, menor a sobrevivência das mudas. Estes autores verificaram que, utilizando de 6 a 8 mm por dia, ocorreu redução drástica da sobrevivência e quando se utilizou de 12 a 14 mm por dia, sendo esta a maior lâmina estudada, foi obtida a maior sobrevivência.

Dessa forma podemos afirmar que a disponibilidade de água é imprescindível para a sobrevivência da muda e que as combinações (dose x produto) que não demonstraram diferenças significativas entre elas podem ter sofrido influência do excesso de água no sistema.

Na Figura 7A, para as combinações que foram utilizadas os produtos hidrorretentores, os melhores valores foram obtidos em todas as doses submetidas à lâmina de menor restrição de água, ou seja, de 100% de irrigação e nas doses  $D_0$ ,  $D_3P_1$  e  $D_3P_2$  na lâmina de irrigação de 70%. Esse fato deve ter ocorrido devido à falta de água ser restritiva ao desenvolvimento da muda, pois na irrigação mais intensa e nas maiores dosagens da irrigação intermediária a sobrevivência foi maior.

Um dos objetivos deste trabalho é apontar uma recomendação operacional do hidrorretentor, visto que dosagens inadequadas podem comprometer o desempenho das plantas. Partindo desse pressuposto, os resultados mostram que a dose 3 para os dois produtos não apresentou diferença significativa com a lâmina de 100% sendo que as melhores concentrações foram  $D_3P_1$  e  $D_3P_2$ .

Ao fazer a análise da Figura 7B, utilizando-se a lâmina de irrigação operacional, ou seja, 100%, não houve diferença entre as combinações, apresentando elevado percentual de sobrevivência, sempre acima de 90%.

Para a lâmina de 70%, os percentuais apresentados diferenciaram-se entre si, sendo que as melhores combinações para a referida lâmina foram  $D_0$ ,  $D_2P_1$ ,  $D_3P_1$  e  $D_3P_2$ , indicando que o clone se mostrou sensível à redução da lâmina.

As combinações  $D_0$ ,  $D_1P_1$ ,  $D_2P_1$  e  $D_2P_2$  mostraram valores superiores para a variável sobrevivência das mudas na lâmina de maior restrição, ou seja, de 50%.

### 5.1.3. Crescimento em altura das mudas

A análise de variância realizada (Tabela 2, Apêndice), apontou que houve a interação significativa entre lâmina de irrigação e combinações pelo teste F a 5% de probabilidade. Assim, foi aplicado o teste de Scott-Knot para comparação das médias a 5% de probabilidade.

Na Figura 8A pode-se observar que a redução de 50% da lâmina de irrigação em todas as combinações causou um menor crescimento das mudas.

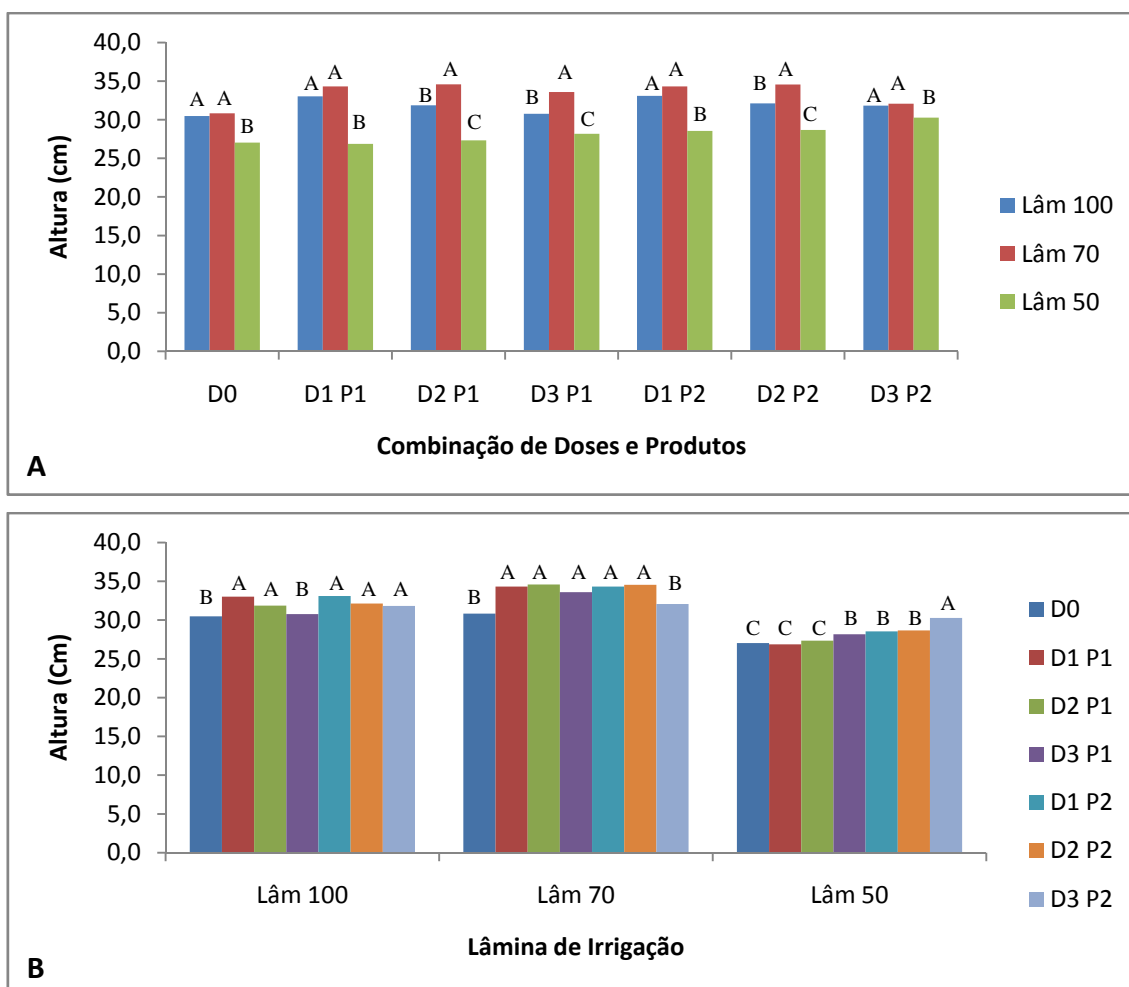


Figura 8. Média das alturas das mudas de eucalipto do clone ARA6061, (A) em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos, (B) em função das combinações para cada lâmina de irrigação, aos 90 dias, em Aracruz, ES

A lâmina de 70% de irrigação apresentou as médias estatisticamente superiores para D<sub>2</sub>P<sub>1</sub>, D<sub>3</sub>P<sub>1</sub> e D<sub>2</sub>P<sub>2</sub>, sendo que na D<sub>0</sub>, D<sub>1</sub>P<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>P<sub>2</sub> e D<sub>3</sub>P<sub>2</sub> não diferiram estatisticamente da lâmina de irrigação de 100%.

Dessa forma, a lâmina de 70% mostrou-se mais adequada para a variável altura da muda, para o clone ARA6061, apresentando uma melhoria do crescimento em altura em relação à testemunha e a lâmina de 50% foi a menos adequada, com redução do crescimento para todas as combinações testadas.

Vervloet Filho (2011), que testou o uso de hidrorretentores em mudas de eucalipto, verificou que a lâmina reduzida de 20% da operacional também apresentou médias estatisticamente superiores em altura da muda, em relação à testemunha.

Na lâmina de 100%, D<sub>0</sub> e D<sub>3</sub>P<sub>1</sub> apresentaram médias estatisticamente inferiores em relação às outras combinações, que não variaram entre si. Nota-se que as médias da lâmina de 100% são inferiores às da lâmina de 70%. O excedente de água na lâmina de 100% pode ter impedido a aeração do substrato e prejudicado o desenvolvimento da muda. Oliveira et al. (2008), afirma que o adequado desenvolvimento da muda depende de propriedades físicas e químicas do substrato e, dentre essas, a aeração, que está relacionada à macroporosidade.

Já para a lâmina de 70%, observou-se que D<sub>0</sub> e D<sub>3</sub>P<sub>2</sub> obtiveram médias estatisticamente inferiores para esta variável. Na lâmina de irrigação de 50% a combinação D<sub>3</sub>P<sub>2</sub> apresentou médias estatisticamente superiores em relação às demais combinações para a mesma lâmina. Neste caso, a maior dose de hidrorretentor possibilitou maior retenção de água, favorecendo o desenvolvimento das mudas na referida lâmina.

O crescimento em altura do controle foi inferior às demais combinações, principalmente nas lâminas de 100 e 70%.

Para Roza (2010), que avaliou as respostas morfológicas de mudas de *Jatropha curcas* L (pinhão-manso), observou que diversas variáveis morfológicas, dentre eles a altura da planta, foram afetados pela redução da disponibilidade hídrica.

#### **5.1.4. Diâmetro do coleto**

A análise da variância para a variável diâmetro do coleto (Tabela 2, Apêndice), quando estudada a interação das lâminas de irrigação com as combinações de doses e produtos foi significativa.

Na Figura 9 pode ser observado o desempenho das mudas de eucalipto do clone ARA6061 quanto ao crescimento em diâmetro do coleto em função das lâminas de irrigação para cada combinação (dose e produtos) e em função das combinações para cada lâmina de irrigação.

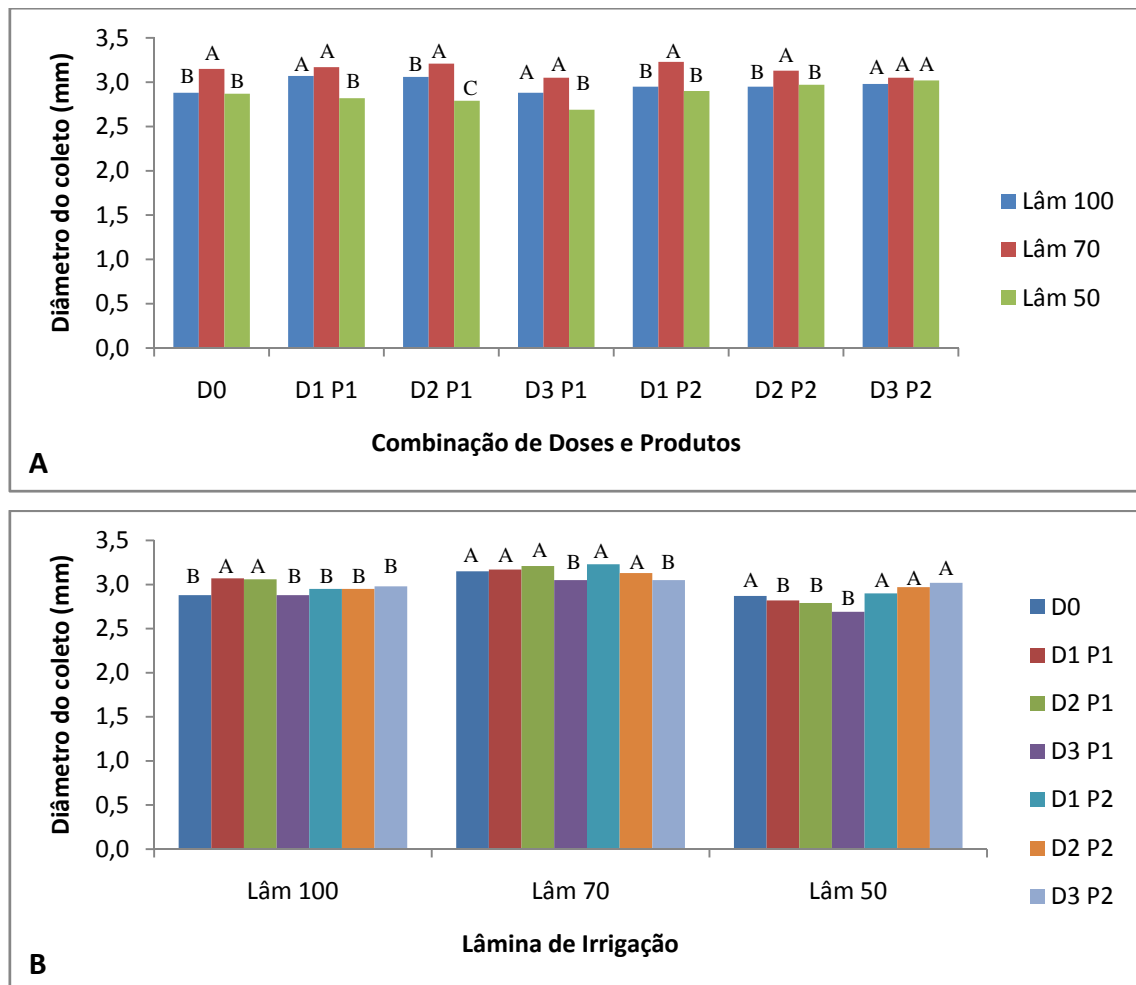


Figura 9. Média do diâmetro do coleto das mudas de eucalipto do clone ARA6061, (A) em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos, (B) em função das combinações para cada lâmina de irrigação, aos 90 dias, em Aracruz, ES

Quando se analisa a Figura 9A, de uma maneira geral, na lâmina de irrigação de 70%, as médias de diâmetro de coleto diferiram estatisticamente das demais, para cada combinação (doses de hidrorretentor e os produtos).

Em estudo realizado por Vervloet Filho (2011), o diâmetro do coleto não apresentou diferença significativa entre as doses de hidrorretentor e as lâminas de irrigação estudadas, porém porque ele avaliou 80 e 100% de irrigação, com doses de 1,0 e 2,0 Kg.m<sup>-3</sup>.



Já na Figura 9B onde os resultados estão em função das combinações para cada lâmina de irrigação, quanto ao diâmetro do coleto, as combinações  $D_1P_1$  e  $D_2P_1$  obtiveram médias estatisticamente superiores. As demais combinações não obtiveram diferença significativa entre eles, para a lâmina de 100 %.

Para a lâmina de 70 % as combinações  $D_3P_1$  e  $D_3P_2$  obtiveram médias estatisticamente inferiores às demais combinações, que não apresentaram diferença significativa entre si.

As combinações  $D_0$ ,  $D_1P_2$ ,  $D_2P_2$  e  $D_3P_2$  mostraram médias estatisticamente superiores com a redução de 50 % na lâmina de irrigação (maior restrição) em relação aos outras combinações, demonstrando que o Produto 2 favoreceu o crescimento em diâmetro para o clone ARA6061, nesta condição de irrigação.

A redução de crescimento em  $D_3P_1$ , que obteve média estatisticamente inferior na lâmina de 70 % e se igualou estatisticamente à  $D_1P_1$  e  $D_2P_1$  na lâmina de irrigação de 50%, provavelmente se deu devido à dose elevada do produto, prejudicando o crescimento e influenciando de forma negativa o crescimento, uma vez que pode ter propiciado um excesso de água no sistema, diminuindo a aeração do substrato.

Roza (2010), estudando as respostas morfológicas de mudas de *Jatropha curcas* L (pinhão-manso), observou que o diâmetro do coleto foi afetado com a redução da disponibilidade hídrica.

José et al. (2005), que avaliou o diâmetro do coleto em mudas de aroeira, correlacionado com outros atributos de qualidade, chegou à conclusão que o diâmetro do coleto foi a característica que mais se correlacionou positivamente com as outras variáveis, principalmente o potencial de crescimento radicular, mostrando-se, portanto, como a melhor característica para avaliação da qualidade das mudas de aroeira. Assim, pode-se inferir que as mudas estudadas não mudas boa qualidade, uma vez que o crescimento em diâmetro do coleto foi afetado de forma drástica.

Dessa forma, a lâmina de 70% (com 30% de redução), portanto, apresentou-se mais adequada para melhores valores na variável diâmetro do coleto.

### 5.1.5. Pares de folhas

A análise de variância para a variável pares de folhas, realizada aos 90 dias, verifica-se na Tabela 2, em apêndice, que a interação lâmina x combinações não foi significativa e que os fatores principais lâmina e irrigação também não apresentaram diferença significativa.

Descritivamente, pode-se observar o gráfico das médias dos pares de folhas, verificando-se que tais valores se mantiveram entre 5,0 e 5,5 pares de folhas por muda, aos 90 dias (Figura 10).

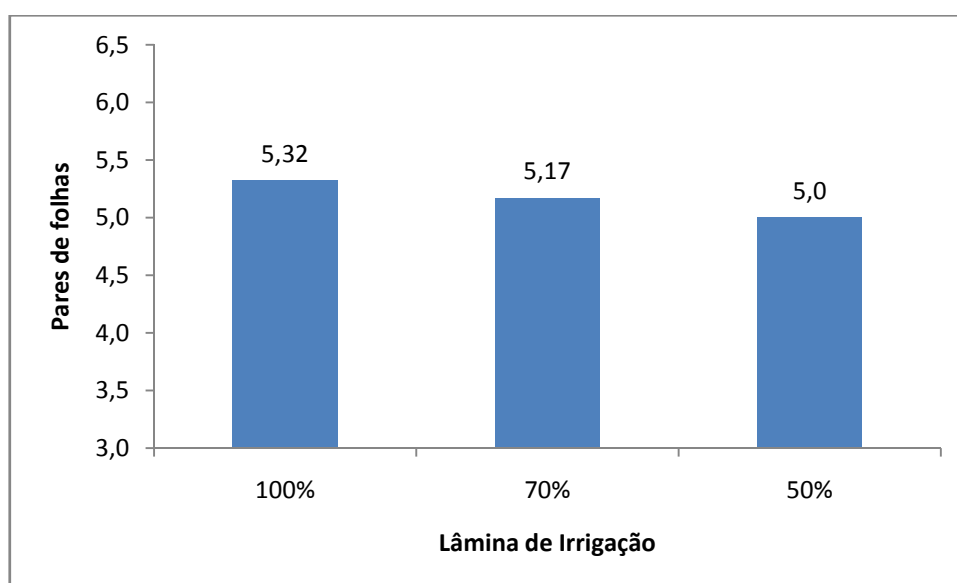


Figura 10. Comparação descritiva das médias de pares de folhas das estacas de eucalipto do clone ARA6061, aos 90 dias, em Aracruz-ES.

O crescimento celular é o responsável pela expansão das folhas, porém, quando esse crescimento celular, por algum motivo, não é favorável, estima-se que a área foliar também diminua, porém esta variável não foi avaliada nos experimentos.

### 5.1.6. Umidade do substrato

Na análise de variância para esta variável verificou-se que a interação entre os fatores foi significativa. A análise de variância encontram-se na Tabela 3, em apêndice

Foi analisada a umidade do substrato de Aracruz-ES, em porcentagem, com os dados obtidos em viveiro em dois horários, matutino e vespertino, considerando as variações de temperatura durante o dia.

Na Figura 11 podem ser observados os resultados do percentual de umidade do substrato realizada no período matutino, em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos e em função das combinações para cada lâmina de irrigação.

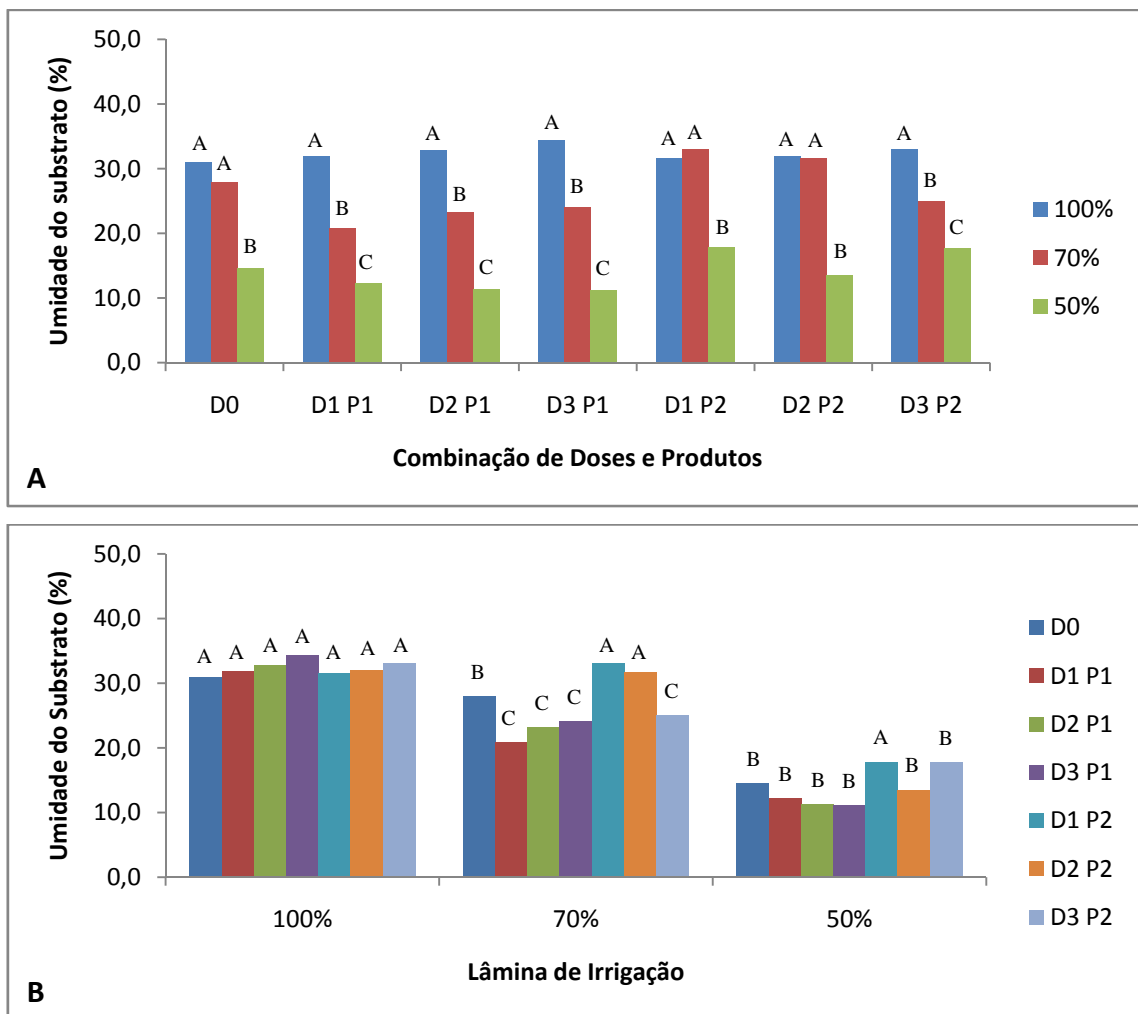


Figura 11. Umidade do substrato em porcentagem (clone ARA6061), na medição matutina, (A) em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos, (B) em função das combinações para cada lâmina de irrigação, aos 90 dias, em Aracruz, ES

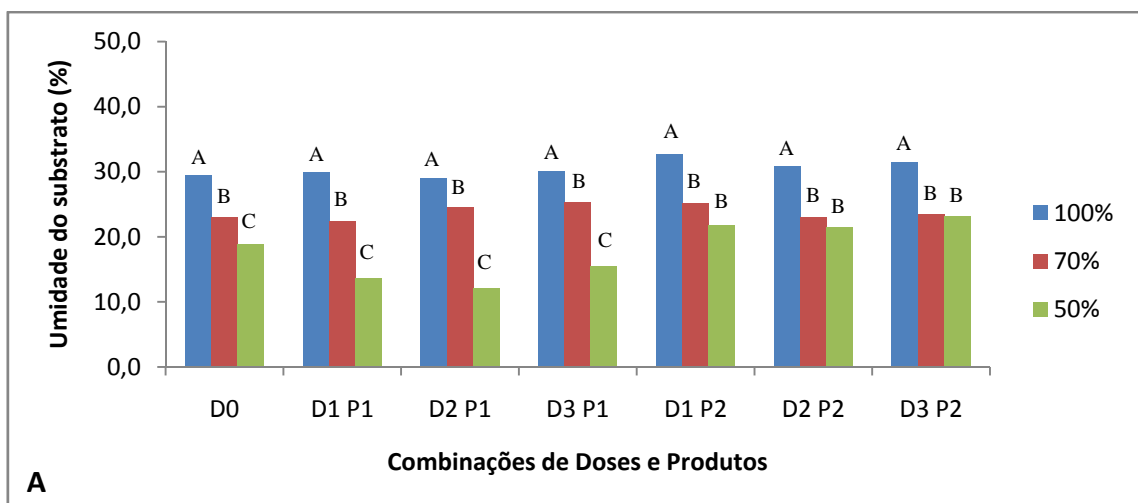
Em referência à Figura 11A, observando-se as médias das umidades do substrato no período matutino, todas ficaram no nível classificado como adequado e semi-saturado, com exceção das combinações D<sub>0</sub>, D<sub>1</sub>P<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>P<sub>1</sub>,

D<sub>3</sub>P<sub>1</sub> e D<sub>2</sub>P<sub>2</sub> na lâmina de irrigação 50%, que apresentaram os valores com classificação Semi-seco.

Quando analisado o gráfico em função das combinações para cada lâmina de irrigação, todas as combinações submetidas à lâmina de irrigação de 50%, ou seja, de maior restrição, apresentaram diferença significativa às demais combinações submetidas às outras duas lâminas de irrigação. Sendo assim, o Produto 1 submetido à maior restrição de água, utilizando doses baixas, foi menos eficiente na manutenção do volume desejável de umidade no substrato.

A variável umidade do substrato apresentou resultados estatisticamente iguais para combinações na lâmina de 100%, indicando condição geral de excesso moderado de água. Utilizando a lâmina de irrigação a 70%, a umidade do substrato, nas combinações D<sub>1</sub>P<sub>2</sub> e D<sub>2</sub>P<sub>2</sub>, apresentou diferença estatística das demais na parte da manhã. Para a redução de 50% da lâmina de irrigação, a umidade do substrato na medição matutina, a combinação D<sub>1</sub>P<sub>2</sub>, diferiu estatisticamente das demais, indicando que uma menor dose do hidrorretentor pode ser suficiente para a eficiência do procedimento.

As medições das umidades de substrato vespertinas, para esta variável, em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos e em função das combinações para cada lâmina de irrigação podem ser observadas na Figura 12.



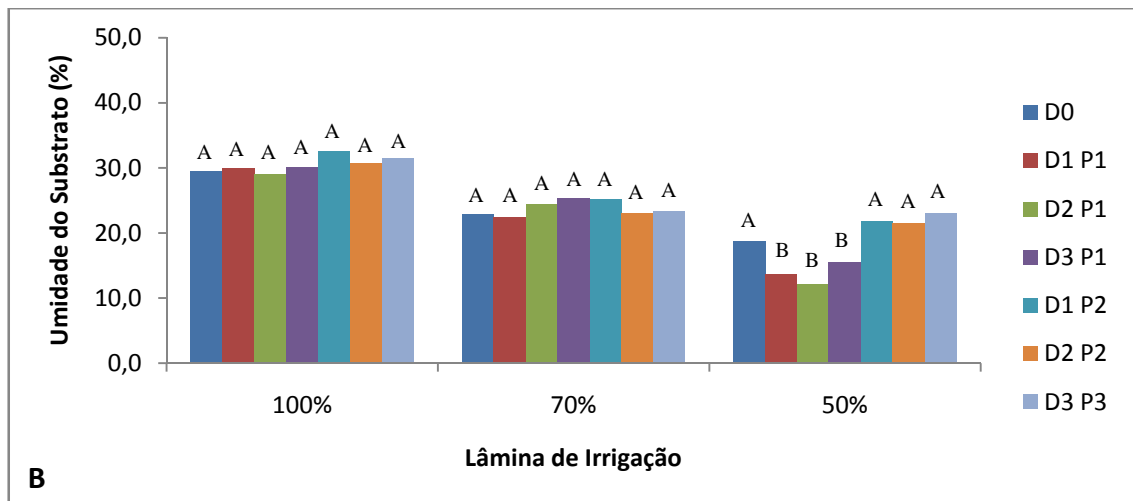


Figura 12. Umidade do substrato em porcentagem (clone ARA6061), na medição vespertina, (A) em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos, (B) em função das combinações para cada lâmina de irrigação, aos 90 dias, em Aracruz, ES

Nas medições das umidades do substrato vespertinas, segundo a Figura 12A, todas as médias ficaram no nível classificado como Adequado e Semi-saturado, com exceção das combinações D<sub>1</sub>P<sub>1</sub> e D<sub>2</sub>P<sub>1</sub>, na lâmina de irrigação 50%, que apresentaram os valores com classificação Semi-seco.

Como na avaliação da medição matutina, o Produto 1, quando submetido à menor lâmina de irrigação, não foi suficiente para manter os volumes adequados de umidade e, quando avalia-se cada combinação, nota-se que os valores na lâmina de irrigação de 50% são estatisticamente inferiores às outras lâminas.

Quando se utiliza o Produto 2, não há diferença entre as lâminas de irrigação de 50 e 70%, indicando que o mesmo consegue manter os níveis de umidade na classificação Semi-saturado (Quadro 5), mesmo na maior redução, ou seja, com poder de retenção mais uniformes para as condições específicas deste experimento.

A lâmina de irrigação operacional de 100%, mostrou maior umidade para todas as combinações, umidade essa que pode ser prejudicial ao desenvolvimento das mudas, devido à condição de Semi-saturação, onde a aeração das raízes pode ficar comprometida.

As combinações nas lâminas de 100 e de 70%, mostraram ser estatisticamente iguais, já na lâmina de 50%, a combinação testemunha D<sub>0</sub>,

bem como as combinações em que o Produto 2 foi utilizado, D<sub>1</sub>P<sub>2</sub>, D<sub>2</sub>P<sub>2</sub> e D<sub>3</sub>P<sub>2</sub> mostraram uma maior retenção de umidade com valores estatisticamente superiores àqueles das combinações em que o Produto 1 foi utilizado, para a mesma lâmina de irrigação.

Essa verificação mostra que na lâmina de maior restrição (50%), o Produto 1 não foi eficiente para manter valores de umidade adequados para as horas mais quente do dia, nesta condição experimental, e, por outro lado, o Produto 2 teve uma retenção adequada, mantendo os valores de umidade superiores.

### 5.1.7. Padrão de qualidade das mudas

O padrão de qualidade das mudas foi avaliado tomando-se como referência as médias das notas das variáveis, na escala de 1 a 5, conforme recomendação técnica da Fibria Celulose S.A.

Seguem, na Tabela 1, as médias das notas individuais de cada parâmetro de qualidade avaliado, de onde foram obtidas as médias das notas gerais.

Tabela 1. Comparação das médias isoladas das notas do padrão de qualidade das mudas de eucalipto dos clones ARA6061, aos 90 dias, em Aracruz-ES, obtidas por meio do gabarito operacional da Fibria S.A.

Lâmina de Irrigação	Média individual das Notas								Média Geral
	Altura da muda	Relação copa/broto	Ângulo do Torrão	Comp. do Torrão	Deformações radiculares	Diâmetro do coleto	Pares folhas	Fitossanidade	Qualidade
100%	2,33	3,11	4,97	3,42	4,59	2,64	3,79	3,86	3,76
70%	2,26	3,33	4,97	3,48	4,65	2,47	3,85	4,32	3,88
50%	1,35	3,07	4,88	3,29	4,53	2,19	3,78	4,52	3,76

Nota: Algumas notas possuem pesos diferentes e, dessa forma, a média geral não é obtida diretamente

Todas as mudas obtiveram notas gerais com qualidade Excelentes e Superiores. Reitera-se que a qualidade geral da muda é obtida pela média de todas as notas referente a cada parâmetro.

O padrão de qualidade de mudas foi afetado pela redução da lâmina de irrigação, com decréscimo na relação Excelentes/Superior, principalmente na nota atribuída à altura da muda, com exceção para a lâmina de 70% que apresentou as médias com qualidade superior às outras lâminas de irrigação.

Quanto à qualidade da muda, as combinações não influenciaram consideravelmente nas avaliações. Porém, considerando as médias das notas de qualidade da muda, houve uma diferença significativa na lâmina de irrigação de 70% que apresentou melhores médias do que as outras lâminas para os parâmetros: Relação copa/broto, comprimento do torrão, deformações radiculares e pares de folhas.

As mudas submetidas à lâmina de 100% de irrigação houve uma pior nota em relação à fitossanidade. O excesso de água propiciou o desenvolvimento de fungos e bactérias nas mudas.

A qualidade, em termos práticos, não foi comprometida, uma vez que, mesmo ocorrendo diferença significativa entre as lâminas de irrigação para a qualidade, elas continuaram dentro do parâmetro de qualidade Superior (3,1 a 4,0), conforme Quadro 6.

#### **5.1.8. Potencial hídrico foliar**

A área foliar é tida como um importante fator da produção e determina o uso da água pela planta e seu potencial de produtividade é severamente inibido quando exposta a uma situação de déficit hídrico (ROZA, 2010), que pode ocorrer no decorrer do dia, visto que existem momentos mais quentes e momentos mais frescos. Em muitas espécies, uma maior atividade de crescimento é observada durante o período noturno, por exemplo, isso devido ao aumento do potencial hídrico e do turgor causado pela redução da atividade estomática (SCHURR, 1998).

Foi analisado o potencial hídrico das folhas do clone de Eucalipto ARA6061 de acordo com a análise de variância (Tabela 3, Apêndice). A análise de variância foi realizada mediante o teste F ao nível de 5% de probabilidade e a interação entre doses e produto com a lâmina de irrigação foi significativa.

Na Figura 13 é ilustrada a diferença entre as médias do potencial hídrico em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos e em função das combinações para cada lâmina de irrigação.

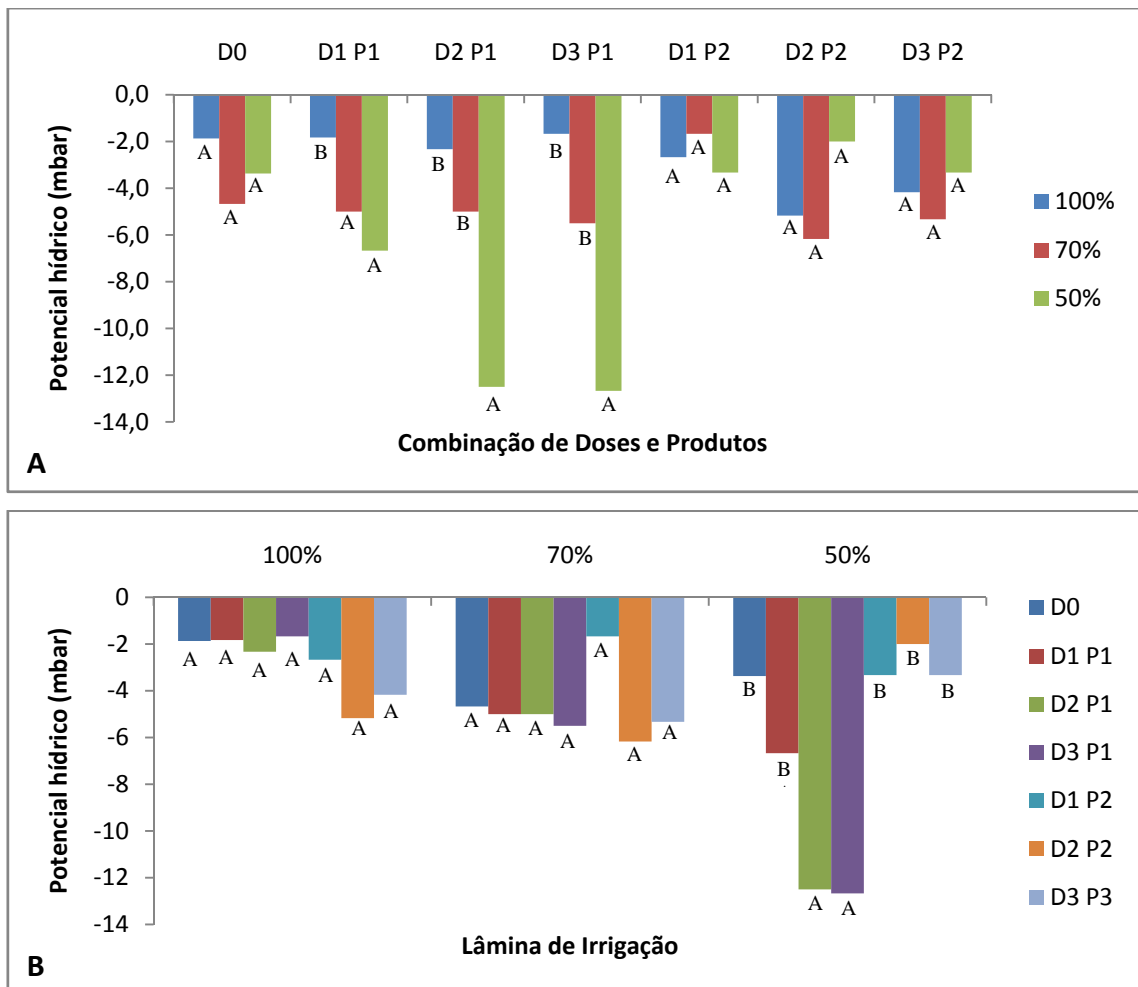


Figura 13. Potencial hídrico foliar nas mudas de eucalipto, do clone ARA6061, na medição matutina (A) em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos, (B) em função das combinações para cada lâmina de irrigação, aos 90 dias, em Aracruz, ES

Quando analisada a Figura 13A, observou-se que, para as combinações em que foram utilizados o Produto 1, submetidos à da lâmina de irrigação de 50 e 70%, apresentaram os valores estatisticamente diferentes, sendo que para as combinações  $D_2P_1$  e  $D_3P_1$  destacaram-se por apresentar os maiores potenciais. A combinação  $D_1P_1$  não apresentou diferença significativa entre as lâminas de irrigação de 50 e 70%.

Nas combinações em que o Produto 2 foi utilizado, não apresentaram diferença significativa entre si para o potencial hídrico foliar na medição matutina. Isso indica que, para o potencial hídrico foliar, o uso do Produto 2, em todas as concentrações, não fizeram diferença, ao contrário, mantiveram estáveis os valores para todas as lâminas de irrigação.



Para a maior restrição, ou seja, na lâmina de irrigação de 50%, as combinações  $D_2P_1$  e  $D_3P_1$  houve um maior déficit hídrico, ou seja, para essas combinações, o produto hidrorretentor 1 não foi suficiente para propiciar a manutenção do turgor ideal das células. Já nas combinações em que o Produto 2 foi utilizado não houve diferença significativa entre as médias, obtendo-se valores superiores, independente da lâmina a que foi submetida, mostrando que o produto hidrorretentor 2 promoveu a manutenção do turgor das células das plantas de eucalipto do clone ARA6061, na condição experimental aplicada.

A Figura 13B ilustra a comparação das médias do potencial hídrico em função das lâminas de irrigação e, analisando as combinações dentro de cada lâmina de irrigação, não houve diferença significativa entre as mesmas nas lâminas de 100 e de 70%. As combinações  $D_2P_1$  e  $D_3P_1$ , na lâmina de irrigação 50%, foram estatisticamente diferentes para o potencial hídrico foliar na medição matutina, apresentando os valores mais negativos, indicando dessa forma uma maior resposta da planta ao sistema, ou seja, nessas combinações ocorreu maior déficit hídrico.

Esse nível de água na planta influencia diretamente o potencial hídrico, uma vez que o potencial hídrico indica o grau de hidratação a que ela está submetida e assim pode, inclusive, mostrar se existe estresse hídrico (TAIZ e ZAIGER, 2004).

No estudo realizado por Vervloet Filho (2011), que analisou o potencial hídrico foliar em 3 doses de hidrorretentor em 2 lâminas de irrigação, no período vespertino, tal variável, de igual forma, não apresentou diferenças significativas entre as médias.

#### **5.1.9. Consumo de água**

Foi medido e expresso em porcentagem por lâmina de irrigação, o consumo de água para produção de 14.080 mudas, ou seja, o total de mudas utilizadas no experimento para cada lâmina de irrigação e, dessa forma, pôde-se mensurar a economia de água em cada lâmina utilizada.

A maior economia de água ocorreu nas fases de crescimento e rustificação, conforme pode ser observado na Figura 14.

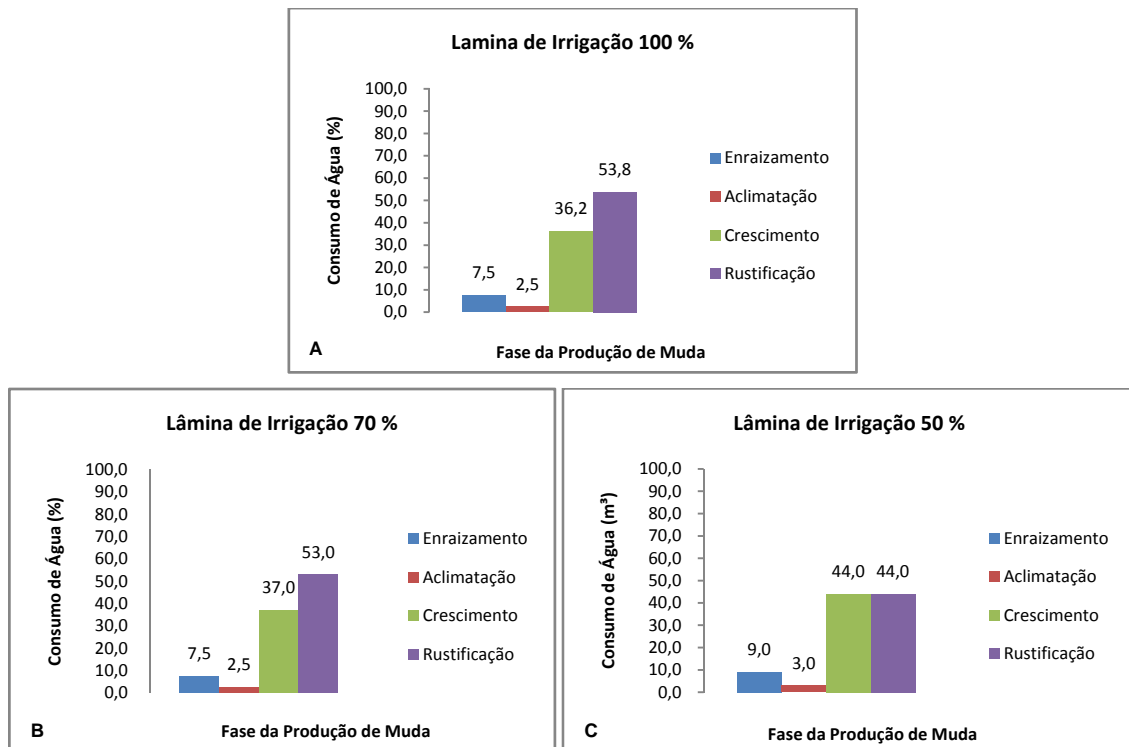


Figura 14. Consumo de água representando os percentuais em relação ao volume total gasto (100%) para a produção de 17.920 mudas de eucalipto, do clone ARA6061, (A) na lâmina de 100%, (B) na lâmina de 70% e na (C) lâmina de 50%, em Aracruz, ES

Um dos resultados expressivos do experimento foi a identificação de que o sistema de irrigação estava trabalhando com um excedente de água, o que gera um alto custo para a empresa, além de ser impactante, quando se leva em conta o impacto ambiental do consumo de água.

Dessa forma, analisando as figuras referentes ao consumo e confrontando com qualidade da muda, pode-se dizer que a lâmina de irrigação pode ser reduzida em 30%, em todas as fases da produção, sem risco de comprometer a qualidade geral da muda.

## 5.2. EXPERIMENTO 2

### 5.2.1. Enraizamento

Para a variável enraizamento, não houve diferença significativa pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade que foi utilizado para realizar a análise da variância (Tabela 4, Apêndice).

A Figura 15 ilustra a comparação descritiva das médias relativas ao enraizamento das estacas.

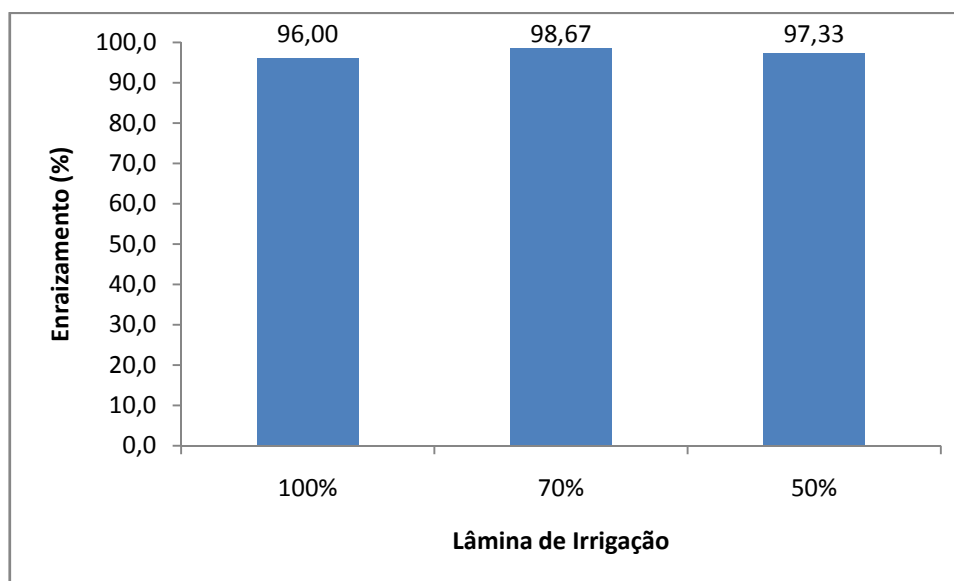


Figura 15. Comparação descritiva das médias de enraizamento de estacas de eucalipto, do clone VT50, aos 30 dias, em Jacareí, SP

Considerando-se as médias do enraizamento das estacas de forma descritiva, nota-se que as mesmas encontram-se acima de 96% de enraizamento com maior valor para a lâmina de 70%, na qual a média de enraizamento chegou a 98,67. Em resumo, foi obtido um bom enraizamento para todas as lâminas.

### 5.2.2. Sobrevivência

A variável sobrevivência não apresentou diferença significativa para a interação lâmina de irrigação e combinações pelo Teste F a 5% de probabilidade, conforme análise de variância (Tabela 5, Apêndice).

Observa-se que, considerando as médias de sobrevivência das mudas, aos 90 dias, o experimento, independente da lâmina de irrigação a que foi submetido, manteve a porcentagem acima dos 90 %, como pode ser visualizado na Figura 16.

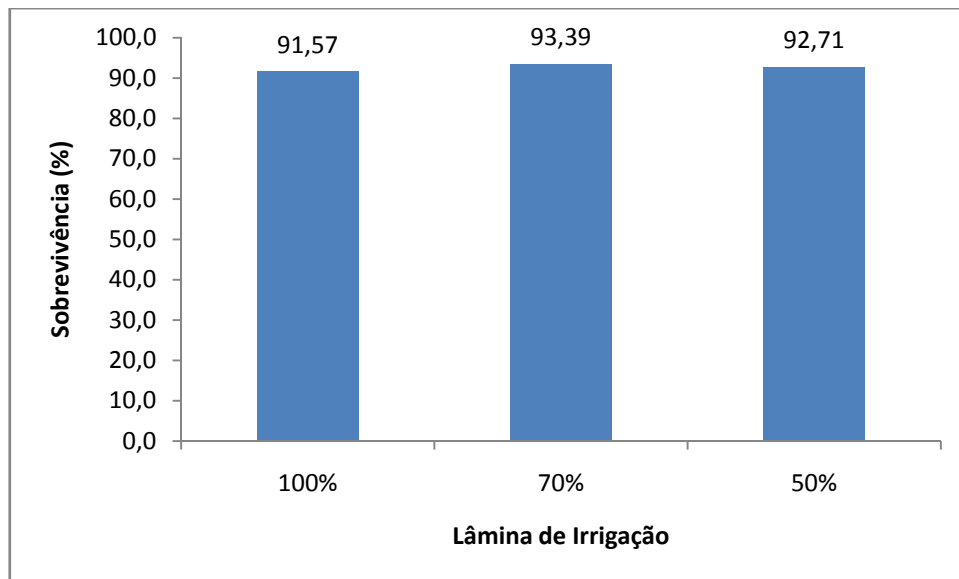


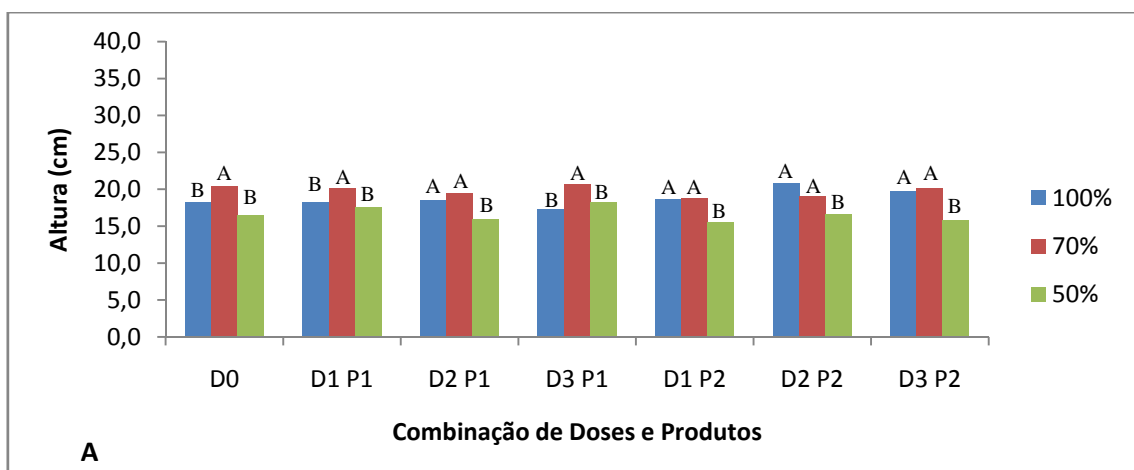
Figura 16. Comparação descritivas das médias percentuais de sobrevivência de mudas de eucalipto, do clone VT50, aos 90 dias, em Jacareí, SP

O percentual de sobrevivência obtido, contemplando todas as combinações e lâminas, pôde ser considerado elevado.

### 5.2.3. Crescimento em altura das mudas

A análise de variância demonstrou que a interação entre doses e produtos hidrorretentores foi significativa a 5% de probabilidade, pelo teste F (Tabela 5, Apêndice).

Os resultados podem ser visualizados na Figura 17, em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos e em função das combinações para cada lâminas de irrigação.



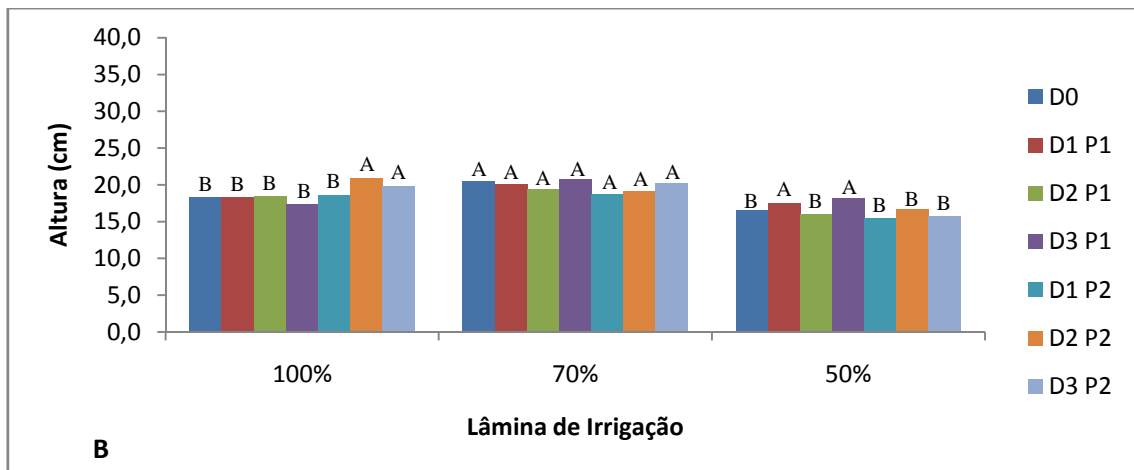


Figura 17. Média das alturas das mudas de eucalipto do clone VT50, aos 90 dias, (A) em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos, (B) em função das combinações para cada lâmina de irrigação, aos 90 dias, em Jacareí, SP

Pela Figura 17A, cada combinação, quando analisada nas 3 diferentes lâminas de irrigação, mostrou que, de uma maneira geral, a lâmina de irrigação de 70% obteve médias superiores, ou seja, foi estatisticamente melhor que nas outras lâminas de irrigação, excetuando-se as combinações  $D_2P_1$ ,  $D_1P_2$  e  $D_2P_2$  e  $D_3P_2$ .

Em todas as combinações estudadas, a altura da muda na lâmina de irrigação de 50% foi inferior à de 70%. Já, comparativamente à lâmina de 100%, foram inferiores, em exceção das combinações  $D_0$ ,  $D_1P_1$  e  $D_3P_1$ , que se igualaram à testemunha.

Sendo assim, as combinações onde foi utilizado o Produto 1, mostraram melhores médias em todas as doses na lâmina de irrigação de 70%, com maior altura na  $D_3P_1$ . As combinações que utilizaram o Produto 2 não diferiram estatisticamente da lâmina operacional, porém obtiveram maiores valores também na lâmina de 70%.

Quando se observa a Figura 17B, analisando-se cada lâmina de irrigação, em sua interação com todas as combinações, na lâmina de irrigação utilizada operacionalmente, de 100%, os valores das combinações  $D_2P_2$  e  $D_3P_2$  obtiveram valores estatisticamente superiores às demais combinações estudadas.

Já na lâmina de irrigação de 70% (com 30% de redução), os valores foram estatisticamente iguais entre si e, quando comparados com os valores

das médias das outras lâminas de irrigação, também apresentam as maiores médias.

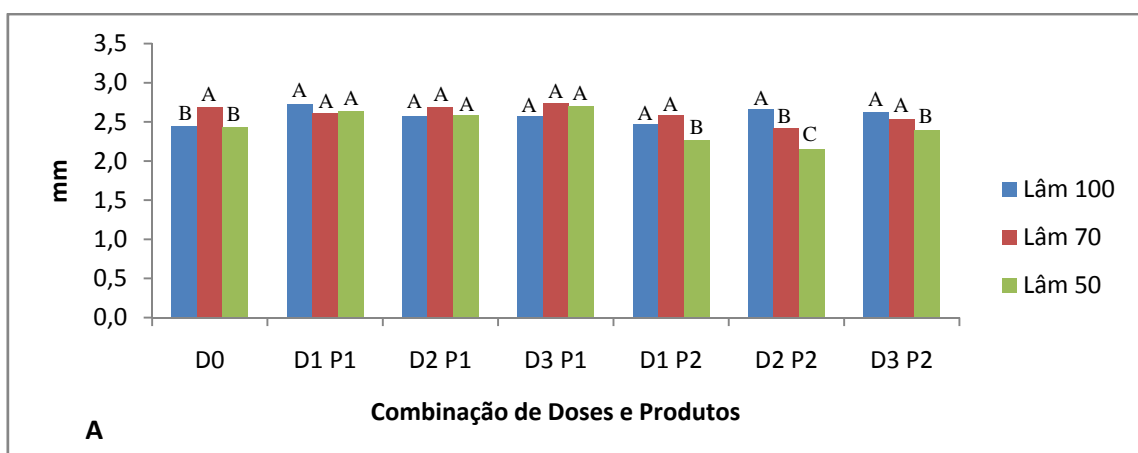
Quando se analisa a lâmina de 50%, duas combinações se sobressaem estatisticamente, D<sub>1</sub>P<sub>1</sub> e D<sub>3</sub>P<sub>1</sub>.

Dessa forma, podemos afirmar que, na lâmina de 70%, as mudas apresentaram-se mais altas e uniformes, independentemente da dose utilizada na combinação, variável essa muito importante para a avaliação da qualidade. Isso indica que o efeito dos produtos é mínimo ou nulo quando se utiliza tal volume de irrigação.

#### 5.2.4. Diâmetro do coleto

As avaliações de diâmetro do coleto para as mudas do clone VT50, em Jacareí-SP, foram realizadas de acordo com a análise de variância (Tabela 5, Apêndice), por meio do teste F à 5% de probabilidade, o qual foi significativo para a interação entre combinações e lâminas de irrigação. Para verificar as diferenças entre as médias foi aplicado o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O resultado da avaliação do diâmetro do coleto das mudas, em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos e em função das combinações para cada lâmina de irrigação pode ser visualizado na Figura 18.



A

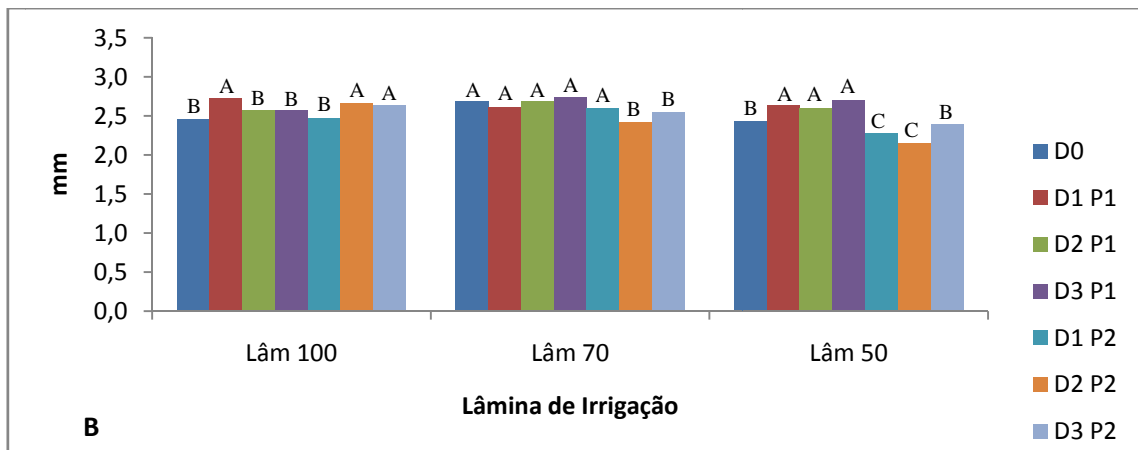


Figura18. Diâmetro do coleto das mudas de eucalipto do clone VT50, (A) em função das lâminas de irrigação para cada combinação de doses e produtos, (B) em função das combinações para cada lâmina de irrigação, aos 90 dias, em Jacareí, SP

Na Figura 18A pode ser observado que as combinações em que foi usado o Produto 1 foram estatisticamente iguais para as 3 diferentes lâminas de irrigação.

A combinação  $D_0$ , caracterizada pela ausência de produto, mostrou as médias estatisticamente superiores na lâmina de 70% de irrigação, evidenciando mais uma vez a melhoria com a redução da lâmina operacional em 30%.

Já as combinações em que foi utilizado o Produto 2 no substrato, apresentaram valores estatisticamente inferiores na lâmina de irrigação de maior restrição (50%).

Dessa forma, nota-se que o Produto 1, nas doses  $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$ , foi suficiente para manutenção dos valores semelhantes, mesmo com redução drástica da lâmina de irrigação, demonstrando a sua boa capacidade de manutenção da umidade do substrato na referida condição.

Os resultados para esta variável analisada em função das lâminas de irrigação podem ser observados na Figura 18B, e assim, quando analisados os valores de todas as combinações dentro da mesma lâmina de irrigação, têm-se menores valores de diâmetro do coleto nas combinações  $D_2P_2$  e  $D_3P_2$ , da lâmina de 50%. Nota-se, também, que os valores de diâmetro foram estatisticamente superiores nas combinações em que foi utilizado o Produto 2 no substrato, em suas doses  $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$ .

Quando analisadas as combinações na lâmina de 100% de irrigação observou-se que as combinações  $D_1P_1$ ,  $D_2P_2$  e  $D_3P_2$  obtiveram maiores valores de diâmetro do coleto.

Considerando as duas lâminas de irrigação com redução, 70 e 50%, àquelas em que o Produto 1 foi utilizado, obtiveram valores superiores para altura da muda no clone VT50 em Jacareí-ES, com maior valor para a combinação  $D_1P_1$  para as duas lâminas citadas.

### 5.2.5. Pares de folhas

Foram avaliados os pares de folhas das mudas de eucalipto do clone VT50, aos 90 dias, através da análise de variância que consta em apêndice (Tabela 5, Apêndice), onde foi aplicado o teste F ao nível de significância de 5%.

As interações entre as combinações de doses e produtos e as lâminas de irrigação apresentaram-se não significativas, assim como cada fator separadamente.

A Figura 19 ilustra a comparação descritiva das médias dos pares de folhas.

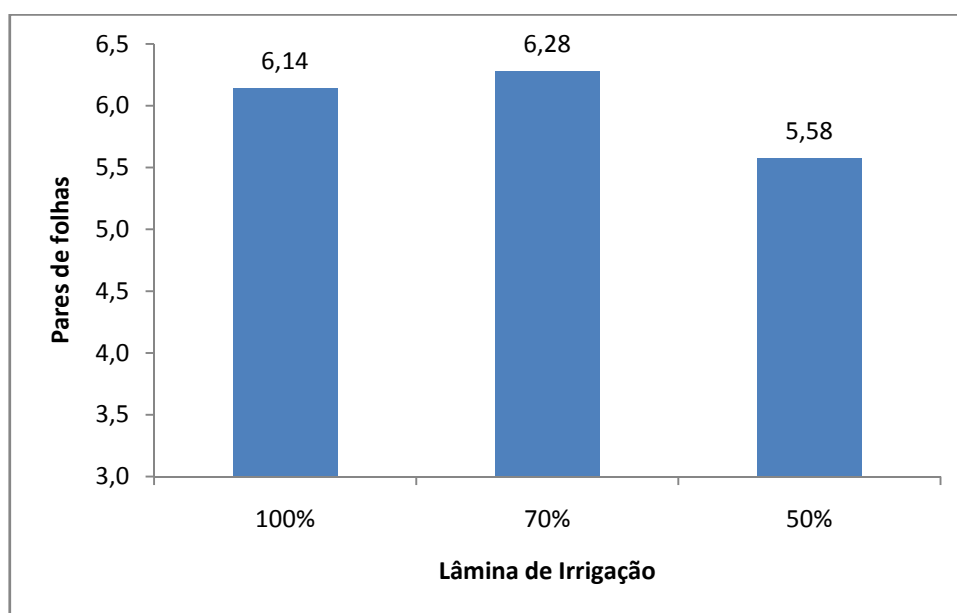


Figura 19. Comparação descritiva das médias dos pares de folhas das mudas de eucalipto do clone VT50, aos 90 dias, em Jacareí-SP.



### 5.2.6. Umidade do substrato

A análise de variância para esta variável foi realizada mediante o teste F ao nível de 5% de probabilidade, que se mostrou não significativa para a combinação de doses e produtos e as lâminas de irrigação. A análise de variância encontra-se na Tabela 6, no Apêndice.

A análise de variância, pelo teste F a 5 % de significância, mostrou não significativa para as interações entre combinação de doses e produtos.

Porém, analisando descritivamente as médias de umidade do substrato em cada lâmina de irrigação, notou-se que o substrato esteve “semi-saturado” com água em todas as fases da produção (21 a 40 % de umidade, conforme Quadro 5) nos dois momentos de medições, ou seja, de manhã e à tarde, o que pode ser observado na Figura 20 e na Figura 21.

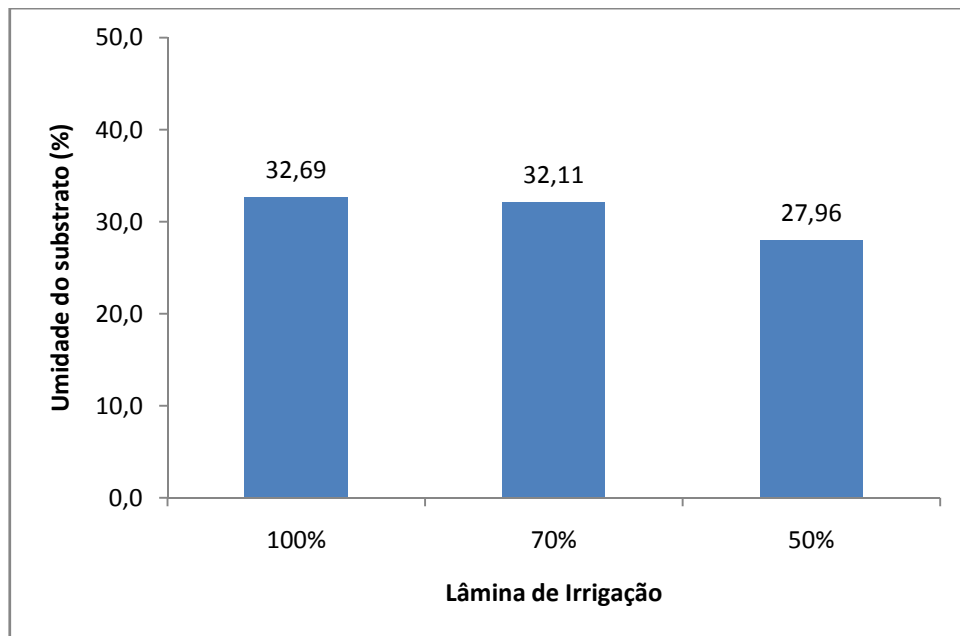


Figura 20. Comparação descritiva das médias da umidade do substrato, em porcentagem, aos 90 dias, obtidas na medição matutina, em Jacareí, SP

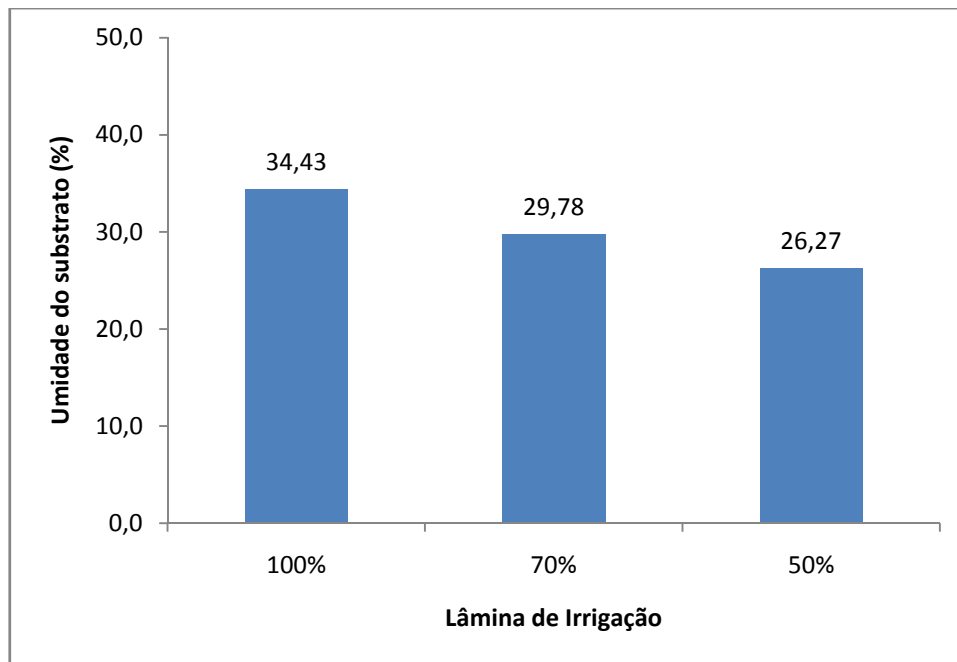


Figura 21. Comparação descritiva das médias da umidade do substrato, em porcentagem, aos 90 dias, obtidas na medição vespertina, em Jacareí, SP

Dessa forma, pode-se notar que, mesmo para a lâmina com 50% de redução (maior restrição), o substrato encontrava-se semi-saturado, com médias acima dos 26% de umidade, apontando que existe um excedente de água no sistema operacional do viveiro, sendo considerado o ideal, pelo Quadro 5, uma porcentagem de umidade de substrato entre 16 a 20% de umidade.

### 5.2.7. Padrão de qualidade das mudas

O padrão de qualidade das mudas de eucalipto foi avaliado tomando-se como referência as médias das notas de diversas variáveis, conforme já descrito na metodologia deste trabalho, na escala de 1 a 5, de acordo com recomendação técnica da Fibria Celulose S.A.

Seguem, na Tabela 2, as médias das notas individuais de cada parâmetro de qualidade avaliado, de onde foram obtidas as médias das notas gerais.

Tabela 2. Comparação das médias isoladas das notas do padrão de qualidade das mudas de eucalipto do clone VT50, aos 90 dias, em Jacareí-SP, obtidas através do gabarito operacional da Fibria Celulose S.A.

Lâmina de Irrigação	Média individual das Notas								Média Geral
	Altura da muda	Relação copa/broto	Ângulo do Torção	Comp. do Torção	Deforma ções radiculares	Diâmetro do coleto	Pares folhas	Fitossanidade	Qualidade
100%	1,34	2,96	4,93	3,77	4,40	2,50	4,76	1,34	4,04
70%	1,27	2,89	4,88	3,85	4,18	2,40	4,73	1,27	3,98
50%	1,03	2,98	4,78	3,82	4,33	2,17	4,65	1,03	3,92

Nota: Algumas notas possuem pesos diferentes e, dessa forma, a média geral não é obtida diretamente

Analisando-se as médias gerais obtidas nas análises do padrão de qualidade de mudas, notou-se que o mesmo foi afetado pela redução da lâmina de irrigação, com decréscimo na relação Excelentes/Superior com a redução da lâmina.

Diferentemente do experimento de Aracruz-ES, no experimento de Jacareí-SP, a nota de fitossanidade se manteve uniforme para as diversas lâminas de irrigação.

Com exceção do comprimento do torrão, as notas se mantiveram superiores nas mudas da lâmina de 100% de irrigação. Da mesma forma, a relação copa/broto teve sua nota ligeiramente melhor na lâmina de 50%, porém, de uma maneira geral, as mudas submetidas a 100% de irrigação tiveram melhores notas gerais, já que a média de todas as notas dos parâmetros é avaliada no Quadro 6.

Não houve, em todo o experimento, médias gerais classificadas como regulares, ruins ou péssimas.

### 5.2.8. Potencial hídrico foliar

Foi analisado o potencial hídrico das folhas do clone de eucalipto VT50 de acordo com a análise de variância em apêndice (Tabela 6, Apêndice). A análise de variância foi feita pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Para verificar a diferença entre as médias foi aplicado o teste de Scott-Knott ao nível de 5 % de probabilidade.

A interação entre as combinações e as lâminas de irrigação não foi significativa, tanto para o horário matutino quanto para horário vespertino.

Os resultados, analisados descritivamente, podem ser verificados na Figura 22.

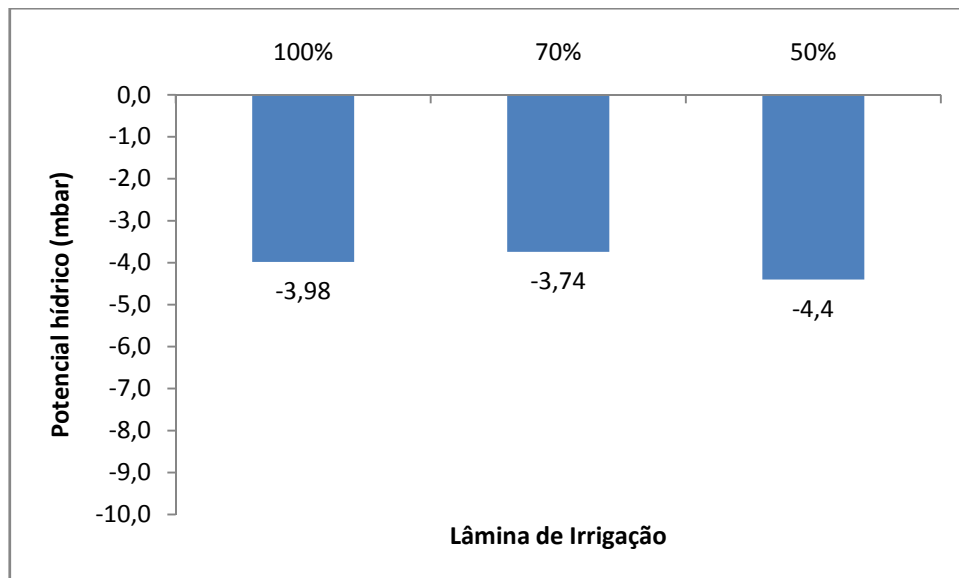


Figura 22. Comparação descritiva das médias do potencial hídrico foliar das mudas de eucalipto do clone VT50, medido no período matutino, aos 90 dias, em Jacareí, SP

Os valores se mantiveram entre -3,74 e -4,48 mbar para todas as lâminas de irrigação, apresentando pequena variação, confirmando não haver influência do produto e nem das doses para as respectivas lâminas de irrigação.

Santana (2012), estudando a resposta no potencial hídrico em *Jatropha curcas* L. (pinhão-manso), em sua fase inicial de submetidos a dois regimes hídricos e verificou que, independente da condição hídrica, os genótipos também não diferiram quanto às variáveis analisadas, podendo observar que, apesar de a redução da disponibilidade hídrica no substrato, o potencial hídrico foliar não apresentou diferença significativa.

### 5.2.9. Consumo de água

Foi medido e expresso em porcentagem por lâmina de irrigação, o consumo de água para produção de 17.920 mudas, ou seja, o total de mudas

utilizadas no experimento para cada lâmina de irrigação e, dessa forma, pôde-se mensurar a economia de água em cada lâmina utilizada.

A maior economia de água ocorreu nas fases de crescimento e rustificação, conforme se pode observar na Figura 23.

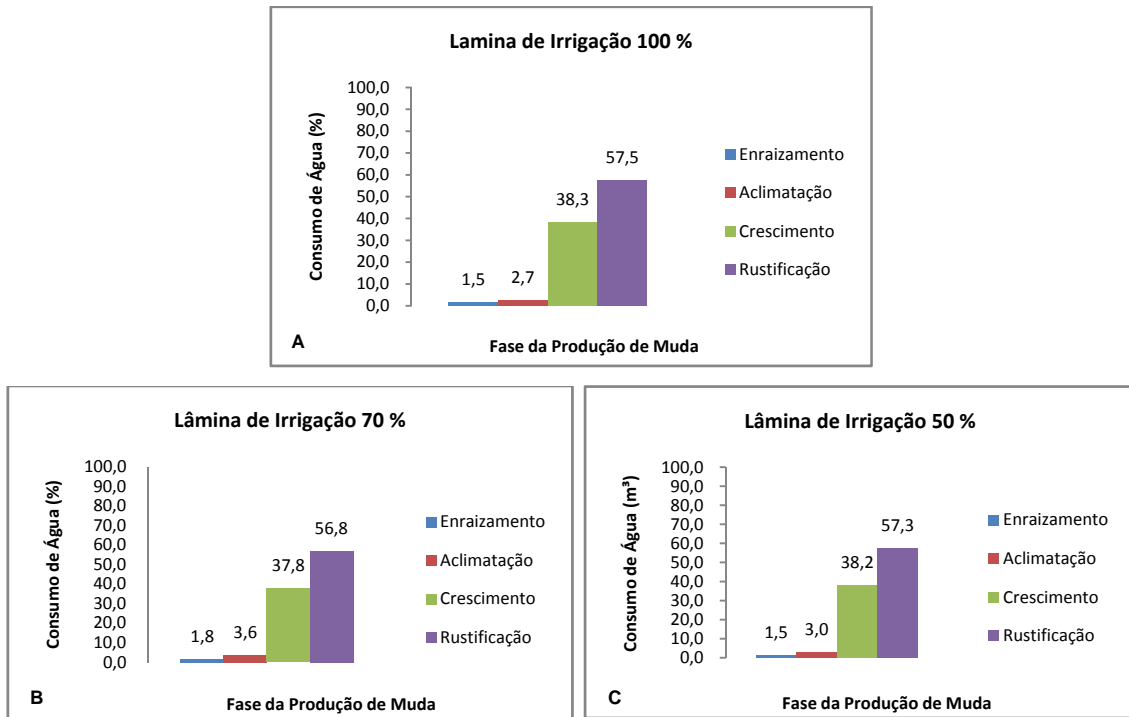


Figura 23. Consumo de água representando os percentuais em relação ao volume total gasto (100%) para a produção de 17.920 mudas de eucalipto, do clone VT50, (A) na lâmina de 100%, (B) na lâmina de 70% e na (C) lâmina de 50%, em Jacareí, SP.

Para este experimento, também se pode destacar que um dos resultados expressivos do experimento foi a visualização de que o sistema de irrigação estava trabalhando com um grande excedente de água, o que gera um alto custo para a empresa, além de ser impactante, quando se leva em conta o impacto ambiental do consumo de água.

Dessa forma, pode-se dizer que a lâmina de irrigação pode ser reduzida em 30% (lâmina de 70%), em todas as fases da produção, sem risco de comprometer a qualidade geral das mudas produzidas.

## 6. CONCLUSÕES

As conclusões descritas a seguir referem-se às condições específicas dos experimentos realizados, não devendo ser generalizadas para outras situações.

Para Aracruz-ES (Experimento 1), verificou-se que:

- Quanto menor a lâmina de irrigação sobre as mudas, menor o percentual de enraizamento, para o clone ARA6061;
- As doses do hidrorretentor obtiveram efeito negativo quanto à sobrevivência das mudas do clone ARA6061 quando se diminui a lâmina de irrigação;
- Em relação à altura da muda, a lâmina de 70% apresentou os melhores resultados e mostrou ser a lâmina mais adequada;
- As mudas submetidas à lâmina de irrigação de 70% apresentaram melhores valores de diâmetro do coleto, devido à redução na aeração do substrato.
- A lâmina de irrigação de 70% pode ser utilizada sem prejuízo na qualidade da muda;
- Para a variável umidade do substrato, quando avaliado no período matutino, a melhor recomendação foi a utilização das combinações  $D_1P_2$  e  $D_2P_2$ ;
- O excedente de água pode ter prejudicado o desenvolvimento das mudas na variável diâmetro do coleto;
- Nas combinações em que foi utilizado o Produto 1, independente da concentração, foram obtidos os menores valores na avaliação de potencial hídrico foliar, indicando que o turgor da célula foi menor nas plantas avaliadas;
- O Produto 1 não se mostrou tão eficiente para manutenção da umidade na condição de maior restrição (50% de redução da lâmina de irrigação), para a referida condição.

Para Jacareí-SP (Experimento 2), verificou-se que:

- As maiores alturas de mudas do clone VT50 em Jacareí, SP, foram obtidas na lâmina de irrigação de 70%, independente das combinações

utilizadas. Na maior restrição (lâmina de 50%) as combinações que mantiveram valores estatisticamente superiores foram  $D_1P_1$  e  $D_3P_1$ ;

- Para a variável diâmetro do coleto os melhores resultados se deram para a lâmina de irrigação de 70% e na combinação  $D_1P_1$ ;

- A lâmina de irrigação de 70% pode ser utilizada sem prejuízo na qualidade da muda.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGUSTO, D. C. C.; GUERRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G. X. Utilização e águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.3, n.3, p.232-236, jul./set. 2008.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.

BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; SANTOS, O. S. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1531-1540, 2000.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; E SEIXAS, F. **Avaliação de polímeros adsorventes à base de florasclerol no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós plantio**. Piracicaba: IPEF. Abril, 2002. 5p.

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

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

FIGUEIREDO, A. F. M. M. de A.; CARNEIRO, J. G de A.; PENCHEL; R. M. BARROSO, D. G.; DAHER, R. F. Efeito das variações biométricas de mudas clonais de eucalipto sobre o crescimento no campo. **Revista Árvore**, v. 35. n. 1, p. 01-11, 2011.

FOELKEL, C.; FOELKEL, E. Polímeros Hidrorretentores ou Hidrogéis. **Pinus Letter**, Porto Alegre. 08 mai. 2008. Informativo eletrônico. Disponível em: <[http://www.celso-foelkel.com.br/pinus\\_09.html](http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_09.html)>. Acesso em: 15 nov. 2011.

FREITAG, A. S. **Frequências de irrigação para *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* em viveiro**. 2007, 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GOMES, J. M.; PAIVA; H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. 3.ed. Viçosa: UFV. 2004. 116 p.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p. 655-664, 2002.



GONÇALVES, J. F. C.; BARRETO, D. C. S.; SANTOS JUNIOR, U. M.; FERNANDES, A. V.; SAMPAIO, P. T. B.; BUCKERIDGE, M. S. Growth, photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba rosaeodora Ducke*) under different light intensities. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v.17, p.325-334, 2005.

HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. do C.; RAMOS, P. S.; SANTOS, V. A. Produção de mudas de maracujazeiro doce através da estaquia utilizando polímero hidrorretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.3, n.3, p. 232-236, jul./set., 2008.

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

JALEEL, C. A., MANIVANNAN, P., WAHID, A., FAROOQ, M., AL-JUBURI, H. J., SOMASUNDARAM, R., PANNEERSELVAM, R. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. **International Journal Agricultural Biology**, Zurich, v.11, p. 100-105, 2009.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de Aroeira (*Schinus terebinthifolius Raddi*) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

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

LOPES, E. D. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora* produzidos em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho em campo**. 2005. 82p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.

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

MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Use of different doses of hidrogel for sweet pepper seedling production. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, f. 2 , p. 59-64, 2010.

MORAES, O. **Efeito do uso de polímero hidrorretentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa L.*)**. 2001. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, 2001.

OLIVEIRA, R. B. de; LIMA, J. S. S.; SOUZA, C. A. M.; SILVA, S. A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**, Viçosa, 1995. 40 p. UFV, Boletim, 322.

PANDOLFI, F. **Avaliação de parâmetros de rusticidade de mudas clonais de eucalipto e suas influências no crescimento inicial do povoamento**. 2009, 134 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2009.

PANDOLFI, F.; SENNA, R. S. de; BORGES, T. S.; RIBEIRO, C. A. D.; MARQUES, S. dos S.; JESUS JUNIOR, W. C. de. Avaliação do crescimento do clone híbrido *Eucalyptus urograndis* quando submetido a diferentes manejos de irrigação. In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2008, São José dos Campos. **Anais do XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação**. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2008.

PENCHEL, R. M. **Recomendação técnica-experimental do padrão de qualidade de mudas clonais expeditas de eucalipto**. Relatório Técnico, Documento ARCEL/CPT-P2005-05-2006, 21 nov. 2006, Tecnologia/Fibra Celulose S.A., Aracruz, 2006.5 p.

PENCHEL, R. M.; da SILVA, D. A.; ABAD, J. M.; MAFIA, R. G.; CASTRO, R. **Recomendação técnico-operacional do padrão de qualidade de mudas clonais de eucalipto**: instrução normativa da Aracruz Celulose, Documento CPT-P2005-05-2007, 7 dez. 2007.8 p.

ROZA, F. A. **Respostas morfofisiológicas e eficiência de uso da água em plantas de *Jatropha curcas* L., submetidas à deficiência hídrica**. 2010. 81f Ilhéus: UESC. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2010.

RUBIRA, J. L. P.; BUENO, L. O. **Cultivo de plantas forestales em contenedor**. Centro de Publicaciones: Madrid, 1996. 189 p.

SANTANA, T. A. **Relações hídricas e assimilação de carbono em plantas jovens de *Jatropha curcas* L. sob deficiência hídrica**. 2012. 47f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2012.

SCHOLANDER, P. F.; HAMMEL, H. T.; BRADSTREET, E. D. Sap pressure in vascular plants. **Science**, Lancaster, v.148, p.339-346, 1965.

SCHURR, U. Growth physiology: approaches to a spatially and temporally varying problem. **Progress in Botany**, Berlin, v.3, p. 355-373. 1998.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, Washington D.C., v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SILVA, R. F. da; ANTONIOLLI, Z. I.; ANDREAZZA, R. Produção de mudas de *Pinus elliottii* engelm. micorrizadas em solo arenoso. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 57-65. 2002.

SILVEIRA, R. L. V. de A., MOREIRA, A., HIGASHI, E. N. Crescimento e sobrevivência de mudas de eucalipto sob doses de boro cultivadas em condições de viveiro e de campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 366-371, mar./abr., 2004.

SIMÕES, J. W. **Problemática de produção de mudas em essências florestais**. Série Técnica IPEF, v.4, n.13, p.1-6, 1987.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia do estresse. In:\_\_\_\_\_.**Fisiologia vegetal**. 3. ed. PortoAlegre: Artmed, 2004. p. 613-641.

TATAGIBA S.D., PEZZOPANE J. E. M., REIS E. F., PENCHEL R. M. Desempenho de clones de eucalipto em resposta a disponibilidade de água no substrato. **Revista Engenharia na Agricultura (REVENG)**, Viçosa, v.17, n.3, p.179-189. 2009.

TROVAO, D. M. de B. M., FERNANDES, P. D., ANDRADE, L. A., DANTAS NETO, J., OLIVEIRA, A. B. de, QUEIROZ, J. Q. Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade no solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Belo Horizonte, v.4, n.2, p.1-7, 2. Sem. 2004.

VALE, G. F. R. do; CARVALHO, S. P. de; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidrorretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, Lavras, v.1, n.1, p. 7-13, 2006.

VERVLOET FILHO, R. H. **Utilização de hidrorretentor em substrato semi-saturado na produção de mudas de eucalipto**. 2011. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Programa de Pós-Graduação Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P. Sistema de produção de mudas de eucalipto e *Pinus*. **Revista da Madeira**, Curitiba, 112. ed., Abr. 2008. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/revistadamadeira\\_materia.php?num=1241&subject=E](http://www.remade.com.br/revistadamadeira_materia.php?num=1241&subject=E)>. Acesso em: 15 nov. 2011.

## APÊNDICE

### Análises de Variância

Tabela 1. Análise de variância da variável enraizamento do clone ARA6061, aos 30 dias, em Aracruz-ES.

ANOVA		
Fontes de Variação	GL	Enraizamento
		QM
LAMIRRIG	2	1028,01 *
COMBINAC	6	133,98 ns
LAMIRRIG*COMB	12	136,66 ns
Resíduo	84	84,28

Tabela 2. Análise de variância das variáveis altura da muda, diâmetro do coleto, pares de folhas e sobrevivência do clone ARA6061, aos 90 dias, em Aracruz-ES.

ANOVA					
Fontes de Variação	GL	Altura da Muda	Diâmetro do coleto	Pares de Folhas	Sobrevivência
		QM	QM	QM	QM
LAMIRRIG	2	262,26	0,69	0,36ns	2337,04
COMBINAC	6	10,66	0,45E-01	0,50 ns	139,22
LAMIRRIG*COMB	12	6,19 *	0,34E-01 *	0,11 ns	90,61 *
Resíduo	84	1,76	0,97E-02	0,11	38,57

Tabela 3. Análise de variância das variáveis umidade do substrato no período matutino, umidade do substrato no período vespertino, potencial hídrico foliar no período matutino, potencial hídrico foliar no período vespertino, do clone ARA6061, aos 90 dias, em Aracruz-ES.

ANOVA						
Fontes de Variação	GL	Umidade Substrato Manhã	Umidade Substrato Tarde	GL	Potencial Hídrico Manhã	Potencial Hídrico Tarde
		QM	QM		QM	QM
LAMIRRIG	2	3326,33	1344,38	2	62,92	14,72 *
COMBINAC	6	59,80	50,90	6	21,14	5,92 ns
LAMIRRIG*COMB	12	37,57 *	29,00 *	12	26,21 *	5,20 ns
Resíduo	84	9,26	9,90	42	5,73	4,42

Tabela 4. Análise de variância das variáveis enraizamento do clone VT05, aos 30 dias, em Jacareí-SP, testando a interação entre a lâmina de irrigação e as combinações de doses e produtos hidrorretentores.

ANOVA		
Enraizamento		
Fontes de Variação	GL	QM
LAMIRRIG	2	62,22 ns
COMBINAC	6	29,14 ns
LAMIRRIG*COMB	12	15,06 ns
Resíduo	84	13,97

Tabela 5. Análise de variância das variáveis altura da muda, diâmetro do coleto, pares de folhas e sobrevivência do clone VT05, aos 90 dias, em Jacareí-SP.

ANOVA					
		Altura da Muda	Diâmetro do coleto	Pares de Folhas	Sobrevivência
Fontes de Variação	GL	QM	QM	QM	QM
LAMIRRIG	2	94,08	0,25	4,83 ns	29,45ns
COMBINAC	6	3,01	0,16	0,16 ns	41,83ns
LAMIRRIG*COMB	12	5,58 *	0,79E-01 *	0,10 ns	8,74ns
Resíduo	84	2,35	0,21E-01	0,12	14,68

Tabela 6. Análise de variância das variáveis umidade do substrato no período matutino, umidade do substrato no período vespertino, potencial hídrico foliar no período matutino, potencial hídrico foliar no período vespertino, do clone VT05, aos 90 dias, em Jacareí-SP

ANOVA						
		Umidade Substrato Manhã	Umidade Substrato Tarde	Potencial Hídrico Manhã		Potencial Hídrico Tarde
Fontes de Variação	GL	QM	QM	GL	QM	QM
LAMIRRIG	2	233,62 ns	586,36 ns	2	2,40 ns	3,06ns
COMBINAC	6	310,44 ns	219,13 ns	6	33,01 ns	1,93 ns
LAMIRRIG*COMB	12	24,82 ns	14,30 ns	12	1,67 ns	1,10ns
Resíduo	84	32,18	22,00	42	1,73	1,17