



**EFEITO DA ACLIMATAÇÃO DE MUDAS DE CLONES
DE *Eucalyptus* spp. SOBRE AS CARACTERÍSTICAS
MORFOFISIOLÓGICAS E CRESCIMENTO INICIAL**

ELISANA BATISTA DOS SANTOS

2002

53258
37634MFN

ELISANA BATISTA DOS SANTOS

**EFEITO DA ACLIMATAÇÃO DE MUDAS DE CLONES DE *Eucalyptus*
spp. SOBRE AS CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS E
CRESCIMENTO INICIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Florestas de Produção, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. Antonio Claudio Davide

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

2002

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Santos, Elisana Batista dos

Efeito da aclimação de mudas de clones de *Eucalyptus* spp. sobre as características morfofisiológicas e crescimento inicial / Elisana Batista dos Santos.

– Lavras : UFLA, 2002.

66 p. : il.

Orientador: Antonio Claudio Davide.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia

1. Eucalipto. 2. Aclimação. 3. Muda. 4. Morfofisiologia. 5. Crescimento inicial. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.97342

ELISANA BATISTA DOS SANTOS

**EFEITO DA ACLIMATAÇÃO DE MUDAS DE CLONES DE *Eucalyptus*
spp. SOBRE AS CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS E
CRESCIMENTO INICIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Engenharia Florestal, área de
concentração em Florestas de Produção, para a
obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 03 de abril de 2002.

Prof. Luiz Edson Mota de Oliveira

UFLA/DBI

Prof. Soraya Alvarenga Botelho

UFLA/DCF

Prof. Dr. Antonio Claudio Davidé

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

2002

Aos meus pais, Raimundo Valter Sarmiento dos Santos e Maria de Fátima Batista dos Santos; Aos meus avós, Mário(in memorian) e Jandira, Pedro(in memorian) e Francisca (in memorian); As minhas irmãs, Elisângela e Elissandra; Aos meus sobrinhos, Júnior e Camila.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado capacidade para vencer mais essa etapa da minha vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais pela excelência e oferecimento do curso de mestrado.

À empresa PLANTAR pelas instalações, funcionários concedidos e doação de mudas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de estudos.

Ao professor Antonio Claudio Davide pela orientação, dedicação, estímulo, apoio nos momentos difíceis, ensinamentos, disponibilidade e, acima de tudo, pela confiança em mim depositada.

Aos professores Ângela Maria Soares e Eduardo Bearzoti pela co-orientação, ensinamentos, disponibilidade e pela confiança em mim depositada.

Aos professores Luiz Edson Mota de Oliveira e Soraya Alvarenga Botelho pela participação na banca examinadora, com suas sugestões para melhoria deste trabalho.

Aos meus pais, Valter e Fátima, pelo amor, carinho, dedicação e pelo apoio em todas as etapas da minha vida.

À minha avó Jandira pela interseção por orações.

Às minhas irmãs Elisângela e Elissandra pela amizade, incentivo e ajuda.

Ao Pesquisador Dr. Olinto Gomes da Rocha Neto, parte essencial da minha formação acadêmica e profissional.

Aos meus amigos da AGROTESTE, Luiz, Almir e Robertinho, pelas colaborações.

Às duas maiores provas de amizade sincera: Edson Artiaga e Iris Lettiere, que além dos momentos de convivência, ajuda e incentivos, foram meus "orelhões" particulares. Estejam certos de estarem guardados no lado esquerdo do meu coração.

Aos amigos Ivalda, Alexandre, Taislene, Cristiano e Roberto pela amizade, convívio e ajuda.

A todos os professores, funcionários e alunos do Departamento de Ciências Florestais pelo convívio e momentos de descontração. Em especial a Olívia, Terezinha, Lílian, Gláucia, Virgínia, Chica, Eliane e Claudina.

Aos funcionários do Viveiro Florestal e do Departamento de Biologia, Setor de Fisiologia Vegetal, pelos serviços prestados.

Aos estagiários José Paulo e Poliana pela ajuda essencial no trabalho de campo e laboratório.

A todos os amigos da pós-graduação, em especial a Josina, Josébio, Tadário, Narúbia, Ligia Carla, Edmilson, Adelson, Celso, Fernando, Anderson, Marcelo, Leticia, Lilian, Macedo e Larissa.

Aos amigos da Embrapa-Amazônia Oriental, Cláudio Carvalho e Francisco Figueirêdo, e ao professor da FCAP, Valdinei Queiroz, pelo apoio e incentivo.

Aos meus amigos, Patrícia Souza, Regina Meirelles, Keila Brito, Marlon Menezes, Juan Ribeiro, Roberto Bentes e Sandro Hurtado, que mesmo distantes estavam torcendo por mim.

Enfim, a todos que de certa forma e em algum momento participaram desta etapa da minha vida.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 O gênero <i>Eucalyptus</i>	03
2.2 <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.....	03
2.3 <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden.....	04
2.4 <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake.....	04
2.5 Clonagem.....	05
2.6 Aclimação de mudas e estresse hídrico na planta.....	06
2.7 Características que avaliam a qualidade de mudas.....	11
2.7.1 Características morfológicas.....	11
2.7.1.1 Altura da parte aérea.....	12
2.7.1.2 Diâmetro do colo ou coleto.....	13
2.7.1.3 Matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e relação MSA/MSR.....	14
2.7.2 Potencial de Crescimento de Raízes (PCR).....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Época e caracterização das áreas experimentais.....	19
3.2 Caracterização dos clones testados.....	20
3.3 Recipiente e substrato utilizado.....	20
3.4 Definição dos padrões de umidade do substrato nos tubetes.....	20
3.5 Tratamentos.....	21
3.6 Delineamento experimental.....	22
3.7 Características avaliadas.....	22
3.7.1 Potencial hídrico foliar (Ψ_f).....	22
3.7.2 Matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e relação MSA/MSR.....	23
3.7.3 Potencial de Crescimento de Raízes (PCR).....	23
3.7.4 Determinação das taxas de sobrevivência e de crescimento inicial das mudas no campo.....	23
3.8 Caracterização das condições atmosféricas.....	24
3.8.1 Insolação, temperatura, umidade relativa e precipitação.....	24
3.9 Análises estatísticas.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 Avaliação da qualidade das mudas submetidas ao estresse hídrico.....	26
4.1.1 Potencial hídrico foliar (Ψ_f) antes do amanhecer e ao meio dia solar.....	26

4.1.2 Matéria seca da parte aérea (PSA), das raízes (PSR) e relação MSA/MSR das mudas submetidas a 4 períodos de aclimação.....	29
4.1.3 Potencial de Crescimento de Raízes (PCR).....	32
4.1.4 Sobrevivência e crescimento inicial no campo.....	33
4.2 Avaliação da qualidade das mudas comerciais.....	42
4.2 Potencial hídrico, sobrevivência e crescimento inicial das mudas com padrão comercial.....	42
5 CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXOS.....	56

RESUMO

SANTOS, Elisana Batista dos. **Efeito da aclimação de mudas de clones de *Eucalyptus* spp. sobre as características morfofisiológicas e crescimento inicial.** Lavras: UFLA, 2002. 66 p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal)

Características morfofisiológicas foram estudadas em mudas clonadas de *Eucalyptus* spp. submetidas a diferentes períodos de aclimação a fim de verificar a possibilidade de ocorrência de repouso vegetativo na fase de estabelecimento no campo. Em casa de vegetação, adotaram-se 4 períodos de aclimação (0, 5, 10 e 15 dias). Nestes períodos, as mudas receberam 12,5 mL de água, através de irrigação diária entre 9:00 e 10:00 horas, para avaliar as seguintes características: Potencial hídrico foliar (Ψ_f), Matéria seca da parte aérea (MSA), Matéria seca das raízes (MSR), Relação MSA/MSR e Potencial de crescimento de raízes (PCR). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 6 (clones) x 4 (períodos de aclimação). As mudas aclimatadas foram plantadas em campo experimental para avaliar a taxa de sobrevivência e crescimento inicial. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no tempo. Um outro experimento foi realizado para avaliar o potencial hídrico foliar, a sobrevivência e o crescimento inicial no campo de mudas de 4 clones com padrão comercial de plantio (submetidas a três irrigações diárias e aclimatadas a pleno sol). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no tempo. Os resultados mostraram que a aclimação é fundamental para o desenvolvimento de adaptação à deficiência hídrica, influenciando significativamente o potencial hídrico foliar, a matéria seca da parte aérea, a matéria seca das raízes e o potencial de crescimento de raízes, sendo não significativo para a relação matéria seca da parte aérea/matéria seca das raízes. O crescimento inicial foi lento, estando relacionado com os períodos de aclimação no viveiro.

* Comitê Orientador: Antonio Claudio Davide -UFLA (Orientador), Ângela Maria Soares-UFLA (Co-orientadora), Eduardo Bearzoti-UFLA (Co-orientador).

ABSTRACT

SANTOS, Elisana Batista dos. **Effect of acclimatization of cloned seedlings of *Eucalyptus* spp. on morphophysiological characteristics and initial growth.** Lavras: UFLA, 2002. 66 p. (Dissertation - Master science in Forest Engineering)

Morphophysiological characteristics of cloned seedlings of *Eucalyptus* spp. were studied. The seedlings were submitted to different periods of acclimatization to verify the possibility of occurrence of vegetative dormancy in the establishment phase in field. In greenhouse was used four periods of acclimatization (0, 5, 10 and 15 days). During this time the seedling received 12,5 mL of water a day, from 9 to 10 am., to following evaluate: leaf water potential (Ψ_l), dry matter of the aerial part (MSA), dry matter of the roots (MSR), relationship dry matter of the aerial part (MSA)/dry matter of the roots (MSR) and root growth potential (PCR). The experimental design was the randomized complete block treatments were disposed in a factorial arrangement, considering the factors: clones (6) and acclimatization periods (4). The acclimatized seedlings, as previously described, were planted in experimental field to evaluate the survival rate and initial growth. The split-block design was the treatments being one factor, and time a second factor. Another experiment evaluated the water potential, the survival and the initial growth of seedling of four clones in field with commercial pattern of plantation (submitted to three watering per day acclimatized in complete sun light). The split-block design was used, with treatments being one factor, and time a second factor. The results showed that the acclimatization is fundamental to the development the hidric deficiency adaptation, significantly influencing in the leaf water potential, dry matter of the aerial part, dry matter of the roots and root growth potential and not significant relationship dry matter of the aerial part (MSA)/dry matter of the roots (MSR). The initial growth was slow, being related with the periods of acclimatization in the nursery.

* Guidance Committee: Antonio Claudio Davide-UFLA (Main adviser), Ângela Maria Soares-UFLA (Co-adviser), Eduardo Bearzoti-UFLA(Co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros plantios de eucaliptos no Brasil iniciaram-se por volta de 1930, visando à produção de lenha, mas somente nas décadas de 70 e 80 ocorreu um impulso tecnológico nos povoamentos devido aos estudos de zoneamento ecológico, melhoramento genético, desenvolvimento de técnicas avançadas de propagação vegetativa e tratos silviculturais (Bertolucci & Penchel, 1993; Reis & Reis, 1993; Couto & Betters, 1995).

Os plantios no cerrado localizaram-se em regiões onde a deficiência hídrica é um dos principais fatores que limitam o crescimento, desenvolvimento e adaptação das mudas, causando perdas, sobretudo pela morte de mudas e seca de ponteiros, com conseqüentes perdas na produtividade. A seleção de materiais geneticamente adaptados e a produção de mudas de alta qualidade morfofisiológica são os principais fatores que contribuem para superar as adversidades ambientais.

A seleção de progênies/clones adaptadas às condições de deficiência hídrica e o conhecimento do comportamento fisiológico representam as principais estratégias a serem consideradas nos programas de reflorestamento na região do cerrado.

Durante o período de aclimação das mudas, que pode variar de 10 a 20 dias, ocorrem alterações nos processos fisiológicos, os quais, se não forem ajustados, poderão causar prejuízos no crescimento inicial da muda após o plantio. Para regiões onde o período chuvoso concentra-se em poucos meses, este fato poderá comprometer a taxa inicial de crescimento, elevando o custo de implantação das florestas.

Uma hipótese a ser considerada é de que a aclimação de mudas com a diminuição do número de irrigações e/ou da quantidade de água aplicada na

irrigação, poderá melhorar as condições de adaptação e proporcionar maior sobrevivência das mudas em condições de campo.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da aclimatação nas mudas clonadas de *Eucalyptus* spp. sobre as características morfofisiológicas, sobrevivência e crescimento inicial no campo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O gênero *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae, que conta com centenas de espécies e grande número de variedades e de híbridos (Joly, 1975). Encontra-se predominantemente no hemisfério sul e constitui um componente distinto e dominante na flora australiana. Ocorre em ampla diversidade de condições edafoclimáticas, no continente oceânico e áreas adjacentes, desde a latitude 7° Norte até 45° Sul (Boland et al., 1984). Quase todas as espécies encontram-se na Austrália, com poucas espécies ocorrendo em Papua, Nova Guiné, Sulawesi e Mindanao (Hall et al., 1970).

2.2 *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh

O *Eucalyptus camaldulensis* é a espécie de mais ampla distribuição geográfica, está dispersa em quase todo o continente australiano, ocupando ambientes ecológicos variados, situados entre 14° e 38° de latitude sul (Mora & Garcia, 2000). Esta espécie é considerada adequada para zonas críticas de reflorestamento, onde as deficiências hídricas e problemas relacionados ao solo são limitantes para outras espécies (Ferreira, 1978).

No Brasil, o *E. camaldulensis* foi introduzido no Estado de São Paulo no início do século, sendo conhecido como *E. rostrata* (Andrade, 1989). A espécie apresenta bom desempenho em regiões do cerrado e caatinga, desenvolvendo-se bem no Norte e Nordeste brasileiro (Golfari et al., 1978). O *E. camaldulensis* adapta-se bem a solos pobres e a prolongadas estações secas, tolera solos salinos com inundações periódicas, possui habilidade para rebrota e sua madeira é

utilizada principalmente na fabricação de postes, lenha carvão, madeira serrada e celulose. A espécie é ainda utilizada em sistemas agroflorestais e para produção de mel (FAO, 1981; Catie, 1984; Midgley et al., 1989).

2.3 *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Sua área de ocorrência natural na Austrália estende-se em forma descontínua e fragmentada por uma longa faixa costeira, desde Newcastle, com clima temperado, até Atherton, com clima subtropical. Os povoamentos estão situados quase ao nível do mar e vão subindo gradualmente até chegar a 1.200m de altitude no Norte. As precipitações médias anuais variam entre 1000 e 1800 mm. Trata-se de uma espécie próxima ao *E. saligna* quanto aos aspectos botânicos, ecológicos e silviculturais. Em condições naturais, encontra-se dentro da floresta esclerofítica úmida, nas margens da floresta tropical, localizada em vertentes úmidas ou depressões e vales, ou nas margens de pequenos cursos d'água. Não 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). A espécie é a mais plantada no Brasil devido à sua plasticidade genética, é muito utilizada para obtenção de híbridos e na clonagem de árvores selecionadas (Mora & Garcia, 2000). Sua madeira destina-se à indústria de celulose, chapas duras, carvão, serraria e postes (Golfari, 1975).

2.4 *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake

Nativo das ilhas orientais do arquipélago de Songa: Timor, Flores, Adonara, Lomblem, Pantar, Alor e Wetar, ao norte da Austrália, entre 7° e 10° de latitude Sul. Em Timor, tem sua distribuição altitudinal, ocorrendo em colinas

e montanhas, entre 550 e 2.940m, com clima que varia de tropical sub-úmido a montano úmido (Mora & Garcia, 2000).

De acordo com Martin & Cossalter (1975), o *E. urophylla* apresenta grande porte, com fuste reto, nos melhores sítios, casca rugosa, com dominância apical, chegando a alcançar 55m de altura e diâmetro de 2 m. Seus maiores desenvolvimentos naturais são observados em solos profundos, úmidos, bem drenados, derivados de rochas vulcânicas e metamórficas.

Apresenta alto potencial para regiões de clima quente e de elevados déficits hídricos, sendo seus híbridos usados em programas de reflorestamento devido ao bom desenvolvimento em regiões tropicais. O *E. urophylla* apresenta densidade básica e uso múltiplo de sua madeira. A utilização crescente desta espécie se deve, além das características desejáveis da madeira, à sua resistência ao fungo *Cryphonectria cubensis*, responsável pelo cancro (Golfari, 1975 e Ruy, 1998).

2.5 Clonagem

Os trabalhos de propagação vegetativa por estaquia do gênero *Eucalyptus*, em escala comercial, segundo Fielding & Pryor, citados por Eldridge et al.(1996), mostraram os primeiros sucessos a partir de 1948, em Camberra, Austrália. Já em nível comercial, segundo Assis (1996), tiveram início em Marrocos, nos anos de 50. No Brasil, os primeiros trabalhos com enraizamento de estacas de *Eucalyptus*, em nível experimental, realizado com sucesso no ano de 1975 (Ikemori, 1975), tendo a técnica sido adotada em escala comercial quatro anos mais tarde.

A clonagem de *Eucalyptus* no Brasil desenvolveu-se a partir do final da década de 70 devido à necessidade de formação de florestas produtivas em áreas em que estas apresentavam restrições quando originadas a partir de sementes. A

produção massal de mudas clonais iniciou-se na região litorânea do Espírito Santo, em 1979, e estendeu-se a outras regiões do Brasil, despertando a atenção de empresas e pesquisadores. Dentre os métodos de propagação vegetativa de *Eucalyptus* desenvolvidos em escala comercial, até aquele momento, prevalecia o processo de estaquia, principalmente por ser uma técnica cujos princípios já eram conhecidos, devido à sua rusticidade operacional, quando comparados com os métodos de micropropagação (Iannelli et al., 1997).

Segundo Campinhos et al. (1999), a silvicultura clonal do eucalipto é prática consagrada na maioria das empresas brasileiras do setor de papel e celulose. Atualmente são clonados híbridos naturais de *E. urophylla* e *E. grandis*, conhecido como *E. urograndis*. Os ganhos em homogeneidade, produtividade e adaptabilidade dos plantios clonais e a sua obtenção em períodos relativamente curtos justificam a clonagem. Atualmente os processos de propagação de clones adotados nas empresas são a macroestaquia, microestaquia e miniestaquia.

2.6 Aclimação de mudas e estresse hídrico na planta

Cerca de quinze dias antes de serem plantadas, as mudas devem passar por um processo de aclimação que consiste no intervalo entre regas e ou podas radiculares ocorrendo de forma sincronizada. A regulação osmótica ou a diminuição do potencial osmótico do vacúolo celular pela acumulação ativa de solutos pode prolongar a resistência ao estresse hídrico pela habilidade da célula em absorver água e manter um potencial de pressão positivo, obtendo-se, através da aclimação, mudas com maior capacidade de estabelecimento no campo sob condições adversas.

O estresse hídrico é definido como a situação na qual o potencial hídrico e o de pressão nas células da planta são reduzidos até interferirem em seu

funcionamento normal. Além disso, depende do estágio de desenvolvimento da planta, da espécie e do processo considerado (Kramer, 1983).

Hsiao (1973) trabalhando com várias espécies de plantas classificou o estado de estresse em três situações: i) suave, com diminuição do potencial hídrico nas folhas (Ψ_f) da ordem de décimos de um mega Pascal (-0,1 MPa a -0,8 MPa); ii) moderado, como sendo a redução do Ψ_f de -1,2 a -1,5 MPa; e iii) severo, em que as variações de Ψ_f em termos de valor absoluto são superiores a -1,5 MPa.

No estresse suave, com variações de Ψ_f de -0,2 a -0,4 MPa, a expansão celular é afetada, embora o fechamento estomático ocorra quando o potencial hídrico atinge valores de -0,8 a -1,0 MPa (Hale & Orcutt, 1987).

Para Sands & Mulligan (1990), o desenvolvimento das plantas em ambientes com restrições hídricas que permitam a manutenção do crescimento com estratégias do uso de água podem ser identificados de três formas: pelo aumento pela capacidade de absorção da água, pela diminuição da desidratação dos tecidos e pelo aumento da eficiência do uso da água.

As plantas desenvolveram, ao longo dos processos evolutivos, diversos mecanismos de adaptação ao déficit hídrico, os quais podem ser divididos em escape à seca, que é a capacidade de uma planta completar seu ciclo de vida antes que se desenvolva um déficit hídrico no solo e na planta; tolerância a altos potenciais hídricos foliares e tolerância a baixos potenciais osmóticos nos tecidos (Turner, 1986).

Levitt (1972), estudando os mecanismos de tolerância ao estresse hídrico, observou que as plântulas têm sua tolerância diminuída ao longo de seu desenvolvimento, quando ocorre um deslocamento de água das partes mais velhas para as mais novas durante o murchamento. Há uma relação inversa entre resistência ao estresse hídrico e o tamanho da célula. A relação

volume/superfície é uma expressão deste fator, para o qual as menores relações conferem as maiores resistências.

O ajustamento osmótico é definido como a acumulação de solutos osmoticamente ativos nos tecidos durante o déficit hídrico. O potencial osmótico é assim reduzido, concomitantemente com o potencial hídrico foliar, para manutenção completa ou parcial do potencial de parede. Em função disto um estresse hídrico é normalmente acompanhado de um aumento no nível de compostos de baixo peso molecular, como açúcares solúveis e aminoácidos. O aumento de açúcares solúveis deve agir diminuindo o potencial de solutos, contribuindo para a manutenção da turgescência (Quick et al., 1989).

Para Turner (1986), o ajustamento osmótico, além de capacitar as raízes da planta a absorver em água do solo em baixos potenciais hídricos, é importante para manter a turgescência, com menor perda de água pelas folhas, e a sobrevivência das regiões de crescimento da planta.

De acordo Lemcoff et al. (1994), o ajustamento osmótico foi sugerido como um critério de seleção de mudas de algumas espécies de eucalipto em relação à adaptação à deficiência hídrica. Os autores observaram que plantas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. viminalis* e *E. grandis*, submetidas ao estresse hídrico durante 20 dias, se ajustaram osmoticamente em comparação com as plantas conduzidas em solo na capacidade de campo.

Tomando como critérios básicos às características de crescimento, a demanda hídrica e a resistência à seca, Florence (1996) sugeriu o agrupamento das diferentes espécies de eucalipto em cinco categorias principais. As categorias 1, 2 e 3 incluem espécies altamente produtivas, com elevada demanda hídrica sob condições ambientais ótimas. A distinção entre essas categorias é dada basicamente pelo grau de tolerância à seca, o qual aumenta significativamente da categoria 1 para as 2 e 3. As espécies pertencentes às categorias 4 e 5 apresentam elevado grau de controle da demanda hídrica e de

tolerância à seca, mas são pouco produtivas e, conseqüentemente, de baixo valor comercial. Dessa forma, a maioria das espécies de eucalipto de interesse comercial encontra-se na categoria 2 (*E. grandis*, *E. urophylla*, *E. robusta*, *E. globulus*, *E. satigna* e *E. vilinalis*) e na categoria 3 (*E. camaldulensis* e *E. tereticornis*). A diferença básica entre os dois grupos é dada pela maior capacidade das espécies pertencentes à categoria 3 em tolerar a ocorrência de períodos mais prolongados de déficit hídrico.

Várias espécies ou procedências, as quais geralmente não possuem mecanismos efetivos para o controle da perda de água, apresentam sistemas radiculares mais extensos e profundos, permitindo maior exploração de água disponível no solo e sobrevivência em condições limitada de disponibilidade hídrica (Awe et al., 1976; Pereira & Kozlowski, 1976; Stoneman et al., 1994, Florence, 1996).

Ferreira (1997), observando as relações hídricas e o crescimento em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *E. citriodora* Hook, *E. grandis* Hill ex Maidenn e *E. urophylla* S.T. Blake, verificou que, independentemente da espécie, com 15 dias de aclimatação por redução nas freqüências de irrigação houve significativas reduções nos valores do Ψ_t , relatando ainda que à medida que a freqüência de irrigação diminuiu, o Ψ_t também diminuiu. Essas mudas, quando foram submetidas à freqüência de irrigação, atingiram valores de Ψ_t antes do amanhecer de -0,6 MPa; -0,75 MPa e -1,0 MPa para as espécies *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. urophylla*; respectivamente, antes do amanhecer. Às 15:30, essas 3 espécies atingiram valores de -1,4 MPa.

Pereira & Koslomy (1976), trabalhando com aclimatação de mudas de *E. camaldulensis*, observaram valor crítico de Ψ_t de -1,0 MPa, abaixo do qual os estômatos começam a se fechar.

Reis & Hall (1986), avaliando mudas obtidas por meio de enraizamento de estacas de brotações de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. submetidas a

diferentes níveis de deficiência hídrica, verificaram valores do potencial hídrico antes do amanhecer, em plantas com suplementação contínua de água, as quais foram abundantemente irrigadas, próximos de $-0,3\text{MPa}$. Segundo estes autores, a espécie *E. camaldulensis* é adaptada à extrema deficiência hídrica em regiões semi-áridas e, possivelmente, apresenta sistema radicular desenvolvido, adaptado e que poucas raízes exploram umidade a grandes profundidades no solo.

Reis et al. (1988), estudando o crescimento e as relações hídricas de mudas de *E. grandis* e *E. camaldulensis* submetidas a três tratamentos de irrigação: i) irrigadas até a capacidade do tubete; ii) irrigadas após o surgimento de sintomas iniciais de murcha; e iii) irrigadas depois do aparecimento de sintomas drásticos de murcha foliar, verificaram que as plantas não irrigadas exibiram sintomas drásticos de seca, apresentando valores de potencial hídrico de $-3,0\text{MPa}$ ao meio dia, ao passo que as plantas plenamente irrigadas e aquelas que mostraram sintomas iniciais de murcha atingiram valores próximos à $-1,0\text{MPa}$. Ainda segundo os autores, o “estado” hídrico de plantas das duas espécies submetidas a estresse hídrico moderado no solo foi relativamente alto, em virtude do fechamento parcial dos estômatos, limitando a perda de água. Concluíram que a aclimação das mudas produzidas em tubetes foi obtida submetendo-as a ciclos de estresse hídricos interrompidos após o surgimento de sintomas moderados de murcha foliar.

Silva (1998) verificou que existe estreita correlação entre a rusticidade e a sobrevivência, no campo, das mudas sob deficiência hídrica. Foram avaliados os efeitos de cinco níveis de deficiência hídrica, no substrato de mudas desenvolvidas em tubetes, e constatou-se que plantas mais estressadas (sob deficiência de $-0,5\text{MPa}$ e $-1,5\text{MPa}$) apresentaram sobrevivência no campo de 78,5% e 85,4%, respectivamente, enquanto a testemunha alcançou índice de

25,7% de sobrevivência, significando que as mudas mais estressadas otimizaram o uso de água no campo.

Reis et al. (1988), trabalhando com mudas de *E. grandis* e *E. camaldulensis* submetidas a três regimes de irrigação, observaram que nas plantas submetidas ao estresse moderado, com sintomas iniciais de seca (-1,0 MPa), o crescimento em altura e diâmetro foram pouco afetados quando comparados com o das mudas submetidas ao estresse drástico (-3,0 MPa). O *E. grandis* mostrou-se mais sensível ao estresse hídrico do que o *E. camaldulensis*. A partir do aparecimento de sintomas drásticos de murcha foliar, as mudas de *E. grandis* apresentaram uma redução imediata na taxa de crescimento em altura e, a seguir, em diâmetro, enquanto, nas mudas de *E. camaldulensis*, as diferenças só começaram a se expressar mais nitidamente a partir de quatro meses para o crescimento em diâmetro e de cinco meses para o crescimento em altura. Estes autores relataram que, para promover o endurecimento de mudas de *E. grandis* e de *E. camaldulensis* em tubetes, as plantas devem ser submetidas a estresse hídrico moderado até o aparecimento de sintomas iniciais de murcha foliar.

2.7 Características que avaliam a qualidade de mudas

2.7.1 Características morfológicas

A morfologia é a manifestação física das respostas fisiológicas das mudas aos fatores ambientais, sendo resultado de uma série de processos fisiológicos (Mexal & Landis, 1990).

As características morfológicas são consideradas de fácil avaliação; por isso estes parâmetros tornaram-se os mais usados pelos viveiristas. Para o estudo da morfologia são avaliados: altura, diâmetro do colo, tamanho e número de

gemas, peso da matéria fresca ou seca da parte aérea e raiz e os índices morfológicos, como a relação matéria seca da parte aérea/matéria seca das raízes (Carneiro, 1995; McTague & Tinus, 1996).

A razão altura da parte aérea/diâmetro do colo pode predizer melhor o equilíbrio de desenvolvimento das mudas no viveiro pela conjugação das características em um só índice (Carneiro, 1995). Este autor mencionou que plantas de *Pinus taeda*, com altura de 20 a 30 cm e diâmetro do colo na faixa de 5,4 a 8,1 mm, estariam dentro de uma faixa aceitável de equilíbrio na razão, lembrando que estes valores seriam variáveis de acordo com a espécie.

2.7.1.1 Altura da parte aérea

Altura da parte aérea é a distância vertical entre a linha do solo, ou da cicatriz cotiledonar, ao meristema apical (Mexal & Landis, 1990).

Segundo McTague & Tinus (1996), a altura das mudas pode afetar a sobrevivência de *Pinus*, considerando que, de maneira geral, ocorre correlação negativa entre sobrevivência e tamanho da muda. Para Mexal & Landis (1990), isto mostra que este não é um parâmetro que possui boa correlação com a sobrevivência das mudas no campo, estando, na maioria das vezes, correlacionado com seu crescimento. Segundo os mesmos autores, as menores mudas são preferíveis para sítios áridos, e mudas mais altas são melhores para sítios em que há um alto nível de competição vegetativa com ervas daninhas e outras espécies ou onde os danos causados por animais são severos.

Carneiro (1995) e Zani Filho (1998) recomendam que as mudas de eucalipto estejam com altura da parte aérea em torno de 35cm e diâmetro do colo de 2,0 cm.

Ismael (2001), trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis*, verificou que os níveis de deficiência hídrica (-0,05 MPa e -1,5 MPa) afetaram o

crescimento das plantas aos 21 dias após o início do tratamento, com maiores valores em altura quando estas foram submetidas aos menores níveis de deficiência (-0,05 MPa).

McGilvray & Barnett (1981) e Barnett (1990) avaliaram a altura como um parâmetro de maior correlação com o desempenho no campo. Barnett (1990) relata a necessidade de um diâmetro de colo compatível com a altura para que o desempenho no campo corresponda às expectativas.

De acordo com Barnett (1983), o desempenho no campo é maior à medida que as dimensões das mudas, por ocasião do plantio, forem maiores. O autor sugeriu a altura e o diâmetro como indicadores mais confiáveis para o sucesso na implantação de um povoamento.

2.7.1.2 Diâmetro do colo ou coleto

Diâmetro do colo é medido na cicatriz cotiledonar, ou em posição padronizada, para não ocorrer variação nas medições subsequentes. Segundo Mexal & Landis (1990), é a característica morfológica que melhor se ajusta aos modelos de predição da sobrevivência das mudas no campo, enquanto a altura está mais relacionada com o crescimento. O diâmetro do colo esta frequentemente relacionado ao vigor da muda; de uma certa forma, a média do diâmetro de uma população de mudas a qualquer tempo é correlacionada com a média do tamanho do sistema radicular. Além disso, caules com maior diâmetro tendem a ter maiores gemas (a menos que tenham sido podados), as quais contém grande número de folhas pré-formadas, que podem crescer, formando a primeira folhagem após o plantio (Mexal & Landis, 1990).

Para Carneiro (1976), o diâmetro do colo é uma medida de fácil determinação e, por ser um método não destrutivo, trabalhos de pesquisas com diferentes espécies têm utilizado este parâmetro básico para avaliar a qualidade

de muda. De maneira geral, tem-se encontrado que a qualidade de mudas no momento do plantio no campo tem alta correlação com o diâmetro do coleto, o que pode ser verificado pelos expressivos aumentos nas taxas de sobrevivência e crescimento das mudas.

O diâmetro do colo reflete totalmente a resposta das mudas a condições do ambiente. No entanto, o diâmetro do colo e a altura da parte aérea podem não estar correlacionados com as características fisiológicas de predição do desempenho no campo. Combinando as características morfológicas com apropriadas medidas de qualidade fisiológica, podem-se obter melhores índices de desempenho após o plantio de mudas no campo (Mexal & Landis, 1990).

Carneiro (1976) observou maiores índices de sobrevivência de mudas de *Pinus taeda*, que apresentavam maiores valores de diâmetro do colo, ainda que com altura inferiores à média.

2.7.1.3 Matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e relação MSA/MSR

A razão entre a parte aérea e o sistema radicular é de fundamental importância para a organização e o funcionamento dos processos fisiológicos e o desenvolvimento das plantas. A parte aérea fornece carboidratos, fito-hormônios e nutrientes orgânicos para as raízes, e estas fornecem água, nutrientes e fito-hormônios para a parte aérea (Glinski & Lipiec, 1990; Dickson, 1992).

Burdett (1979) afirma que a relação entre a matéria seca da parte aérea e do sistema radicular pode ser utilizada como medida entre a área de transpiração e a área de absorção, porém é um índice contraditório para o desempenho no campo.

Para Westgate & Boyer (1985), o aumento da relação raiz/parte aérea, sob condições de deficiência hídrica, pode estar relacionado com a maior eficiência e manutenção da turgescência e do potencial hídrico existente nas raízes em relação às folhas, o que provavelmente permitiria a continuidade do crescimento radial.

Carneiro (1995) relata que os valores da matéria seca das raízes (MSR) devem ser associados a outros parâmetros, como a matéria seca da parte aérea (MSA). Entre as diversas relações adotadas na avaliação da qualidade das mudas, encontra-se a relação MSA/MSR.

O MSA é uma boa indicação da capacidade de resistência das mudas a condições de estresse hídrico e, segundo Schmidt-Vogt (1966), deve ser considerado como parâmetro de qualidade em combinação com o crescimento da parte aérea.

Lima (1996), trabalhando com mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas à deficiência hídrica no solo, sob casa de vegetação, observou que as espécies que reduziram a matéria seca total devido à deficiência hídrica foram *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. saligna* e *E. cloeziana*, com reduções de até 30%, enquanto as espécies *E. grandis* e *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. citriodora* apresentaram reduções menores que 20%. A deficiência também ocasionou aumento no MSR de *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. citriodora*, sendo este fato relacionado à maior capacidade de enraizamento profundo e ramificado, de valor estratégico para a resistência à seca, como também foi verificado por Façanha (1983).

Lima et al. (1997), estudando 8 espécies de plantas jovens de eucaliptos, submetidas à deficiência hídrica no solo, em casa de vegetação, observaram que as plantas de todas as espécies mostraram redução na matéria seca quando submetidas ao estresse hídrico. *E. urophylla*, *E. tereticornis*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora* apresentaram maior produção de raízes.

Ismael (2001), avaliando os efeitos da adubação nitrogenada e da umidade do substrato nas características morfológicas, fisiológicas e nutricionais durante a fase de aclimatação de mudas de *Eucalyptus Grandis* W. (Hill ex Maiden), no viveiro e na adaptação após o plantio no campo, verificou que o efeito da deficiência hídrica foi significativo somente para a matéria seca das folhas (MSA) aos 21 e 45 dias após o início do tratamento, demonstrando que a menor deficiência hídrica levou a maior acúmulo do MSA, aumentando a relação MSA/MSR. O autor concluiu que a redução da umidade do substrato (do nível de deficiência hídrica de -0,05 MPa para -1,5 MPa) diminuiu a altura das mudas, o MSA e a relação MSA/MSR.

Myer & Landsberg (1989) verificaram que mudas de *Eucalyptus maculata* e *E. brockwayi* crescendo em condições de deficiência hídrica apresentaram como resposta à diminuição na relação raiz/parte aérea, nas taxas de crescimento de caules e folhas, na eficiência do uso da água, na condutividade hidráulica das raízes, no potencial osmótico, na condutância estomática, no conteúdo relativo de água, no fechamento dos estômatos, no Ψ_f no ponto de murcha e transpiração.

2.7.2 Potencial de Crescimento de Raízes (PCR)

O potencial de crescimento de raízes (PCR) representa a capacidade de regeneração de novas raízes, estando ligado à capacidade da planta em sobreviver a períodos de deficiência hídrica após o plantio (Duryea, 1985).

Vários autores têm correlacionado positivamente o PCR com a sobrevivência das mudas no campo (Feret & Kreh, 1985; Palmer & Holer, 1986; Larsen et al., 1986; Hallgren et al., 1993; Mctague & Tinus, 1996).

Turner (1986) constatou que quando as plantas são cultivadas em regiões de ocorrência de déficit hídrico, as raízes são os primeiros órgãos a

serem afetados, a partir dos quais é desencadeada uma série de efeitos em toda a planta. Estas mensagens são transmitidas a partir das raízes, pela ação de fitohormônios e pela resistência hidráulica, criada pelo fluxo entre o solo e a folha das plantas (Hinckey et al., 1991).

Mexal & Landis (1990) relatam que o PCR é a medida da capacidade da muda regenerar rapidamente novas raízes em condições controladas. É uma medida correlacionada com a performance das mudas e possui baixa correlação com outros parâmetros, especialmente com o diâmetro do colo. Fatores como poda de raízes tendem a aumentar o PCR, enquanto diminuem o tamanho do sistema radicular. De acordo com Tinus (1996), o PCR tem sido usado como indicador da vitalidade das mudas, especialmente quando estas são plantadas em sítios com estresse hídrico.

Parvianen (1981), Briessette & Ballenger (1985) e Carneiro (1995) verificaram que alto valor de PCR constitui condição essencial para a sobrevivência e crescimento após o plantio, principalmente quando as mudas são submetidas a algum tipo de estresse ambiental no primeiro ano no campo.

Tinus (1996), trabalhando com *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* sob três regimes de estresse hídrico, observou que embora o estresse hídrico moderado tenha reduzido à metade o PCR, não reduziu a sobrevivência ou o crescimento no campo. Com isso, o PCR pode ser sensível para detectar o declínio no vigor, mas não se essa perda for suficiente para reduzir o desempenho no campo.

Larsen & Boyer (1986), trabalhando com mudas de *Pinus taeda*, verificaram que os valores mais altos de PCR foram observados em mudas com maiores dimensões, com pesos radiculares mais elevados e com bastante quantidade de acículas.

Mudas de *Pinus echinata* foram avaliadas por Brissette & Chambers (1992) após o plantio sob diferentes regimes de disponibilidade de água, os

quais verificaram aumento exponencial do Ψ_f com o aumento da área superficial de novas raízes e aumento linear da condutância estomática com o crescimento de novas raízes.

Barroso (1999) avaliando a qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*, concluiu que o potencial de crescimento de raízes, não foi uma característica adequada na predição da sobrevivência das mudas no campo, mas pode ser utilizada com segurança, para predizer o crescimento em altura e diâmetro, nos primeiros meses após o plantio

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Época e caracterização das áreas experimentais

Para atingir os objetivos propostos, foram conduzidos 2 experimentos:

O primeiro experimento, relacionado à aclimação de mudas, foi instalado em casa de vegetação e campo, no período de fevereiro a maio de 2001, no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais, da Universidade Federal de Lavras-UFLA, em Lavras-MG, localizado na região sul do estado de Minas Gerais (918m, 21°14'S, e 45°00'W). A média anual de temperatura do ar é de 19,4°C (Brasil, 1992). Conforme a classificação climática de Köppen, o clima regional é Cwa com característica de Cwb, apresentando duas estações bem definidas: uma seca, de abril a setembro, e outra chuvosa, de outubro a março.

O segundo experimento, relacionado às mudas comerciais, foi conduzido no viveiro clonal e no campo, na empresa PLANTAR, em Curvelo, MG, no período de dezembro de 2001 a janeiro de 2002. O município de Curvelo situa-se no planalto central e no ponto geodésico do estado de Minas Gerais, com as seguintes coordenadas médias: 19°00'S, 44°30'W e 600 metros de altitude. O clima da região é subtropical, apresentando estação seca definida, nos meses de abril a outubro, sendo os meses de janeiro e fevereiro de maiores precipitações. A precipitação média anual da região situa-se entre 1.100 a 1.200 mm. As temperaturas médias no mês mais quente e mais frio são, respectivamente, de 26°C e 21°C.

3.2 Caracterização dos clones testados

As mudas de 6 clones de *Eucalyptus* spp. foram produzidas durante um período de 105 dias, fornecidas pela PLANTAR e provenientes do viveiro clonal em Curvelo-MG.

No primeiro experimento foram utilizadas mudas dos clones 3016, 1591, 1288, 3025 e 1187, 1270. Para o experimento instalado na PLANTAR, utilizaram-se os clones 1591, 1288, 3025 e 1270.

Todos os clones são híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis*, exceto o clone 3025, que é híbrido do *E. urophylla* x *E. camaldulensis*. A escolha dos clones foi baseada nas características silviculturais de cada um e na disponibilidade de mudas com padrão de plantio no início do experimento.

3.3 Recipiente e substrato utilizado

Utilizaram-se tubetes de polietileno com capacidade de 50cm³. Os tubetes foram esterilizados em água entre 75°C e 90°C durante 25 a 30 segundos, sendo o aquecimento feito por serpentina. O substrato foi composto de 100L de vermiculita e 100L de casca de arroz carbonizada. A adubação utilizada foi constituída por: 910 g de superfosfato simples, 400 g de osmocote e 19-6-10 durante 3 meses.

3.4 Definição dos padrões de umidade do substrato nos tubetes

A curva de retenção de umidade do substrato e o teste de umidade foram realizados com base nos procedimentos adotados por Ferreira (1997). Foram utilizados 12,5mL de água/tubete/irrigação, sendo esse volume determinado pela

curva característica de umidade do substrato a fim de manter um teor em torno de 60%.

3.5 Tratamentos

Antes do período de aclimação, as mudas com padrão comercial de plantio e podas radiculares automáticas, foram produzidas a pleno sol, recebendo diariamente 5 minutos de irrigação do tipo aspersão simples, nos seguintes horários: 7:00, 11:30 e 17:30 horas.

Para o experimento em casa de vegetação, as mudas trazidas da PLANTAR (6 clones) foram submetidas a 4 períodos de aclimação (0, 5, 10 e 15 dias). Nestes períodos, as mudas receberam 12,5mL de água, através de irrigação diária entre 9:00 e 10:00 horas. Para cada período de aclimação, avaliaram-se: Potencial Hídrico foliar (Ψ_f), Matéria Seca da parte Aérea (MSA), Matéria Seca das Raízes (MSR), Relação Matéria Seca da parte Aérea (MSA)/Matéria Seca das Raízes (MSR) e Potencial de Crescimento de Raízes (PCR).

No experimento instalado no campo, avaliou-se a taxa de sobrevivência, a altura e o diâmetro do colo das mudas submetidas a 4 períodos de aclimação.

Para o plantio realizado no campo do viveiro florestal da reflorestadora PLANTAR, as mudas de 4 clones com padrão comercial de plantio foram avaliadas quanto ao potencial hídrico, altura e diâmetro do colo e plantadas em 07 de dezembro de 2001. Após 15 e 30 dias do plantio, avaliou-se a taxa de sobrevivência, a altura e o diâmetro do colo.

3.6 Delineamento experimental

Para o experimento em casa de vegetação na UFLA, foi adotado o esquema fatorial 6 x 4, com mudas de 6 clones submetidas a 4 períodos de aclimatação, em blocos casualizados com 4 repetições e 16 plantas por parcela.

Na avaliação da sobrevivência e crescimento inicial após plantio no campo, adotou-se o delineamento em blocos casualizados, no esquema em parcelas subdivididas no tempo, constando de 6 clones na parcela e os 4 períodos de aclimatação nas subparcelas, totalizando 24 tratamentos repetidos em 4 blocos, utilizando 4 mudas/parcela. Para avaliação do potencial de regeneração de raízes, foi adotado o esquema fatorial, seguindo o mesmo arranjo adotado em casa de vegetação na UFLA.

Para o plantio realizado no campo da reflorestadora PLANTAR, adotou-se o delineamento de blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas no tempo, constando de 4 clones na parcela e 3 datas de avaliações na subparcela, com 4 blocos, totalizando 12 tratamentos. Cada parcela foi constituída por 4 mudas.

3.7 Características avaliadas

3.7.1 Potencial hídrico foliar (Ψ_f)

Durante os 4 períodos de aclimatação (0, 5, 10 e 15 dias) foram realizadas avaliações do potencial hídrico foliar (Ψ_f) antes do amanhecer e ao meio dia solar, diariamente, utilizando-se uma bomba de pressão (Soil Moisture - modelo 3005). As avaliações foram realizadas utilizando-se o terceiro e o quarto lançamento foliar.

3.7.2 Matéria seca da parte aérea (MSA) e das raízes (MSR) e relação MSA/MSR

As mudas foram cortadas na região do colo, separando-se a parte aérea do sistema radicular. Os materiais foram acondicionados em sacos de papel, colocados em estufa de circulação forçada à temperatura de 60^o C até atingirem peso constante e, posteriormente, foi determinada a matéria seca da parte aérea (MSA) e do sistema radicular (MSR).

A relação MSA/MSR foi obtida dividindo-se a matéria seca da parte aérea (g) pela matéria seca do sistema radicular da muda (g).

3.7.3 Potencial de Crescimento de Raízes (PCR)

Mudas correspondentes a cada período de aclimação foram plantadas em vasos plásticos com capacidade de 3 litros, e cheios com uma mistura de terra + areia (1:1, v:v) e colocadas em casa de vegetação, com irrigação que mantinha a umidade do substrato na capacidade de campo por 10 dias. Após este período, estas foram retiradas dos vasos com auxílio de água, sobre uma peneira, procurando-se manter intactas todas as suas raízes. O PCR foi obtido pela contagem no número de raízes novas, considerando-se, para esta avaliação, as raízes secundárias a partir do substrato do tubete.

3.7.4 Determinação das taxas de sobrevivência e de crescimento inicial das mudas no campo

As mudas dos seis clones correspondentes aos 4 períodos de aclimação foram plantadas no campo em cada época, recebendo 1 hora de irrigação do tipo aspersão simples na data de plantio.

O preparo do solo, em um Latossolo Vermelho Escuro, constou de uma gradagem. Foi realizado o controle de formigas cortadeiras com sulfluramida (Mirex). O plantio foi manual, após a abertura das covas, foi feito com enxadão. Utilizou-se adubação de 150g de superfosfato simples por cova, espaçadas 1,0m x 0,5m entre si. Após o plantio no campo, as plantas foram irrigadas uma vez por semana.

Durante 40 dias, avaliou-se semanalmente a taxa de sobrevivência das mudas, o crescimento inicial, expresso pela altura (H), medido com auxílio de uma régua graduada em milímetros, e o diâmetro do colo (D), com o auxílio de um paquímetro graduado em 0,5 milímetro. Essas mesmas avaliações prosseguiram aos 50, 60, 70, 80 e 90 dias.

As mudas dos clones 1591, 1288, 3025 e 1270, aclimatadas pela PLANTAR, foram plantadas no dia 7/12/2001, data em que não ocorreu precipitação, recebendo 2L de água/muda no plantio. As mudas foram plantadas em Latossolo vermelho amarelo. O preparo do solo utilizado foi o cultivo mínimo. O plantio foi manual, utilizando-se adubação NPK (6-30-6) com 167 kg/ha, sendo as mudas plantadas no espaçamento 3,0 x 2,0 m.

Foram realizadas as mesmas avaliações citadas anteriormente, acrescentando-se o número de par de folhas (NPF), em que foram consideradas somente as folhas completamente expandidas, aos 0, 15 e 30 dias.

3.8 Caracterização das condições atmosféricas

3.8.1 Insolação, temperatura, umidade relativa e precipitação

Os dados referentes à insolação, temperatura, umidade relativa e precipitação durante a fase de estabelecimento da muda no campo da UFLA foram obtidos na estação meteorológica do Departamento de Engenharia da UFLA (Figura 1B).

Os dados relacionados à precipitação durante a fase de estabelecimento da muda no campo da empresa foram fornecidos pela estação meteorológica da reflorestadora PLANTAR (Figura 2B).

A temperatura e umidade relativa do ar da UFLA foram registradas através do termohigrógrafo, marca TH 508. A temperatura média (T_m) e a umidade relativa média (UR_m) diárias foram determinadas a partir dos registros de temperatura (T) e umidade relativa (UR) obtidos, através do termohigrógrafo, utilizando-se as equações propostas pela Organização Mundial de Meteorologia (O.M.M.),

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

$$UR_m = (UR_9 + UR_{15} + 2UR_{21}) / 4,$$

onde os valores subscritos correspondem ao horário de registro, T_{\max} e T_{\min} são a temperatura máxima e mínima, respectivamente, do período de 24 horas.

3.9 Análises estatísticas

Para as avaliações do potencial hídrico foliar (Ψ_l), matéria seca da parte aérea (MSA), matéria seca das raízes (MSR), relação MSA/MSR, potencial de crescimento de raízes (PCR), taxa de sobrevivência, altura e diâmetro do colo realizou-se análise de variância, com teste de comparação de média (Teste Scott-Knott), e análise de regressão. Para isto foi usado o programa estatístico Sisvar 4.1 (Furtado, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação da qualidade das mudas submetidas ao estresse hídrico.

4.1.1 Potencial hídrico foliar (Ψ_f) antes do amanhecer e ao meio dia solar.

Os resultados da análise de variância mostraram que os valores médios de Ψ_f antes do amanhecer e ao meio dia solar revelaram diferenças altamente significativas entre clones, entre períodos e para interação entre clones x períodos (Tabela 1A).

A Tabela 1 mostra os valores do potencial hídrico foliar, antes do amanhecer e ao meio dia solar, das mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a 4 períodos de aclimação.

As mudas não aclimatadas dos 6 clones encontravam-se visualmente túrgidas, com valores de potencial hídrico foliar antes do amanhecer em torno de -0,30 MPa, não diferindo entre si estatisticamente. Todas as mudas aclimatadas por 5 e 10 dias, exibiram sintomas iniciais de murcha, com valores de Ψ_f antes do amanhecer em torno de -0,50 MPa, não apresentando diferenças estatísticas a 5% de probabilidade, exceto o clone 1187, para o qual os sintomas de murcha apareceram aos 10 dias de aclimação, com valor médio de -1,0 MPa, que diferiu estatisticamente dos demais clones. Da mesma forma, Ferreira (1997) para mudas de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. urophylla*, encontrou valores de Ψ_f antes do amanhecer de -0,6 MPa; -0,75 MPa e -1,0 MPa, respectivamente. Hsiao (1973) trabalhando com várias espécies de plantas, classificou o estresse com valores de potencial hídrico de -0,1 MPa a -0,8 MPa como suave.

TABELA 1: Potencial hídrico foliar antes do amanhecer e ao meio dia solar das mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a 4 períodos de aclimação, Lavras, MG .

Períodos de aclimação	Clones	Potencial hídrico (MPa)	
		antes do amanhecer	Meio dia solar
0	3016	-0,27 a	-0,67 a
	1591	-0,23 a	-0,24 a
	1288	-0,33 a	-0,29 a
	3025	-0,32 a	-0,30 a
	1187	-0,29 a	-0,59 b
	1270	-0,29 a	-0,44 a
5	3016	-0,43 a	-0,54 a
	1591	-0,49 a	-0,94 b
	1288	-0,35 a	-0,48 a
	3025	-0,43 a	-0,58 a
	1187	-0,53 a	-0,46 a
	1270	-0,58 a	-0,70 a
10	3016	-0,56 a	-0,89 b
	1591	-0,41 a	-1,05 b
	1288	-0,26 a	-1,14 b
	3025	-0,27 a	-0,48 a
	1187	-0,93 b	-0,83 b
	1270	-0,39 a	-0,95 b
15	3016	-1,70 c	-0,60 a
	1591	-1,78 c	-0,60 a
	1288	-2,20 d	-0,63 a
	3025	-1,15 b	-0,40 a
	1187	-1,88 c	-0,75 a
	1270	-0,85 a	-0,60 a

Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada período de aclimação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Quando as mudas foram submetidas a 15 dias de aclimação, exibiram diferenças estatísticas a 5% de probabilidade; todos os clones apresentaram sintomas de murcha associada a valores de Ψ_f abaixo de -1,0 MPa antes do amanhecer, com exceção do clone 1270, que apresentou esses sintomas quando atingiu valores de -0,85 MPa. A capacidade da planta em manter a turgescência

foliar quando diminui o Ψ_f é uma importante adaptação ao estresse hídrico. O clone 1288 exibiu sintomas moderados de murcha, atingindo valor médio de Ψ_f antes do amanhecer de -2,20 MPa. Hsiao (1976) trabalhando com várias espécies de plantas, classificou o estresse como severo quando as plantas apresentam valores Ψ_f inferiores a -1,5 MPa. O mesmo comportamento foi observado em mudas de *E. camaldulensis* por Pereira & Koslomy (1976) e Reis & Hall (1986), e em mudas de *E. grandis* e *E. camaldulensis* por Reis et al. (1988).

Menzies et al. (1985) observaram que mudas de coníferas com valores de Ψ_f de -0,5 MPa apresentaram bom desempenho no campo; quando atingiram valores de -1,0 MPa, sofreram danos, ocorrendo prejuízo no desempenho no campo. Com valores de Ψ_f -2,0 MPa, ocorreram danos severos, com possibilidade de morte nas mudas, e com Ψ_f abaixo de -5,0 MPa, o dano foi considerado letal.

As mudas dos 6 clones submetidas à irrigação entre 9:00h e 10:00h apresentaram variações nos valores de Ψ_f ao meio dia solar, havendo recuperação de turgescência em relação aos valores de Ψ_f antes do amanhecer. A irrigação entre 9:00h e 10:00h a que as mudas dos 6 clones foram submetidas proporcionou aumento nos valores de Ψ_f ao meio dia solar acima de -1,0 MPa, com exceção dos clones 1591 e 1288, que aos 10 dias de aclimação atingiram valores de Ψ_f ao meio dia solar girando em torno de -1,1 MPa.

Os valores de Ψ_f para estes clones estão dentro da faixa encontrada para outros estudos. Lima (1993) apresenta valores de Ψ_f crítico de *Eucalyptus* spp. variando entre -1,0 a -2,8 MPa, ou seja, dentro da faixa limite de variação normal, segundo vários autores; (Lima, 1996) observou, em mudas de *E. grandis*, *E. camaldulensis* e *E. urophylla* sob estresse hídrico (-0,05 MPa), valores que variaram de -0,50 MPa a -1,0 MPa antes do amanhecer e de -1,75

MPa a -2,0 MPa ao meio dia solar; em mudas não submetidas ao estresse hídrico (-0,01 MPa), valores que variaram de -0,25 MPa a -0,50 MPa antes do amanhecer e -0,75 MPa a -1,5MPa ao meio dia solar.

4.1.2 Matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e relação MSA/MSR das mudas submetidas a 4 períodos de aclimação

Na avaliação da matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e relação MSA/MSR de mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp., observou-se, na análise de variância, que houve diferenças altamente significativas a 5% de probabilidade entre períodos de aclimação, havendo significância entre clones para o MSA e MSR e apresentando interação significativa entre clones x períodos para MSA (Tabela 3A).

A Tabela 2 mostra os valores da matéria seca da parte aérea (MSA), sistema radicular (MSR) e relação MSA/MSR das mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a 4 períodos de aclimação.

No início das avaliações, os clones 3016, 3025 e 1187 apresentavam altura média de 30 cm, enquanto os clones 1591, 1288 e 1270 apresentavam 20 cm de altura.

Analisando o comportamento dos clones em relação aos períodos de aclimação, constatou-se que para todos os clones houve um aumento significativo da matéria seca da parte aérea (MSA) e do sistema radicular (MSR), ocorrendo diminuição significativa para relação MSA/MSR com o aumento dos períodos de aclimação (Tabela 2).

Na avaliação da matéria seca da parte aérea (MSA), as mudas não aclimatadas dos clones 3016, 3025, 1187 e 1270 apresentaram os maiores valores médios para esta variável. O clone 1270 se destacou, apresentando maior acúmulo de MSA em relação aos clones 1591 e 1288.

TABELA 2: Matéria seca da parte aérea (MSA), Matéria seca das raízes (MSR) e Relação MSA/MSR das mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a 4 períodos de aclimação. Lavras, MG.

Períodos de aclimação	Clones	Matéria seca (g)		
		MSA	MSR	MSA/MSR
0	3016	0,84 a	0,29 a	3,44 a
	1591	0,55 b	0,15 a	3,69 a
	1288	0,56 b	0,21 a	2,75 a
	3025	0,83 a	0,28 a	3,07 a
	1187	0,79 a	0,32 a	2,46 a
	1270	0,84 a	0,25 a	3,45 a
5	3016	0,95 b	0,34 b	2,76 a
	1591	0,68 b	0,25 b	2,74 a
	1288	0,85 b	0,28 b	3,06 a
	3025	1,00 b	0,35 b	2,88 a
	1187	1,35 a	0,51 a	2,66 a
	1270	0,87 b	0,36 b	2,66 a
10	3016	1,16 a	0,47 a	2,49 a
	1591	0,94 b	0,37 b	2,63 a
	1288	0,75 b	0,30 b	2,50 a
	3025	0,96 b	0,41 b	2,42 a
	1187	1,24 a	0,52 a	2,44 a
	1270	1,05 a	0,37 b	3,08 a
15	3016	1,09 a	0,44 a	2,47 a
	1591	0,77 a	0,35 a	2,36 a
	1288	0,89 a	0,36 a	2,51 a
	3025	1,20 a	0,48 a	2,51 a
	1187	0,99 a	0,44 a	2,35 a
	1270	0,98 a	0,41 a	2,39 a

Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada período de aclimação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Aos 5 dias de aclimação, o clone 1187 apresentou maior acúmulo de MSA, diferindo significativamente dos demais clones.

No décimo dia de aclimação, os clones 3016, 1187 e 1270 não diferiram entre si, apresentando os maiores valores médios para essa variável. Nesta mesma data, o clone 1270 apresentou maior acúmulo de MAS, representando ganho de 25% nesse período. O MSA é um bom indicativo da

capacidade de resistência das mudas às condições de estresse. Todavia, segundo Schmidt-Vogt (1966), o MSA deve ser considerado como parâmetro de qualidade, em combinação com o crescimento da parte aérea.

As mudas dos clones 3016 e 3025 aclimatadas por 15 dias apresentaram maiores acúmulos de MSA, representando ganho de 29,8% e 44,6%, respectivamente, nesse período. O clone 3025 apresentou valor médio de Ψ_f antes do amanhecer de -1,15 MPa, mostrando ser tolerante ao estresse hídrico a que foi submetido.

Todos os clones não aclimatados e aclimatados durante 15 dias, não exibiram diferenças significativas a 5% de probabilidade para a MSR.

No quinto dia de aclimação, o clone 1187 apresentou o maior valor de MSR, representando ganho de 59,4%.

Os clones 3016 e 1187 aclimatados por 10 dias apresentaram os maiores acúmulos para esta variável, representando ganho de 62,0% e 62,5%, respectivamente, não diferindo entre si, porém diferindo dos demais clones. Carneiro (1995) sugere que os valores de MSR devem ser associados a outros parâmetros como o MSA. Entre as diversas relações adotadas na avaliação da qualidade de mudas, encontra-se a relação MSA/MSR. Em condições de estresse hídrico, há tendência de aumento de alocação de fotoassimilados para as raízes, em detrimento da parte aérea (Johnson et al., 1996).

Observou-se que com o aumento do período de aclimação houve reduções nos valores da relação MSA/MSR devido à deficiência hídrica a que as mudas dos 6 clones foram submetidas. Estes dados confirmam o fato de que mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas ao estresse hídrico. (Lima, 1996; Lima, 1997 e Ismael, 2001) alteram a alocação de matéria seca, favorecendo as raízes, como também foi verificado por Façanha (1983) e Lima (1996).

4.1.3 Potencial de Crescimento de Raízes (PCR)

Os resultados da análise de variância mostraram que houve diferenças altamente significativas a 5% de probabilidade entre clones e entre períodos, não havendo significância para interação entre clones x períodos (Tabela 5A).

A Tabela 3 mostra os valores médios do número de raízes novas, das mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a 4 períodos de aclimação e avaliadas 10 dias após o plantio.

Verificou-se que com o aumento do período de aclimação houve aumento significativo do número de raízes novas para todos os clones, mostrando que não ocorreu dormência ou que o grau de dormência alcançado não paralisou totalmente o crescimento das mudas durante o período de aclimação, avaliado pela emissão de raízes novas (Tabela 3).

Mudas do clone 1270 não aclimatadas destacaram-se, apresentando os maiores valores para o número de raízes novas. Constatou-se que os 6 clones não exibiram diferenças significativas aos 5 dias de aclimação.

As mudas dos clones 1591, 3025, 1187 e 1270 aclimatadas por 10 dias apresentaram maiores valores para esta variável, não diferindo entre si, porém diferindo dos demais clones. Nesta mesma data, o clone 1270 apresentou maior acúmulo de MSA. O clone 1187 apresentou maior acúmulo de MSA e MSR.

Aos 15 dias de aclimação, as mudas dos clones 3016, 3025, 1187 e 1270 apresentaram maiores valores para o número de raízes novas, com incrementos de 85,0%, 65,0%, 60,6% e 26,5%, respectivamente. O clone 1270 apresentou maior valor médio de Ψ_f antes do amanhecer, seguido do clone 3025, mostrando que estes clones toleram o estresse hídrico a que foram submetidos. Estes resultados diferem dos observados por Tinus (1996), que trabalhou com *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca*, verificando que o estresse moderado reduziu a metade o PCR, não reduzindo a sobrevivência e o crescimento inicial.

TABELA 3: Número de raízes novas das mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a 4 períodos de aclimação. Lavras, MG.

Períodos de aclimação	Clones	Potencial de Crescimento de Raízes
		Número de raízes novas
0	3016	13,50 b
	1591	14,75 b
	1288	8,25 b
	3025	13,50 b
	1187	16,50 b
	1270	22,50 a
5	3016	12,25 a
	1591	14,50 a
	1288	10,75 a
	3025	17,50 a
	1187	13,75 a
	1270	14,50 a
10	3016	17,00 b
	1591	20,75 a
	1288	14,25 b
	3025	22,75 a
	1187	23,25 a
	1270	23,00 a
15	3016	25,00 a
	1591	17,00 b
	1288	14,00 b
	3025	22,25 a
	1187	26,50 a
	1270	28,50 a

Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada período de aclimação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

4.1.4 Sobrevivência e crescimento inicial no campo

Durante o período experimental ocorreram chuvas regulares, totalizando 259,1 mm entre os meses de fevereiro a maio de 2001 (Figura 1B).

Para esse período experimental, em que não ocorreu deficiência hídrica, todas as fases de aclimação mostraram-se adequadas à sobrevivência das mudas no campo (Tabela 4).

TABELA 4: Sobrevivência das mudas de clones de eucaliptos submetidas a 4 períodos de aclimação - 11 avaliações até 90 dias após o plantio.

Clones	Períodos de aclimação	Sobrevivência (%)
3016	0	100
	5	100
	10	100
	15	100
1591	0	100
	5	100
	10	100
	15	100
1288	0	100
	5	100
	10	100
	15	100
3025	0	100
	5	100
	10	100
	15	100
1187	0	100
	5	100
	10	100
	15	100
1270	0	100
	5	100
	10	100
	15	100

Observou-se que independentemente do período de aclimação ocorreu o pegamento das mudas no campo, com máximas taxas de sobrevivência em todos os 6 clones estudados. Estes resultados diferem dos apresentados por Silva (1998), que verificou estreita correlação entre a aclimação e a sobrevivência no campo em mudas de *E. grandis*, constatando que as plantas mais estressadas (sob deficiência hídrica de -0,5 MPa e -1,5 MPa) apresentaram sobrevivência no campo de 78,5% e 85,4%, respectivamente, enquanto a testemunha alcançou

índice de 25,7% de sobrevivência, significando que as mudas mais estressadas otimizaram o uso de água no campo.

Os resultados da análise de variância mostraram, para as variáveis altura e diâmetro do colo, que houve diferenças significativas entre clones e entre períodos. Para a variável altura, houve diferenças significativas para interação entre clones x períodos x datas, não exibindo significâncias para o diâmetro (Tabela 7A).

As Figuras 1 (a) e (b) mostram os valores de altura e diâmetro do colo de 6 mudas clonadas de *Eucalyptus* spp. não aclimatadas e aclimatadas por 15 dias e avaliadas de 0 a 90 dias após o plantio.

Para a altura e diâmetro do colo, as mudas não aclimatadas dos clones 3016, 1591, 1288 e 1270 apresentaram melhor crescimento no campo, em comparação com as aclimatadas por 15 dias. Estes clones apresentaram certo grau de dormência quando aclimatados por 15 dias.

A diminuição da altura em função do aumento do período de aclimação está de acordo com os resultados obtidos para mudas de *Eucalyptus grandis* (Ismael, 2001).

Os clones 3025 e 1187 mostraram que independentemente do tipo de aclimação, as mudas apresentaram a mesma tendência de crescimento para as variáveis altura e diâmetro do colo. As mudas do clone 3025 aclimatadas por 15 dias apresentaram valores médios de Ψ_f antes do amanhecer de -1,5 MPa (Tabela 1), mostrando serem mais tolerantes ao estresse hídrico ao qual foram submetidas. Isto provavelmente ocorreu devido a este clone ser hídrico do *E. urophylla* x *E. camaldulensis*, sendo que o *E. camaldulensis* adapta-se bem a solos pobres e a prolongadas estações secas (FAO, 1981) e a espécie *E. urophylla* apresenta alto potencial para regiões de clima quente e de elevados déficits hídricos (Golfari, 1975 e Ruy, 1998).

As mudas não aclimatadas do clone 3016 apresentaram incrementos de 49,2% em altura e 128,3% em diâmetro. Quando este clone foi submetido a 15 dias de aclimação, apresentou certo grau de dormência no campo, com aumentos de 41,3% para a variável altura e de 68,6% para diâmetro do colo, com sintomas moderados de murcha atingindo valores médios de Ψ_f antes do amanhecer de -1,7 MPa e apresentando maior valor médio de número de raízes novas. Constatou-se que aos 90 dias após o plantio, este clone apresentou aumento de 7,2% em altura e de 22,1% em diâmetro.

O clone 1591 não aclimatado apresentou incrementos de 99,34% em altura e de 159,1% em diâmetro do colo. Aos 15 dias de aclimação, este clone exibiu certo grau de dormência, afetando o seu crescimento inicial no campo para a altura e diâmetro do colo, com incremento de 48,8% e 71,4%, respectivamente, com sintomas moderados de murcha atingindo valores de Ψ_f antes do amanhecer -1,75 MPa (Tabela 1) e apresentando menores acúmulos de MSA, MSR, relação MSA/MSR. Aos 90 dias após o plantio, verificou-se incremento de 28,0% para a altura e 46,2% para o diâmetro do colo.

Observou-se que as mudas não aclimatadas do clone 1288 apresentaram incrementos de 90,3% em altura e de 144,2% em diâmetro. Quando este clone foi submetido aos 15 dias de aclimação, mostrou certo grau de dormência no seu crescimento inicial no campo; para altura e diâmetro, os resultados foram de 49,7% e 69,8%, respectivamente, exibindo sintomas moderados de seca atingindo valores de Ψ_f de -2,20 MPa (Tabela 1), com menores acúmulos de MSA, MSR, relação MSA/MSR e número de raízes novas, mostrando sua baixa tolerância ao estresse hídrico a que foi submetido. Verificou-se que aos 90 dias após o plantio este clone apresentou aumento de 36,99% em altura e 28,8% em diâmetro.

Mudas do clone 3025 mostraram que independentemente do tipo de aclimação, apresentaram a mesma tendência de crescimento para as variáveis

altura e diâmetro do colo. As mudas não aclimatadas apresentaram incremento de 88,9% para a altura e de 165,5% para o diâmetro, e as aclimatadas por 15 dias, de 96,3% de altura e de 119,8% de diâmetro. Aos 15 dias de aclimação, este clone exibiu sintomas iniciais de seca atingindo valores médios de Ψ_f antes do amanhecer de -1,15 MPa, com maior acúmulo de MSA, MSR, relação MSA/MSR, mostrando ser tolerante ao estresse hídrico a que foi submetido.

Verificou-se que o clone 1187 mostrou que independentemente do tipo de aclimação, apresentou a mesma tendência de crescimento. Este clone não aclimatado exibiu aumento de 47,7% e 85,9% para a altura e diâmetro do colo, respectivamente. Aos 15 dias de aclimação, observou-se incremento de 55,9% para altura e de 92,2% para o diâmetro, exibindo sintomas moderados de seca com valores de -1,90 MPa, apresentando menor acúmulo da relação MSA/MSR e maior valor de PCR (número de raízes novas).

As mudas não aclimatadas do clone 1270 apresentaram aumento 64,0% e 140,4% para a altura e diâmetro, respectivamente. Aos 15 dias de aclimação, este clone apresentou certo grau de dormência, com incremento de 46,3% e 89,1% para altura e diâmetro, respectivamente, afetando seu crescimento inicial no campo, mostrando que o período de 15 dias de aclimação foi excessivo. Este clone exibiu sintomas iniciais de murcha com valores de -0,85 MPa de Ψ_f antes do amanhecer e maior número de raízes novas. Aos 90 dias após o plantio, verificou-se aumento de 16,9% em altura e 18,3 % em diâmetro.

(a)

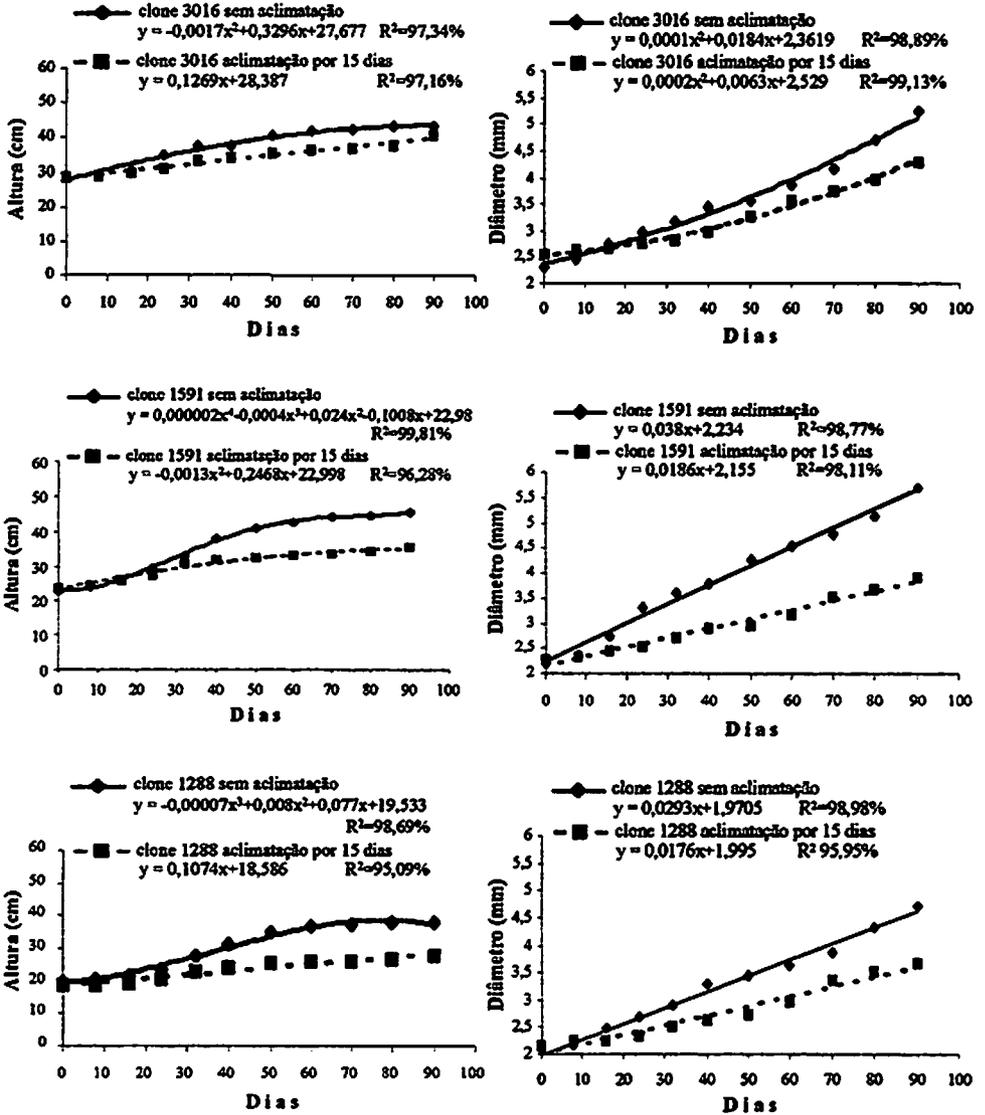


FIGURA 1 (a): Altura e diâmetro do colo dos clones 3016, 1591 e 1288, não aclimatados e aclimatados por 15 dias e avaliados de 0 a 90 dias após o plantio.

(b)

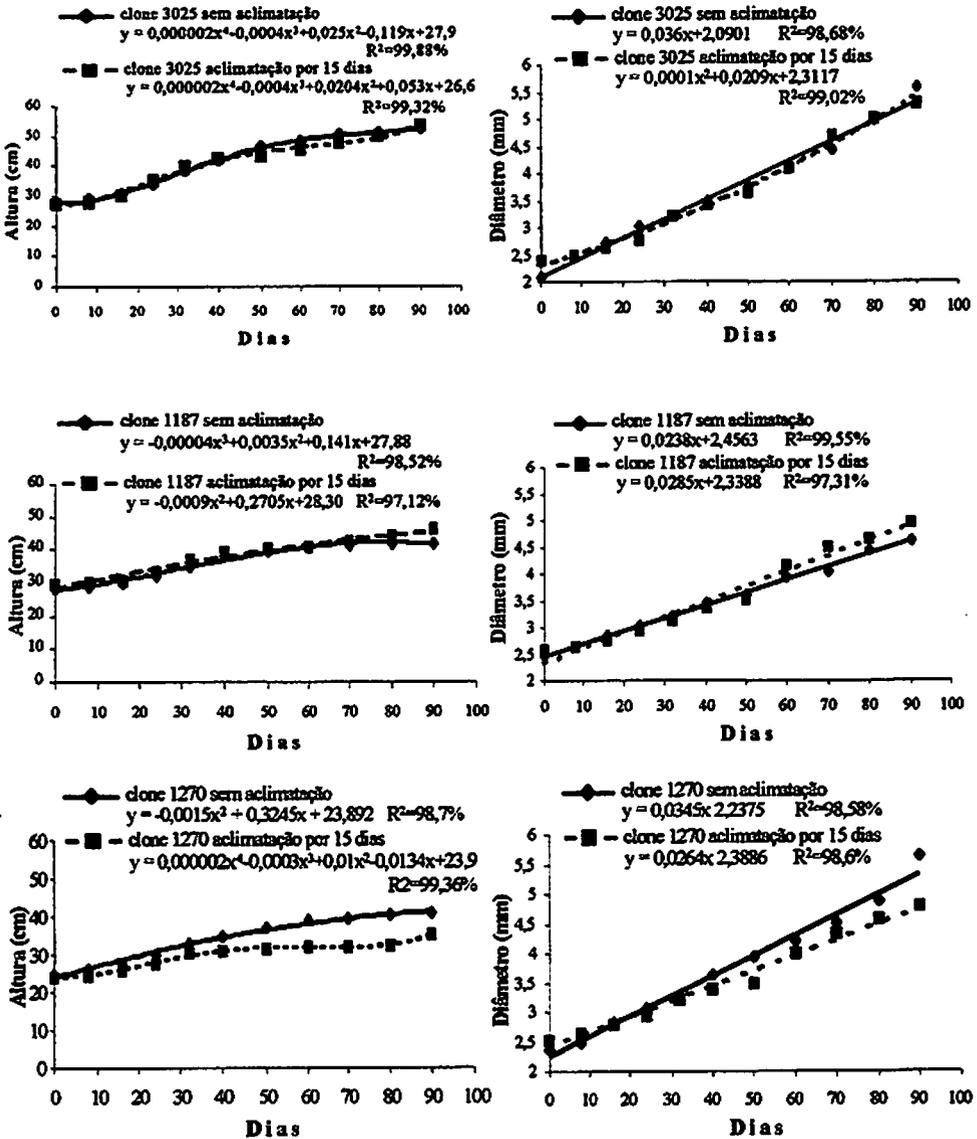


FIGURA 1 (b): Altura e diâmetro do colo dos clones 3025, 1187 e 1270, não aclimatados e aclimatados por 15 dias e avaliados de 0 a 90 dias após o plantio.

A figura 2 mostra os valores de altura e diâmetro do colo de mudas dos clones 1288 e 3025 não aclimatadas e aclimatadas por 15 dias e avaliadas de 0 a 90 dias após o plantio. Devido aos 6 clones estudados terem apresentado comportamento semelhante para as variáveis altura e diâmetro no colo, optou-se por mostrar os 2 clones mais discrepantes, ou seja, os clones que apresentaram o menor e o maior desempenho no campo com base nos valores de altura e diâmetro do colo e do potencial hídrico foliar antes do amanhecer.

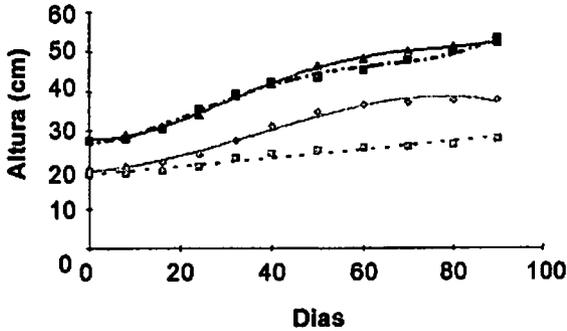
Os resultados mostraram, para as variáveis altura e diâmetro do colo, que independentemente do tipo de aclimação, o clone 3025 apresentou a mesma tendência de crescimento. Entretanto, as mudas não aclimatadas do clone 1288 apresentaram melhor crescimento no campo, em comparação com as aclimatadas por 15 dias, exibindo certo grau de dormência, afetando seu crescimento inicial no campo para as variáveis altura e diâmetro do colo.

Constatou-se que os maiores valores médios mensurados para a altura foram apresentados pelo clone 3025. As mudas do clone 1288 apresentaram o menor desempenho no campo, com baixas taxas de crescimento em altura e diâmetro nos três primeiros meses após o plantio.

Verificou-se que o arranque inicial foi lento, ou seja, nesta fase inicial as mudas investem preferencialmente na emissão e crescimento de novas raízes em detrimento do crescimento em altura. O período inicial de estabelecimento das mudas no campo pode apresentar condições climáticas desfavoráveis, como falta de água e ataque de sáúvas, o que não ocorreu neste experimento. Ferreira (1994) afirmou, em mudas de *Eucalyptus grandis*, que existe correlação positiva entre o crescimento em altura e o diâmetro do colo, e segundo Ismael (2001), sob menores níveis de deficiência hídrica, apresentou maior valor de altura. Em mudas de *Pinus*, observou-se a altura como o parâmetro de maior correlação com o desempenho no campo (McGilvray & Barnett, 1981; Barnett, 1990).

(a) Altura

- clone 3025 sem aclimação
 $y = 0,000002x^4 - 0,0004x^3 + 0,0245x^2 - 0,119x + 27,9$ $R^2 = 99,88\%$
- - clone 3025 aclimação (15 dias)
 $y = 0,000002x^4 - 0,0004x^3 + 0,02x^2 + 0,053x + 26,7$ $R^2 = 99,32\%$
- - clone 1288 sem aclimação
 $y = -0,00007x^3 + 0,0075x^2 + 0,077x + 19,53$ $R^2 = 98,69\%$
- - clone 1288 aclimação (15 dias)
 $y = 0,1074x + 18,586$ $R^2 = 95,09\%$



(b) Diâmetro

- clone 3025 sem aclimação
 $y = 0,03576x + 2,09013$ $R^2 = 98,68\%$
- - clone 3025 aclimação (15 dias)
 $y = 0,0343x + 2,13435$ $R^2 = 97,86\%$
- - clone 1288 sem aclimação
 $y = 0,0292x + 1,9711$ $R^2 = 98,98\%$
- - clone 1288 aclimação (15 dias)
 $y = 0,0176x + 1,9995$ $R^2 = 95,95\%$

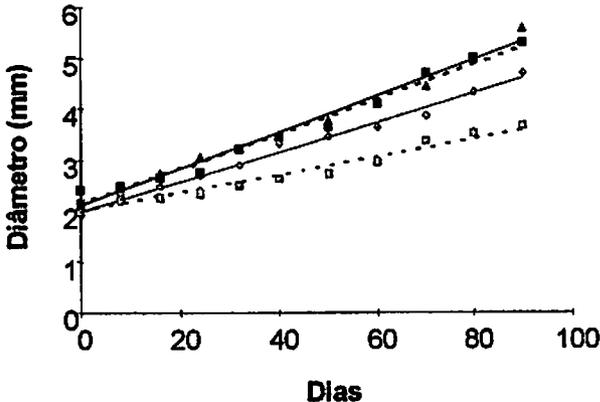


FIGURA 2: Altura (a) e Diâmetro do colo (b) das mudas dos clones 1288 e 3025 não aclimatadas e aclimatadas por 15 dias e avaliadas de 0 a 90 dias após o plantio.

4.2 Avaliação da qualidade de mudas comerciais

4.2.1 Potencial hídrico, sobrevivência e crescimento inicial das mudas com padrão comercial.

Os resultados da análise de variância mostraram que houve significâncias entre clones para o potencial hídrico foliar antes do amanhecer, não apresentando significância para o potencial hídrico foliar ao meio dia solar (Tabela 9A).

A Tabela 5 mostra os valores de Potencial hídrico foliar antes do amanhecer e ao meio dia solar das mudas dos 4 clones de *Eucalyptus* spp. aclimatadas pelo padrão da empresa. Pelo teste de médias, verificaram-se valores diferenciados somente para o Ψ_f antes do amanhecer.

TABELA 5: Potencial hídrico foliar (MPa) das mudas dos 4 clones de *Eucalyptus* spp, com padrão comercial. Curvelo - dezembro de 2001.

Clones	Horários	
	antes do amanhecer	meio dia solar
1591	-0,13 a	-0,44 a
1288	-0,19 b	-0,60 a
3025	-0,09 a	-0,43 a
1270	-0,18 b	-0,50 a

Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada horário, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Observando o comportamento das espécies em relação aos horários de avaliações, verificou-se que as mudas dos clones 1591 e 3025 encontravam-se visualmente túrgidas, com maiores valores de Ψ_f antes do amanhecer de -0,13 MPa e -0,09 MPa, respectivamente, diferindo significativamente dos demais clones.

Os 4 clones sofreram pouca variação quanto aos valores de Ψ_f ao meio dia solar, que giraram em torno de -0,50 MPa, havendo recuperação de turgescência devido à irrigação que estes clones foram submetidos. Os valores de Ψ_f ao meio dia solar estão provavelmente mais associados às variações do ambiente. Reis et al. (1988) observaram que mudas de *Eucalyptus* plenamente irrigadas, e que mostraram sintomas iniciais de murcha foliar, apresentaram valores de Ψ_f ao meio dia solar próximos a -1,0 MPa.

As mudas dos 4 clones aclimatados pela empresa receberam, durante a fase de estabelecimento (30 dias após o plantio), 256,5mm de chuva bem distribuídos, tendo água suficiente para garantir seu desenvolvimento inicial (Figura 2B).

Para este período experimental, o processo de aclimação de mudas adotado pela empresa mostrou-se adequado à sobrevivência inicial no campo (Tabela 6).

TABELA 6: Sobrevivência de mudas de eucalipto de 0 a 30 dias após o plantio.

Clones	Épocas de avaliação	Sobrevivência (%)
1591	0	100
	15	100
	30	100
1288	0	100
	15	100
	30	100
3025	0	100
	15	100
	30	100
1270	0	100
	15	100
	30	100

Os resultados da análise de variância mostraram, para as variáveis altura, diâmetro do colo e número de pares de folhas, que houve diferenças altamente significativas a 5% de probabilidade entre clones, entre épocas e para interação entre clones x épocas (Tabela 10A).

A Figura 3 mostra a altura, diâmetro do colo e número de pares de folhas de mudas dos 4 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas à aclimação da empresa e avaliadas aos 0, 15 e 30 dias após o plantio.

De modo geral, as equações de regressão mostraram um aumento linear significativo para a altura da parte aérea com o aumento do período de permanência das mudas no campo, para os 4 clones estudados (Figura 3a).

Aos 30 dias após o plantio, os clones 1591 e 3025 apresentaram os maiores incrementos girando em torno de 18,5% para a variável altura. Estes clones apresentaram os maiores valores de Ψ_f antes do amanhecer. Isto provavelmente ocorreu devido às suas características genéticas. Nesta mesma data, o clone 1288 apresentou o menor incremento em altura de 7,1%.

As mudas dos 4 clones apresentaram tendência linear crescente nas avaliações realizadas aos 0, 15 e 30 dias, para a variável diâmetro do colo (Figura 3 b).

Trinta dias após o plantio, o clone 1270 apresentou maior incremento em diâmetro, representando ganho de 35,8%. Constatou-se que o clone 1288 apresentou menor incremento, de 18,8%, para esta variável.

Para os quatro clones, observou-se que de modo geral ocorreu aumento linear do número de pares de folhas em função do aumento das datas de avaliações realizadas (Figura 3c).

Para o número de pares de folhas, o clone 1270 apresentou o maior valor médio para esta variável durante todo o período experimental, representando ganho de 83,3% aos trinta dias após o plantio. O clone 1288 apresentou menores valores de números de pares de folhas com incrementos de 40% no final do

experimento, exibindo menores valores de Ψ_f antes do amanhecer. As alterações de metabolismo da parte aérea da planta sob estresse hídrico são causadas por sinais químicos das raízes, com diminuição na quantidade de citocinina e aumento do nível de ácido abscísico (Schulze, 1986), induzido à queda das folhas e menor crescimento da planta (Taiz & Zeiger, 1991).

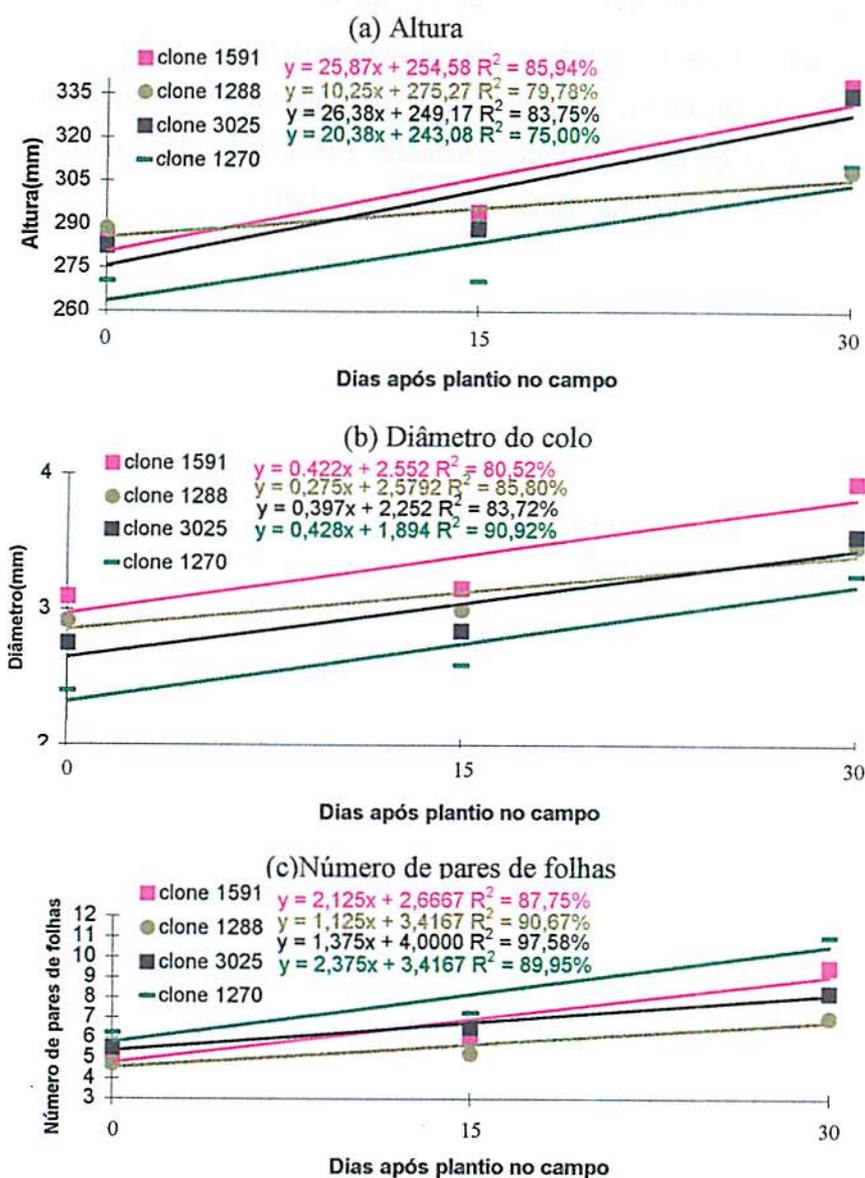


FIGURA 3: Altura (a), diâmetro do colo (b) e número de pares de folhas (c) de mudas dos 4 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas à aclimação da empresa e avaliadas aos 0, 15 e 30 dias após o plantio.

5 CONCLUSÕES

- As mudas dos seis clones adaptados à seca reagiram de maneiras diferentes quando submetidas à aclimação. Os clones 3016, 1591, 1288 e 1270 devem ser menos aclimatados do que os clones 3025 e 1187.

- A aclimação imposta nos 6 clones induziu reduções nos valores de potencial hídrico antes do amanhecer; aumento no acúmulo de matéria seca da parte aérea e raízes, reduções na relação matéria seca da parte aérea/matéria seca das raízes; e aumento para o número de raízes novas.

- Considerando as condições ambientais no plantio, ocorreu o pegamento nos 6 clones e as mudas aclimatadas dos clones 3025 e 1187 se beneficiaram em relação ao crescimento inicial no campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. C. **Influência da casca de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden no rendimento e qualidade de carvão vegetal.** 1989. 86p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ASSIS, T. F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 18, n. 141, p. 36-46, 1996.

AWE, J. O.; SHEPHERD, K. R.; FLORENCE, R. G. Root development in provenances of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. **Australian Forestry**, Camberra, v. 39, n. 3, p. 201-209, 1976.

BARNETT, J. P. Effects of morphological grade on field performance of container-grow souther pines seedlings. Separata de: BIENNIAL SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE, 6., 1990, Memphis. **Proceedings....** Asheville: Southern Forest Experiment Station, 1990.v.1, p. 94-99. (General Technical Resp. SO. USDA Forest Service, n. 70).

BARNETT, J. P. Relating seedling morphology and physiology of container-grow souther pines to field success. Separata de: CONVENTION OF THE SOCIETY OF AMERICAN FORESTERS, 1983, Portland. **Proceedings...** New Orleans: USDA. Forest Service Southern Forest Experiment Station, 1983. p.405-409.

BARROSO, D. G. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla* produzidas em tubetes e em blocos prensados com diferentes substratos.** 1999. 79p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos de Goytacases, RJ.

BERTOLLUCCI, F. L. G.; PENCHEL, R. M. Clonagem do eucalipto: efeito sobre a produtividade e qualidade da madeira. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 91, p. 16-21, 1993.

BOLAND, D. J.; BROOKER, M. I. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JONHSTON, R. D.; KLEINIGG, D. A.; TURNER, J. D. **Forest trees of Australia.** Melbourne: Nelson-CSIRO Publishers, 1984. 687p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas 1961-1990. Brasília, 1992. 84p.

BRISSETTE, J. C.; BALLENGER, L. Using root growth potential for comparing the quality of loblolly pine seedlings from two nurseries in Arkansas. In: NORTHEAST AREA NURSERY SUPERVISORS CONFERENCE, 1985, Sheraton. *Proceedings...* Sheraton: New Orleans: USDA. Forest Service, 1985.n. Não paginado.

BRISSETTE, J. C.; CHAMBERS, J. L. Leaf water status and root system water flux of shortleaf pine (*Pinus echinata* Mill.) seedling in relation to new root growth after transplanting. *Tree Physiology*, Victoria, v. 11, n. 3, p.389-303, Oct. 1992.

BURDETT, A. N. New methods for mensuring root growt capacity: their value in assessing lodgepole pine stock quality. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v. 9, n. 1, p. 63-67, 1979.

CAMPINHOS, E. N.; IANNELLI-SERVIN, C. M.; CARDOSO, N. Z.; ALMEIDA, M. A.; ROSA, A. C. Hidrojardim clonal Champion: uma otimização na produção de mudas de eucalipto. *Revista Silvicultura*, São Paulo, n. 80, p. 12-16, 1999.

CARNEIRO, J. G de A. Determinação do padrão de qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo. 1976. 70p. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

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

CATIE. Centro agronomico tropical de Investigacion y ensinanza especies para leña: arbustos y árboles para la produccion de energia. Turrialba, Costa Rica, 1984. 343p.

COUTO, L.; BETTERS, D. R. Short-rotation eucalipt plantations in Brazil: social and environment issues. Oak Ridge: Oak Ridge Nacional Laboratories, 1995. 34p.

DICKSON, R. E. Assimilate distribution and storage. In: RAGHAVENDRA, A. S. (Ed.). *Physiology of trees*. New York: John Wiley & Sons, 1992. p.51-86.

DURYEA, M. L. Evaluating seedling quality importance to reforestation. In: DURYEA, M. L. (Ed.). **Evaluating seedling quality principles, procedures, and perspective abilities of major tests**. Corvallis: Forest Research Laboratory Oregon State University, 1985. p.1-6.

ELDRIDGE, K., DAVIDSON, J., HARDWIID, C., VanWYK, G. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clarendon Press, 1994. p. 228-246.

FAÇANHA, J. G. V. **Aspectos fisiológicos de crescimento de *Eucalyptus* spp submetidos a deficiência hídrica**. 1983. 47p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FAO. **El eucalipto en la repoblación forestal**. Roma, 1981. 747p.

FERET, P. P.; KREH, R. E. Seedling root growth potential as an indicator of *loblolly* pinefield performance. *Forest Science*, Bethesda, v. 31, n 4, p. 1005-1011, Dec. 1985.

FERREIRA, C. A. G. **Aspectos de relações hídricas e crescimento de mudas de *Eucalyptus* spp., produzidas em tubetes e aclimatadas**. 1997. 64p. (Dissertação-Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FERREIRA, M. **Escolha de espécies de eucalipto**. Piracicaba: IPEF, 1978. 30p.

FERREIRA, M. G. R. **Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em resposta a tamanhos de embalagem, substratos e fertilização NPK**. 1994. 44p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FLORENCE, R. G. **Ecology and silviculture of eucalyptus forests**. Collingwood: CSIRO, 1996. 413p.

FURTADO, D. **Sistema de análise de variância: sisvar 4. 1**. Lavras: UFLA/CAPES, 2000.

GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento**. Belo Horizonte: PRODEPEF, 1975. 65p. Série Técnica, 10.

GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. 1978. PRODEPEF- Serie Técnica, 11.

- GLINSKI, J.; LIPIEC, J. **Soil physical conditions and plant roots**. Florida: CRC Press, 1990. 250p.
- HALE, M. G.; ORCUTT, D. M. **The physiology of plant under stress**. New York: Academic Press, 1987. 206p.
- HALL, N.; JONHSTON, R. D.; CHIPPENDALE, G. M. **Forest trees of Australia** Gov. Publ., Camberra, 1970. 334p.
- HALLGREN, S. W.; TAUER, C. G.; WEEKS, D. L. Cultural, environmental, and genetic factors interact to affect performance after planted shortleaf pine. **Forest Science**, Bethesda, v. 39, p. 478-498, Aug. 1993.
- HINCKLEY, T. M., RITCHER, H., SCHULTE, P. J. Water relations. In: RAGHAVENDRA, A. S. (Ed.) **Physiology of trees**. New York: John Wiley & Sons, p. 137-162, 1991.
- HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 24, p. 519-570, 1973.
- IANELLI, C. M.; CARDOSO, N. Z.; ORTIZ, M. R. A. Sistema radicular de mudas de eucaliptos produzidas por macroestaca e microestaca. In: CONFERÊNCIA DA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador. **Anais...** Colombo: EMBRAPA, 1997. v. 2, p.178-182.
- IKEMORI, Y. K. **Resultados preliminares sobre enraizamento de estacas de *Eucalyptus* spp.** 1975. p. 12 (Informativo Técnico Aracruz, 1).
- ISMAEL, J. J. **Efeito da fertilização nitrogenada e da umidade do substrato na aclimação e na adaptação no campo de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex MAIDEN)**. 2001. 106p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP.
- JOLY, A. B. **Botânica – introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo, 1975. 775p.
- JOHNSON, J. M.; PRITCHARD, J.; GORHAM, J.; TOMOS, A. D. Growth, water relations and solute accumulation in osmotically stressed seedlings of the *Colophospermum mopane*. **Tree Physiology**, Victoria, v. 16, n. 8, p. 713-718, Aug. 1996.

KRAMER, P. J. **Water relations of plants**. New York: Academic Press, 1983. 489p.

LARSEN, H. S.; BOYER, J. N. **Root growth potential of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) seedlings from twenty southern nurseries**. Alabama: Alabama Agriculture Experimental Station 1986. 16p. Circular, 286.

LARSEN, H. S.; SOUTH, D. B.; BOYER, J. M. **Root growth potential, seedlings morphology and bud dormancy correlate with survival of loblolly pine seedling planted in December in Alabama**. *Tree Physiology*, Victoria, v. 1, p. 253-263, 1986.

LEMCOFF, J. H.; GUARNASCHELLI, A. B.; GARAU, A. M.; BASCIALLI, M. E.; GHERSA, C. M. **Osmotic adjustment and its use as a selection criterion in *Eucalyptus* seedlings**. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v. 24, n. 12, p. 2404-2408, Dec. 1994.

LEVITT, J. **Responses of plants environmental stresses**. New York: Academic Press, 1972. p.1-8 e 321-446.

LIMA, P. C. de. **Acúmulo e distribuição de matéria seca, carboidratos e macronutrientes em mudas de *Eucalyptus* spp em solos com diferentes potenciais hídricos**. 1996. 106p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LIMA, P. C.; BARROS, N. F. de; REIS, G. G. dos; MOSQUIM, P. R. **Alterações morfológicas, fisiológicas e partição de matéria seca em mudas de *Eucalyptus* spp submetidas a deficiência hídrica no solo**. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador *Anais...* Salvador: EMBRAPA/COLOMBO, 1997. v. 4, p.30-37.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 1993. 301p.

MARTIN, B.; COSSALTER, C. **Les *Eucalyptus* des Iles de la Sonde**. *Bois et Forêts de Tropiques*, Nogent-sur-Marne, p. 163-165, 1975.

McGILVRAY, J. M.; BARNETT, J. P. **Relating seedling morphology to field performance of containerized southern pines**. Separata de: SOUTHERN CONTAINERIZED FOREST TREE SEED CONFERENCE, 1981, Savannah. *Proceedings...* New Orleans: USDA. Forest/Service Forest Experiment Station, 1981. p.39-46.

McTAGUE, J. P.; TINUS, R. The Effects of Seedling Quality and Forest Site Weather on Field Survival of Ponderosa Pine. *Tree Planter's Notes*. Washington, v. 47, n. 1, p. 16-23, 1996.

MENZIES, M. I.; DORSSER, J. C van.; BALNEAVES, J. M. Seedling Quality-Radiata Pine a case study. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NURSERY MANAGEMENT PRACTICES FOR THE SOUTHERN PINE, 1985, Montgomery Proceedings... Montgomery: Auburn University, 1985. p.384-415.

MEXAL, J. G.; LANDIS, T. D. Target seedling concepts: height and diameter. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM: proceedings combined meeting of the western forest nursery associations. Oregon: USDA, 1990. p.17-37.

MIDGLEY, S. J.; ELDRIDGE, K. G.; DORAN, J. C. Genetic resource of *Eucalyptus camaldulensis*. *Commonwealth Forestry Review*, v. 68, n. 4, p. 295-308, 1989.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. A cultura do eucalipto no Brasil. São Paulo, 2000. 111p.

MYERS, B. J.; LANDSBERG, J. J. Water stress and seedlings growth of two eucalypt species from contrasting habitats. *Tree Physiology*, Victoria, v. 5, n. 2, p. 207-218, June 1989.

PALMER, L.; HOLEN, I. The aquarium tester- A fast, inexpensive device for evaluating seedling quality. *Tree Planters' Notes*, Washington, v. 37, n. 3, p. 13-16, 1986.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. Primeiro.... Curitiba: FUPEF, 1981. p.59-90.

REIRA, J. S. M.; KOZLOWSKI, T. T. Leaf anatomy water relations of *Eucalyptus camaldulensis* and *Eucalyptus globulus* seedlings. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v. 54, p. 2868-2880, 1976.

QUICK, P.; SIEGEL, G.; NEUHAUS, E.; FEIL, R.; STITT, M. Short-term water stress leads to a stimulation of sucrose synthesis by activating sucrose-phosphate synthase. *Planta*, New York, v. 177, p. 535-46, Apr. 1989.

REIS, G. G.; HALL, A. E. Respostas de brotações de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. submetidas a diferentes níveis de deficiência hídrica. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 16-26, 1986.

REIS, M. G. F.; REIS, G. G. A contribuição da pesquisa florestal para a redução de impactos ambientais dos reflorestamentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1., 1993, Belo Horizonte. *Anais*. . . Belo Horizonte: SPF, 1993. p.119-135.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M. Crescimento e relações hídricas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus camaldulensis* sob três regimes de irrigação. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 12, n. 2, p. 183-95, 1988.

RUY, F. **Variação de qualidade de Madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* ST BLAKE da ilha de Flores, Indonésia.** 1998. 69p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Madeira) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

SANDS, R.; MULLIGAN, D. R. Water and nutrient dynamics and tree growth. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 30, n.1/4, p. 91-111, Feb. 1990.

SCHMIDT-VOGT, H. **Wachstum und qualitaet von Forstpflanzen.** 2. ed. Munique: Bayerischer Landwirtschaftsverlag, 1966. 210p.

SCHULZE, E. D. Whole-plant responses to drought. *Australian Journal Plant Physiology*, Melbourne, v. 13, p. 127-41, 1986.

SILVA, M. R. **Caracterização fisiológica e sobrevivência no campo de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação.** 1998. 129p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

STONEMAN, G. L.; TURNER, N. C.; DEL, B. Leaf growth, photosynthesis and tissue water relations of greenhouse-grown *Eucalyptus marginata* seedlings in response to water deficits. *Tree Physiology*, Victoria, v. 14, n. 6, p. 633-646, June 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1991. p. 249-64, 346-70.

TINUS, R. W. Root growth potential as an indicador of drought stress history. **Tree Physiology**, Victoria, v. 16, n. 5, p. 795-799, Sept. 1996.

TURNER, N. C. Adaptation to water deficits: A changig perpective. **Australian Journal Plant Physiology**, Melbourne, v. 13, n. 1, p. 127-141, 1986.

ZANI FILHO, J. Fundamentos para estruturação de um viveiro florestal. **Curso de produção de mudas de espécies florestais exóticas e nativas**. Piracicaba: IPEF/ESALQ-USP, 1998. 12p

WESTGATE, M. E.; BOYER, J. S. Osmotic adjustment and inhibition of leaf, root, stem and silk growth at low water potentials in maize. **Planta**, New York, v. 164, n. 4, p. 540-543, 1985.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Resumo da análise de variância para o potencial hídrico foliar de mudas dos 6 clones de <i>Eucalyptus</i> spp. submetidas a 4 períodos de aclimação, medidos antes do amanhecer e ao meio dia solar.....	59
TABELA 2A	Equações de regressão para descrever o potencial hídrico foliar antes do amanhecer e ao meio dia solar de mudas dos 6 clones de <i>Eucalyptus</i> spp., em função dos períodos de aclimação.....	59
TABELA 3A	Resumo da análise de variância para a matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e relação MSA/MSR de mudas dos 6 clones de <i>Eucalyptus</i> spp. submetidas a 4 períodos de aclimação.....	60
TABELA 4A	Equações de regressão para descrever a matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e relação MSA/MSR de mudas dos 6 clones de <i>Eucalyptus</i> spp., em função dos períodos de aclimação.....	61
TABELA 5A	Resumo da análise de variância para o potencial de crescimento radicular de mudas dos 6 clones de <i>Eucalyptus</i> spp. submetidas a 4 períodos de aclimação.....	62
TABELA 6A	Equações de regressão para descrever o potencial de crescimento radicular de mudas dos 6 clones de <i>Eucalyptus</i> spp., em função 4 períodos de aclimação.....	62
TABELA 7A	Resumo da análise de variância para a altura e diâmetro de mudas dos 6 clones de <i>Eucalyptus</i> spp. plantadas no campo após serem submetidas a 4 períodos de aclimação.....	63
TABELA 8A	Altura, diâmetro do colo e número de pares de folhas de mudas dos 4 clones de <i>Eucalyptus</i> spp., com padrão comercial.....	63

TABELA 9A	Resumo da análise de variância para o potencial hídrico foliar antes do amanhecer e ao meio dia solar de mudas dos 4 clones de <i>Eucalyptus</i> spp., com padrão comercial.....	64
TABELA 10A	Resumo da análise de variância para altura, diâmetro do colo e número de pares de folhas de mudas dos 4 clones de <i>Eucalyptus</i> spp., com padrão comercial.....	64

ANEXO B		Página
FIGURA 1B	Umidade Relativa e Precipitação pluviométrica nos primeiros 120 dias após o plantio das mudas submetidas a 4 períodos de aclimação.....	65
FIGURA 2B	Dados relativos à taxa de precipitação nos primeiros 30 dias após o plantio das mudas.....	66

TABELA 1A: Resumo da análise de variância para o potencial hídrico foliar de mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a 4 períodos de aclimação, medido antes do amanhecer e ao meio dia solar. Lavras, MG.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio	
		Potencial hídrico (antes do amanhecer)	Potencial hídrico (meio dia solar)
Bloco	3	0,0443	0,0578
Clone	5	0,3412 **	0,1515 **
Período	3	8,5988 **	0,8917 **
Clone* Período	15	0,3093 **	0,1229 **
Erro	69	0,0238	0,0269
Total	95		
CV (%)=		21,92	26,03

TABELA 2A: Equações de regressão para descrever o potencial hídrico foliar antes do amanhecer e ao meio dia solar de mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp., em função dos períodos de aclimação.

Clones	Ajustes das Equações de Regressão	Pr>F	R ²
3016	Ψ_f antes do amanhecer= $-0,0099x^2+0,0599x-0,3256$	**	0,96
	Ψ_f ao meio dia solar= $0,0015x^3-0,032x^2+0,1512x-0,675$	**	1,0
1591	Ψ_f antes do amanhecer= $-0,0110x^2+0,0735x-0,3138$	**	0,90
	Ψ_f ao meio dia solar= $0,0115x^2-0,1965x-0,2388$	**	0,99
1288	Ψ_f antes do amanhecer= $-0,0191x^2+0,176x-0,4319$	**	0,91
	Ψ_f ao meio dia solar= $0,0070x^2-0,1385x-0,2050$	**	0,66
3025	Ψ_f antes do amanhecer= $-0,0076x^2+0,0671x-0,3769$	**	0,84
	Ψ_f ao meio dia solar= $0,0035x^2-0,0565x-0,3200$	**	0,80
1187	Ψ_f antes do amanhecer= $-0,0017x^2+0,0036x-0,3069$	**	0,99
	Ψ_f ao meio dia solar= $0,0012x^3-0,028x^2+0,1354x-0,588$	**	1,0
1270	Ψ_f antes do amanhecer= $-0,0018x^2-0,0038x-0,3438$	**	0,67
	Ψ_f ao meio dia solar= $0,0061x^2-0,1066x-0,4081$	**	0,88

X= Períodos de aclimação

Pr>F = Níveis de significância da regressão, em que ** (F<0,01) e (F<0,05)

R²= Coeficiente de Determinação

TABELA 3A: Resumo da análise de variância para a matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e relação MSA/MSR de mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a 4 períodos de aclimação.

Fonte de variação		Quadrado médio			CV (%) =
G.L.	MS	MSR	MSA/MSR		
Bloco	3	0,0265	0,0095	0,0836	
Clone	5	0,3288 **	0,0651 **	0,3597 **	
Período	3	0,3840 **	0,1344 **	2,2623 **	
Clone*Período	15	0,0549 **	0,0054	0,2996	
Erro	69	0,0345	0,0063	0,5092	
Total	95				26,04
		20,14	22,50		

TABELA 4A: Equações de regressão para descrever a matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e relação MSA/MSR de mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp., em função dos períodos de aclimação.

Clones	Ajustes das Equações de Regressão	Pr>F	R ²
3016	MSA= 0,0955x+0,7720	**	0,74
	MSR= 0,0568x+0,2440	**	0,80
	MSA/MSR= -0,3162x+3,5816	**	0,82
1591	MSA= -0,0960x ³ +0,646x ² -1,1420x+1,1418	**	1,0
	MSR= 0,0705x+0,1025	**	0,84
	MSA/MSR= -0,4115x+3,8841	**	0,84
1288	MSA= 0,1090x ³ -0,853x ² +2,0868x-0,7782	**	1,0
	MSR= 0,0451x+0,1750	**	0,96
	MSA/MSR= NS		
3025	MSA= 0,1051x+0,7340	**	0,81
	MSR= 0,0648x-0,2169	**	0,99
	MSA/MSR= NS		
1187	MSA= -0,2027x ² +1,0609x-0,0390	**	0,93
	MSR= -0,0656x ² +0,3650x+0,0258	**	0,98
	MSA/MSR= 0,0916x ³ -0,759x ² +1,8345x+1,2889	**	1,0
1270	MSA= NS		
	MSR= 0,0516x+0,2169	**	0,88
	MSA/MSR= -0,3865x ³ +2,926x ² -6,8687x+7,7815	**	1,0

X= Períodos de aclimação

Pr>F = Níveis de significância da regressão, em que ** (F<0,01) e (F<0,05)

R²= Coeficiente de Determinação

TABELA 5A: Resumo da análise de variância para o potencial de crescimento radicular (número de raízes novas) de mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp. submetidas a 4 períodos de aclimação. Lavras, MG.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio
		Nº de novas raízes
Bloco	3	42,62
Clone	5	200,56 **
Período	3	393,90 **
Clone* Período	15	30,39
Erro	69	20,93
Total	95	
CV (%)=		25,75

TABELA 6A: Equações de regressão para descrever o potencial de crescimento radicular (número de raízes novas) de mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp., em função dos períodos de aclimação.

Clones	Ajustes das Equações de Regressão	Pr>F	R ²
3016	PCR= 0,0925x ² -0,6025x+13,3630	**	0,99
1591	NS		
1288	PCR= 0,4150x+8,7000	**	0,88
3025	PCR= 0,6300x+14,2750	**	0,87
1187	PCR= 0,7900x+14,0750	**	0,75
1270	PCR= 0,1350x ² -1,4950x+21,5250	**	0,81

X= Períodos de aclimação

Pr>F = Níveis de significância da regressão, em que ** (F<0,01) e (F<0,05)

R²= Coeficiente de Determinação

TABELA 7A: Resumo da análise de variância para a altura e diâmetro de mudas dos 6 clones de *Eucalyptus* spp. plantadas no campo após serem submetidas a 4 períodos de aclimação. Lavras, MG.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio	
		Altura (cm)	Diâmetro (mm)
Bloco	3	99,09	3,2823
Clone	5	3433,6256 **	4,6111 **
Período	3	1402,9234 **	24,1134 **
Clone*Período	15	150,4639	2,0784
Erro (a)	69	115,6566	1,7184
Data	10	4297,0558 **	92,9175 **
Erro (b)	30	23,4554	0,4205
Clone*Data	50	29,8952 **	0,1094
Período*Data	30	45,4121 **	1,0270 **
Clone*Período*Data	150	6,0965 *	0,1132
Erro (b)	690	4,9678	0,1169
Total	1055		
CV 1 (%) =		30,18	35,90
CV 2 (%) =		13,59	17,76
CV 3 (%) =		6,25	9,36

TABELA 8A: Altura, diâmetro do colo e número de pares de folhas de mudas de 4 clones de *Eucalyptus* spp., com padrão comercial. Curvelo-dezembro de 2001 a janeiro de 2002.

Épocas de avaliação	Clones	Parâmetros avaliados		
		Altura (cm)	Diâmetro (mm)	N ^o Pares de folhas
0	1591	28,65 a	3,09 a	5 b
	1288	28,85 a	2,92 b	5 b
	3025	28,23 a	2,75 c	5 b
	1270	27,03 b	2,40 d	6 a
15	1591	29,43 a	3,16 a	6 b
	1288	28,98 a	3,00 b	5 b
	3025	28,85 a	2,84 c	7 a
	1270	27,03 b	2,59 d	7 a
30	1591	33,83 a	3,94 a	10 b
	1288	30,90 b	3,47 b	7 d
	3025	33,50 a	3,54 b	8 c
	1270	31,10 b	3,26 c	11 a

Médias seguidas de letras iguais nas colunas, dentro de cada época de avaliação, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

TABELA 9A: Resumo da análise de variância para o potencial hídrico foliar antes do amanhecer e ao meio dia solar de mudas dos 4 clones de *Eucalyptus* spp., com padrão comercial. Curvelo, MG.

Fonte de variação		Q.L.	Quadrado médio	
Blocos	3	0,0006	Potencial hídrico (antes do amanhecer)	25,27
Clone	3	0,0085	Potencial hídrico (meio dia solar)	16,14
Erro	9	0,0013		
Total	15			
CV (%) =				

TABELA 10A: Resumo da análise de variância para altura, diâmetro do colo e número de pares de folhas de mudas dos 4 clones de *Eucalyptus* spp., com padrão comercial. Curvelo, MG.

Fonte de variação		Q.L.	Quadrado médio		
Blocos	3	7,1806	Altura	Diâmetro	Nº Par de Folhas
Clone	3	11,4461			
Blocos*Clone	9	11,2979			
Epoca	2	83,8983			
Clone*Epoca	6	2,6323			
Erro	24	0,7683			
Total	47				
CV (%) =					

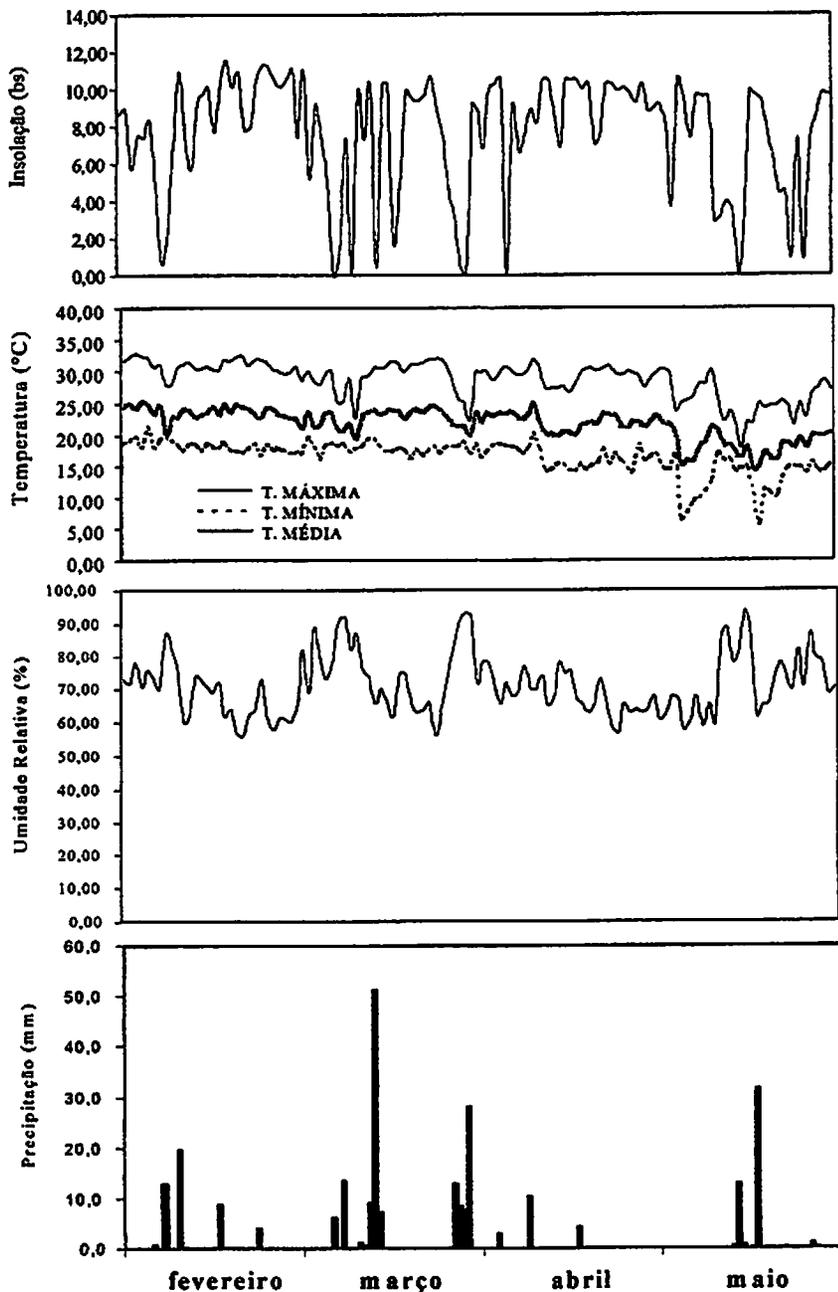


FIGURA 1B: Dados relativos à taxa de insolação, Temperatura, Umidade Relativa e Precipitação pluviométrica nos primeiros 120 dias após o plantio das mudas submetidas a 4 períodos de aclimação (fevereiro a maio).

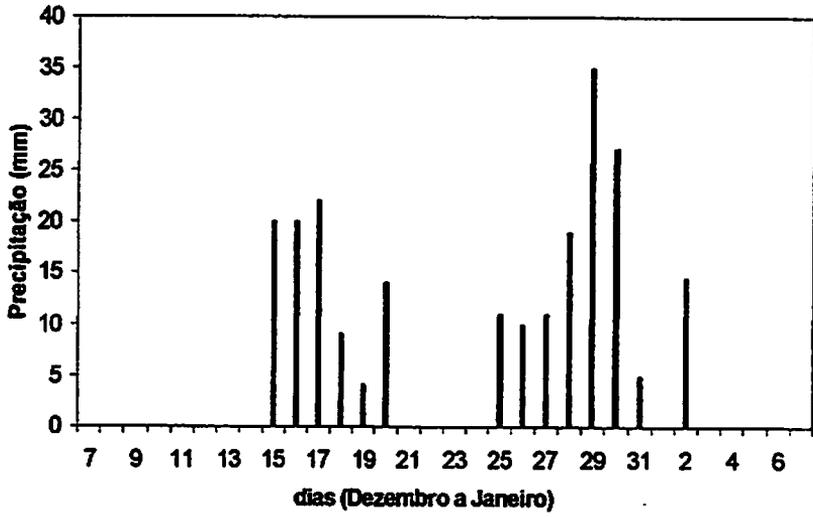


FIGURA 2B: Dados relativos à taxa de precipitação nos primeiros 30 dias após o plantio das mudas.