

**CHARLES APARECIDO GONÇALVES FERREIRA**

**ASPECTOS DE RELAÇÕES HÍDRICAS E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus*  
spp., PRODUZIDAS EM TUBETES E ACLIMATADAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras (UFLA), como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**

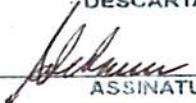
Prof. Dr. ANTÔNIO CLÁUDIO DAVIDE

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1997**

Asistencia de la

15173  
MFN27885

CHARLES APARECIDO GONÇALVES FERREIRA

DESCARTADO  
  
ASSINATURA  
Data 27,09,17  
BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA  
UFLA

ASPECTOS DE RELAÇÕES HÍDRICAS E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus*  
spp., PRODUZIDAS EM TUBETES E ACLIMATADAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras (UFLA), como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. ANTÔNIO CLÁUDIO DAVIDE



BTE  
N.º  
N.º  
DATA

236.97942  
15173

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1997

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da  
Biblioteca Central da UFLA

Ferreira, Charles Aparecido Gonçalves

Aspectos de relações hídricas e crescimento de mudas de *Eucalyptus* spp.  
produzidas em tubetes e aclimatadas / Charles Aparecido Gonçalves Ferreira. --  
Lavras : UFLA, 1997.

64 p. : il.

Orientador: Antonio Claudio Davide.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Eucálio - Muda - Relação hídrica. 2. Tubete. 3. Aclimação. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.97342

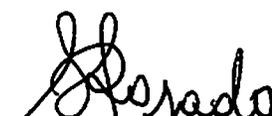
**CHARLES APARECIDO GONÇALVES FERREIRA**

**ASPECTOS DE RELAÇÕES HÍDRICAS E CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Eucalyptus*  
spp., PRODUZIDAS EM TUBETES E ACLIMATADAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras (UFLA), como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 27 de junho de 1997

  
Prof. Dra. Ângela Maria Soares

  
Prof. Dr. Sebastião Carlos da Silva Rosado

  
Prof. Dr. Antônio Cláudio Davide  
(Orientador)

A meus pais, João e Marlene;

A Maria Madalena;

Aos meus padrinhos, Otávio e Maria Augusta;

pelo apoio, carinho e luta para a minha formação;

## **OFEREÇO**

“Felizes os amigos  
que se compreendem tanto,  
que podem juntos  
permanecer calados.”

Peguy.

As florestas,

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que se faz presente em tudo e em todos;

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade de realização do curso.

Ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo concedida;

Ao orientador Prof. Dr. Antônio Cláudio Davide, pelo apoio, dedicação e ajuda imprescindíveis a minha formação acadêmica, bem como à conclusão deste trabalho.

Aos Professores Soraya, Marlene, José Roberto e Ary pelo apoio imprescindível.

À MANNESMANN-FIEL-FLORESTAL, pelo apoio recebido;

Aos colegas José Marcio Faria, Marcelo, Adriana, Moara, Laura, José Aldo, Adelson, Frederico, Luciene, Fausto, José Carlos, José Pedro, Van der Berg, Anderson, Santos, Flávia, Olívia, Agnaldo, Claret, Clair e aos demais colegas pelo companheirismo e ajuda;

Aos colegas da ALCOA S/A, em especial ao Don Duane Williams, Zanatta, Fernando, Timbó, Pelegrini e Jorge;

A Sra. Rosângela, Sra. Francisca e Lillian, pela ajuda e amizade;

A Leticia, Coube, Pintado, Marcelo, Walter, Regiane, Cláudia, Sr. Onofre e Sr. Geraldo, Alessandra e Jaciara, pela ajuda na execução do experimento;

Ao Departamento de Ciência dos Alimentos pelas determinações biquímicas;

Aos funcionários da Biblioteca Central da UFLA.

Aos amigos do apartamento 304 (Butantã) do Alojamento Estudantil - UFLA

À todos aqueles que de uma forma ou outra ajudaram na realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	vii
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xii
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1 Importância da fisiologia na produção de mudas de espécies florestais .....	3
2.2 Características fisiológicas associadas ao déficit hídrico .....	4
2.3 Aspectos hídricos do <i>Eucalyptus</i> spp. ....	5
2.4 Características de crescimento e qualidade de mudas de espécies florestais .....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	9
3.1 Localização do experimento .....	9
3.2 Caracterização das sementes .....	9
3.3 Caracterização das espécies .....	10
3.3.1 <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. ....	10
3.3.2 <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook .....	11
3.3.3 <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden .....	11
3.3.4 <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake .....	12
3.4 Recipiente e substrato utilizado .....	12
3.5 Curva Característica de Retenção de Umidade do Substrato .....	13
3.5.1 Teste de umidade .....	13
3.6 Produção das mudas .....	14
3.7 Tratamentos .....	14

3.8 Características avaliadas .....	15
3.8.1 Características biofísicas .....	15
3.8.2 Características de crescimento .....	16
3.9 Caracterização das condições atmosféricas .....	17
3.9.1 Temperatura e umidade relativa .....	17
3.10 Delineamento experimental .....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
4.1 Umidade do “substrato”.....	21
4.2 Evolução diurna da condutância estomática e da transpiração .....	21
4.3 Condutância estomática e Transpiração .....	26
4.4 Potencial hídrico foliar ( $\psi_f$ ) .....	29
4.5 Mudanças plantadas aos 70 dias sem aclimação .....	32
4.5.1 Altura e diâmetro do colo .....	32
4.5.2 Mudanças plantadas com 80 dias de idade e aclimatadas por 10 dias .....	34
4.5.2.1 Altura e diâmetro do colo .....	34
4.5.3 Mudanças plantadas aos 90 dias aclimatadas por 20 dias .....	41
4.5.3.1 Altura e diâmetro do colo .....	41
5. CONCLUSÕES .....	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
APÊNDICES .....	55

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
1	Caraterização das sementes de <i>Eucalyptus</i> spp., utilizadas no experimento ....	10
2	Características químicas das amostras de substrato utilizadas .....	13
3	Dados referentes a retenção de umidade do substrato de mudas de <i>Eucalyptus</i> spp submetidas a aclimação por tratamentos hídricos .....	13
4	Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação durante o período experimental .....	18
5	Teores de umidade (%) do substrato relacionados com as espécies e as frequências de irrigação .....	21
6	Condutância estomática de mudas de <i>Eucalyptus</i> spp. em casa de vegetação e aclimatadas por cinco frequências de irrigação, em função do horário de avaliação. (Média de 16 plantas) .....	25
7	Transpiração de mudas de <i>Eucalyptus</i> spp. em casa de vegetação, aclimatadas por cinco frequências de irrigação, em função do horário de avaliação. (Média de 16 plantas) .....	26
8	Coefficientes de correlação entre condutância estomática e transpiração para mudas de <i>Eucalyptus</i> spp. ....	29

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Dados relativos à taxa de precipitação na fase de estabelecimento das mudas no campo .....	19
2	Evolução diurna da condutância estomática e transpiração de mudas de <i>Eucalyptus</i> spp. submetidas a cinco frequências de irrigação. (Média de 4 plantas) .....	23
3	Evolução diurna do déficit de pressão de vapor (D.P.V.) e da radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A) de mudas de <i>Eucalyptus</i> spp., em casa de vegetação, submetidas a cinco frequências de irrigação (Média de 16 plantas).	24
4	Condutância estomática e taxa transpiratória abaxial de mudas de <i>Eucalyptus</i> spp. submetidas a aclimação por tratamentos hídricos .....	27
5	Déficit de pressão de vapor e radiação fotossinteticamente ativa para mudas de <i>Eucalyptus</i> spp. submetidas à aclimação .....	28
6	Potencial hídrico foliar de mudas de <i>Eucalyptus</i> spp. submetidas a aclimação por tratamentos hídricos .....	30

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
7	Altura e diâmetro do colo de mudas de <i>Eucalyptus</i> spp, não aclimatadas, plantadas no campo com 70 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 6 .....	33
8	Altura e diâmetro do colo de mudas de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , aclimatadas por 10 dias e plantadas no campo com 80 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 10 .....	36
9	Altura e diâmetro do colo de mudas de <i>Eucalyptus citriodora</i> , aclimatadas por dias e plantadas no campo com 80 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 11 .....	37
10	Altura e diâmetro do colo de mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , aclimatadas por 10 dias e plantadas no campo com 80 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 12 .....	39
11	Curva de crescimento em altura e diâmetro do colo de mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , aclimatadas por 10 dias e plantadas no campo com 80 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 13 .....	40
12	Altura e diâmetro do colo de mudas de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> , aclimatadas por 20 dias e plantadas no campo com 90 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 17 .....	44
13	Altura e diâmetro do colo de mudas de <i>Eucalyptus citriodora</i> , aclimatadas por 20 dias e plantadas no campo com 90 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 18 .....	45

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
14	Altura e diâmetro do colo de mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> , aclimatadas por 20 dias e plantadas no campo com 90 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 19 .....	46
15	Altura e diâmetro do colo de mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> , aclimatadas por 20 dias e plantadas no campo com 90 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 20 .....	47

## RESUMO

FERREIRA, Charles A. Gonçalves. **Aspectos de relações hídricas e crescimento de mudas de *Eucalyptus* spp., produzidas em tubetes e aclimatadas.** Lavras: UFLA, 1997. 64p. (Dissertação-Mestrado em Manejo Ambiental)\*

As relações hídricas e o crescimento inicial foram estudados em mudas de *Eucalyptus* spp., aclimatadas por tratamentos hídricos. Objetivou-se verificar a possibilidade de ocorrência de repouso vegetativo em mudas de *Eucalyptus* spp., na fase de estabelecimento no campo, face a necessidade de adoção ou não de tratamentos de aclimação. Adotou-se a aclimação por frequências de irrigação, com ênfase ao comportamento das características fisiológicas durante esta fase. As características morfológicas foram medidas e consideradas para análises estatísticas somente no campo. A produção das mudas até os 70 dias e a aclimação (10 e 20 dias) foram realizadas em casa de vegetação. Foram utilizados cinco tratamentos hídricos e quatro espécies de *Eucalyptus* em parcelas subdivididas no espaço, com delineamento em blocos casualizados. As mudas foram produzidas em tubetes de polietileno, com capacidade para 50 cm<sup>3</sup> de substrato, contendo 46% de vermiculita, 46% de casca de arroz carbonizada e 8% de terra de subsolo. Na fase de produção (70 dias) as mudas receberam cinco irrigações diárias. A partir desta etapa, parte das mudas foi plantada no campo e outra parte foi submetida aos tratamentos de aclimação. Os plantios foram realizados aos 70 dias (mudas sem aclimação), 80 dias (aclimatadas por 10 dias) e 90 dias (aclimatadas por 20 dias). O desempenho das plantas no campo foi avaliado até os 150 dias após o plantio. Os resultados mostraram que a aclimação é

---

\* Orientador: Antônio Cláudio Davide. Membros da Banca: Ângela Maria Soares, Sebastião Carlos da Silva Rosado.

fundamental para o desenvolvimento de adaptações à deficiência hídrica, influenciando significativamente o potencial hídrico foliar, a condutância estomática e a transpiração. O crescimento lento é inerente a muda e o arranque inicial está relacionado com os tratamentos no viveiro. A idade das mudas por ocasião do plantio apresentou-se como uma variável importante para o crescimento das mudas, até 150 dias após o plantio.

## ABSTRACT

### ASPECTS OF WATER RELATIONS AND GROWTH OF SEEDLINGS OF *Eucalyptus* SPP., PRODUCED IN PLASTIC TUBES AND ACLIMATATED.

Water relations and initial growth were studied for seedlings of *Eucalyptus* spp. acclimated by hydric treatments. The aim was to verify the feasibility of vegetative dormancy in seedlings at the phase of field establishment. The acclimation by hydric treatments was adopted, having as the evaluation of the behavior of physiological characteristics during this phase. It was presumed that the adopted treatments stood for all the possible physiological and morphological adaptations shown by the seedlings. The morphological characteristics were only considered in field condition. Seedling production until 70 days old and acclimation (10 and 20 days) were carried in greenhouse. Five hydric treatments and four species of *Eucalyptus*, in the split-plot scheme, with randomized block design. The seedlings were produced in plastic tubes with capacity of 50cm<sup>3</sup> of substrate, containing by 46% of vermiculite, 46% carbonized rice husk and 8% of subsoil land. At the phase of production (70 days) the seedlings received five daily irrigations. From this step, part of the seedlings was planted in the field and the other part was submitted to the acclimation treatments. The planting was done after 70 days, 80 days and 90 days after seed sowing, for the non-acclimated seedlings, acclimated for 10 days and acclimated for 20 days, respectively. The performance in the field was evaluated until 150 days after planting. The results showed that acclimation is fundamental for the development of adaptation to hydric deficiency, significantly affecting leaf water potential, stomatal conductance and transpiration. The slow growth is inherent to the seedling and the initial growth is related with the treatments in the nursery. The age of seedling, on the occasion of the planting in the field, presented itself as an important variable for the growth, until 150 days after planting.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas décadas de 70 e 80 ocorreu uma grande expansão nos plantios de eucaliptos na região do cerrado do estado de Minas Gerais. Na maioria dos casos, as limitações hídricas e de fertilidade dos solos, foram os principais fatores responsáveis por perdas econômicas, devido principalmente à mortalidade das árvores e à baixa produtividade. Na fase inicial da implantação florestal, estas limitações são mais relevantes, podendo comprometer significativamente a sobrevivência, o crescimento e o desenvolvimento inicial das mudas.

Em geral, nessas regiões o plantio é concentrado no período chuvoso, podendo ocorrer, devido às limitações operacionais prolongamento do plantio para épocas com condições ambientais menos favoráveis. A ocorrência de veranicos nesse período pode comprometer o desenvolvimento inicial da muda no campo, provocando injúrias e/ou, em casos extremos, a morte. Nesses casos, há necessidade de realizar o replantio, o que incrementa consideravelmente o custo de implantação inicial da floresta.

Assim, a seleção de materiais genéticos adaptados à condição de déficit hídrico e o conhecimento do comportamento fisiológico como consequência dos tratamentos de aclimatação, constituem nas principais estratégias a serem consideradas para programas de reflorestamento em tais regiões.

A aclimatação pode ser realizada por podas radiculares e/ou diminuição da quantidade de água utilizada nas irrigações. Isto poderá representar ganhos na taxa de sobrevivência sob déficit hídrico após o plantio, podendo entretanto em função da severidade dos tratamentos, acarretar perdas na taxa inicial de crescimento das mudas nos primeiros meses após o plantio, como ocorre na região de Bocaiuva-MG, onde o período chuvoso é concentrado entre outubro e dezembro.

Este trabalho visou verificar a influência da aclimação por tratamentos hídricos sobre as características morfológicas, fisiológicas e taxas de crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus* spp.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Importância da fisiologia vegetal na produção de mudas de espécies florestais**

O manejo adotado em diferentes viveiros confere diferenças significativas na qualidade das mudas provenientes de um mesmo lote. Deve-se ressaltar aspectos de variabilidade genética das sementes e aspectos climáticos associados a localização dos viveiros.

Davide (1986) considera que a necessidade de mudas de alta qualidade aumenta na proporção direta das condições ambientais adversas do sítio, exigindo nestes casos mudas que permitam o pagamento e estabelecimento em tais condições.

Parvianen (1981) ressalta que a alta qualidade de mudas garante os custos do reflorestamento, enquanto que mudas da baixa qualidade incrementam os custos, devido a adoção de medidas adicionais de tratamento, em função da baixa sobrevivência no campo.

Pesquisadores brasileiros têm dedicado atenção ao estudo da qualidade das mudas apenas nos últimos anos. Observa-se que as características morfo-fisiológicas avaliadas para definição de um padrão de qualidade de mudas nos países florestalmente mais desenvolvidos, já foram concluídas para diferentes espécies e combinações ecológicas.

Kramer (1983) considera que as respostas fisiológicas de mudas são os mecanismos pelos quais as potencialidades hereditárias, o ambiente e o manejo recebido interagem para produzir mudas de boa ou má qualidade.

O sucesso ou insucesso das práticas de viveiro depende realmente do grau com que se promove favoravelmente os processos fisiológicos. Toda prática bem sucedida beneficia as características fisiológicas das mudas, porém tais práticas são usadas na maioria das vezes baseadas em tentativa e erros. Assim os profissionais tendem a avaliar suas técnicas pelo resultado final na qualidade das mudas, sem compreender os processos fisiológicos envolvidos. A importância do conhecimento da fisiologia vegetal na produção de mudas é contribuir na identificação dos

processos fisiológicos que frequentemente limitam a qualidade das mudas e desse modo indicar quais os fatores ambientais que mais afetam estes processos (Kramer e Rose Jr., 1985). O conhecimento destas informações poderia auxiliar na modificação das práticas culturais visando obter maior sucesso no desempenho inicial das mudas no campo.

## 2.2 Características fisiológicas associadas ao déficit hídrico

A crescente demanda para a produção de mudas com alta qualidade requer um entendimento melhor da fisiologia do crescimento e das relações hídricas das mudas de espécies florestais. Um aspecto de particular importância diz respeito às respostas fisiológicas das mudas à diminuição da água disponível no “substrato” e ao aumento do déficit de pressão de vapor atmosférico, observado em várias mudas de espécies florestais, inclusive nas do gênero *Eucalyptus* (Lima, 1993).

A aclimação de mudas através da restrição de água proporciona alterações nos processos fisiológicos, as quais ocorrem bem antes que os sintomas de murcha possam ser percebidos. A fim de que a falta ou o excesso d'água não venha prejudicar o pleno desenvolvimento da muda no viveiro e logo após o plantio, faz-se necessário o monitoramento das irrigações, procurando identificar qual o melhor momento de reirrigar e qual a quantidade de água a ser aplicada.

A água é provavelmente o fator ambiental mais limitante ao estabelecimento e desenvolvimento das mudas no campo. O estado energético da água na planta, que pode ser avaliado pelo potencial hídrico, é o resultado da interação entre a demanda evaporativa atmosférica com o potencial de água no solo, densidade e distribuição do sistema radicular e processos fisiológicos (Clark e Hiller, 1973). O conhecimento sobre o potencial hídrico do xilema tem grande significado para a compreensão dos fenômenos fisiológicos das plantas, apresentando-se como uma variável de grande significância para verificar a adequação da muda ao plantio.

Alguns pesquisadores têm dado preferência as avaliações do potencial hídrico foliar por o considerarem mais diretamente associado aos processos metabólicos do que qualquer outra característica de avaliação do déficit hídrico (Millar, Gardner e Goltz, 1971).

A transpiração e a condutância estomática variam em função direta da demanda evaporativa da atmosfera. Nas primeiras horas da manhã, a condutância estomática pode ser

relativamente alta, ao passo que a taxa transpiratória não. Sobre este aspecto, Beadle et al. (1985) observaram que o principal determinante da condutância estomática em acículas de *Pinus* spp. era o déficit de pressão de vapor (DPV) no ar, exceto ao amanhecer e entardecer, quando o controle da condutância estomática era exercido pela radiação solar e pela temperatura.

A influência dos fatores microclimáticos déficit de pressão de vapor (DPV) e radiação na regulação estomática tem sido confirmada em muitos estudos (Turner, 1986). Para alguns autores, a sensibilidade dos estômatos ao DPV aumenta com o decréscimo no potencial hídrico do solo (Hall e Schulze, 1980). Alguns pesquisadores sugerem que as relações hídricas das raízes ou do solo, mais do que das folhas, controlam as trocas gasosas, mas o DPV tem influência sobre a condutância estomática independente do solo e raiz.

Bradford e Hsiao (1982) concluíram que a adaptação ao estresse hídrico envolve mecanismos que proporcionam a planta adiar e/ou evitar a desidratação celular. As respostas fisiológicas das plantas ao déficit hídrico podem variar tanto em função da severidade como também da duração do estresse.

### **2.3 Aspectos hídricos do *Eucalyptus* spp.**

Em todo o mundo, existem controvérsias com relação aos efeitos sociais e ambientais dos plantios de eucaliptos, em grande escala, para exploração florestal. Um ponto fundamental está relacionado com os efeitos hidrológicos do reflorestamento com este gênero. Vandana Shiva, Sharatchandra e Bandyopadhyay (1982) consideram as espécies de eucaliptos como consumidoras excessivas de água e que podem contribuir significativamente para a depleção dos recursos hídricos. Documentos relatam a utilização de espécies de eucaliptos para drenagem de brejos em Roma, nos séculos XVIII e XIX (Ghosh, Raul e Subba Rao, 1978). Atualmente, na Austrália, em determinadas regiões que apresentam problemas com salinidade, estas plantações são utilizadas como bomba d'água para promover o abaixamento do lençol freático (Greenwood et al., 1985).

Assim, para verificar a relevância dos efeitos hidrológicos do reflorestamento com eucalipto é necessário considerar numa determinada região geográfica os processos que determinam as perdas evaporativas da vegetação e entender como estes fatores são afetados por condições climáticas, espécies, tipos de solos e disponibilidade de água no solo. As perdas de água

pelo eucalipto são determinadas principalmente pelo clima (que está relacionado com radiação solar, umidade relativa, temperatura e velocidade do vento), mecanismos de respostas fisiológicas (que controlam abertura estomática) e disponibilidade de água no solo/substrato para as raízes.

A água constitui-se um recurso limitante, assumindo grande importância em espécies do gênero *Eucalyptus*, principalmente durante a fase inicial da cultura, isto é, processos como germinação, enraizamento e desenvolvimento caulinar, ficam comprometidos diante da deficiência. Uma das formas de defesa da planta contra a desidratação é o controle da transpiração através dos mecanismos estomáticos. Carbon, Bartle e Murray (1980), verificaram que *E. marginata* apresenta a capacidade de manter um baixo potencial hídrico da raiz, o que foi mais importante para determinar o limite do fluxo de água do solo para as raízes, especialmente durante as estações secas. Por outro lado, *E. tereticornis* e *E. "hybrid"* possuem características próprias no tecido foliar como baixa intensidade de abertura estomática, quando comparada a *E. paniculata*, *E. robusta*, *E. alba* e *E. saligna*, para manter um nível mais alto de hidratação, mesmo sob condições de estresse hídrico (Kaul e Negi, 1979). Em *E. ovata* foi observada uma significativa redução na taxa transpiratória após dois dias de secamento contínuo do solo, sendo que, aos quatro dias, as plantas estavam murchas. A curva de ressaturação de folhas destacadas mostra a reversibilidade na perda de água ou capacidade para recuperar a hidratação e revela que *E. ovata* é uma espécie tolerante a desidratação (Whiters, 1978). Para *E. robusta* a adaptação ao estresse hídrico não teve efeito na altura das plantas nem na área foliar e, de modo geral, não apresentou diferenças no aspecto visual das plantas (Clemens e Jones, 1978). Reis e Hall (1987) observaram em mudas de *E. camaldulensis* que o murchamento das folhas ocorreu primeiramente nas plantas controle, sendo que essas usaram 46% mais água que as plantas aclimatadas.

Bacon (1985) concluiu que o processo de aclimação de mudas pode ser interpretado como uma alteração do metabolismo, sob um controle hormonal, resultando em plantas tolerantes ao déficit hídrico. Mudanças observadas na atividade hormonal, no potencial de crescimento de raízes, na sensibilidade estomática e na capacidade de regulação osmótica, são consideradas respostas fisiológicas típicas à aclimação de mudas, que proporciona plantas com mecanismos de proteção e tolerância ao estresse hídrico.

## 2.4 Características de crescimento e qualidade de mudas de espécies florestais

A classificação da qualidade das mudas baseada somente na altura raramente dá bons resultados. Muitos viveiristas aplicam adubação nitrogenada em quantidade acima do necessário, visando maior crescimento em altura. Esta medida proporciona consequências negativas na sobrevivência ao plantio devido ao enfraquecimento do estado fisiológico das mudas (Carneiro, 1986).

Carneiro (1987) verificou que as alturas da parte aérea de *Pinus taeda* apresentaram tendências para valores decrescentes, à medida que a densidade diminuía, concordando com o princípio universalmente aceito de que em densidades mais elevadas, o crescimento em altura é maior, provocado pela competição entre as plantas à procura de luz, sendo este comportamento observado aos 5 meses após o plantio.

Em caso de época seca, admite-se a utilização de mudas maiores, onde é possível obter uma boa sobrevivência por meio de colocação profunda da muda. Porém, observa-se que o sistema radicular destas mudas se danificam com maior facilidade durante a extração que o das mudas pequenas (Bacon, 1985).

Segundo Meyer (1973) a taxa de crescimento em altura varia grandemente de espécie para espécie, e dentro da mesma espécie, com as diferentes condições ambientais. Assim, Schmidt-Vogt (1984) considerou que as características morfológicas da altura da parte aérea juntamente com o diâmetro do colo geralmente têm sucesso na avaliação da qualidade das mudas. Ele constatou que mudas maiores, comparativamente com as de menores alturas, sofreram diminuição em seu ritmo de crescimento após o plantio.

Bacon (1979) relacionou uma série de pesquisas de diversos autores que mostraram uma correlação positiva entre a altura da parte aérea das mudas e a altura das árvores um e três anos após o plantio.

Borges et al. (1986) encontraram correlação positiva entre altura de mudas de *Eucalyptus grandis* no viveiro e altura no campo, seis meses após o plantio. Porém, aos 18 meses, esta correlação foi negativa, mostrando que o efeito da seleção no viveiro, no caso estudado, desapareceu em alguma ocasião entre sexto e décimo oitavo mês após o plantio.

Trabalhos recentes têm demonstrado uma forte correlação entre as porcentagens de sobrevivência das mudas após o plantio e o diâmetro do colo. Torres (1978) relata que

experimentos conduzidos no estado de Oklahoma, EUA, com espécies florestais, tiveram maior índice de sobrevivência mudas com menor altura e maior diâmetro do colo.

Carneiro e Ramos (1981) estudando a influência da altura da parte aérea, diâmetro do colo e idade das mudas de *Pinus taeda*, sobre a sobrevivência e desenvolvimento 15 meses e 5 anos pós plantio constataram maior percentagem de sobrevivência, em qualquer idade para mudas de maior diâmetro do colo.

Carneiro (1986) observou uma inversão do comportamento das mudas em relação a altura. Os diâmetros do colo apresentaram valores crescentes à medida que diminuía a densidade das mudas. Constatação esta que está em acordo com o princípio ecofisiológico, no qual, menores quantidades de mudas por unidade de área diminuem a concorrência entre as plantas pela luz e conseqüentemente o crescimento em altura não é intensificado, o que favorece o desenvolvimento do diâmetro das mudas. Para Limistron (1963) o diâmetro do colo é uma característica mais apropriada que a altura para avaliação da qualidade das mudas. Schmidt-Vogt (1984) encontrou estreita correlação entre o diâmetro do colo com a sobrevivência, mas, sobretudo, com o ritmo de crescimento das mudas após o plantio.

Kartelev (1973) foi bastante enfático em sua conclusão de que o diâmetro de colo de mudas de *Pinus sylvestris* constituiu-se na principal característica que definiu sua qualidade : com o aumento do seu valor, aumentou a frequência de raízes, a formação de botões e a lignificação do tecido das mudas.

Bacon, Hawkins e Jermyn (1977) pesquisando mudas de um ano de *Pinus elliottii*, constataram que em contraste com o diâmetro, a altura da parte aérea teve pouca influência no desempenho das mudas no campo, especialmente sobre o crescimento em altura.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização do experimento

Este estudo foi conduzido em casa de vegetação e campo do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras - UFLA, de outubro de 1994 a janeiro de 1995. Lavras localiza-se na região sul do Estado de Minas Gerais, a 918m de altitude, 21°14'S de latitude e 45°00'W de longitude. A média anual de temperatura do ar é de 19,4°C e as médias anuais de temperatura do ar máxima e mínima são, respectivamente, de 26,1°C e 14,8 °C (Brasil, 1992b). Segundo a classificação climática de Köppen, o clima regional é Cwa com característica de Cwb, apresentando duas estações bem definidas: seca, de abril a setembro, e chuvosa, de outubro a março.

#### 3.2 Caracterização das sementes

As sementes de *E. urophylla*, *E. citriodora* e *E. camaldulensis* foram fornecidas pela MANNESMANN-FIEL-FLORESTAL, provenientes de áreas de produção de sementes em Paraopeba-MG. As sementes de *E. grandis* foram fornecidas pela Companhia Agro-Florestal Ltda (CAF) provenientes de Ibitiba-MG. Utilizou-se lotes com sementes de tamanho entre 0,59 e 0,71mm para *E. grandis*, *E. camaldulensis* e *E. urophylla* e para *E. citriodora* entre 1,00 e 2,38 mm.

Realizou-se testes preliminares para avaliação de pureza física, umidade, percentagem e velocidade de germinação. As determinações foram baseadas nas prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992a). Os testes para avaliar a capacidade e velocidade de germinação das sementes das espécies estudadas foram conduzidos em germinador a 25°C. Colocou-se as sementes sobre papel de filtro em placas de petri de 9 cm de diâmetro. Foram

tomadas 3 repetições de 50 sementes para cada espécie. A contagem das sementes germinadas foi realizada diariamente do 6º até o 16º dia após a instalação dos testes de germinação. Na última contagem foi levantado o número de sementes não germinadas (sementes mortas, sementes dormentes e sementes que originaram plântulas anormais). Considerou-se a capacidade de germinação como sendo a percentagem de sementes germinadas no final dos testes, em relação ao total de sementes férteis.

Através da caracterização das sementes, obteve-se os seguintes resultados apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Caracterização das sementes de *Eucalyptus* spp., utilizadas no experimento.

Espécie	Umidade (%)	Sementes/kg	Germinação (%)
<i>E. camaldulensis</i>	8,6	740.000	87,0
<i>E. citriodora</i>	13,0	188.000	93,3
<i>E. grandis</i>	11,0	230.000	88,9
<i>E. urophylla</i>	12,8	705.000	94,0

### 3.3 Caracterização das espécies

O gênero *Eucalyptus* possui mais de 600 espécies descritas, sendo sua ocorrência observada entre as latitudes de 7 ° N até 43 °39' S. Pelo fato de ocorrer em tamanha variação de latitude, deve-se esperar que as espécies de eucalipto apresentem genótipos adaptados às mais variadas condições de solo e clima. A escolha das espécies foi baseada nas características ecológicas de cada uma, esperando assim obter respostas fisiológicas contrastantes diante dos tratamentos adotados.

#### 3.3.1. *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Ocorre praticamente em toda a Austrália continental (15,5° N a 38 ° S), principalmente ao longo dos cursos de rios e também em regiões semi-áridas, tendo sido descrito como resistente à seca (FAO, 1979; Ferreira, 1984). Sem dúvida, a maior importância dessa espécie é o seu bom desenvolvimento em ambientes onde há deficiência hídrica severa, tendo sido estabelecido, com sucesso, em regiões semi-áridas em vários continentes (FAO, 1979). No Brasil,

*E. camaldulensis* está entre as espécies recomendadas para reflorestamento nas regiões mais secas. Esta espécie apresenta, também ainda alta capacidade de emitir brotações após o corte das árvores (Turnbull e Pryor, 1984). Sua madeira tem cor avermelhada e densidade entre média e elevada sendo utilizada para fabricação de celulose em Israel, Itália, Espanha e Marrocos (Golfari, 1975).

### 3.3.2 *Eucalyptus citriodora* Hook.

Nativo de Queensland (Austrália), onde ocupa uma área extensa no Centro-Sul e áreas menores e espalhadas no Norte. O clima nesta região é subtropical, com um índice pluviométrico variável entre 650 mm (tipo semi-árido) e 1250 mm (tipo úmido) e de regime periódico. É extensamente cultivado no Brasil sendo um dos poucos que se conservou puro, embora tenha possibilidades de cruzar-se com *E. maculata*. Em Minas Gerais pode ser utilizado nas regiões mais quentes (Golfari, 1975). Sua madeira tem cor marrom a marrom acinzentado, moderadamente durável a durável. Apresenta inúmeras utilidades, sendo considerada primeira classe para uso de madeira serrada (Rizzini, 1981).

### 3.3.3 *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Sua área natural na Austrália estende-se em forma descontínua desde Newcastle, com clima temperado, até Atherton e Queensland, com clima subtropical. Os povoamentos, que no sul estão ao nível do mar, vão subindo gradualmente até chegar a 1200 m de altitude, no Norte. As precipitações médias anuais variam entre 1000 e 1800 mm. Trata-se de uma espécie muito próxima de *E. saligna* nos seus aspectos botânicos, ecológicos e silviculturais. Em condições naturais encontra-se dentro da “wet sclerophyll forest” ou nas margens da “rain forest” estando localizada em vertentes úmidas ou depressões e vales, ou nas margens de pequenos cursos d’água. Nunca é encontrada em encostas secas, onde é substituída por outras espécies. Os solos geralmente são férteis, profundos e bem drenados. Apresenta baixa resistência a períodos de seca (Golfari, 1975). O *E. grandis* é uma das espécies mais utilizadas em reflorestamento no Brasil, devido à sua adaptação às diferentes condições edafo-climáticas, proporcionando resultados significativos quanto ao rendimento volumétrico, além de apresentar uma ampla faixa de densidade

básica da madeira. Usualmente a madeira desta espécie destina-se a indústria de celulose, chapas duras, carvão, serraria e postes (Golfari, 1975).

#### **3.3.4. *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake**

Nativa da ilha de Timor, ocorre em colinas e montanhas entre 500 m e 1800 m de altitude. O clima na ilha é tropical na região baixa costeira e se ameniza nas montanhas. Está presente também em outras ilhas do arquipélago da Indonésia, tais como Flores, Wetar e Alor. É uma espécie que apresenta alto potencial para produção de celulose, em regiões subtropicais com chuvas periódicas. Em Minas Gerais é indicada para regiões com moderado déficit hídrico. O *E. urophylla* apresenta bom desenvolvimento, elevada densidade básica e uso múltiplo de sua madeira. A utilização crescente desta espécie se deve, além das características desejáveis da sua madeira, a baixa susceptibilidade ao cancro de eucalipto (Golfari, 1975)

#### **3.4 Recipiente e substrato utilizado**

Utilizou-se tubetes de polietileno, com capacidade de 50 cm<sup>3</sup>, com 6 ranhuras internas, acondicionado em bandejas de isopor com 96 células. A assepsia dos tubetes consistiu na imersão em solução de formol 5% durante 15 minutos. Procedeu-se a fumigação do substrato com brometo de metila, na proporção de 40cc/m<sup>3</sup>, segundo a recomendação de Cerqueira Jr. e Carvalho, (1987).

O substrato foi composto de 46% de vermiculita, 46% de casca de arroz carbonizada e 8% de terra de subsolo. Adotou-se a mesma formulação de adubação utilizada pela MANNESMANN-FIEL-FLORESTAL, constituída por (g/tubete): 1,0g de superfosfato simples, 0,1g de cloreto de potássio, 0,3g de sulfato de amônio, 0,01g de sulfato de magnésio, 0,05g de sulfato de zinco, 0,05g de sulfato de ferro, 0,05g de sulfato de manganês, 0,01g de sulfato de cobre e 0,08g de bórax. O substrato apresentou a composição química descrita abaixo:

TABELA 2. Características químicas do substrato utilizado.

Característica	Valor
pH em água	6,2 AcF
P (ppm)	864,0 A
K (ppm)	1320,0 A
Ca (meq/100cc)	12,9 A
Mg (meq/100cc)	7,4 A
Al (meq/100cc)	0,1 B
H + Al (meq/100cc)	1,9 B
S (meq/100cc)	23,7 A
t (meq/100cc)	23,8 A
T (meq/100cc)	25,6 A
m (%)	0,0 B
v (%)	93,0 MA

AcF= Acidez fraca; B= Baixo; A= Alto; MA= Muito alto.

### 3.5 Curva Característica de Retenção de Umidade do Substrato

Retirou-se amostras representativas do substrato que foram encaminhadas para o Laboratório de Física dos Solos da UFLA, onde foram realizadas as determinações de retenção de água do substrato para obtenção da curva característica de retenção de umidade, cujos dados estão apresentados na Tabela 3. Para o ajuste do teor de umidade com as respectivas tensões, utilizou-se o modelo clássico de retenção de umidade para solos de Van Guenuth e o modelo quadrático.

TABELA 3. Dados referentes a retenção de umidade do substrato de mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas a aclimação por tratamentos hídricos.

Tensão (atm).	15	5	1	0,33	0,1	0,06	0,04	0,02
Umidade (%)	31,85	51,86	60,45	93,12	109,0	112,36	113,78	120,54

#### 3.5.1 Teste de umidade

Durante o período de aclimação foram realizadas amostragens do teor de umidade do “substrato” (substrato + massa radicial), sempre no mesmo horário de medição do

potencial hídrico foliar. Foram amostradas 80 plantas (5 frequências de irrigação x 4 espécies x 4 repetições), sendo realizadas 4 avaliações durante o período experimental.

O substrato mais a massa radicial foi envolto em papel alumínio e colocado em estufa com circulação forçada de ar a 70°C por 48 horas, para obtenção da umidade gravimétrica (g/g). Estes valores foram lançados na curva característica, onde obteve-se a estimativa da tensão matricial.

Através do estudo da regressão múltipla e o modelo de Van Guenuth, procurou-se ajustar os dados de umidade com tensão matricial obtidos na curva característica de retenção.

### **3.6 Produção das mudas**

As mudas foram produzidas durante um período de 70 dias. Adotou-se uma adubação única, por ocasião da mistura dos componentes do substrato. Na semeadura foram colocados 3-5 sementes por tubete, sendo cobertas com uma fina camada de terra de subsolo peneirada. Aos 30 dias após a germinação, realizou-se o desbaste, deixando uma muda por recipiente, sendo escolhida a mais vigorosa. A irrigação nos primeiros 70 dias foi feita de maneira uniforme para todos os tratamentos, constando de cinco irrigações diárias, correspondendo a 12,5 ml/tubete/irrigação. Esse volume foi determinado com base nas informações da curva característica do substrato, a fim de manter um teor de umidade em torno de 60%. Nesta ocasião as mudas apresentaram altura média de 18cm e diâmetro médio de 2,1mm.

### **3.7 Tratamentos**

Parte das mudas obtidas com 70 dias foram plantadas no campo constituindo o tratamento sem aclimação. Outra parte das mudas foi submetida à aclimação por tratamentos hídricos por 10 e 20 dias.

As mudas foram aclimatadas por cinco diferentes frequências de irrigação diárias durante 20 dias consecutivos. Cada muda recebeu 12,5ml de água/irrigação. As frequências de irrigação foram determinadas em experimentos prévios.

### 3.8 Características avaliadas

#### 3.8.1 Características biofísicas

Durante o período de aclimação das mudas (20 dias), foram avaliadas periodicamente as seguintes características: condutância estomática, transpiração, déficit de pressão de vapor (D.P.V.), radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A.), potencial hídrico foliar ( $\psi_f$ ) e teor relativo de água (T.R.A.).

As medições da condutância estomática, transpiração e radiação fotossinteticamente ativa foram realizadas diariamente, sendo consideradas para as análises estatísticas o valor médio correspondente ao intervalo de quatro dias. As determinações foram realizadas com o auxílio de um Porômetro (STEADY STATE POROMETER, LICOR-1600M, inc/LI-cor, Ltda), sempre no mesmo horário solar entre 10:00-15:00 horas, na superfície abaxial das folhas superiores ( $3^\circ/4^\circ$  par de folhas). Estas avaliações foram realizadas sempre na mesma folha, totalmente expandida, obedecendo sempre a mesma orientação cardinal em relação a luz solar incidente, às 11:00h (hora solar). Foram amostradas diariamente 20 plantas/parcela, inclusive para a evolução diurna da condutância estomática. Neste período, realizou-se quatro avaliações para a evolução diurna da condutância estomática e transpiração, nos seguintes horários: 9:00, 11:00, 13:00, 15:00 (hora solar).

O potencial hídrico foliar e o teor relativo de água foi determinado entre 5:00 e 7:00 horas (hora solar), em intervalos de 5 dias, sendo amostradas 20 plantas/parcela. Utilizou-se uma câmara de pressão tipo Scholander, lançando mão sempre do 3º lançamento foliar. As folhas utilizadas para avaliação foram cortadas e imediatamente envoltas em papel alumínio e colocadas dentro de uma caixa de isopor com gelo para evitar a perda de água das folhas durante as determinações. Logo após este procedimento foram feitas as medições na bomba de pressão. O teor relativo de água (TRA) foi medido no mesmo dia e horário das avaliações do  $\psi_f$ . Procedeu-se a retirada de 2 ou 3 discos foliares de 0,6 cm de diâmetro do centro do limbo foliar (evitando-se a nervura central quando possível) da mesma folha em que se determinou o potencial hídrico foliar ( $\psi_f$ ), e imediatamente realizou-se as pesagens para obtenção do peso da matéria fresca (PF). Em seguida os discos foliares foram submersos em frascos fechados contendo água destilada e conservados em geladeira, a  $\pm 5^\circ\text{C}$ , durante um período de 24 horas, a fim de minimizar a

respiração. Após este período, os discos foram secados suavemente em lenços de papel e novamente pesados, para a obtenção do peso de matéria túrgida (PT). Em seguida, os discos foram levados à estufa com circulação forçada de ar a 70°C, onde permaneceram durante 48 horas, sendo então pesados, para a obtenção do peso de matéria seca (PS). Após esses procedimentos, o TRA foi calculado segundo a fórmula:

$$\text{TRA} = \frac{\text{PF} - \text{PS}}{\text{PT} - \text{PS}} * 100$$

As determinações de açúcares solúveis totais e açúcares redutores foram realizadas com as mudas aclimatadas por 10, 15 e 20 dias, referentes aos tratamentos de irrigação. O material vegetal foi secado em estufa com circulação forçada de ar a 70°C por 48 horas. Optou-se pela utilização somente da parte aérea. O material seco foi moído em um moinho tipo Willy, com peneira de 20 Mesh., onde posteriormente procedeu-se as determinações de açúcares. As determinações dos teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores foram realizados conforme metodologias descritas por Nelson (1944).

O déficit de pressão de vapor (D.P.V) foi determinado a partir das informações da umidade relativa e temperatura da cubeta obtidos com o porômetro.

### 3.8.2 Características de crescimento

As mudas das quatro espécies de *Eucalyptus* não aclimatadas (70 dias de idade) foram plantadas no dia 10/01/95, data que não houve precipitação. As mudas aclimatadas por 10 dias (80 dias de idade) e aclimatadas por 20 dias (90 dias de idade) foram plantadas sob chuva, nos dias 20/01/1995 e 01/02/1995 recebendo 23,6 e 22,1 mm respectivamente na data de plantio. Todas as mudas foram plantadas em Latossolo-Vermelho Escuro. Utilizou-se a adubação de 150 g de superfosfato simples por cova, sendo plantadas no espaçamento 3,0 m x 1,5 m.

Avaliou-se altura e diâmetro de colo das mudas não aclimatadas e aclimatadas aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio no campo. Para as mudas não aclimatadas foram avaliadas oito mudas/espécie e para as mudas aclimatadas 20 mudas/parcela.

### 3.9 Caracterização das condições atmosféricas

#### 3.9.1 Temperatura e umidade relativa

A temperatura e umidade relativa do ar foram registradas através do termohigrógrafo, marca TH 508. Pelos diagramas obtidos semanalmente calculou-se os valores médios diários, utilizando-se as equações recomendadas pela O.M.M. (Organização Mundial de Meteorologia), os quais são:

$$T_{\text{média}} = (T_9 + 2T_{21} + T_{\text{max}} + T_{\text{min}})/5$$

$$U_{\text{média}} = (UR_9 + UR_{15} + 2UR_{21})/4$$

OBS.: O índice corresponde a hora de realização da medida.

A partir desses dados expressou-se as variações semanais de temperatura e umidade relativa do ar, apresentados na Tabela 4.

Os dados referentes a precipitação durante a fase de estabelecimento da muda no campo, foram conseguidos junto ao departamento de engenharia da UFLA (Figura 1).

TABELA 4. Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação durante o período experimental.

Dia	Temperatura	Umidade Relativa (%)
10	32,2	51,5
11	30,6	60,5
12	28,6	66,3
13	32,2	33,0
14	32,4	47,8
15	33,0	41,8
16	33,0	43,8
17	32,6	57,0
18	32,6	64,8
19	31,2	63,0
20	31,2	64,8
21	29,4	61,3
22	27,0	74,0
23	29,8	38,0
24	30,6	50,5
25	32,7	47,8
26	29,4	44,6
27	30,2	46,0
28	30,0	55,3
29	24,3	62,2
30	27,8	70,7

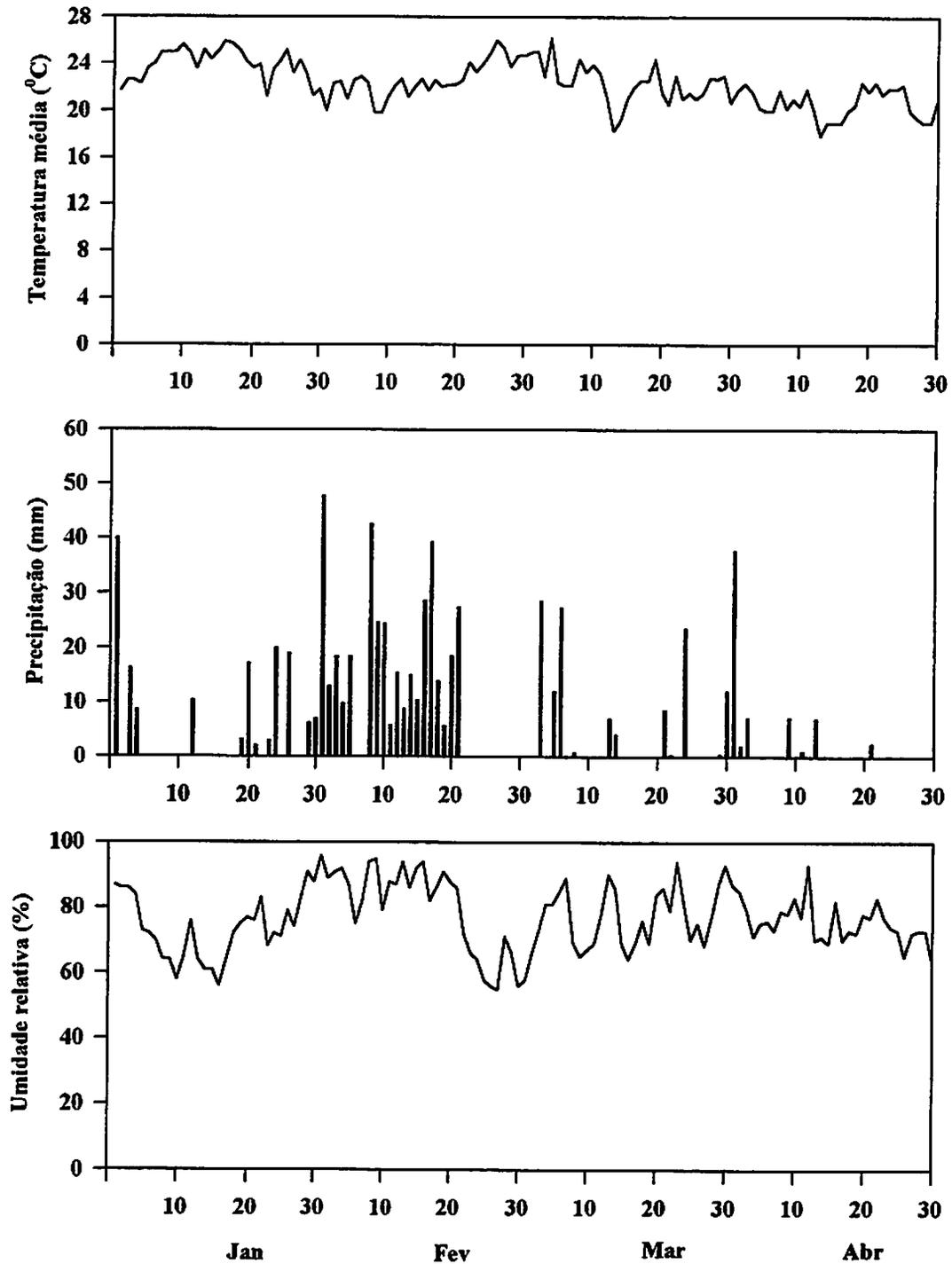


FIGURA 1. Dados relativos à taxa de precipitação nos primeiros 60 dias após o plantio das mudas aclimatadas e não aclimatadas.

### **3.10 Delineamento experimental**

Para o experimento em casa de vegetação foi adotado o delineamento em blocos casualizados, no esquema em parcelas subdivididas no espaço, constando com as frequências de irrigação (5) na parcela e as espécies na subparcela (4), com 4 blocos, totalizando 20 tratamentos. Para o plantio realizado no campo, adotou-se o delineamento em blocos casualizados, seguindo o mesmo arranjo adotado no viveiro. As análises estatísticas foram realizadas pelo pacote estatístico SANEST.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Umidade do “substrato”

Verificou-se diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para as espécies e as frequências de irrigação (Apêndice 1). Analisando o comportamento das espécies em relação aos tratamentos hídricos, constata-se que para todas houve um aumento significativo do teor de umidade do substrato com o aumento das frequências de irrigação. *E. citriodora* apresentou as diferenças mais marcantes no teor de umidade. *E. camaldulensis* e *E. grandis* mantiveram o mesmo comportamento, onde os maiores teores de umidade foram apresentados nos tratamentos 3, 4 e 5, com valores acima de 40% de umidade com base em peso. *E. urophylla* apresentou os menores teores médios de umidade para todos os tratamentos (Tabela 5).

TABELA 5. Teores de umidade (%) do substrato relacionados com as espécies e as frequências de irrigação.

Espécie	Frequência de Irrigação				
	1	2	3	4	5
<i>E. grandis</i>	28,99 c A	30,71 c C	40,47 b A	41,58 b A	51,57 a A
<i>E. camaldulensis</i>	28,07 d A	34,49 c B	39,59 b A	40,98 b AB	52,76 a A
<i>E. citriodora</i>	26,23 c AB	38,29 b A	38,74 b A	41,68 b AB	53,80 a A
<i>E. urophylla</i>	22,75 e B	31,25 d BC	36,34 c A	40,86 b B	47,40 a B

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas ou maiúsculas iguais, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

### 4.2 Evolução diurna da condutância estomática e da transpiração

A Figura 2 apresenta os valores médios de condutância estomática e transpiração de mudas de *Eucalyptus* spp., em casa de vegetação, sob cinco frequências de irrigação. A condutância estomática e a transpiração variaram em função da hora, do dia e da disponibilidade



de água do substrato. As frequências de irrigação influenciaram consideravelmente a disponibilidade de água no substrato e por conseguinte o status hídrico na planta. Nas avaliações realizada às 9:00 h, os valores médios mostrados pela condutância estomática e transpiração foram elevados para todas as espécies (Figura 2). Este fato pode ser explicado pela dependência destas variáveis em relação aos fatores ambientais como o déficit de pressão de vapor (D.P.V.) e a radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A.), que também apresentaram altas taxas pela manhã (Figura 3). A partir deste horário, verificou-se decréscimos gradativos da condutância estomática e transpiração, atingindo as 15:00 h os menores valores, possivelmente em consequência ao decréscimo da R.F.A. disponível e do D.P.V., caracterizando assim uma baixa demanda evaporativa da atmosfera. Isto ocorreu provavelmente devido a metodologia usada para a irrigação. Lima (1996) detectou para mudas de *E. grandis*, *E. pellita* e *E. citriodora* cultivadas em vasos com solo franco, tendências de aumento nos valores da condutância estomática, nos horários de 9:00 e 17:00 h. Os tratamentos correspondentes às menores frequências de irrigação apresentaram condutância estomática mais baixas, provavelmente devido a quantidade de água ser insuficiente para suprir a demanda da atmosfera, fazendo com que a planta aumente a resistência ao fluxo de água para a atmosfera (Santos, 1996).

A relação entre frequência de irrigação e condutância estomática (Tabela 6) e transpiração (Tabela 7) foi direta e positiva, isto é, aumentou com a frequência de irrigação. Verificou-se diariamente a formação de dois grupos de espécies: *E. urophylla* e *E. grandis* (maiores valores) e *E. camaldulensis* e *E. citriodora* (menores valores). Lima (1996) estudando relações hídricas em oito espécies de *Eucalyptus* spp., cultivadas em vasos, encontrou esse mesmo tipo de comportamento. Cascardo (1991) e Cairo (1992) trabalhando com seringueira e outras espécies florestais nativas, respectivamente, detectaram comportamento semelhante ao verificado para mudas do gênero *Eucalyptus*.

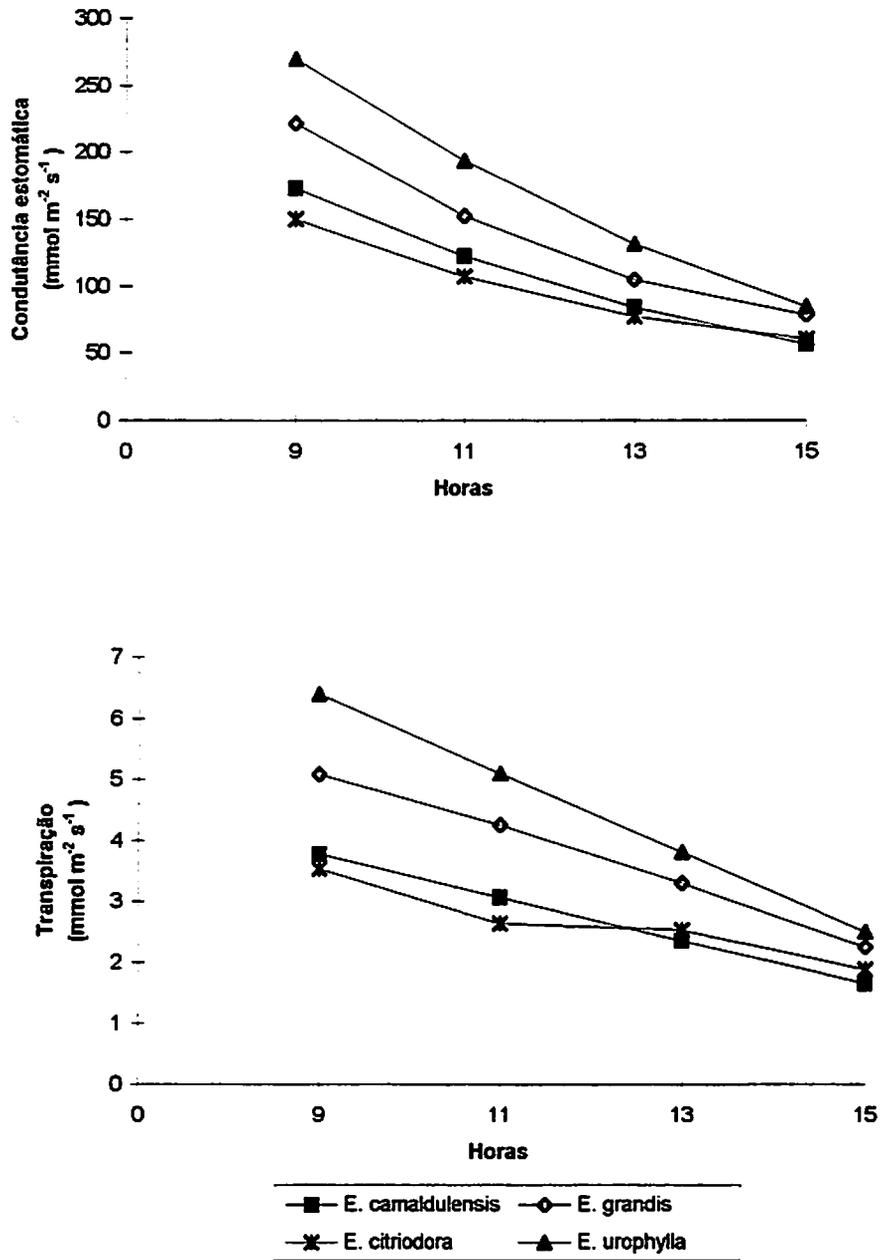


FIGURA 2. Evolução diurna da condutância estomática e transpiração de mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas a cinco frequências de irrigação. (Média de 4 plantas).

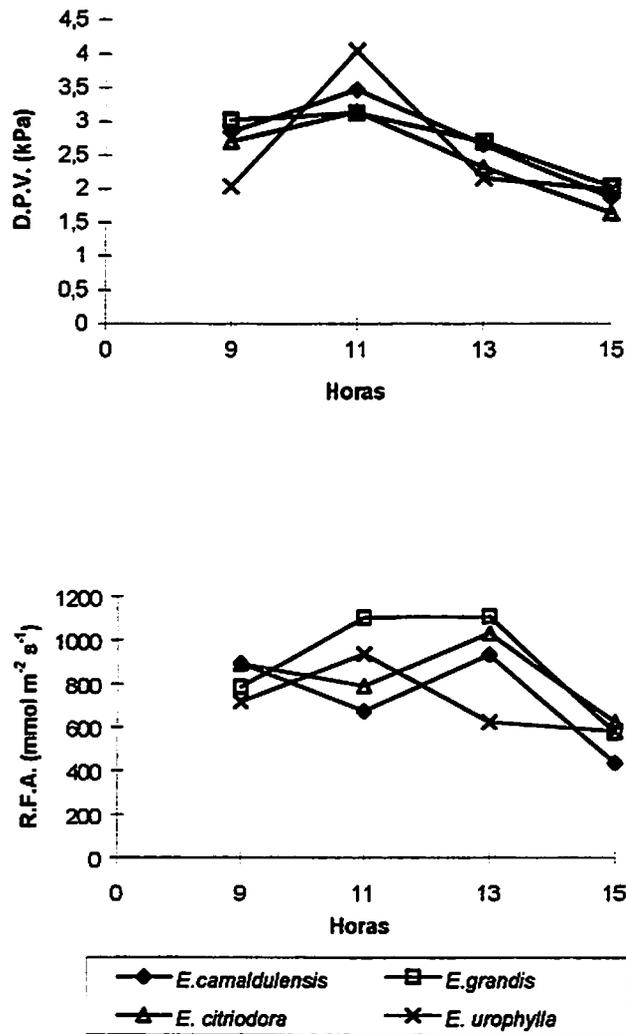


FIGURA 3. Evolução diurna do déficit de pressão de vapor (D.P.V.) e da radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A.) de mudas de *Eucalyptus* spp., em casa de vegetação, submetidas a cinco frequências de irrigação (Média de 16 plantas).

TABELA 6. Condutância estomática de mudas de *Eucalyptus* spp. em casa de vegetação e aclimatadas por cinco frequências de irrigação, em função do horário de avaliação. (Média de 16 plantas).

Espécie	Frequência de irrigação	Horários de Avaliação			
		9:00	11:00	13:00	15:00
<i>E. camaldulensis</i>	1	94,90 b	69,30 a	76,90 a	46,79 a
	2	163,89 b	113,59 b	44,79 a	31,70 a
	3	158,30 b	150,10 a	115,69 a	75,09 a
	4	271,29 a	142,10 a	70,19 a	54,59 a
	5	171,79 b	146,69 a	102,50 a	75,90 a
<i>E. grandis</i>	1	142,80 b	102,09 a	70,40 b	49,59 a
	2	195,00 ab	140,30 a	105,50 ab	56,59 a
	3	274,70 a	153,30 a	169,69 a	124,40 a
	4	271,29 a	173,69 a	123,30 ab	65,03 a
	5	223,30 ab	153,40 a	104,59 ab	54,50 a
<i>E. citriodora</i>	1	97,69 b	64,59 a	59,75 a	47,90 a
	2	136,00 ab	90,90 a	80,59 a	48,40 a
	3	175,30 ab	118,59 a	100,90 a	68,30 a
	4	175,30 ab	118,59 a	100,90 a	68,30 a
	5	157,34 ab	102,19 a	87,80 a	54,13 a
<i>E. urophylla</i>	1	148,69 c	102,69 b	74,08 a	33,70 a
	2	240,00 bc	203,69 a	139,60 a	84,77 a
	3	274,00 ab	234,69 a	140,50 a	125,80 a
	4	329,70 ab	214,00 a	134,30 a	88,50 a
	5	353,00 a	221,20 a	158,80 a	94,79 a

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, dentro de cada espécie, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 7. Transpiração de mudas de *Eucalyptus* spp. em casa de vegetação, aclimatadas por cinco frequências de irrigação, em função do horário de avaliação (Média de 16 plantas).

Espécies	Frequências de irrigação	Horários de Avaliação			
		9:00	11:00	13:00	15:00
<i>E. camaldulensis</i>	1	2,35 a	1,77 a	1,89 a	1,23 a
	2	3,65 a	2,00 a	1,74 a	1,18 a
	3	3,76 a	4,17 a	2,86 a	2,41 a
	4	4,99 a	3,76 a	1,55 a	1,37 a
	5	4,14 a	4,04 a	2,98 a	2,54 a
<i>E. grandis</i>	1	3,58 a	2,79 a	1,89 b	1,03 a
	2	4,38 a	4,10 ab	4,39 ab	1,63 a
	3	6,13 a	5,48 a	5,12 a	3,95 a
	4	6,17 a	5,06 ab	3,13 ab	2,13 a
	5	5,11 a	4,09 ab	2,54 ab	1,69 a
<i>E. citriodora</i>	1	2,38 a	2,01 a	2,35 a	1,77 a
	2	3,04 a	2,53 a	2,34 a	1,50 a
	3	4,46 a	2,49 a	2,69 a	2,32 a
	4	4,11 a	3,44 a	2,73 a	2,04 a
	5	3,64 a	2,75 a	2,55 a	1,81 a
<i>E. urophylla</i>	1	4,17 bc	2,96 b	1,93 a	0,82 b
	2	5,37 a	4,82 ab	3,87 a	2,65 ab
	3	6,18 abc	6,66 a	4,29 a	4,11 a
	4	7,48 ab	6,59 a	3,68 a	2,76 ab
	5	8,28 a	4,81 ab	4,08 a	2,55 ab

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, dentro de cada espécie, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

### 4.3 Condutância estomática e Transpiração

Verificou-se que *E. citriodora* mostrou-se indiferente aos tratamentos durante o período de aclimação das mudas, não sendo detectadas diferenças significativas entre os tratamentos. As demais espécies apresentaram diferenças, sendo que *E. urophylla* apresentou maior sensibilidade às frequências de irrigação. As variações na condutância estomática e transpiração para as mudas de *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. citriodora* e *E. urophylla* são apresentadas nos Apêndices 2 e 3.

No geral, constatou-se que todas as espécies tiveram comportamento semelhante para essas variáveis, sendo notado que sob baixa demanda evaporativa (baixos valores para o D.P.V. e R.F.A.), os estômatos se mantiveram abertos, e sob alta demanda evaporativa os estômatos se fecharam. Apesar deste comportamento, *E. grandis* e *E. urophylla* apresentaram valores mais elevados comparativamente a *E. camaldulensis* e *E. citriodora* (Figura 4).

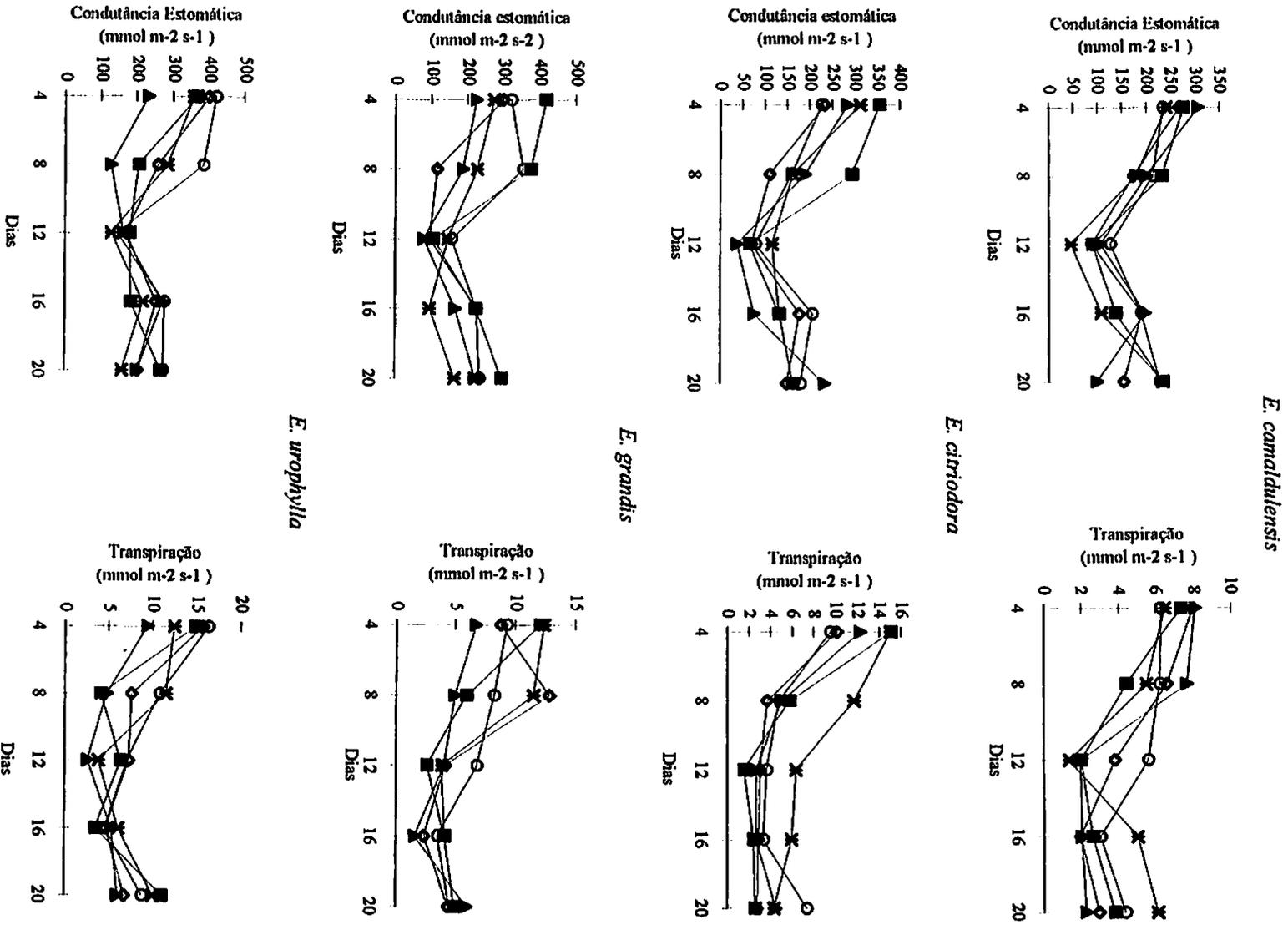


FIGURA 4. Condutância estomática e taxa transpiratória abaxial de mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas a aclimação por tratamentos hídricos.

Os maiores valores observados às 11:00 horas ficaram na faixa 300 a 400  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , para as mudas de *E. grandis* e *E. urophylla*, sendo as condições de RFA e DPV na faixa de 800  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  e 2,5 a 4,0 kPa, respectivamente. Os menores valores, abaixo de 60  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , foram observados aos doze dias para quaisquer espécies com valores de RFA e DPV na faixa de 500 a 600  $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  e 3,0 kPa, respectivamente (Figura 5).

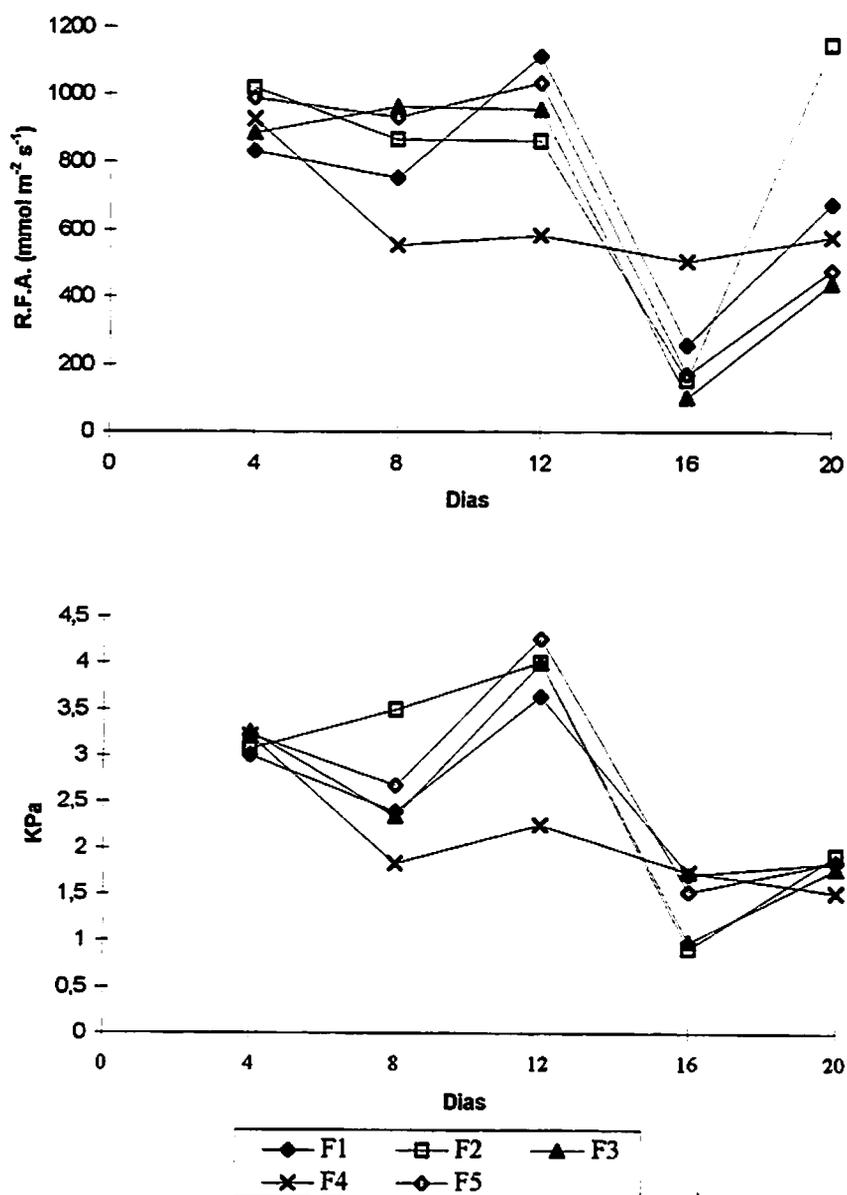


FIGURA 5. Déficit de pressão de vapor e radiação fotossinteticamente ativa para mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas à aclimatação.

Analisando o coeficiente de correlação para condutância estomática e transpiração, constata-se que nem sempre o maior teor de umidade do substrato está relacionado com altos valores para a condutância estomática e transpiração, evidenciando a dependência destas variáveis com outros fatores, além da disponibilidade de água no substrato (Tabela 8).

TABELA 8. Coeficientes de correlação entre condutância estomática e transpiração para mudas de *Eucalyptus* spp.

Frequência de irrigação	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. urophylla</i>
1	0,705	0,958	0,893	0,779
2	0,806	0,679	0,879	0,801
3	0,743	0,683	0,606	0,834
4	0,920	0,753	0,905	0,886
5	0,437	0,796	0,841	0,854

#### 4.4 Potencial hídrico foliar ( $\psi_f$ )

O potencial hídrico foliar reflete as condições da dinâmica do processo de transporte no sistema solo-planta-atmosfera, constituindo o principal componente responsável pelo fluxo de água na planta.

Os resultados mostraram que dentro da sensibilidade e precisão da metodologia utilizada e nas condições do experimento, os valores médios do potencial hídrico foliar ( $\psi_f$ ), revelaram diferenças significativas a 5% de probabilidade para a interação entre frequências de irrigação e datas de avaliações para todas as espécies (Apêndice 4).

A Figura 6 mostra os valores do  $\psi_f$  das mudas de *Eucalyptus* spp., aclimatadas por tratamentos hídricos. Todas as espécies estudadas exibiram diferenças de potencial hídrico foliar entre as frequências de irrigação. Lima (1996) não encontrou diferenças no  $\psi_f$  em mudas de *E. grandis* cultivadas em vasos sob estresse hídrico, atribuindo tal comportamento à eficiência do ajuste estomático.

Observa-se que reduções significativas nos valores do  $\psi_f$ , abaixo de -1,0 MPa, foram verificadas para as mudas provenientes da frequência 1 de irrigação, exceção feita para *E. urophylla* que também apresentou estas reduções para a frequência 2. Constata-se que independente das espécies, somente com 15 dias é que estas reduções se evidenciaram.

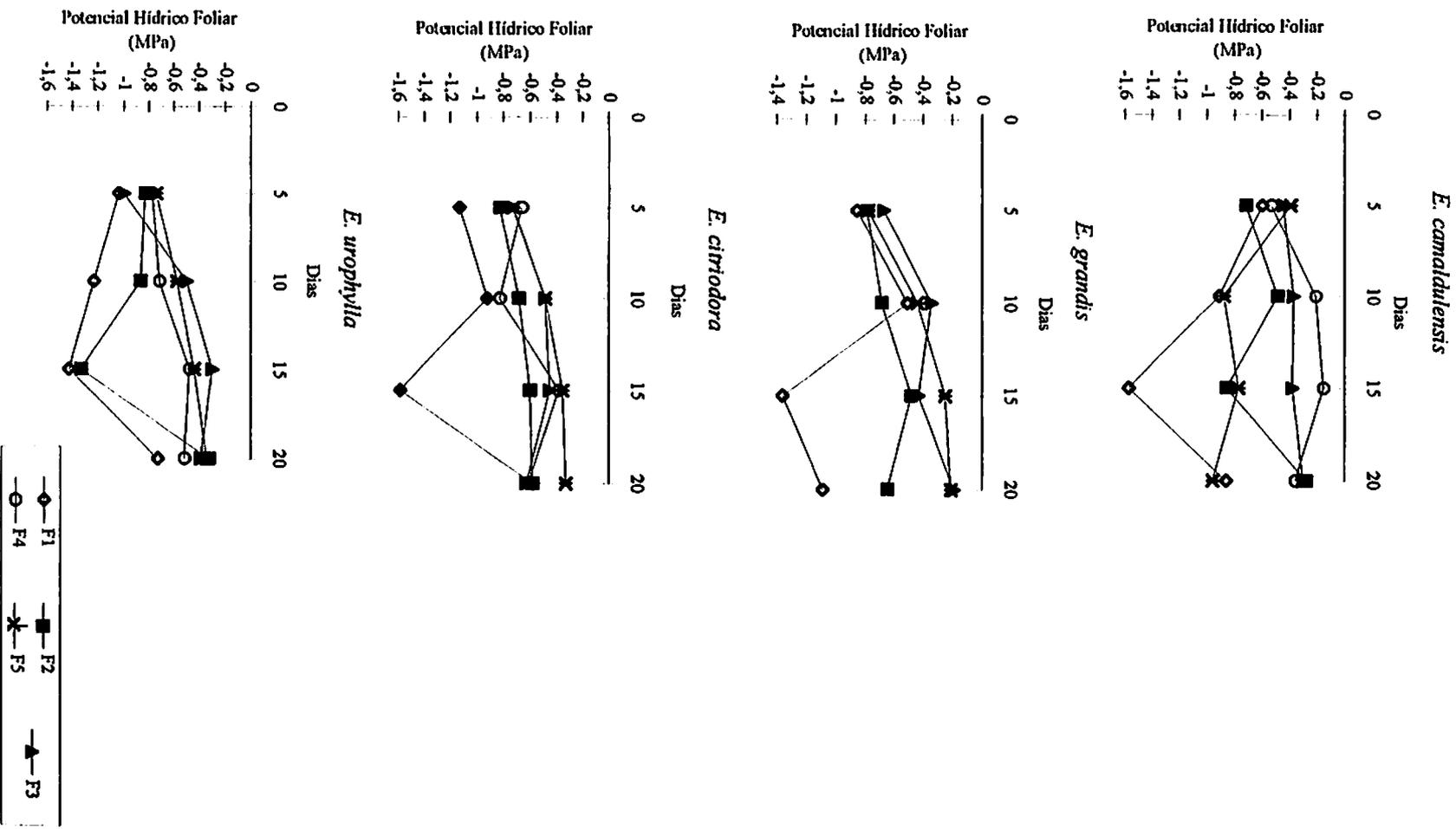


FIGURA 6. Potencial Hídrico Foliar de mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas a aclimação por tratamentos hídricos.

*E. camaldulensis* exibiu reduções significativas para a frequência 1 de irrigação. Os demais tratamentos apresentaram as mais variadas tendências, descrevendo os maiores valores médios para as frequências 2, 3 e 4.

*E. grandis* apresentou comportamento semelhante para os tratamentos de irrigação 3 e 5, com altos valores para esta variável. As mudas aclimatadas pela frequência 2 de irrigação apresentaram aumentos significativos nos valores médios descritos até a terceira avaliação (15 dias), ocorrendo a partir desta uma tendência de redução nos valores do  $\psi_f$ . Assim como verificado para *E. camaldulensis*, constatou-se uma redução significativa nos valores apresentados pelo tratamento 1 de irrigação. Evidencia-se que para mudas de *E. grandis*, a aclimação pode ser realizada com 15 dias, admitindo-se a utilização da frequência 1, ou 20 dias para a frequência 2.

Constatou-se que *E. urophylla* apresentou os menores valores médios descritos para esta variável, apresentando sinais de murcha aparente para os intervalos de irrigação 1 e 2, a partir do oitavo dia de aclimação. Para estes tratamentos, evidencia-se a ocorrência de um decréscimo significativo no potencial até a terceira avaliação (15 dias). Detectou-se que os tratamentos correspondentes às frequências de irrigação 3, 4 e 5, não se diferenciaram estatisticamente, descrevendo comportamento semelhante durante a aclimação. Estes tratamentos proporcionaram sempre altos valores para esta variável, podendo considerar que 15 dias são suficientes para promover a aclimação das mudas desta espécie pelas frequências 1 e 2.

*E. citriodora* apresentou comportamento semelhante para os tratamentos de irrigação 2, 3, 4 e 5, não apresentando diferenças estatísticas significativas. Como verificado para as outras espécies, somente para as mudas da frequência 1, verificou-se reduções no  $\psi_f$ . O tratamento correspondente à frequência de irrigação 2 apresentou comportamento uniforme durante o período de aclimação, sendo registrados valores médios comparativamente menores aos tratamentos referentes às frequências 3, 4 e 5.

As espécies do gênero *Eucalyptus* utilizadas neste experimento, apresentaram potenciais hídricos foliares dentro da faixa encontrada em outros estudos. A composição do substrato, recipientes, idade das plantas e fatores inerentes a própria planta constituíram-se nos principais componentes que possivelmente explicam tais variações. Face a interação destes componentes, verificou-se que em geral, à medida que a frequência de irrigação diminuiu, o potencial hídrico foliar também diminuiu. Ludlow (1980), estudando relações hídricas de plantas

cultivadas em pequenos vasos, verificou reduções significativas do potencial hídrico foliar em horas, enquanto que em condições de campo estas foram evidenciadas em dias para alcançar estatisticamente os mesmos valores. Para a produção de mudas em tubetes, face as perdas d'água e características do substrato, verificou-se que as variações no potencial hídrico foliar podem ocorrer mais rapidamente em função da quantidade de água disponível, não só no substrato como também na atmosfera vizinha.

Os tratamentos correspondentes às frequências de irrigação 3, 4 e 5 apresentaram altas taxas para a condutância para todas as espécies e maiores valores para o  $\psi_f$ . Turner (1986) sugere que plantas com alta condutância, podem mostrar pequenas mudanças no  $\psi_f$  e estas serem altamente sensíveis às mudanças hídricas radiculares.

Para *E. camaldulensis* e *E. citriodora* verificou-se comportamentos semelhantes entre os tratamentos hídricos até os 10 dias de aclimação. A partir desta ocasião, decréscimos significativos foram detectados para o tratamento correspondente a uma irrigação por dia.

Os menores valores do  $\psi_f$  apresentados pelas frequências de irrigação 1 de *E. urophylla*, podem ser atribuídos aos maiores valores de transpiração das plantas. Este comportamento também pode estar relacionado às características vegetativas e a uma provável redução no potencial osmótico, conseqüente de um ajustamento osmótico. A capacidade de uma planta em manter a turgescência foliar quando diminui o  $\psi_f$  é uma importante adaptação ao déficit hídrico. Para Ludlow e Muchow (1990) o ajustamento osmótico permite que os estômatos permaneçam parcialmente abertos a  $\psi_f$  progressivamente menores podendo manter a produção de matéria seca por um período maior.

Lima (1996) trabalhando com mudas de *Eucalyptus* spp. sob estresse hídrico encontrou valores variando de -0,30 MPa a -2,1 MPa.

## **4.5 Mudas plantadas aos 70 dias sem aclimação**

### **4.5.1 Altura e diâmetro do colo**

Estas mudas receberam durante a fase de estabelecimento (30 dias após o plantio), 284,4mm de chuva bem distribuídos, tendo portanto água suficiente para garantir eu desenvolvimento inicial. Na ocasião do plantio, observou-se que não houve variações

significativas para a variável altura entre as espécies. Analisando o crescimento para esta variável, constatou-se que houve pequenos incrementos, apresentados pelas espécies nos dois primeiros meses após o plantio (Figura 7). Incrementos significativos foram relatados a partir de 70 dias

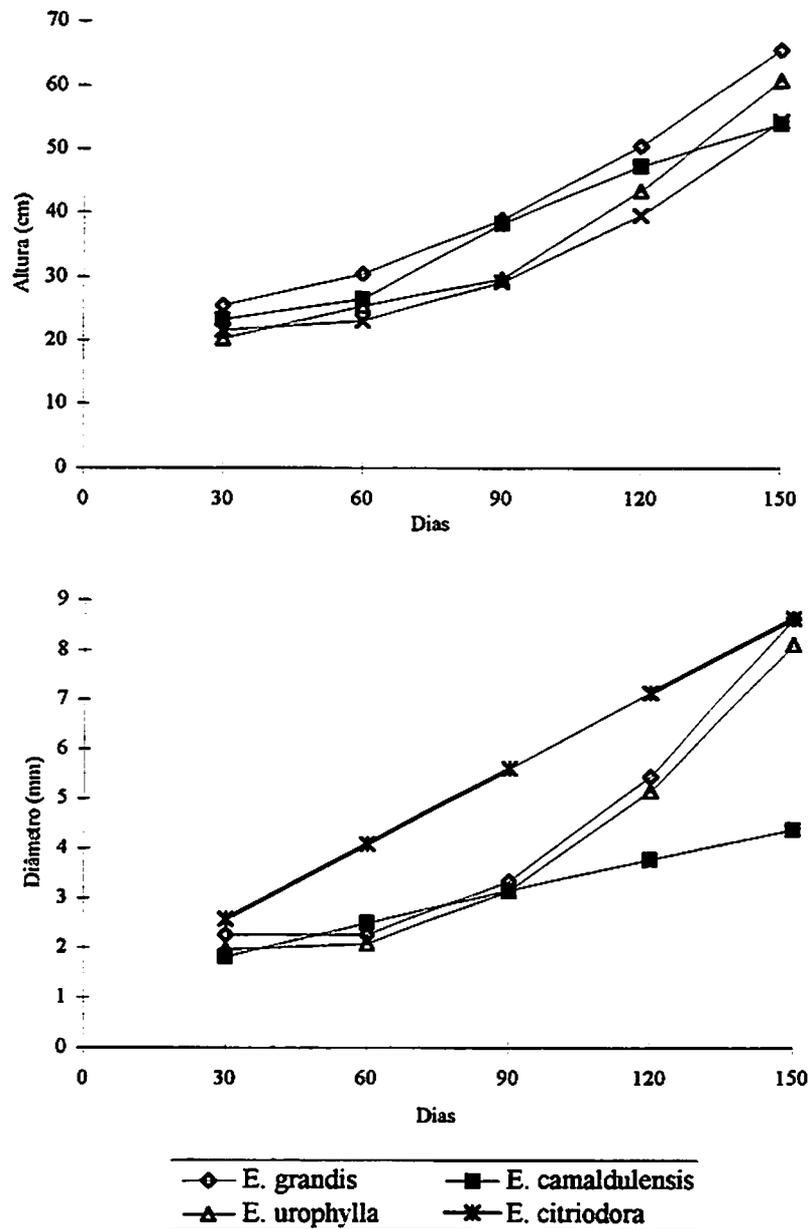


FIGURA 7. Altura e diâmetro do colo de mudas de *Eucalyptus* spp., não aclimatadas, plantadas no campo com 70 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 6.

após o plantio. Percebeu-se a formação de dois grupos, um constituído por *E. grandis* e *E. camaldulensis* e o outro por *E. citriodora* e *E. urophylla*, fato este não confirmado ao final do período experimental. Ressalta-se que *E. grandis* apresentou os maiores incrementos para esta variável. Observa-se que o arranque inicial não ocorreu, ou seja, nesta etapa inicial as mudas investem preferencialmente na emissão e crescimento de novas raízes, para o rápido restabelecimento do contato raiz/solo, em detrimento do crescimento em altura. Este período é variável, dependendo das condições de sítio e dos tratamentos aplicados na fase no viveiro. Para esta variável as espécies apresentaram a mesma tendência de crescimento.

Com relação à variável diâmetro do colo, constatou-se que *E. grandis* e *E. urophylla* descreveram a mesma tendência durante todo o período experimental. *E. citriodora* apresentou incrementos notáveis até os 120 dias, apresentando aos 150 dias desempenho semelhante a *E. grandis* e *E. urophylla*. *E. camaldulensis* exibiu o pior desempenho no campo. Esta variável apresentou maior sensibilidade em evidenciar as diferenças entre as espécies no final do período experimental (Apêndice 5).

#### **4.5.2 Mudanças plantadas com 80 dias de idade e aclimatadas por 10 dias**

##### **4.5.2.1 Altura e diâmetro do colo**

Estas mudas receberam durante a fase de estabelecimento (30 dias após o plantio), 414,7mm de chuva bem distribuídos.

A aclimação das mudas por 10 dias promoveu uma uniformização do *stand*, não verificando diferenças entre as espécies para a variável altura, na ocasião do plantio. Para a variável diâmetro as diferenças foram verificadas, sendo que *E. grandis* e *E. camaldulensis* apresentaram os maiores valores médios observados. Para as frequências de irrigação, as análises de variâncias realizadas não detectaram diferenças estatísticas para as variáveis estudadas, provavelmente devido ao curto período de tempo para a manifestação dos efeitos (Apêndices 7, 8 e 9).

Verificou-se que as mudas de *E. camaldulensis* apresentaram baixas taxas de crescimento em altura e diâmetro, até os 30 dias (Figura 8), havendo uma alta correlação entre essas variáveis durante todas as avaliações. As mudas aclimatadas pelas frequências 2 e 3 apresentaram menores taxas de crescimento inicial, tendo como consequência os piores

desempenhos no campo. Convém salientar que apesar deste comportamento, os valores médios observados foram maiores que os verificados para as mudas plantadas aos 70 dias sem aclimação. O fator idade da muda provavelmente explica este comportamento revelado no campo, ou seja, a simples permanência da muda no viveiro por 80 dias, independente do regime hídrico proporcionou maiores incrementos no campo. As mudas correspondentes aos tratamentos 1, 4 e 5 apresentaram o mesmo comportamento, com crescimento inicial em altura bastante evidente. Ao final das avaliações (150 dias), as mudas provenientes da frequência 4 apresentaram o melhor desempenho para estas variáveis. Vale ressaltar que as mudas que foram aclimatadas pelos tratamentos 4 e 5, estavam em pleno crescimento na casa de vegetação, tendo portanto encontrado no campo condição favorável para continuidade do seu crescimento e desenvolvimento (Figura 8). Para frequência 1, admite-se esta resposta em função de um possível crescimento guardado expresso em tais condições. Pode-se inferir que mudas de *E. camaldulensis* podem ser aclimatadas por uma simples redução no regime de irrigação para quatro irrigações diárias por 10 dias. Esta redução e a permanência das mudas no viveiro até 80 dias proporcionaria maiores incrementos no campo, em condições favoráveis.

As mudas de *E. citriodora* descreveram baixas taxas de crescimento em altura até os 30 dias, salvo as mudas provenientes da frequência 4. A partir desta fase as diferenças foram notadas. Percebe-se que o melhor desempenho foi relatado para as mudas provenientes da frequência 4, verificando-se aumentos proporcionais durante todo o período experimental, (Figura 9). Estas mudas foram as menores por ocasião do plantio. Os tratamentos referentes as frequências 2, 3 e 5 apresentaram a mesma tendência. As mudas aclimatadas pela frequência 1, descreveram o pior desenvolvimento no campo. Os incrementos médios em altura para as frequências 1 e 3 foram similares ao das mudas plantadas com 70 dias. Devido aos menores incrementos apresentados pelas mudas provenientes da frequência 1 durante todo o período experimental, descarta-se a utilização deste tratamento para aclimação de mudas desta espécie, apesar da evidência de ajustamento estomático e redução no potencial hídrico foliar, evidenciados pelas mudas durante a fase de aclimação. Provavelmente estas alterações foram temporárias e não se expressaram no campo, através das características morfológicas.

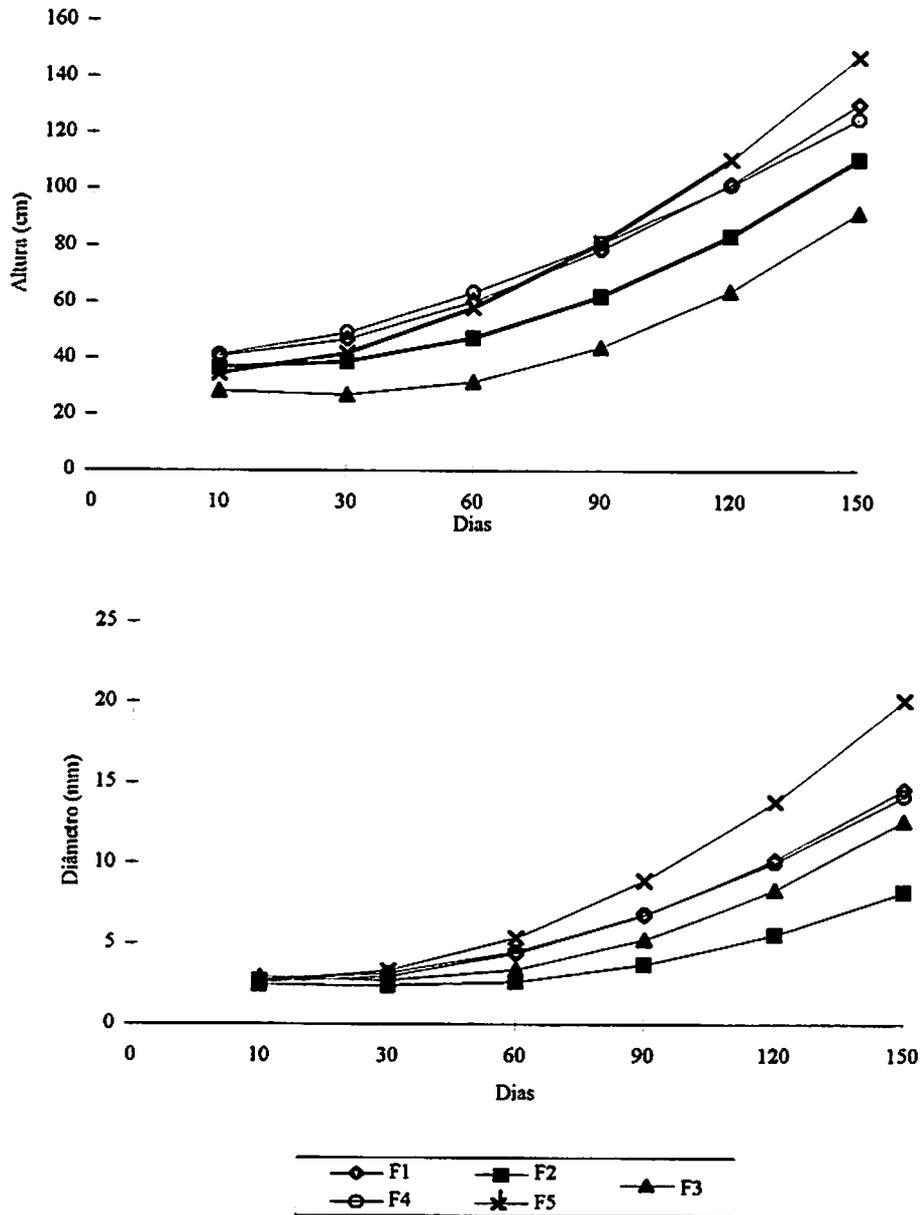


FIGURA 8. Altura e diâmetro do colo de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, aclimatadas por 10 dias e plantadas no campo com 80 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 10.

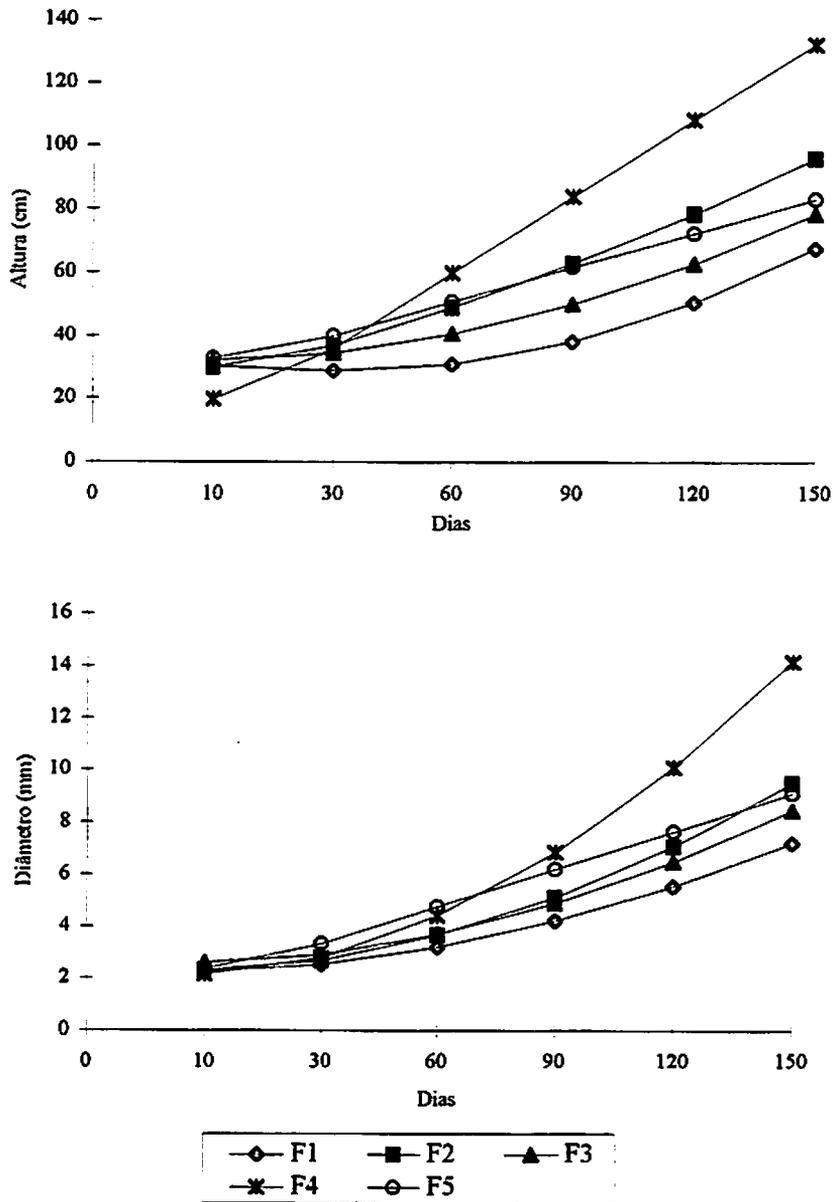


FIGURA 9. Altura e diâmetro do colo de mudas de *Eucalyptus citriodora*, aclimatadas por 10 dias e plantadas no campo com 80 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 11.

Verificou-se uma alta correlação entre as variáveis altura e diâmetro do colo. Observa-se que até 90 dias o comportamento para a variável diâmetro foi semelhante para todas as frequências (Figura 9). As diferenças entre os tratamentos foram detectadas apenas aos 120 dias após o plantio. Assim como verificado para *E. camaldulensis*, a idade das mudas no plantio

mostrou-se como um fator de alta relevância. No geral, a tendência foi semelhante à descrita pela altura. Ao final das avaliações, o desempenho apresentado pelas mudas aclimatadas pelas frequências 1 e 3 foi inferior ao das mudas plantadas com 70 dias. As mudas das frequências 2 e 5 apresentaram comportamento intermediário e as mudas da frequência 4 apresentaram melhor desempenho. A manutenção da muda no viveiro até 80 dias de idade, sob um regime de 4 irrigações diárias, para plantio sob condições favoráveis, proporcionaram melhores respostas no campo para estas variáveis.

*E. urophylla* descreveu também baixas taxas de crescimento até os 60 dias. As mudas aclimatadas não se diferenciaram em altura e diâmetro até os 90 dias. Os tratamentos 3 e 4 proporcionaram o melhor desempenho no campo, enquanto que as mudas aclimatadas pelo tratamento 5 descreveram o pior desempenho no campo. Esta espécie não apresentou restrições a perda de água o que provavelmente comprometeu seu desempenho. Para condições hídricas favoráveis recomenda-se a aclimação por 10 dias com quatro irrigações diárias (Figura 10).

Para o *E. grandis* o melhor desempenho em altura e diâmetro foi verificado para as mudas aclimatadas pela frequência 5. A permanência das mudas no viveiro por 10 dias sem restrição hídrica promoveu os melhores resultados. As frequências 1, 2, 3 e 4 apresentaram comportamentos semelhantes, sendo observadas diferenças somente aos 150 dias após o plantio, para a variável altura. Houve uma alta correlação entre as variáveis altura e diâmetro. As mudas da frequência 4 apresentaram menor crescimento que as mudas plantadas aos 70 dias, enquanto que a frequência 1 descreveu taxa semelhante. Convém salientar que uma simples restrição hídrica proporcionou decréscimos consideráveis nos valores médios observados para estas variáveis. No caso de condição favorável recomenda-se plantar a muda aos 80 dias sem aclimatar, ou seja, produzi-la com cinco irrigações diárias e levá-la para campo. As mudas provenientes do tratamento 4 apresentaram baixas taxas de crescimento em altura e altas taxas em diâmetro (Figura 11).

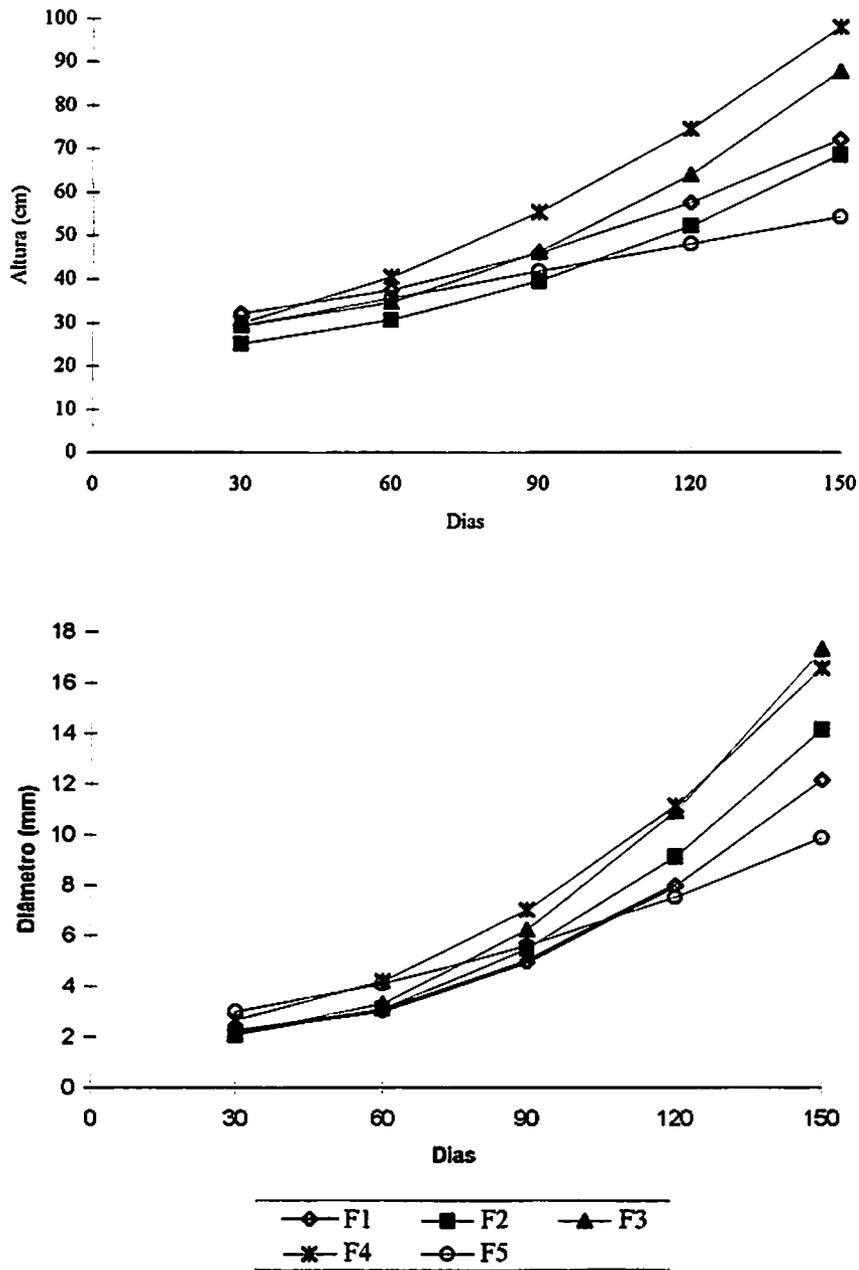


FIGURA 10. Altura e diâmetro do colo de mudas de *Eucalyptus urophylla*, aclimatadas por 10 dias e plantadas no campo com 80 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 12.

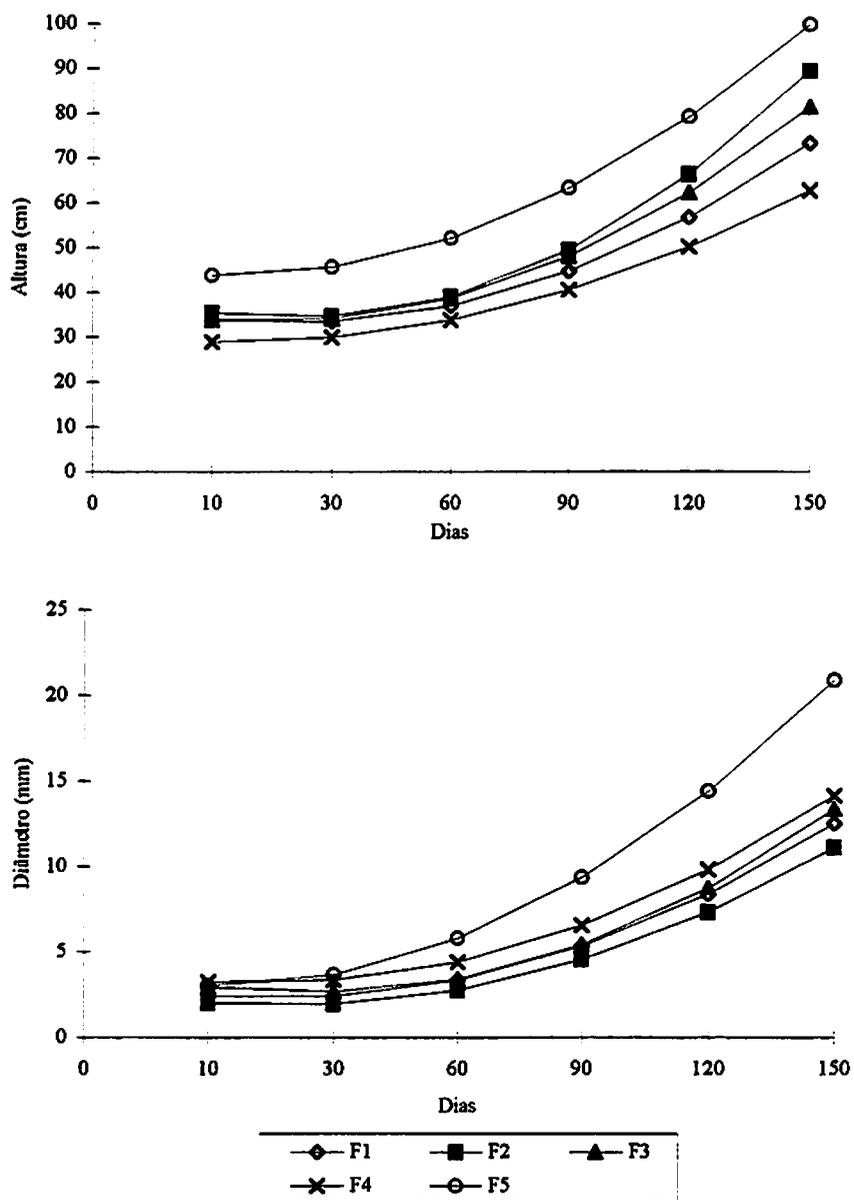


FIGURA 11. Curva de crescimento em altura e diâmetro do colo de mudas de *Eucalyptus grandis*, aclimatadas por 10 dias e plantadas no campo com 80 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 13.

### 4.5.3 Mudas plantadas aos 90 dias aclimatadas por 20 dias

#### 4.5.3.1 Altura e diâmetro do colo

Estas mudas receberam durante a fase de estabelecimento (30 dias após o plantio), 386,9 mm de chuva, bem distribuídos.

Verificou-se que houve diferenças estatísticas significativas ao nível de 5% de probabilidade para as espécies, relacionadas às variáveis altura e diâmetro do colo (Apêndice 14, 15 e 16). Constatou-se que os maiores valores médios mensurados para a altura foram apresentados por *E. grandis* seguido por *E. camaldulensis*, *E. citriodora* e *E. urophylla*. A mesma variação entre as espécies foi verificada para a variável diâmetro do colo, sendo notada apenas uma inversão entre *E. camaldulensis* e *E. citriodora*. Nesta ocasião, verificou-se que não houve efeito significativo das frequências de irrigação em relação a estas variáveis.

As mudas de *E. camaldulensis* plantadas aos 90 dias apresentaram respostas melhores que as mudas plantadas aos 70 dias. Comparativamente às mudas aclimatadas por 10 dias, ocorreu uma inversão no comportamento das mudas relacionadas ao desempenho no campo. Nota-se que as mudas aclimatadas por 20 dias mostraram desempenho inferior para as frequências 1 e 4, enquanto que para as mudas aclimatadas por 10 dias, estas frequências propiciaram as melhores respostas. Estas variações comportamentais também são válidas para as frequências 2 e 3. Fatores inerentes à espécie, tratamentos e idade das mudas, provavelmente explicam tal comportamento. As mudas aclimatadas pela frequência 1 por 10 dias apresentaram melhor desempenho no campo do que as mudas aclimatadas por 20 dias.

As mudas de *E. camaldulensis* apresentaram um crescimento considerável em altura a partir dos 10 dias após o plantio (Figura 12). Os tratamentos 1, 3, 4 e 5 descreveram o mesmo desempenho para a variável altura. Para o diâmetro do colo, este comportamento foi característico a partir dos 30 dias. Observou-se que o pior desempenho foi registrado para as mudas provenientes do tratamento 1, possivelmente em função de injúrias causadas na fase de aclimação. As alturas mudas provenientes dos tratamentos 2, 4, e 5 não se diferenciaram, assim como os diâmetros. Durante o período experimental (150 dias), constatou-se que o tratamento 2 proporcionou a melhor performance em altura, e o tratamento 3 em diâmetro. Assim a

aclimação de mudas de *E. camaldulensis* pode ser realizada por duas ou três irrigações diárias, por 20 dias, presumindo-se que não ocorra restrição hídrica na fase de estabelecimento.

Em relação à variável altura, verificou-se que os tratamentos não se diferenciaram durante todo período experimental. Apesar da não significância, observou-se uma superioridade

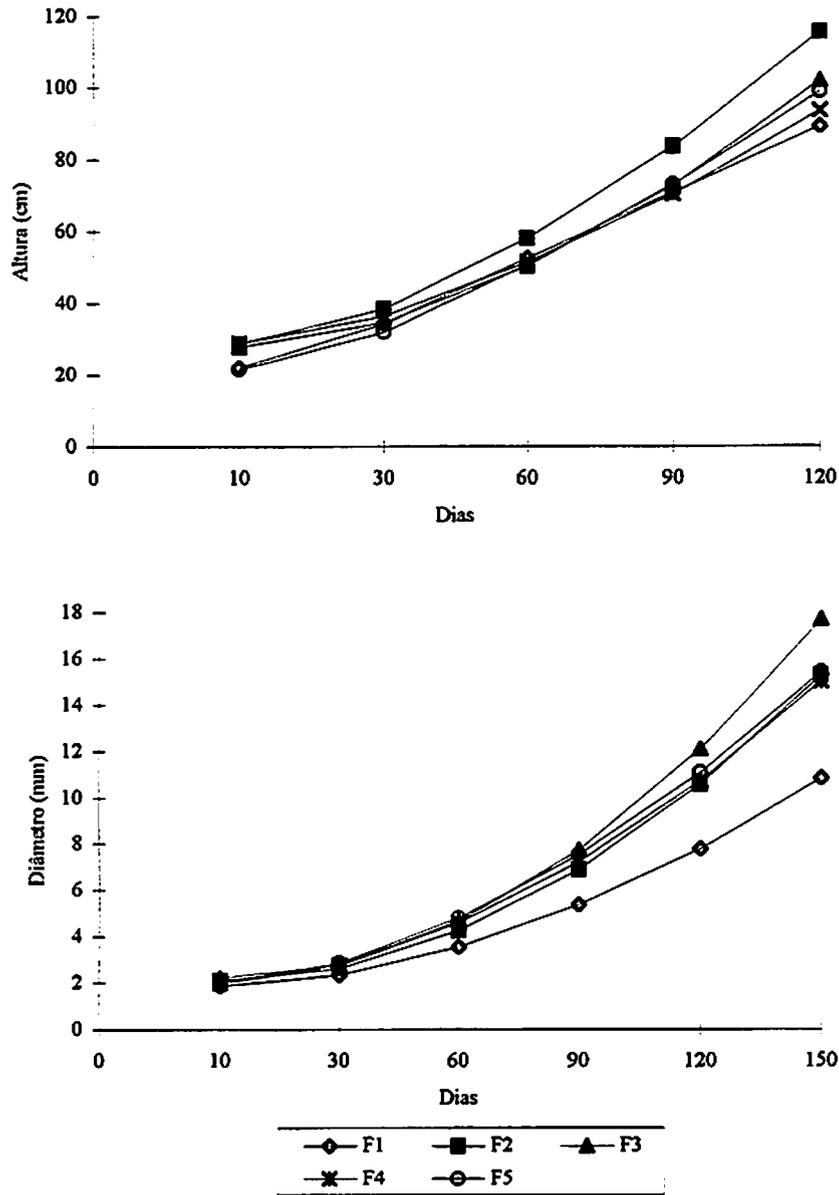


FIGURA 12. Altura e diâmetro do colo de mudas de *Eucalyptus camaldulensis*, aclimatadas por 20 dias e plantadas no campo com 90 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 17.

para as mudas aclimatadas pelas frequências 3 e 5. Os incrementos verificados até os 30 dias foram baixos para a variável altura e diâmetro do colo, aumentando a partir daí. Constatou-se uma homogeneidade no desempenho em altura para todos os tratamentos. Para a variável diâmetro do colo, verificou-se que a frequência 2 proporcionou o melhor desempenho no campo, descrevendo o mesmo comportamento os tratamentos 1,3 e 5. O tratamento 4 condicionou o pior desempenho ao final das avaliações.

Assim como verificado para *E. camaldulensis*, as mudas de *E. citriodora* apresentaram melhor desempenho que as mudas plantadas por 70 dias. Observou-se uma inversão no comportamento para as frequências 3 e 4, relacionada ao período de aclimação. Para as mudas aclimatadas por 10 dias, a frequência 4 apresentou melhor desempenho, enquanto que com 20 dias foi a frequência 3. As mudas aclimatadas por 20 dias pela frequência 1, apresentaram incrementos de 20cm em relação às mudas aclimatadas por 10 dias. Para o diâmetro do colo as frequências 2 e 4 apresentaram a melhor performance aos 20 e 10 dias respectivamente. O pior desempenho foi verificado para as mudas da frequência 4. Para evidenciar as diferenças entre os tratamentos o diâmetro do colo apresentou melhor eficiência (Figura 13). Os tratamentos correspondentes às frequências 1, 4 e 5 apresentaram, 150 dias após o plantio valores médios inferiores aos apresentados pelas mudas plantadas aos 70 dias.

A aclimação com três irrigações diárias, por um período de 20 dias, sob condições hídricas favoráveis, proporcionou melhores respostas (Figura 13).

As mudas aclimatadas de *E. urophylla* não apresentaram diferenças no crescimento em altura e diâmetro, entre os tratamentos, até 90 dias após o plantio. A partir desta avaliação, verificou-se que a frequência 3 descreveu melhor desempenho no campo. Houve incrementos expressivos nos valores médios relatados para estas duas variáveis a partir de 30 dias após o plantio. Não se detectou diferenças entre os tratamentos 1, 2, 4 e 5. A permanência das mudas no viveiro por 20 dias contribuiu favoravelmente ao desempenho da muda no campo, para todos os tratamentos. Os valores médios verificados para estas variáveis foram superiores aos das mudas plantadas aos 70 e 80 dias. Para o diâmetro do colo o comportamento entre as frequências foi mais uniforme. A restrição de água para três irrigações diárias por 20 dias, por si já proporcionaria, em condições favoráveis, melhor desempenho no campo (Figura 14).

As mudas de *E. grandis* somente apresentaram surto de crescimento a partir dos 30 dias após o plantio. Constatou-se para a variável altura, comportamento idêntico para todos

tratamentos até os 120 dias. A partir desta avaliação, para os tratamentos 2 e 5 foram notados os melhores resultados (Figura 15). Analisando os dados e a curva de crescimento para a variável diâmetro do colo, constatou-se uma alta correlação com a altura. Verificou-se resultados similares para os tratamentos 1, 3, 4 e 5, sendo os valores comparativamente menores ao das mudas aclimatadas por 10 dias. O melhor desempenho foi proporcionado pela frequência 2. Estas mudas apresentaram maior crescimento em altura para todos os tratamentos em relação as mudas

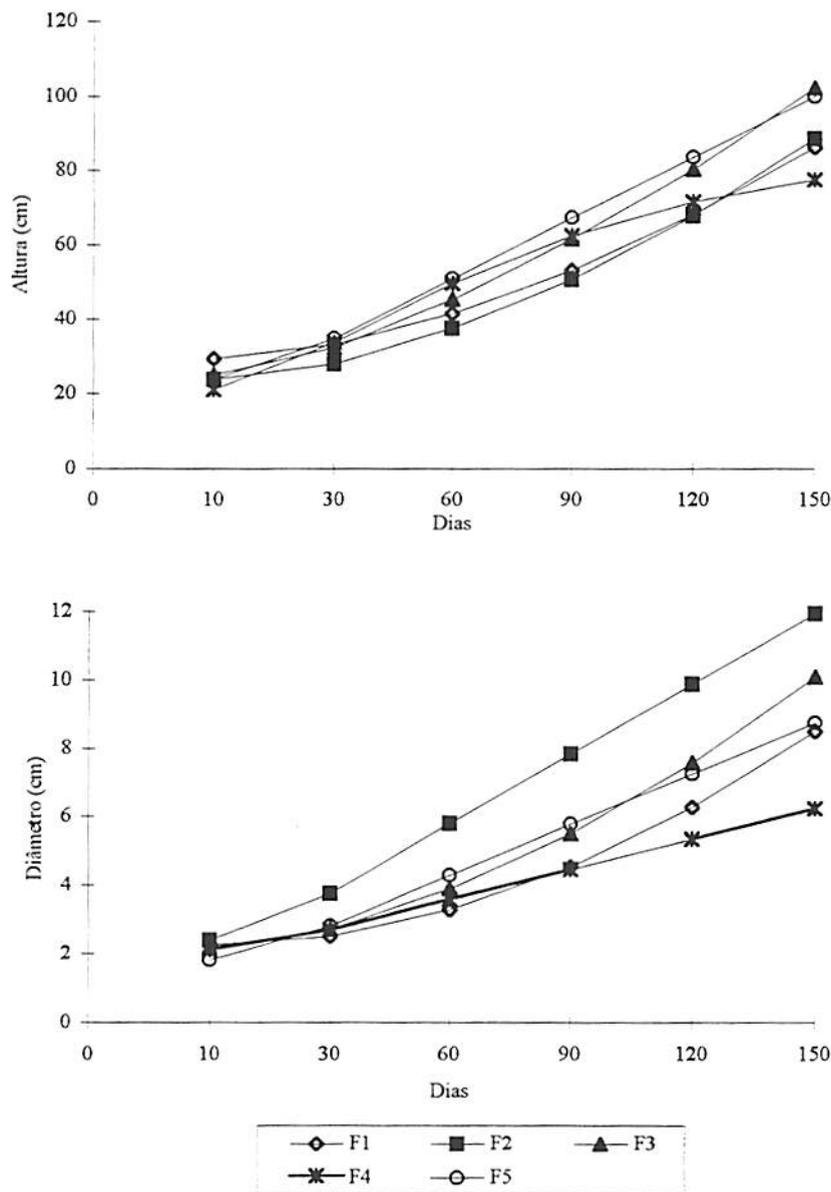


FIGURA 13. Altura e diâmetro do colo de mudas de *Eucalyptus citriodora*, aclimatadas por 20 dias e plantadas no campo com 90 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 18.

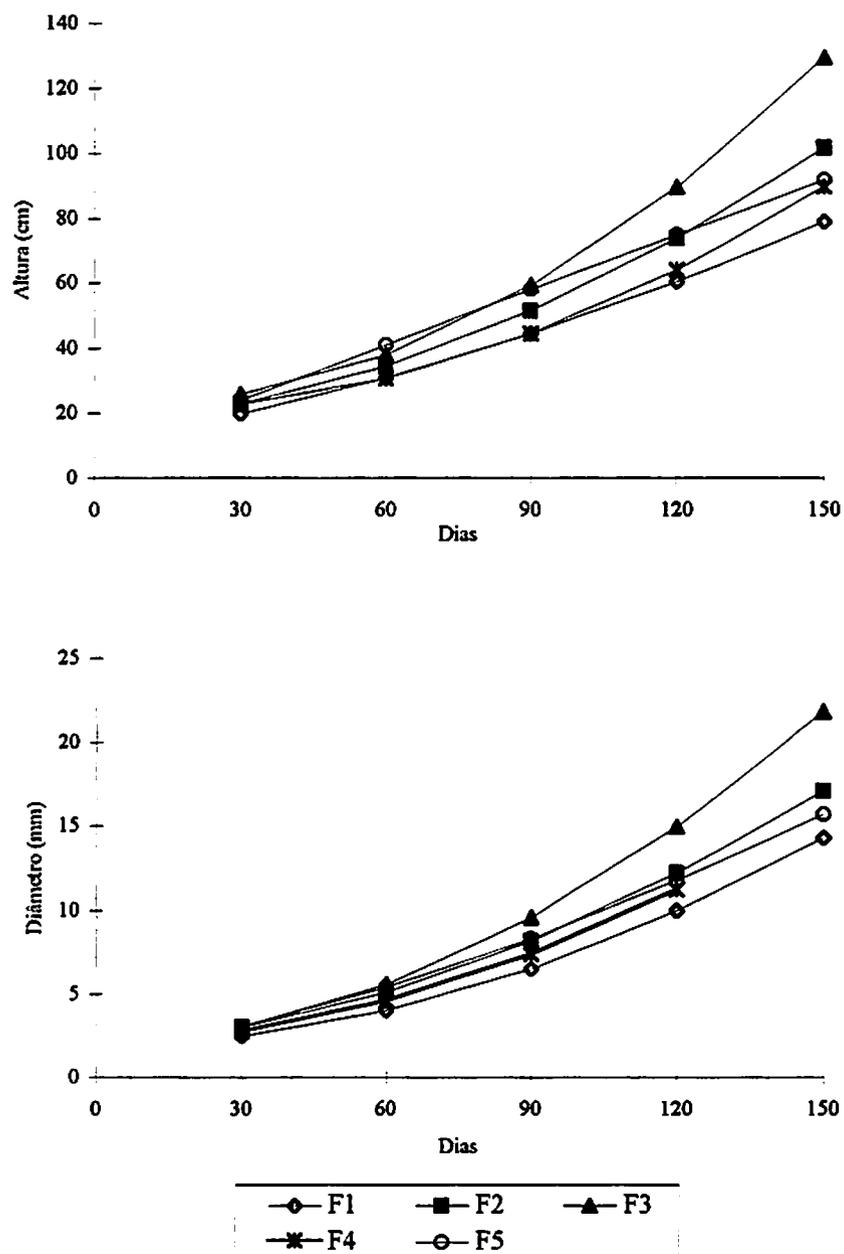


FIGURA 14. Altura e diâmetro do colo de mudas de *Eucalyptus urophylla*, aclimatadas por 20 dias e plantadas no campo com 90 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 19.

plantadas aos 70 e 80 dias. A permanência da muda por 20 dias no viveiro proporcionou uma maior uniformização no desempenho das mudas. Assim, recomenda-se para uma condição favorável, a permanência das mudas desta espécie no viveiro por 20 dias, recebendo neste período duas irrigações diárias.

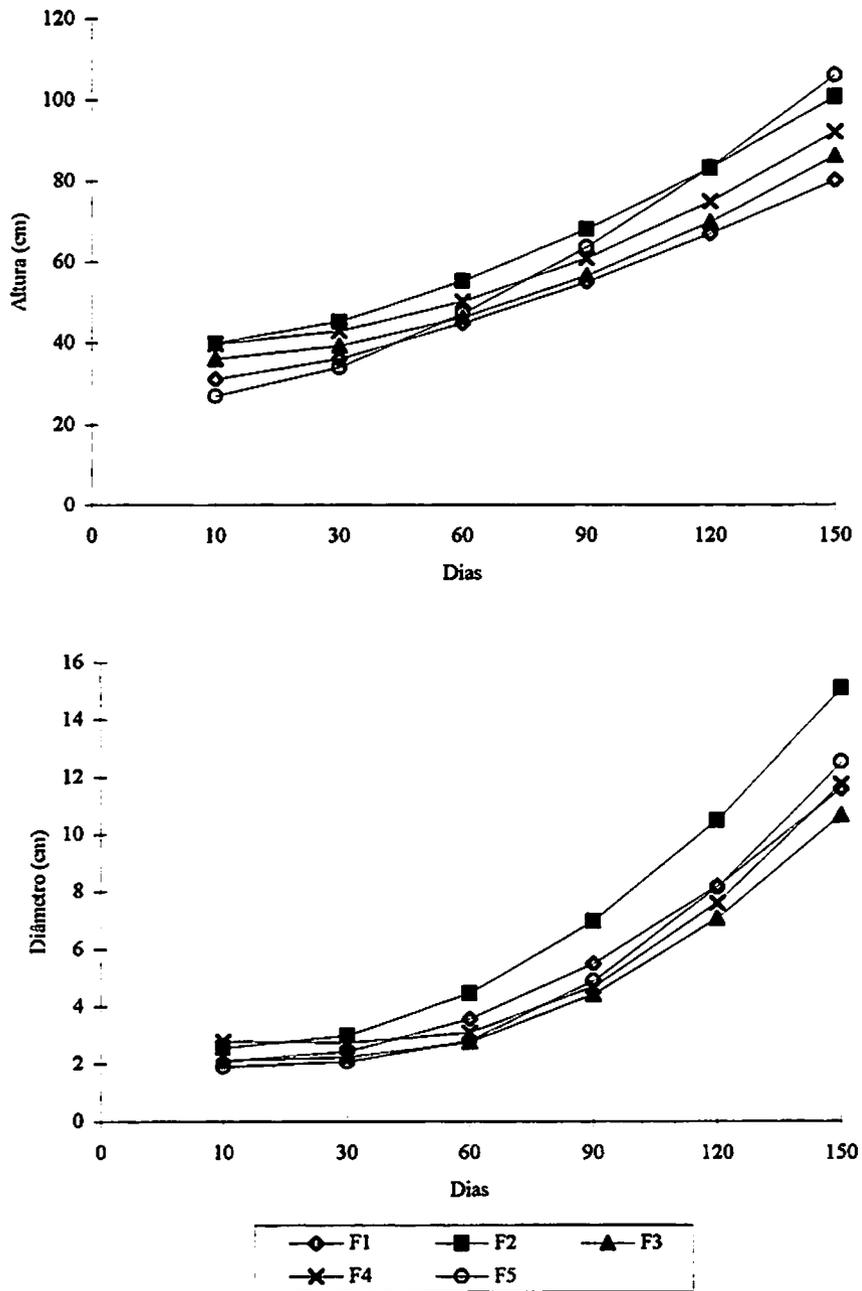


FIGURA 15. Altura e diâmetro do colo de mudas de *Eucalyptus grandis*, aclimatadas por 20 dias e plantadas no campo com 90 dias. As equações ajustadas e os coeficientes de determinação encontram-se no Apêndice 20.

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições e no período de tempo em que foi desenvolvido o experimento, pode-se concluir que:

- A aclimação por tratamentos hídricos influenciou significativamente o potencial hídrico foliar, condutância estomática e transpiração das mudas de *Eucalyptus* spp., justificando a utilização dessa prática. Entretanto para recomendação do período de aclimação e frequências de irrigação de mudas em tubetes, estudos que incluem essas e outras variáveis devem ser incentivados.

- *E. urophylla* e *E. grandis* apresentaram baixa sensibilidade às variações microclimáticas, apresentando altas taxas para a condutância estomática e transpiração, mesmo para situações com baixos valores para o teor de umidade do substrato e potencial hídrico foliar.

- As mudas foram aclimatadas para uma provável ocorrência de veranicos, situação comum na região norte de Minas Gerais. No entanto, as condições de campo após o plantio foram favoráveis, proporcionando respostas incompatíveis com as hipóteses testadas. O efeito da aclimação demonstrado pelas características fisiológicas não foi significativo no campo, em função das condições encontradas. Os tratamentos hídricos apresentaram as mais variadas tendências. Independente das condições hídricas, no primeiro mês após o plantio, as mudas de *Eucalyptus* spp. apresentaram crescimento lento, não caracterizando-se como repouso vegetativo.

- A idade das mudas apresentou-se como um fator de alta relevância na expressão do crescimento inicial das mudas. A permanência das mudas no viveiro por 80 ou 90 dias é de fundamental importância para o desempenho no campo. Mesmo para condições favoráveis a restrição hídrica é benéfica, sendo as respostas variáveis em função da espécie e idade da muda.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACON, G.J. Seedling morphology as an indicador of planting stock qualit in conifers. In: WORKSHOP ON TECHINICHES FOR EVALUATING PLANTING, STOCK QUALITY. New Zealand: IUFRO, 1979. 29p. (Separata).
- BACON, G.J. A physiological interpretation of nursery stock condition through intensive root wrenching. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINE, Montgomery, 1985. **Proceedings...** Montgomery: Auburn University, 1985. p.343-350.
- BACON, G.J.; HAWKINS, P.J.; JERMYN, D. Morphological grading studies with 1-0 slash pine seedlings. **Australian Forest**, Queensland, v.40, n.8, p.293-303, July 1977.
- BEADLE, C.L.; NELSON, R.E.; TALBOT, H.; JARVIS, P.G. Stomatal conductance and photoynthesis in a mature scots pine forest. 1- Diurnal, seasonal and spatial variation in schoots. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.22, n.2, p.557-571, June 1985.
- BORGES, E.N.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; COSTA, L.M.; NEVES, J.C.L. Respostas das mudas de Eucalipto a camada compactadas de solo. **Revista Árvore**, Viçosa v.10, n.2, p.181-195, 1986.
- BRADFORD, K.J.; HSIAO, T.C. Physiological responses to moderate water stress. In: LANGE, O. L.; NOBEL, P. S.; OSMOND, C.B.; ZIEGLER, H. **Encyclopaedia of plant physiology, physiological plant ecology**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. v.12B, p. 263-323.

- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: LANARV/SNAD/MA, 1992b. 188p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas**. Brasília, 1992a. 84p.
- CAIRO, P.A.R. **Aspecto biofísicos e metabólicos de plantas jovens de espécies associadas a disponibilidade de água no solo**. Lavras: ESAL, 1992. 124p. (Tese- Mestrado em Fisiologia Vegetal).
- CARBON, B.A.; BARTLE, G.A.; MURRAY, A.M. Patterns of water stress and transpiration in jarrah (*Eucalyptus marginata* Don ex Sm) forest. **Australian Forest Research**, Victoria, v.11, n.3/4, p.191-200, Dec. 1980.
- CARNEIRO, J.G.A. **Influência do sítio sobre o desenvolvimento dos parâmetros morfológicos indicadores da qualidade de mudas**. Curitiba: UFP. Departamento de Silvicultura e Manejo. 1986. 58p.
- CARNEIRO, J.G.A. **Influência de recipientes e de estações de semeadura sobre o comportamento do sistema radicular e dos parâmetros morfológicos de mudas de *Pinus taeda* e *Pinus elliotti***. Curitiba: UFP. Setor de Ciências Agrárias, 1987. 81p.
- CARNEIRO, J.G.A.; RAMOS, A. Influência da altura aérea, diâmetro do colo e idade das mudas de *Pinus taeda* sobre a sobrevivência e desenvolvimento após 15 meses e aos 6 anos após o plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1, Curitiba, 1981. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p.91-110.
- CASCARDO, J.C.M. **Comportamento biofísico, nutricional e metabólico de plantas de seingueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg), em função da aplicação de gesso e da disponibilidade de água no solo**. Lavras: ESAL, 1991. 135p. (Tese - Mestrado em Fisiologia Vegetal).

- CERQUEIRA, JR.; CARVALHO, A. Sistema de produção de mudas na Reflorestadora e Agrícola S.A. Piracicaba: IPEF, v.4, n.13. p.11-12, dez.1987. (Série Técnica).
- CLARK, R.N.; HILLER, E.A. Plant measurements as indicators of crop water deficits. **Crop Science**, Madison, v.13, n.4, p.466-469, July/Aug. 1973.
- CLEMENS, J., JONES, P.G. Modification of drought resistance by water stress conditioning in *Acacia e Eucalyptus*. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.29, n.111, p.895-904, Aug. 1978.
- DAVIDE, A.G. **Qualidade fisiológica de mudas de espécies florestais**. Curitiba: UFPR, 1986. 26p. (Monografia - Pós-Graduação em Crescimento e Desenvolvimento de Plantas).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. ***Eucalyptus for planting***. Rome, 1979. 677p. (FAO Forestry Series,11).
- FERREIRA, M.G.M. **An analysis of the future productivity of *Eucalyptus grandis* plantations in the "cerrado" region in Brazil: a nutrient cycling approach**. Vancouver: The University of British Columbia, 1984. 230p.
- GHOSH, R.C.; KAUL, O.N. ; SUBBA RAO, B.K. Some aspects of water relations and nutrition in *Eucalyptus* plantations. **The Indian Forester**, New Delhi, v.104, n.7, p. 517-524, July 1978.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: PRODEPEF, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).
- GOLFARI, L.; CASER, R.L. **Zoneamento ecológico da região nordeste para experimentação florestal**. Belo Horizonte: PRODEPEF, 1977. 116p. (Série Técnica, 10).

- GREENWOOD, E.A. N.; KLEIN, L.; BERESFORD, J.D.; WATSON, G.D. Differences in annual evaporation between grazed pasture and *Eucalyptus* species in plantation on saline farm catchment. **Journal of Hydrology**, New York, v.78, n.1, p.261-278, Apr.1985.
- HALL, A.E.; SCHULZE, E.D. Stomatal response to environment and a possible interrelation between stomatal effects on transpiration and CO<sub>2</sub> assimilation. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.3, n.4, p.467-474, Apr. 1980.
- KARTELEV, V.G. Qualitaetsmerkmale des Pflanzenmaterials. **Lesnoe Khojaitvo**, Moscow, v.4, n.6, p.31-33, Jan. 1973.
- KAUL, O.N.; NEGI, J.D.S. Comparative transpiration rates of six *Eucalyptus* species. **The Indian Forester**, New Delhi, v.105, n.7, p.500-508, July 1979.
- KRAMER, P.J. **Water relations of plants**. New York: Academic, 1983. 489p.
- KRAMER, P.J.; ROSE JR, R.W. Physiological characteristics of loblolly pine seedlings in relation to field performance. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERU MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINES, Montgomery, 1985. **Proceedings...** Montgomery: Auburn University, 1985. p.416-440.
- LIMA, P.C. **Acúmulo e distribuição de matéria seca, carboidratos e macronutrientes em mudas de *Eucalyptus* spp. em solos com diferentes potenciais hídricos**. Viçosa: UFV, 1996. 106p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto: hidrologia das plantações de Eucalipto**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 1993. 301p.
- LIMISTRON, G.A. **Forest planting practice in the central states**. Washington: U.S. Forest Service, 1963. 69p.

- LUDLOW, M.M. Adaptative significance of stomatal responses to water stress, In: TURNER, N.C. ; KRAMER, P.J. **Adaptation of plants to water and high temperature stresses**. New York: Wiley, 1980. p.123-138.
- LUDLOW, M.M.; MUCHOW, R.C. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. **Advances in Agronomy**, New York, v.43, p.107-153, 1990.
- MEYER, B. **Introdução à fisiologia vegetal**. Lisboa: Fundação Carlouste Gulbenkian, 1973. 710p.
- MILLAR, A.A.; GARDNER, W.R.; GOLTZ, S.M. Internal water status and water transport in seed onion plants. **Agronomy Journal**, Wisconsin, v.63, n.5, p.729-784, Sept./Oct. 1971.
- NELSON, N. A Photometric adaptation of somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biology Chemistry**, Denville, v.135, p.375, 1944.
- PARVIAINEM, J. **Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR, 1981. 81p. (Apostila).
- REIS, G.G.; HALL. A.E. Relações hídricas e atividades do sistema radicular em *Eucalyptus camaldulensis* Denh. em condições de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.11, n.1, p.43-55, jan./jun. 1987.
- RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil : manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 304p.
- SANTOS, S.H.M.dos. **Comportamento fisiológico de plantas jovens de espécies florestais sob diferentes regimes de água no solo**. Lavras: UFLA, 1996. 117p. (Tese - Mestrado em Fisiologia Vegetal).

- SCHMIDT-WOGT, H. Morfo-physiological quality of forest tree seedlings. The presente international status of research. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: métodos de produção e controle de qualidade de sementes e mudas florestais, Curitiba: 1984. **Anais...** p.366-78.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. **Science**, Washington, v.148, p.339-346, Apr. 1965.
- SINCLAIR, R. Water potential and stomatal conductance of three Eucalyptus species in the mount lofty ranges, south Austrália: responce to summer drought. **Australian Journal Botany**, Albert St., v.28, p.499-510, May 1980.
- SLATYER, R.O. **Plant water relationships**. London, Academic, 1967. 366p.
- STURION, J.A. **Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão de qualidade de mudas de essências florestais**. Curitiba: Unidade Regional da Pesquisa Florestal Centro-Sul. 1981. 33p. (Apostila).
- STURION, J.A.; CARNEIRO, J.G.de A. Influência da procedência e do tamanho de sementes no desenvolvimento de mudas de *Mimosa scabrella* Benth - fase de viveiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: Métodos de produção e controle de qualidade de sementes e mudas florestais, Curitiba, 1984. **Anais...** Curitiba: 1984. p.314-328.
- TORRES, D.V. **Tipos e qualidades de mudas**. Curitiba: 1978. 70 p. (Monografia).
- TURNBULL, J.W.; PRYOR, L.D. Choice of species and seed sources In: HILLIS, W.; BROWN, A.G.**Eucalyptus for wood production**. Adelaide: CSIRO, 1984. p.6-65.
- TURNER, L.B. The extent and pattern of osmotic adjustment in while clover (*Trifolium repets* l.) during the development of water strees. **Annals of Botany**, New York, v.66, n.6, p.721-727, Dec. 1986.

TURNER, N.C. Stomatal behavior and water status of maize, sorghum, and tobacco under field conditions. II. At low soil water potencial. **Plant Physiology**, Washington, v.51, p.31-36, 1973.

VANDANA SHIVA; SHARATCHANDRA, J. C. E BANDYOPADHYAY, J. Social Forestry - No solution within the market. **The Ecologist**, v.12, n.4, p.158-168, Sept. 1982.

## **APÊNDICES**

APÊNDICE 1. Quadrados médios residuais da análise de variância para a interação entre frequências de irrigação e tempo de avaliação para a condutância estomática, transpiração e teor de umidade do substrato para mudas *Eucalyptus* spp., cultivadas em casa de vegetação e submetidas a aclimação por tratamentos hídricos.

Espécie	Condutância estomática	Transpiração	Teor de umidade
<i>E. camaldulensis</i>	0,0065	0,0019	0,1213
<i>E. grandis</i>	0,0435	0,0040	0,0312
<i>E. urophylla</i>	0,0066	0,0110	0,0817
<i>E. citriodora</i>	0,3023	0,3026	0,0015

APÊNDICE 2. Testes de médias para a condutância estomática de mudas de *Eucalyptus* spp., cultivadas em casa de vegetação e aclimatadas por tratamentos hídricos

<i>E. camaldulensis</i>					
	4	8	12	16	20
1	268,00 a A	231,75 ab AB	89,18 b A	189,75 ab A	152,68 ab AB
2	276,75 a A	231,75 ab A	87,98 b A	136,80 ab A	231,25 ab A
3	306,00 a A	200,00 ab A	106,38 b A	195,75 ab A	119,18 b B
4	234,19 a A	214,15 ab A	126,52 b A	188,87 ab A	255,50 ab A
5	240,75 a A	178,94 a B	45,88 b A	107,60 ab A	232,28 ab A
<i>E. grandis</i>					
	4	8	12	16	20
1	299,00 a AB	117,42 b B	95,82 b A	227,50 ab A	235,75 ab A
2	418,25 a A	375,25 ab A	105,58 c A	224,75 bc A	295,75 ab A
3	224,25 a B	188,92 a B	79,48 a A	168,25 a A	223,23 a A
4	322,19 a AB	355,00 a A	157,25 b A	255,50 ab A	234,75 a A
5	224,25 a B	188,92 a B	79,48 a A	168,25 a A	223,23 a A
<i>E. urophylla</i>					
	4	8	12	16	20
1	400,25 a A	260,44 ab AB	170,19 b A	256,51 ab A	204,5 b B
2	367,00 a A	205,92 ab B	181,75 b A	185,12 b A	268,12 ab A
3	232,83 ab B	127,65 bc C	162,98 c A	272,75 ab A	293,75 a A
4	420,50 a A	385,00 a A	146,40 b A	277,50 ab A	274,25 b A
5	358,63 a A	285,02 b AB	130,61 a A	219,25 a A	160,25 a B
<i>E. citriodora</i>					
	4	8	12	16	20
1	232,75 a AB	110,67 ab B	69,75 b A	176,10 ab A	148,22 ab A
2	355,10 a A	293,75 ab A	65,458 c A	132,25 c A	162,20 bc A
3	284,02 a A	190,13 bc AB	37,18 c A	74,40 c B	233,60 a A
4	225,72 a AB	159,70 a AB	78,87 a A	205,50 a A	179,42 a A
5	311,92 a A	161,82 a B	115,77 a A	152,90 a A	183,17 a A

APÊNDICE 3. Testes de médias para a taxa transpiratória de mudas de *Eucalyptus* spp., aclimatadas por tratamentos hidricos

<i>E. camaldulensis</i>					
	4	8	12	16	20
1	7,96 a A	6,58 a A	3,81 b A	1,97 b A	2,93 b A
2	7,33 a A	4,41 a AB	2,11 b B	2,26 b A	3,77 b A
3	8,07 a A	7,67 a A	1,99 b B	2,03 b A	2,02 b B
4	6,29 a A	6,19 a A	5,59 a A	3,01 a A	4,33 a A
5	6,47 a A	5,48 a B	1,37 b B	3,99 b A	5,04 a A
<i>E. grandis</i>					
	4	8	12	16	20
1	8,83 b BC	12,87 a A	4,14 c AB	2,38 c B	4,44 c A
2	12,06 a A	5,94 b C	2,62 c B	4,13 b A	4,92 b A
3	6,74 a C	4,29 b C	4,07 a AB	1,61 b B	5,93 a A
4	9,35 a B	8,27 a B	6,82 a A	3,54 b A	4,54 a A
5	6,40 a C	3,73 b C	3,33 b B	4,72 b A	3,25 a A
<i>E. urophylla</i>					
	4	8	12	16	20
1	15,68 a A	7,62 bc B	7,31 b A	4,71 c A	3,81 c C
2	14,82 a A	9,13 b A	6,38 c A	3,58 b A	11,06 a A
3	9,47 a b B	4,78 c C	2,64 c B	5,34 bc A	6,10 b B
4	16,29 a A	10,85 b A	7,12 c A	4,59 c A	8,84 c B
5	12,41 a AB	11,53 b A	3,86 b B	3,17 b A	10,12 a A
<i>E. citriodora</i>					
	4	8	12	16	20
1	10,13 a B	3,71 a C	1,55 c B	2,93 b A	5,38 a A
2	15,10 a A	5,76 b B	3,05 b B	2,45 c A	2,60 c B
3	12,26 a AB	5,04 b B	2,69 bc B	2,71 c A	4,50 b A
4	9,54 a B	4,84 b B	3,05 b B	3,37 b A	3,50 b A
5	15,05 a A	11,68 c A	6,38 c A	2,71 c A	4,35 a A

APÊNDICE 4. Resumo da análise de variância para o potencial hídrico foliar e teor relativo de água de mudas *Eucalyptus* spp., durante o período de aclimação.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado médio	
		Potencial Hídrico Foliar	T.R.A
Frequência de rega (F)	4	392,5999**	1,17**
Bloco	3	-	-
Resíduo (A)	17	-	-
Espécie (E)	3	151,0025**	5,88**
Período (P)	3	243,603**	0,61ns
F*E	12	16,7694**	0,183ns
F*P	12	158,5028**	0,638ns
E*P	9	46,8487**	0,531ns
F*E*P	36	41,8538**	-
Resíduo (B)	220	-	-
Total	319		

APÊNDICE 5. Resumo da análise de variância para as variáveis altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus* spp., plantadas aos 70 dias e não aclimatadas.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio	
		Altura	Diâmetro
Espécie	3	2383,33ns	429,49**
Bloco	3	1835,32ns	112,33ns
Resíduo	9		
Total	15		

APÊNDICE 6. Equações de regressão para descrever o crescimento médio em altura e diâmetro das espécies de *Eucalyptus* spp. até 220 dias em função da idade e altura.

Espécie	Ajuste	r <sup>2</sup>	s(x)
<i>E. grandis</i>	$H = 23,85 + 0,0019 (\text{Dias})^2$	0,95	6,14
	$D = 3,298 - 0,0524 (\text{Dias}) + 0,00059 (\text{Dias})^2$	0,98	0,72
	$D = 0,245 + 0,0312 (H) + 0,00133 (H)^2$	0,99	0,44
<i>E. camaldulensis</i>	$H = -4,521 + 0,603 (\text{Dias}) - 0,001416 (\text{Dias})^2$	0,97	2,33
	$D = 1,0993 + 0,0243 (\text{Dias}) - 0,000016 (\text{Dias})^2$	0,95	0,30
	$D = 0,3679 + 0,0775 (H)$	0,90	0,39
<i>E. citriodora</i>	$H = 24,54 - 0,1721 (\text{Dias}) + 0,00248 (\text{Dias})^2$	0,98	4,72
	$D = 4,68 - 0,0719 (\text{Dias}) + 0,00046 (\text{Dias})^2$	0,99	0,40
	$D = 1,566 + 0,000049 (H) + 0,000822 (H)^2$	0,99	0,19
<i>E. urophylla</i>	$H = 9,76 + 0,0418 (\text{Dias}) + 0,001993 (\text{Dias})^2$	0,99	3,58
	$D = 0,3814 + 0,00037 (\text{Dias})^2$	0,98	0,72
	$D = 0,1381 + 0,0879 (H) + 0,00065 (H)^2$	0,99	0,30

APÊNDICE 7. Resumo da análise de variância para as variáveis altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus* spp., plantadas aos 80 dias e aclimatadas por 10 dias

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio	
		Altura	Diâmetro
Espécie	3	536,55**	1615,04**
Bloco	3	18,65ns	31,12ns
Frequência	4	137,50**	5877,69**
Espécie*Frequência	12	78,58**	1702,25**
Resíduo	41	-	-
Total	63		

APÊNDICE 8. Resumo da análise de variância para a variável altura de mudas de *Eucalyptus* spp., plantadas aos 80 dias e aclimatadas por 10 dias, ao longo do período de avaliação.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio			
		30	60	90	120
Espécie	3	79,88ns	153,35**	136,99ns	890,55**
Frequência	4	25,56ns	60,13ns	261,73ns	449,39ns
Bloco	3	18,5ns	40,78ns	60,35ns	115,32ns
Espécie * Frequência	12	38,88ns	59,13ns	185,21ns	528,13ns
Resíduo	41	-	-	-	-
Total	63				

APÊNDICE 9. Resumo da análise de variância para a variável diâmetro de mudas de *Eucalyptus* spp., plantadas aos 80 dias e aclimatadas por 10 dias, ao longo do período de avaliação.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio			
		30	60	90	120
Espécie	3	0,273**	0,350**	1,17ns	2,41ns
Frequência	4	0,079ns	0,118**	5,52**	4,04ns
Bloco	3	0,080ns	0,089ns	1,31ns	2,17ns
Espécie * Frequência	12	0,312**	0,112**	5,79**	4,11ns
Resíduo	41	-	-	-	-
Total	63				

APÊNDICE 10. Equações de regressão ajustadas para altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* em função da idade, e do diâmetro em função da altura para mudas aclimatadas por 10 dias. Média de 4 plantas.

Frequência de irrigação	Ajuste (Altura x Dias)	r <sup>2</sup>	s(x)
1	$H = 38,45 + 0,1978 (\text{Dias}) + 0,027 (\text{Dias})^2$	0,98	6,68
2	$H = 36,36 - 0,0245 (\text{Dias}) + 0,034 (\text{Dias})^2$	0,97	8,91
3	$H = 30,14 - 0,329 (\text{Dias}) + 0,0042 (\text{Dias})^2$	0,99	2,28
4	$H = 31,95 - 0,2147 (\text{Dias}) + 0,037 (\text{Dias})^2$	0,97	14,54
5	$H = 37,67 - 0,3300 (\text{Dias}) + 0,0017 (\text{Dias})^2$	0,99	4,64
	(Diâmetro x Dias)		
1	$D = 2,56 - 0,0029 (\text{Dias}) + 0,00056(\text{Dias})^2$	0,99	0,65
2	$D = 2,47 - 0,0036 (\text{Dias}) + 0,00044 (\text{Dias})^2$	0,99	0,23
3	$D = 3,20 - 0,0361 (\text{Dias}) + 0,00066 (\text{Dias})^2$	0,99	0,42
4	$D = 2,62 - 0,00028 (\text{Dias}) + 0,00078 (\text{Dias})^2$	0,99	0,39
5	$D = 2,68 - 0,0018 (\text{Dias}) + 0,0005127 (\text{Dias})^2$	0,99	0,16
	(Diâmetro x Altura)		
1	$D = -4,15 + 0,1549 (H)$	0,99	0,76
2	$D = -2,089 - 0,135 (H)$	0,98	0,98
3	$D = -1,399 + 0,1518 (H)$	0,99	0,48
4	$D = 2,123 + 0,0178(H) + 0,00052 (H)^2$	0,99	1,22
5	$D = -4,65 + 0,1586(H)$	0,97	1,20

APÊNDICE 11. Equações de regressão ajustadas para altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus citriodora* em função da idade, e do diâmetro em função da altura para mudas aclimatadas por 10 dias. Média de 4 plantas.

Frequência de irrigação	Ajuste (Altura x Dias)	r <sup>2</sup>	s(x)
1	$H = 31,88 - 0,1828(\text{Dias}) + 0,0028 (\text{Dias})^2$	0,99	2,94
2	$H = 26,57 + 0,3127(\text{Dias}) + 0,0010 (\text{Dias})^2$	0,98	5,52
3	$H = 31,58 + 0,0426 (\text{Dias}) + 0,0018 (\text{Dias})^2$	0,99	2,06
4	$H = 11,67 + 0,8032 (\text{Dias})$	0,90	4,43
5	$H = 29,1951 - 0,3591 (\text{Dias})$	0,94	6,34
	(Diâmetro x Dias)		
1	$D = 2,162 + 0,0064 (\text{Dias}) + 0,00018(\text{Dias})^2$	0,99	0,18
2	$D = 2,202 + 0,0080 (\text{Dias}) + 0,00027 (\text{Dias})^2$	0,99	0,34
3	$D = 2,50 + 0,0067 (\text{Dias}) + 0,00022(\text{Dias})^2$	0,99	0,25
4	$D = 1,96 + 0,138 (\text{Dias}) + 0,000449(\text{Dias})^2$	0,99	0,52
5	$D = 1,88 + 0,048 (\text{Dias})$	0,92	1,00
	(Diâmetro x Altura)		
1	$D = -0,307 + 0,1011 (H)$	0,99	2,94
2	$D = -1,39 + 0,012 (H) + 0,00068(H)$	0,98	5,52
3	$D = -1,3023 + 0,1219 (H)$	0,99	2,06
4	$D = -1,85 + 0,1328 (H)$	0,90	11,34
5	$D = -1,975 + 0,133 (H)$	0,94	6,34

APÊNDICE 12. Equações de regressão ajustadas para altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus urophylla* em função da idade, e do diâmetro em função da altura para mudas aclimatadas por 10 dias. Média de 4 plantas.

Frequência de irrigação	Ajuste (Altura x Dias)	r <sup>2</sup>	s(x)
1	$H = 29,8364 + 0,0265 (\text{Dias}) + 0,0017 (\text{Dias})^2$	0,98	0,99
2	$H = 23,4322 + 0,0004 (\text{Dias}) + 0,0020 (\text{Dias})^2$	0,99	9,22
3	$H = 30,0526 - 0,1252 (\text{Dias}) + 0,0034 (\text{Dias})^2$	0,99	1,61
4	$H = 23,7746 + 0,1350(\text{Dias}) + 0,0024 (\text{Dias})^2$	0,99	5,70
5	$H = 23,1135 + 0,2084 (\text{Dias})$	0,99	2,71
(Diâmetro x Dias)			
1	$D = 2,5233 - 0,0288(\text{Dias}) + 0,00062(\text{Dias})^2$	0,99	0,48
2	$D = 2,4026 - 0,0327(\text{Dias}) + 0,0074(\text{Dias})^2$	0,99	0,33
3	$D = 2,6685 - 0,0478(\text{Dias}) + 0,0097(\text{Dias})^2$	0,99	0,53
4	$D = 2,4335 - 0,0139(\text{Dias}) + 0,00072(\text{Dias})^2$	0,99	0,23
5	$D = 2,3149 + 0,0158(\text{Dias}) + 0,00023(\text{Dias})^2$	0,99	0,49
(Diâmetro x Altura)			
1	$D = -6,7015 + 0,2749(\text{H})$	0,98	0,91
2	$D = -4,1010 - 0,1483(\text{H}) + 0,0031(\text{H})^2$	0,99	0,58
3	$D = -5,7930 + 0,2677 (\text{H})$	0,99	0,44
4	$D = -3,7848 + 0,2140(\text{H})$	0,98	1,34
5	$D = 2,2657 - 0,1016(\text{H}) + 0,0043(\text{H})^2$	0,99	0,38

APÊNDICE 13. Equações de regressão ajustadas para altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus grandis* em função da idade, e do diâmetro em função da altura para mudas aclimatadas por 10 dias. Média de 4 plantas.

Frequência de irrigação	Ajuste (Altura x Dias)	r <sup>2</sup>	s(x)
1	$H = 34,37 - 0,1005 (\text{Dias}) + 0,0024 (\text{Dias})^2$	0,99	3,10
2	$H = 36,69 - 0,1730 (\text{Dias}) + 0,0035 (\text{Dias})^2$	0,99	2,41
3	$H = 64,39 - 0,0913 (\text{Dias}) + 0,0027 (\text{Dias})^2$	0,99	1,47
4	$H = 28,88 - 0,1399 (\text{Dias}) + 0,0016 (\text{Dias})^2$	0,99	3,09
5	$H = 43,66 - 0,0156(\text{Dias}) + 0,0026 (\text{Dias})^2$	0,99	4,81
(Diâmetro x Dias)			
1	$D = 2,5341 - 0,0221 (\text{Dias}) + 0,00059 (\text{Dias})^2$	0,99	0,17
2	$D = 2,1337 - 0,0228 (\text{Dias}) + 0,00055 (\text{Dias})^2$	0,99	1,14
3	$D = 3,2404 - 0,0410 (\text{Dias}) + 0,00072 (\text{Dias})^2$	0,99	0,39
4	$D = 3,3248 - 0,0181 (\text{Dias}) + 0,00060 (\text{Dias})^2$	0,99	0,57
5	$D = 2,9363 - 0,0211 (\text{Dias}) + 0,000797 (\text{Dias})^2$	0,99	0,35
(Diâmetro x Altura)			
1	$D = 5,661 + 0,02407 (\text{H})$	0,99	0,57
2	$D = -12,95 + 0,5057(\text{H}) - 0,0014 (\text{H})^2$	0,99	1,12
3	$D = -3,95 + 0,229 (\text{H})$	0,99	0,61
4	$D = 4,15 - 0,0914(\text{H}) + 0,0016(\text{H})^2$	0,99	0,64
5	$D = -7,884 + 0,256(\text{H})$	0,99	1,05

APÊNDICE 14. Resumo da análise de variância para a variável altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus* spp., plantadas aos 90 dias e aclimatadas por 20 dias.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio	
		Altura	Diâmetro
Espécie	3	13762,73**	29,66**
Bloco	3	1118,36**	18,57ns
Frequência	4	4220,94**	85,23**
Espécie*Frequência	12	1299,44ns	30,06**
Resíduo	41	-	-
Total	63		

APÊNDICE 15. Resumo da análise de variância para a variável altura de mudas de *Eucalyptus* spp., plantadas aos 90 dias e aclimatadas por 20 dias, ao longo do período de avaliação.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio			
		30	60	90	120
Espécie	3	214,99**	196,98**	227,67**	507,27**
Frequência	4	14,49ns	35,58ns	32,25ns	8,502ns
Bloco	3	16,01ns	29,95ns	26,32ns	15,54ns
Espécie * Frequência	12	243,17**	211,36**	201,35**	511,22**
Resíduo	41	-	-	-	-
Total	63				

APÊNDICE 16. Resumo da análise de variância para a variável diâmetro de mudas de *Eucalyptus* spp., plantadas aos 90 dias e aclimatadas por 20 dias, ao longo do período de avaliação.

Causas de variação	G.L.	Quadrado médio			
		30	60	90	120
Espécie	3	0,16**	0,15ns	0,078ns	0,14ns
Frequência	4	0,074ns	0,09ns	0,42**	0,83**
Bloco	3	0,05ns	0,09ns	0,070ns	0,13ns
Espécie * Frequência	12	0,072ns	0,086ns	0,435**	0,79ns
Resíduo	41	-	-	-	-
Total	63				

APÊNDICE 17. Equações de regressão ajustadas para altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* em função da idade, e do diâmetro em função da altura para mudas aclimatadas por 20 dias. Média de 4 plantas.

Frequência de irrigação	Ajuste (Altura x Dias)	r <sup>2</sup>	s(x)
1	H = 15,8008 + 0,6120 (Dias)	0,97	7,00
2	H = 24,9194 + 0,3468 (Dias) + 0,0034 (Dias) <sup>2</sup>	0,99	4,32
3	H = 25,3704 + 0,1936 (Dias) + 0,0037 (Dias) <sup>2</sup>	0,99	3,99
4	H = 25,7159 + 0,2888 (Dias) + 0,0023 (Dias) <sup>2</sup>	0,99	5,84
5	H = 16,8674 + 0,4429 (Dias) + 0,0020 (Dias) <sup>2</sup>	0,99	8,72
	(Diâmetro x Dias)		
1	D = 1,7333 + 0,0097 (Dias) + 0,00034 (Dias) <sup>2</sup>	0,99	0,34
2	D = 2,0144 + 0,0029 (Dias) + 0,00057 (Dias) <sup>2</sup>	0,99	0,63
3	D = 2,1311 - 0,00016 (Dias) + 0,00069 (Dias) <sup>2</sup>	0,99	0,44
4	D = 1,7503 + 0,0195(Dias) + 0,00046 (Dias) <sup>2</sup>	0,99	0,45
5	D = 1,6719 + 0,0255(Dias) + 0,00044 (Dias) <sup>2</sup>	0,99	0,80
	(Diâmetro x Altura)		
1	D = 1,6560 - 0,0084(H) + 0,00085(H) <sup>2</sup>	0,99	0,08
2	D = -1,6472 + 0,1150(H)	0,99	0,71
3	D = -2,2504 + 0,14823 (H)	0,99	0,55
4	D = -2,5674 + 0,1489 (H)	0,99	0,54
5	D = -1,3077 + 0,1347 (H)	0,99	0,66

APÊNDICE 18. Equações de regressão ajustadas para altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus citriodora* em função da idade, e do diâmetro em função da altura para mudas aclimatadas por 20 dias. Média de 4 plantas.

Frequência de irrigação	Ajuste (Altura x Dias)	r <sup>2</sup>	s(x)
1	H = 28,0121 + 0,1188 (Dias) + 0,0018 (Dias) <sup>2</sup>	0,99	0,23
2	H = 22,3055 + 0,1276 (Dias) + 0,0021 (Dias) <sup>2</sup>	0,95	1,35
3	H = 22,0197 + 0,2946 (Dias) + 0,0016 (Dias) <sup>2</sup>	0,99	0,39
4	H = 14,1994 + 0,7071(Dias) - 0,0019 (Dias) <sup>2</sup>	0,87	0,79
5	H = 18,4051 + 0,5438 (Dias)	0,99	0,24
	(Diâmetro x Dias)		
1	D = 2,2328 + 0,0013 (Dias) + 0,00027(Dias) <sup>2</sup>	0,99	0,12
2	D = 1,72+ 0,0681(Dias)	0,75	2,88
3	D = 1,9984 + 0,0165 (Dias) + 0,00025(Dias) <sup>2</sup>	0,99	0,18
4	D = 1,8181 + 0,0294 (Dias)	0,97	0,35
5	D = 1,3251 + 0,0495 (Dias)	0,96	0,65
	(Diâmetro x Altura)		
1	D = -1,1643 + 0,0013 (H)	0,99	0,67
2	D = -16,7223 + 0,8617 (H) - 0,0047 (H) <sup>2</sup>	0,99	2,35
3	D = -0,6737 + 0,1072 (H)	0,99	4,29
4	D = 0,1982 + 0,0826 (H)	0,86	10,37
5	D = -0,3561 + 0,0911 (H)	0,97	6,29



APÊNDICE 19. Equações de regressão ajustadas para altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus urophylla* em função da idade, e do diâmetro em função da altura para mudas aclimatadas por 20 dias. Média de 4 plantas.

Frequência de irrigação	Ajuste (Altura x Dias)	r <sup>2</sup>	s(x)
1	$H = 11,41 - 0,2398 (\text{Dias}) + 0,0014 (\text{Dias})^2$	0,99	3,43
2	$H = 16,77 - 0,116 (\text{Dias}) + 0,0029 (\text{Dias})^2$	0,99	2,52
3	$H = 23,20 - 0,0609(\text{Dias}) + 0,0051(\text{Dias})^2$	0,99	1,04
4	$H = 21,21 - 0,0410(\text{Dias}) + 0,0033 (\text{Dias})^2$	0,99	1,77
5	$H = 7,13 + 0,5647 (\text{Dias})$	0,98	7,46
(Diâmetro x Dias)			
1	$D = 1,832 + 0,0059 (\text{Dias}) + 0,000514(\text{Dias})^2$	0,99	0,42
2	$D = 1,808 + 0,0239 (\text{Dias}) + 0,00052 (\text{Dias})^2$	0,99	0,53
3	$D = 1,951 + 0,01201(\text{Dias}) + 0,000803 (\text{Dias})^2$	0,99	0,69
4	$D = 1,914 + 0,0126 (\text{Dias}) + 0,00054 (\text{Dias})^2$	0,99	0,44
5	$D = 1,186 + 0,0531(\text{Dias}) + 0,00029 (\text{Dias})^2$	0,99	0,70
(Altura x Dias)			
1	$D = 1,46 + 0,0251 (H) + 0,0014(H)^2$	0,99	3,43
2	$D = -1,1118 + 0,1788(H)$	0,99	2,52
3	$D = -1,631 + 0,1843(H)$	0,99	1,04
4	$D = -1,6913 + 0,1913 (H)$	0,99	1,77
5	$D = -1,4165 + 0,2003(H)$	0,96	7,46

APÊNDICE 20. Equações de regressão ajustadas para altura e diâmetro de mudas de *Eucalyptus grandis* em função da idade, e do diâmetro em função da altura para mudas aclimatadas por 20 dias. Média de 4 plantas.

Frequência de irrigação	Ajuste (Altura x Dias)	r <sup>2</sup>	s(x)
1	$H = 28,82 + 0,2142(\text{Dias}) + 0,0085 (\text{Dias})^2$	0,97	4,42
2	$H = 37,65 + 0,2097 (\text{Dias}) + 0,0014(\text{Dias})^2$	0,99	1,28
3	$H = 35,06 + 0,1462 (\text{Dias}) + 0,0017 (\text{Dias})^2$	0,99	1,84
4	$H = 38,66 + 0,0846 (\text{Dias}) + 0,0018 (\text{Dias})^2$	0,99	2,11
5	$H = 23,97 + 0,2780 (\text{Dias}) + 0,0179 (\text{Dias})^2$	0,97	8,11
(Diâmetro x Dias)			
1	$D = 2,016 + 0,00088 (\text{Dias}) + 0,00042(\text{Dias})^2$	0,99	0,19
2	$D = 2,5035 - 0,0040 (\text{Dias}) + 0,00058 (\text{Dias})^2$	0,99	0,29
3	$D = 2,1161 + 0,0054 (\text{Dias}) + 0,00055 (\text{Dias})^2$	0,99	0,34
4	$D = 2,7804 - 0,0105 (\text{Dias}) + 0,00071(\text{Dias})^2$	0,99	0,12
5	$D = 1,8877 + 0,0117 (\text{Dias}) + 0,00064 (\text{Dias})^2$	0,99	0,96
(Diâmetro x Altura)			
1	$D = -5,5052 + 0,2273 (H)$	0,98	4,42
2	$D = -7,3302 + 0,2314 (H)$	0,99	1,28
3	$D = -6,9778 + 0,2411 (H)$	0,99	1,84
4	$D = -9,8576 + 0,3067 (H)$	0,99	2,11
5	$D = 0,3992 + 0,0368(H) + 0,0010 (H)^2$	0,97	8,11