



JOÃO FAUSTINO MUNGUAMBE

**QUALIDADE MORFOLÓGICA DE MUDAS
CLONAIIS DE EUCALIPTO NA FASE DE
EXPEDIÇÃO EM VIVEIROS COMERCIAIS**

LAVRAS – MG

2013

JOÃO FAUSTINO MUNGUAMBE

**QUALIDADE MORFOLÓGICA DE MUDAS CLONAIIS DE
EUCALIPTO NA FASE DE EXPEDIÇÃO EM VIVEIROS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Nelson Venturin

Coorientador

Dr. Antonio Cláudio Davide

LAVRAS – MG

2012

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Munguambe, João Faustino.

Qualidade morfológica de mudas clonais de eucalipto na fase de
expedição em viveiros comerciais / João Faustino Munguambe. –
Lavras : UFLA, 2012.

73 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Nelson Venturin.

Bibliografia.

1. Espécie exótica. 2. Características de crescimento. 3. Análise
foliar. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.97342044

JOÃO FAUSTINO MUNGUAMBE

**QUALIDADE MORFOLÓGICA DE MUDAS CLONAIAS DE
EUCALIPTO NA FASE DE EXPEDIÇÃO EM VIVEIROS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 18 de dezembro de 2012

Dr. Antônio Cláudio Davide UFLA

Dra. Bruna Anair Souto Dias UFLA

Dr. Nelson Venturin
Orientador

LAVRAS – MG

2012

OFEREÇO

A Deus, por iluminar a minha vida em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis.

Aos meus pais, Faustino Taela Munguambe e Adelina Zefaniais Munguambe que sempre acreditaram no meu potencial, conduzindo-me pelos caminhos corretos da vida;

À minha esposa, Inês Sebastião Chelene e filhos Faustino João Munguambe, Kevin João Munguambe, pelo carinho, compreensão e apoio indispensável em todos os momentos;

A todos os meus irmãos, em especial à minha irmã Laurinda Faustino Taela;

Às minhas cunhadas, Teresa Chelene e Elice Chelene que mesmo distantes, deram o apoio necessário para que este sonho se realizasse.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, por ter sempre iluminado o meu caminho e por permitir a realização de mais uma conquista na minha vida;

Ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realizar este trabalho;

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela concessão da bolsa;

Ao Ministério da Defesa Nacional, em especial à Repartição Agropecuária e serviços das FADM, pela oportunidade para a realização de mais um curso;

Ao professor. Dr. Nelson Venturin, pela sua valiosa orientação, ensinamentos, confiança, sobretudo por sua paciência e amizade;

Ao professor. Dr. Antonio Cláudio Davide, pela valiosa colaboração, sugestão, dedicação e coorientação;

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pelos ensinamentos nas disciplinas cursadas;

À Professora Dra. Bruna Anair Souto Dias, pela ajuda em todos os momentos em que dela precisei;

À minha família, pelo companheirismo, carinho e amor proporcionados durante todos esses anos;

À minha esposa, Inês Sebastião Chelene, pelos inúmeros incentivos de coragem e determinação que me proporcionaram força para encarar com sabedoria as fases da vida;

Aos meus filhos, Faustino João, Kevin João, pelos gestos de carinho, e pela demonstração de amor;

À minha irmã, Laurinda Faustino Taela, pelas palavras de sabedoria e pelo apoio nos momentos difíceis;

À minha empregada, Elite, pela paciência de cuidar os meus filhos durante o período do meu curso;

À minha cunhada, Elice Chelene, pela paciência que teve durante a minha formação;

Aos amigos, Mateus Comé , Marques Donça, Edmundo Caetano, Leandro Carlos, Ibere, Fabio, Ygoor e Tatiana , pela ajuda no desenvolvimento do trabalho, pela atenção, preocupação e disponibilidade em ajudar sempre;

À todos os Moçambicanos, amigos da Universidade Federal de Lavras, pela amizade, pelo companheirismo e pelos inúmeros gestos de amor e carinho;

À secretária do Programa de Pós-Graduação, Thaisa Mara Guerra, pelo auxílio e compreensão nos momentos necessários;

Aos membros da banca examinadora, pela valiosa contribuição na dissertação;

A todas aquelas pessoas que, mesmo não mencionadas, mas que de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho...

Obrigado!

RESUMO

O aumento do consumo de matéria-prima de origem florestal fez com que a demanda por florestas plantadas sofresse um elevado incremento. Para atender a esta demanda há necessidade da instalação de novos plantios florestais em que a qualidade das mudas utilizadas representa um importante papel no estabelecimento das florestas. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade morfológica e o estado nutricional de mudas clonais de eucalipto produzidas em dois viveiros. O experimento foi conduzido em dois viveiros florestais localizados nas regiões sudoeste (viveiro 1) e Campo das Vertentes (Viveiro 2), ambos no estado de Minas Gerais, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro clones (AEC 144-*Eucalyptus urophylla*, AEC 244-*Eucalyptus urophylla*, AEC 1528- híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* e AEC 100-híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*) em dois viveiros comerciais (Viveiro 1 e Viveiro 2) com sete repetições e 16 mudas por parcela. Foram avaliadas mudas clonais de eucalipto em fase de expedição por meio da quantificação da altura da parte aérea (H), do diâmetro do colo (DC), da relação entre a altura e o diâmetro (H/D), do peso da massa seca da parte aérea (MSPA), do peso da massa seca das raízes (MSR) e calculados os seguintes índices: relação entre o peso da massa seca da parte aérea e o peso da massa seca das raízes (MSPA/MSR), o peso da massa seca total (MST), e o índice de qualidade de Dickson (IQD), além da quantificação de macronutrientes e micronutrientes nas folhas. Para a medição de H e DC foram amostradas as 16 mudas centrais na bandeja de 48 mudas e, para obtenção da MSPA e MSR foram amostradas 8 mudas em cada parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o software SISVAR. Para o viveiro 1, o clone de *Eucalyptus* que apresentou muda com a melhor qualidade morfológica foi o AEC 1528 e para o viveiro 2, as mudas com os maiores e melhores valores de H, DC, MSPA, MSR e MST foram dos clones AEC 100 e AEC 244. As mudas de *Eucalyptus*, na fase de expedição, provenientes dos diferentes clones e viveiros estudados, apresentam características morfológicas e nutricionais consideradas adequadas para plantio em campo. Verificou-se um bom estado nutricional das mudas avaliadas, pois apresentaram concentrações de macro e micronutrientes dentro da faixa considerada adequada para produção de mudas de *Eucalyptus*. Com exceção da concentração de fósforo e cálcio que foram consideradas, respectivamente, abaixo e acima, da faixa recomendada na literatura.

Palavras- chave: Espécie exótica. Características de crescimento. Análise foliar.

ABSTRACT

The increase in of forest originated raw-material consumption has caused the demand for planted forests to rise. To meet this demand it is necessary to install new forest plantings in which the quality of the seedlings used represents an important role in the establishments of forests. Thus, this work was done with the objective of evaluating the morphological quality and the nutritional state eucalyptus colonial seedlings produced in two nurseries. The experiment was conducted in two forest nurseries located in the southeastern (nursery 1) and Campo das Vertentes (nursery 2) regions, both in the State of Minas Gerais, Brazil. A completely randomized design was used with 4 clones (AEC 144 – *Eucalyptus urophylla*, AEC 244 – *Eucalyptus urophylla*, AEC 1528 – *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* hybrid, and AEC 100 - *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* hybrid, in two commercial nurseries (Nursery 1 and Nursery 2), with 7 replicates and 16 seedlings per plot. Clonal eucalyptus seedlings in expedition phase were evaluated by quantifying the height of the aerial part (H), stem diameter (SD), the relation between the height and the diameter (H/D), aerial part dry mass (APDM), root dry mass (RDM), and the following indexes were calculated: the relation between the weight of aerial part dry mass and the weight of root dry mass (APDM/RDM), the weight of total dry mass (TDM) and the Dickson quality index (DQI), in addition to quantifying macronutrients and micronutrients in the leaves. For the measuring of H and SD, 16 central seedlings were sampled from a tray of 48 seedlings and, in order to obtain APDM and RDM, 8 seedlings were sampled in each plot. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared with the Scott-Knott test at 5% probability using the SISVAR software. For nursery 1, the *Eucalyptus* clone which presented seedling with the best morphological quality was the AEC 1528, and for nursery 2, the seedlings with the highest and best H, SD, APDM, RDM and TDM values were the clones AEC 100 and AEC 244. The *Eucalyptus* seedlings, in expedition phase, derived from the different clones and nurseries studied, presented morphological and nutritional characteristics considered adequate for the field planting. A good nutritional state of the evaluated seedlings was verified, for they presented concentrations of macro and micronutrients inside the range considered adequate for *Eucalyptus* production. With the exception of phosphorus and calcium concentrations which were considered, respectively, below and above, the range recommended in literature.

Key-words: Exotic species. Growth characteristics. Foliar analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 Representação geral da relação entre o teor foliar e o crescimento
ou produção das plantas 27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores padrão para avaliação da qualidade das mudas de <i>Eucalyptus spp.</i>	19
Tabela 2	Faixas de concentração de nutrientes em níveis adequados para mudas de <i>Eucalyptus spp.</i>	32
Tabela 3	Resumos das análises de variâncias conjuntas para altura (H), diâmetro do colo (DC), relação altura e diâmetro (H/DC) e massa seca da parte aérea (MSPA), em mudas de eucalipto aos 90 dias em viveiros Minas Gerais.....	38
Tabela 4	Valores Médios para Altura (H), Diâmetro do Colo (DC), Relação Altura e Diâmetro (H/Dc), Massa Seca da Parte Aérea(MSPA) em Mudanças de Eucalipto aos 90 Dias em Viveiros....	39
Tabela 5	Resumos das análises de variâncias conjuntas para massa seca da raiz (MSR), relação massa seca parte aérea e massa seca raiz (MSPA/MSR), massa seca total (MST), e índice da qualidade de Dickson (IQD) em mudas de Eucaliptos aos 90 dias em viveiros....	44
Tabela 6	Valores Médios para Massa Seca da Raiz (MSR), Relação Massa Seca Parte Aérea e Massa Seca Raiz (MSPA/MSR), Massa Seca Total (MST), e Índice da Qualidade de Dickson (IQD) em Mudanças de Eucaliptos aos 90 dias em Viveiros.....	45
Tabela 7	Resumo das Análises de Variâncias conjuntas para os Macronutrientes em Mudanças de Eucaliptos aos 90 Dias em Viveiros.....	51
Tabela 8	Teores médio dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio em mudas de clones eucaliptos aos 90 dias em dois viveiros	51
Tabela 9	Teores médio dos macronutrientes cálcio, magnésio, enxofre em mudas de clones eucaliptos aos 90 dias em dois viveiros	54

Tabela 10	Resumo das análises de variância conjunta para os micronutrientes em mudas de eucalipto aos 90 dias em viveiros.....	58
Tabela 11	Teores médio dos micronutrientes boro, cobre, manganês em mudas de clones eucaliptos aos 90 dias em dois viveiros	59
Tabela 12	Teores médio dos micronutrientes zinco, ferro, em mudas de clones eucaliptos aos 90 dias em dois viveiros	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Qualidade da muda	17
2.2	Características morfológicas	19
2.3	Altura da parte aérea (H)	20
2.4	Diâmetro de colo (DC)	21
2.5	Relação entre a altura da parte aérea e do diâmetro de colo (H/DC)	22
2.6	Relação entre a matéria seca da parte aérea e a matéria seca das raízes (MSPA/MSR)	23
2.7	Índices de qualidade de Dickson (IQD)	24
2.8	Avaliação do estado nutricional das mudas	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1	Localização dos viveiros e suas características	33
3.2	Recipientes usados na produção de mudas	33
3.3	Avaliações	34
3.4	Teores foliares de nutrientes	35
3.5	Modelo Estatístico	36
3.6	Análise estatística	37
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	Altura (H)	39
4.2	Diâmetro de colo (DC)	41
4.3	Relação altura e diâmetro do colo (H/DC)	42
4.4	Massa seca da parte aérea (MSPA)	43
4.5	Massa seca da raiz (MSR)	45
4.6	Relação massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (MSPA/MSR)	47
4.7	Massa seca total (MST)	48
4.8	Índice da qualidade de Dickson (IQD)	48
4.9	Avaliação do estado nutricional das mudas nos viveiros 1 e 2	49
4.9.1	Macronutrientes	50
4.9.2	Nitrogênio (N)	52
4.9.3	Fósforo (P)	53
4.9.4	Potássio (K)	54

4.9.5	Cálcio (Ca)	55
4.9.6	Magnésio (Mg)	56
4.9.7	Enxofre (S)	56
4.10	Micronutrientes	57
4.10.1	Boro (B)	59
4.10.2	Cobre (Cu)	60
4.10.3	Manganês (Mn)	61
4.10.4	Zinco (Zn)	62
4.10.5	Ferro (Fe)	63
5	CONCLUSÕES	65
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de matéria-prima de origem florestal fez com que a demanda por florestas plantadas sofresse um elevado incremento. Para atender a essa demanda, plantios devem ser implantados, tendo a qualidade da muda um importante papel no estabelecimento dos povoamentos. As florestas plantadas no Brasil ocupam cerca de 6.516.844 milhões de hectares, aproximadamente 74,8% corresponde à área de plantios de eucalipto e 25,2% aos plantios de pinus (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF, 2012).

Para atender ao crescimento do setor florestal no país, a produção de mudas de boa qualidade tornou-se uma necessidade. Um dos principais problemas encontrados pelos produtores de mudas de espécies florestais é determinar, durante a fase do viveiro, quais são as características da planta que melhor indicarão o fenótipo da árvore desejada. Algumas vezes, essa análise é dada de maneira intuitiva por parte dos viveiristas, ainda havendo carência de uma definição científica para responder as exigências quanto à sobrevivência e ao crescimento da muda.

Tendo conhecimento preciso da fase ideal para a retirada das mudas do viveiro pode-se ter maior confiabilidade da melhor época para se iniciar o processo de sua produção, levando-se em consideração o planejamento para implantação de uma floresta. O desconhecimento do momento de transferências das mudas para o campo pode refletir em perdas, ocasionadas por fatores como área foliar, relação altura/diâmetro e sistema radicular impróprio para o desenvolvimento da muda, tornando-a suscetível a um crescimento suprimido, ficando, assim, comprometida a sua sobrevivência.

O sucesso de um empreendimento florestal depende da escolha da espécie, de acordo com uso a ser dado à floresta, da procedência da semente e,

principalmente, das mudas levadas para o campo, as quais, além de resistirem às condições adversas lá encontradas devem ser capazes de se desenvolver, expressando todo o seu potencial de crescimento (RIBEIRO et al., 2001).

O estágio de produção de mudas florestais é uma fase importante para o estabelecimento da floresta, tendo reflexos sobre a produtividade dos povoamentos (GONÇALVES e POGGIANI, 1996). A necessidade de buscar alternativas para um crescimento adequado de espécies florestais, torna-se um desafio para a ciência, principalmente no que se refere aos fatores de desenvolvimento inicial (TEDESCO, 1999).

Nesse âmbito, muito já se conhece, porém, ainda há necessidade de se fixar indicativos de qualidade de mudas, uma vez que para os reflorestadores, a seleção de boa muda com boas características permite maior controle sobre a qualidade do material propagado, dimensões da planta e também da época de plantio no campo, fatores que influenciam diretamente na sobrevivência pós-plantio das mudas (FINGER; SCHNERIDER; GARLET, 2003).

Várias são as características utilizadas na avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais, destacando-se dentre elas: a altura, a conformação do sistema radicular, o diâmetro de colo, a proporção entre as partes aérea e radicular, a proporção entre o diâmetro do colo e altura da parte aérea, matéria seca das partes aérea e radicular, a rigidez da parte aérea e os aspectos nutricionais (PAIVA; GOMES, 1993). Muitas dessas características têm sido testadas por meio de avaliação da sobrevivência e do crescimento das mudas em campo e os resultados têm sido muito variáveis, mesmo com mudas consideradas de alto padrão de qualidade morfológica e plantadas em sítios favoráveis (PAIVA; GOMES, 1993).

A classificação da qualidade de mudas produzidas em recipiente não se encontra plenamente definida. A falta de padronização de procedimentos e de critérios para avaliação da qualidade faz com que as empresas empreguem

padrões próprios, fundamentados em observações empíricas, onde são investigadas, a altura e o diâmetro mínimo do colo de acordo com as dimensões dos recipientes utilizados (SILVA, 2003).

Na avaliação da qualidade de uma muda, existe uma alternativa a ser estudada, denominada de Índice de Qualidade de Dickson - IQD (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960) que informa o padrão de qualidade de mudas. No entanto, para a obtenção dessa informação sobre a qualidade existe a necessidade de se valer de métodos destrutivos da muda, onde, muitas vezes, torna-se inviável para muitas empresas florestais pela demanda de custo e de tempo.

Porém, para a determinação do IQD utilizam-se variáveis de fácil medição, como a altura e diâmetro do colo, e através de amostragem é relativamente fácil, embora destrutivo, a medição do peso de massa seca de parte aérea e radicular, sendo possível relacionar o IQD às variáveis ou características de qualidade de mudas.

Considerando as ponderações acima, planejou-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar a qualidade morfológica e o estado nutricional de mudas, na fase de expedição, de clones de eucalipto em dois viveiros comerciais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Qualidade da muda

Os atributos necessários para o sucesso no plantio de mudas têm sido denominados de “qualidade de muda” (FONSECA et al., 2002). Vários fatores afetam a qualidade das mudas, dentre eles, a qualidade da semente, tipo de recipiente, substrato, adubação e manejo das mudas (CRUZ; PAIVA; GUERRERO, 2006).

Mudas de boa qualidade apresentam maior potencial de sobrevivência e de crescimento após o plantio, muitas vezes dispensando o replantio e reduzindo a demanda por tratos culturais. Uma muda de boa qualidade deve ser vigorosa, com folhas de tamanho e coloração típica da espécie e em bom estado fitossanitário e nutricional (CRUZ; PAIVA; GUERRERO, 2006). O padrão de qualidade de mudas varia entre as espécies, sendo que o objetivo é alcançar qualidade em que as mudas apresentem capacidade de oferecer resistência às condições adversas que podem ocorrer após o plantio (CARNEIRO, 1995).

O êxito de florestas de alta produção depende do padrão de qualidade das mudas produzidas (FONSECA; RODRIGUES, 2000). Além da resistência às condições adversas encontradas no campo após o plantio, nos reflorestamentos com fins produtivos, buscam-se árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável (GOMES, 2001). Vários fatores afetam a qualidade de mudas, como o potencial genético, nutrição, controle fitossanitário, clima, substrato, luz, temperatura, recipiente, aclimação, água, fertilização e densidade, entre outros (DAVIDE; FARIA, 2008; HOPPE; BRUN, 2004).

Um dos objetivos de um plantio de eucalipto para subsistência ou para fins comerciais é a obtenção de altas produtividades de forma sustentável. Para

isto, faz-se necessário utilizar tratos silviculturais ideais, durante a fase de produção de mudas, para que se possa adquirir mudas de boa qualidade que irão garantir uma boa implantação e um bom desenvolvimento no campo.

Gomes et al. (1991) afirmam que o êxito na formação de florestas de alta produção depende, em sua maior parte, da qualidade das mudas plantadas, tendo de resistir às condições adversas no campo, após o plantio, para produzir árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável.

Na determinação da qualidade das mudas, as características utilizadas baseiam-se nos aspectos morfológicos e fisiológicos (GOMES et al., 2002; STURION; ANTUNES, 2000). As características morfológicas são mais utilizadas na determinação do padrão de qualidade das mudas (FONSECA; PAIVA; GUERREIRO, 2006), pois são de melhor compreensão pelos viveiristas (GOMES, 2001). Contudo, na avaliação da qualidade das mudas recomenda-se a utilização de várias características, uma vez que, isolados, eles podem não avaliar adequadamente a qualidade (CHAVES; PAIVA, 2004; FONSECA et al., 2002).

As características morfológicas são os mais utilizados na determinação da qualidade das mudas, uma vez que as características fisiológicas são de difícil mensuração e análise, principalmente nos viveiros florestais comerciais. Na maioria das vezes, as características fisiológicas não permitem avaliar com clareza a real capacidade de sobrevivência e crescimento inicial das mudas após plantio (GOMES, 2001).

Mudas de qualidade apresentam maior potencial de sobrevivência e crescimento pós-plantio (CARNEIRO, 1995). As características que classificam uma muda de boa qualidade dependem da altura da parte aérea, do diâmetro do colo, do sistema radicular, da rigidez da haste, do aspecto fitossanitário e do estado nutricional, dentre outras (FONSECA; RODRIGUES, 2000).

Tabela 1 Valores padrão para avaliação da qualidade das mudas de *Eucalyptus spp.*

Características	Unidade	Valor	Referências
Altura	cm	15 - 35	Gomes et al. (2003) e Wendling e Dutra (2010)
Diâmetro do Colo	mm	$\geq 2,0$	Gomes, Paiva e Couto (1996) e Lopes (2004)
MSPA/ MSR**	—	2,0	Brissette (1984 apud CRUZ; PAIVA; GUERRERO, 2006)
IQD	—	$\geq 0,2$	Gomes (2001) e Hunt (1990)

** Relação da massa seca da parte aérea dividida por massa seca da raiz.

2.2 Características morfológicas

As características morfológicas utilizadas para determinar a qualidade das mudas são: altura, diâmetro do colo a relação entre altura e diâmetro do colo (H/DC), a relação entre altura e a matéria seca da parte aérea (H/MSPA), a relação entre a matéria seca da parte aérea e a matéria seca das raízes (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960).

Segundo Paiva e Gomes (1993), vários são as características utilizadas na avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais e dentre eles destacam-se a altura da parte aérea, a conformação do sistema radicular, o diâmetro do colo, a proporção entre as partes aérea e radicular, a proporção entre o diâmetro do colo e a altura da parte aérea, os pesos de matérias seca e fresca das partes aérea e radicular, a rigidez da parte aérea, os aspectos nutricionais e outros. Ainda segundo estes autores, muitas dessas características têm sido testadas por meio de avaliação de crescimento das mudas no campo e os resultados têm sido muito variáveis, mesmo com mudas consideradas de alto padrão de qualidade morfológica e plantas em locais favoráveis.

Não se recomenda, portanto, que qualquer dessas variáveis seja avaliada isoladamente como referência para a classificação de mudas. A classificação baseada apenas na altura, por exemplo, poderia indicar melhor qualidade para mudas com elevado crescimento em altura, porém fracas, que tendem ao tombamento no campo, ao passo que, as mudas menores, porém mais resistentes, seriam desprezadas. Entretanto, as relações com base no peso de matéria seca, altura e diâmetro de colo podem apresentar para mudas pouco desenvolvidas, valores semelhantes àqueles apresentados por mudas de melhor padrão (STURION, 1981).

De acordo com Fonseca (2000), as características morfológicas são atributos determinados física ou visualmente. Ainda segundo este autor, várias pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar a importância dessas características voltadas para prognosticar o sucesso do desempenho no campo. As características morfológicas são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidades das mudas (GOMES et al., 2002). Contudo, ainda há carência de uma definição mais adequada para responder as exigências quanto à sobrevivência e ao crescimento, determinadas pelas adversidades encontradas no campo após o plantio.

2.3 Altura da parte aérea (H)

A altura da parte aérea é considerada uma das características mais utilizadas na classificação e seleção de mudas (PARVIAINEN, 1981). Esta característica morfológica é de fácil medição e, sempre foi usada com eficiência para avaliar o padrão de qualidade de mudas nos viveiros (GOMES, 1978).

Gomes et al. (2002), trabalhando com mudas de *Eucalyptus grandis* reportam que a adoção da altura e da relação altura/peso de matéria seca da parte aérea devem ser consideradas em razão dessas características apresentarem boa

contribuição para se determinar o padrão de qualidade das mudas. A altura, medida de forma isolada, pode ser utilizada para estimar a qualidade morfológica das mudas em função da sua medição ser muito fácil, mas pode apresentar deficiências na interpretação quando se espera alto desempenho dessas, principalmente nos primeiros meses após o plantio (GOMES; PAIVA, 2004).

Segundo Gurth (1976), mudas com maior altura, apresentam balanço desfavorável entre a parte radicular e aérea, tendo menor probabilidade de sobrevivência no campo após o plantio.

Shimizu (1980), estudando a seleção fenotípica precoce de mudas de *Pinus elliottii*, constatou que a seleção de mudas no viveiro, por meio da altura e rigidez do caule, constitui um importante passo na formação de populações produtivas dessa espécie para região Sul do Brasil.

2.4 Diâmetro de colo (DC)

Segundo Gomes e Paiva (2004), o diâmetro do colo é facilmente mensurável, sendo considerado por muitos pesquisadores como uma das mais importantes características para estimar a sobrevivência de mudas de espécies florestais no campo. De acordo com estes autores, o padrão de qualidade de mudas de várias espécies florestais, prontas para plantio, possui alta correlação com essa característica e isso pode ser observado nos significativos aumentos das taxas de sobrevivência e do crescimento das plantas no campo. O diâmetro de colo tomado isoladamente ou combinado com a altura, é uma das melhores características morfológicas para predizer a qualidade de variadas espécies florestais (GOMES et al., 2002).

Trabalhos têm demonstrado uma forte correlação entre a porcentagem de sobrevivência das mudas após o plantio e o diâmetro de colo. South,

Zwolinski e Donald (1993), pesquisando um plantio de *Pinus taeda* de 13 anos de idade, constataram que mudas com diâmetro de colo superiores a 4,7 mm apresentaram maior índice de sobrevivência, crescimento em altura e incremento em volume, além de apresentar interação positiva com a percentagem de sobrevivência após o plantio. Ainda segundo os mesmos autores, mudas com 2 e 5 mm de diâmetro de colo apresentaram, respectivamente, médias de sobrevivência de 62% e 85%, após 2 meses do plantio.

2.5 Relação entre a altura da parte aérea e do diâmetro de colo (H/DC)

A relação entre altura da parte aérea e o diâmetro do colo foi caracterizada por Carneiro (1985) como o equilíbrio de desenvolvimento das mudas no viveiro, uma vez que conjuga duas características em apenas um só índice, resultando em um valor absoluto, sem exprimir qualquer tipo de unidade. Segundo Gomes et al. (2002), tal relação é também denominada de quociente de robustez, sendo considerada uma característica morfológica precisa, pois, fornece informações de quanto delgada está a muda.

Conforme Sturion e Antunes (2000), a relação altura (cm)/diâmetro (mm) do colo é utilizada para avaliar a qualidade das mudas florestais. É um índice relacionado ao grau de robustez da planta considerado um método não destrutivo e preciso, pois fornece informação de quanto delgada está a muda (GOMES; PAIVA, 2004).

Para Carneiro (1995), a conjunção das medidas de altura da parte aérea e diâmetro de colo devem ser levados em consideração para a classificação da qualidade das mudas, em razão da facilidade operacional destas medições. Este mesmo autor salienta ainda, que a avaliação de qualidade das mudas empregando esta característica pode ser realizada durante o período de produção, visando acompanhar o seu desenvolvimento, sendo uma das mais

importantes características morfológicas para estimar o crescimento das mudas após o plantio. Mas, para Gomes e Paiva (2004), quanto menor for o valor deste índice, maior será a capacidade das mudas sobreviverem e se estabelecerem no campo.

2.6 Relação entre o peso da matéria seca da parte aérea e o peso da matéria seca das raízes (MSPA/MSR)

A relação entre o peso da matéria seca da parte aérea e o peso da matéria seca da raiz é considerada como um índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas (PARVIAINEN, 1981). Deve ser dada importância ao sistema radicular de mudas, em adição ao estado das suas características morfológicas, para assegurar melhor desempenho no campo. Na realidade, as raízes estão intimamente associadas às atividades de natureza fisiológica das mudas, no complexo ambiente -solo-água- planta (CARNEIRO, 1995). Esta relação é importante para o funcionamento dos processos fisiológicos e o desenvolvimento das plantas. A parte aérea fornece carboidratos, fitohormônios e nutrientes orgânicos para as raízes e estas fornecem água, nutrientes e fitohormônios para a parte aérea (GLINSKI; LIPIEC, 1990). A produção da matéria seca tem sido considerada uma das melhores características para avaliar a qualidade de mudas, apresentado, porém, o inconveniente de não ser viável a sua determinação em muitos viveiros, principalmente por envolver a destruição completa da muda e utilização de estufas (AZEVEDO, 2003).

2.7 Índices de qualidade de Dickson (IQD)

De acordo com Birchler et al. (1998) e Hunt (1990), o valor de IQD deve ser maior que 0,2. Porém, vários estudos mostram que o IQD é um parâmetro variável, ocorrendo diferenças em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, no tipo e na proporção do substrato, do volume do recipiente e da idade em que a muda foi avaliada (GASPARIN, 2012).

O IQD é obtido por meio de uma fórmula balanceada onde inclui as relações das características morfológicas, como matéria seca total, a matéria seca da parte aérea, a matéria seca das raízes, a altura da parte aérea e o diâmetro de colo (GOMES; PAIVA, 2004). Este índice é um bom indicador da qualidade das mudas, pois considera para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, sendo ponderados várias características importantes (FONSECA, 2000).

O índice pode ser obtido pela seguinte expressão (Equação 1):

$$IQD = \frac{MST_{(g)}}{\frac{H_{(cm)}}{DC_{(mm)}} + \frac{MSPA_{(g)}}{MSR_{(g)}}} \quad (1)$$

Em que:

MST = massa seca total,

H = altura da parte aérea da muda,

DC= diâmetro do colo da muda,

MSPA= matéria seca da parte aérea,

MSR= matéria seca do sistema radicular.

Fonseca et al. (2002), estudando mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento, avaliaram os parâmetros morfológicos das mudas, suas relações e o índice de qualidade de Dickson. Constataram, que as mudas desenvolvidas sob maiores períodos de sombreamento, embora tenham alcançado maiores alturas da parte aérea e área foliar, apresentaram os piores valores para qualidade de muda, com redução do diâmetro do colo, da fitomassa seca do sistema radicular e do índice de qualidade de Dickson.

Na avaliação do crescimento e qualidade de mudas em resposta à saturação por bases do substrato, Bernardino et al. (2005) observaram que, exceto no diâmetro do colo, a elevação da saturação por bases exerceu influência positiva, com padrão linear sobre as características morfológicas, suas relações e no índice de qualidade de Dickson para mudas produzidas em substratos à base de Latossolo Distrófico em 70% sendo as melhores mudas nessa saturação.

Verificando o efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas, Cruz et al. (2004) avaliaram a altura, o diâmetro do colo, a matéria seca de raiz, caule e folhas, as relações altura e diâmetro do colo, altura/matéria seca de parte aérea, matéria seca de parte aérea/matéria seca de raiz e o índice de qualidade de Dickson e concluíram que os atributos morfológicos, bem como as relações entre os mesmos, alcançaram os melhores valores quando da elevação da saturação por bases para 50%.

2.8 Avaliação do estado nutricional das mudas

A diagnose de fertilidade para recomendação de fertilização pode ser realizada por meio da análise química do solo (ou substrato) e pela análise de tecido vegetal. A primeira reflete os níveis de nutrientes no solo, potencialmente disponíveis para as raízes das plantas, porém não informa a quantidade de um

determinado elemento mineral de que o vegetal necessita ou é capaz de absorver (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Já a segunda determina os níveis de nutrientes nas folhas de uma determinada planta, num dado momento, podendo-se comparar com padrões nutricionais da literatura. A folha é o órgão que melhor representa o estado nutricional da planta, pois é onde ocorrem os principais processos metabólicos (FAQUIN, 2002).

O padrão geral entre a relação de crescimento da planta e a concentração de nutrientes minerais no tecido vegetal é mostrado na figura 1. Verifica-se, na curva, uma porção ascendente, na qual o crescimento aumenta de forma acentuada, sem acréscimo significativo no conteúdo de nutrientes (I e II), ou que os aumentos no crescimento e no teor de nutrientes estão diretamente relacionados (III). No primeiro caso, isto é observado em solos (ou substratos) muito deficientes do elemento, que recebe doses ainda insuficientes do mesmo (FAQUIN, 2002). Nessa faixa, a planta exibe anormalidades visíveis, ocorrendo sintomas de deficiência característicos para um determinado nutriente (LANDIS, 1989).

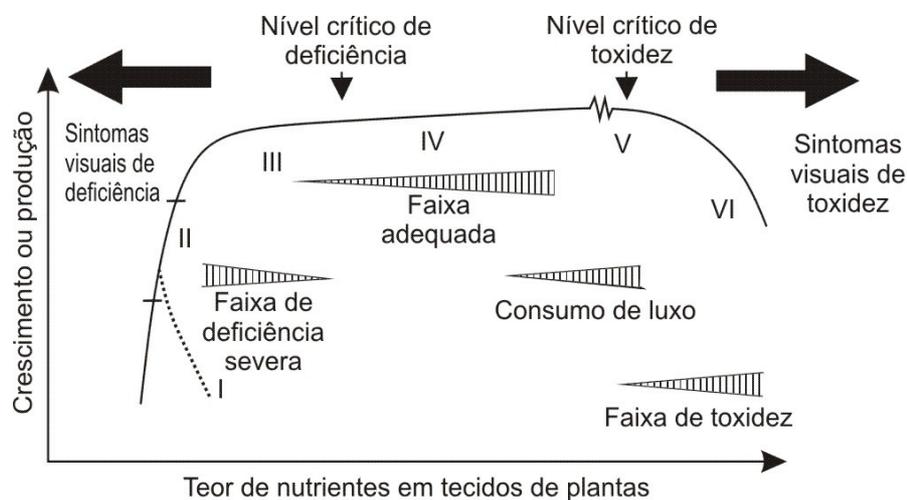


Figura 1 Representação geral da relação entre o teor foliar e o crescimento ou produção das plantas

Nota: Os intervalos representam: I e II – deficiência severa; III – deficiência leve; IV e V – consumo de luxo e VI – toxidez. Fonte: adaptada de Marschner (1995).

A segunda relação é observada em meios com deficiência leve do nutriente, também denominada de “necessidade oculta”, dificultando a diagnose visual de carência (FAQUIN, 2002; LANDIS, 1989). Em seguida observa-se, na curva, uma pequena variação no teor de nutrientes, na qual o crescimento não é limitado, havendo aumento significativo do conteúdo nutricional (IV e V) e, finalmente, a região com excesso de nutrientes, causando toxidade e declínio no crescimento da planta (VI) (MARSCHNER, 1995).

A terceira relação, também denominada de consumo de luxo, é verificada em meios não deficientes do nutriente que recebem doses do elemento, no entanto, sem nenhuma resposta no crescimento (FAQUIN, 2002). O consumo em excesso é relativamente comum em viveiros com produção de mudas em recipientes, devido ao ambiente adequado de crescimento e a falta

de fatores ambientais que limitam o crescimento em condições naturais (LANDIS, 1989).

Na última relação, zona de toxidez, ocorre os sintomas visuais de toxicidade, sendo que, nos casos extremos, as concentrações excessivas podem causar a morte da planta (LANDIS, 1989). Dessa forma, o procedimento mais adequado é manter o meio de crescimento em nível nutricional adequado, devendo-se fazer aplicações de fertilizantes para maximizar o crescimento e desenvolvimento das plantas (DAVIDE; FARIA, 2008).

O nitrogênio é um nutriente constituinte de vários compostos em plantas, como aminoácidos, ácidos nucleicos e clorofila. A presença do N é requerida nas principais reações bioquímicas em plantas e microrganismos (EPSTEIN; BLOOM, 2005).

O fósforo (como fosfato, PO_4^{-3}) é considerado um componente integrante de compostos importantes das células vegetais, como fosfato-açúcares, intermediários da respiração e fotossíntese, além dos fosfolipídeos, como constituintes de membranas vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2004). Em contrapartida, a complementação com fósforo, seria muito importante, uma vez que as mudas devem ir para o campo com uma reserva deste nutriente suficiente até que as raízes novas emitidas passem a observar o P disponível no solo. Valeri e Corradini (2000) mencionam que favorecer o acúmulo ou reserva de P na planta é essencial em função da baixa mobilidade de elemento no solo.

Este macronutriente atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997; MARSCHNER, 1995; MENGEL; KIRKBY, 1978). O potássio está ainda envolvido na síntese de proteínas. Plantas com baixos teores de potássio apresentam redução na síntese, com acúmulo de compostos de baixo peso molecular como aminoácidos, amidas, aminas e nitratos.

O potássio atua no controle osmótico das células. Plantas deficientes em potássio apresentam menor turgor da célula, pequena expansão celular, maior potencial osmótico, abertura e fechamento dos estômatos de forma irregular (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997; MENGEL; KIRKBY, 1978). Outro efeito atribuído ao K é que plantas bem nutrida são mais resistentes a secas e geadas, em razão da maior retenção de água.

O íon cálcio (Ca) possui como principal função auxiliar a síntese de novas paredes celulares, em particular a lamela média, que separa células em divisão (TAIZ; ZEIGER, 2004), reforçando, assim, a estrutura das plantas. O aumento das doses de Ca com a idade se explica por este ser um elemento essencial para a síntese da parede celular na fase secundária do desenvolvimento e no processo de lignificação (DUNISCH et al., 1998 apud SILVEIRA et al., 2003). Em termo prático, o abastecimento de Ca deve ser maior na fase de rusticificação das mudas devido à necessidade de maior lignificação da haste, cujo objetivo é aumentar a resistência das mudas ao afogamento do colo nos solos arenosos em dias de temperatura altos.

O magnésio possui como uma das principais funções a participação na molécula de clorofila (MENGEL; KIRKBY, 1987), além de ser ativador de várias enzimas. A participação do magnésio na constituição da molécula de clorofila é confirmada pelo fato de se diagnosticar maiores concentrações de magnésio nas folhas, pois se verifica maior alocação desse nutriente para este órgão das mudas.

O enxofre desempenha papel muito importante na estrutura das proteínas, além de ser constituinte de aminoácidos em proteínas, aminoácidos livres e outros compostos de S de baixo peso molecular (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006). Este elemento devem ser maiores em função do tempo, uma vez que ele intervém na síntese de compostos orgânicos, como as vitaminas e enzimas, sob pena de redução do crescimento vegetal, em caso de carência

deste elemento. O incremento de magnésio deve aumentar com idade em função de este elemento ser constituinte da clorofila e proteínas, e essencial ao funcionamento dos ribossomas.

O boro na planta é importante nutriente que percorre desde a solução do solo, raiz e parte aérea (folhas / frutos), ou seja, do solo até sua incorporação em um composto orgânico ou como um ativador enzimático, que desempenhará funções vitais para possibilitar a máxima acumulação de matéria seca no produto agrícola final como frutos sementes (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

O cobre participa de alguns eventos nas plantas como constituinte de moléculas de proteínas, metabolismo de carboidratos, nodulação de fixação de N, formação de pólen e fertilização (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). Uma das principais funções do Cu é ativador ou constituinte de enzimas. A maior parte de Cu está presente nas folhas nos cloroplastos, e mais da metade ligada à plastocianina (doador de elétrons para fotos sistema I) que atua especialmente no transporte eletrônico com mudanças de valência, embora outras enzimas também façam esse transporte de elétrons e que são ativadas pelo cobre (lacase, oxidase do ácido ascórbico e complexo da oxidase do citocromo). Esse fato ocorre pela facilidade do cu pela mudança de valência.

A principal função do manganês está relacionada com ativação de enzimas, além de ser essencial à síntese de clorofila (DECHEN; HAAG; CARMELLO, 1991). Assim, o Mn participa de vários processos nas plantas, que podem ser resumidos da seguinte forma: a deficiência de Mn diminui a alongação celular, podendo reduzir o crescimento radicial, indicando do metabolismo lipídico ou de ácido giberélico ou, ainda, menor fluxo de carboidratos para as raízes.

Na planta, o zinco participa de atividades de várias enzimas, síntese do ácido indol-ácetico (AIA) e metabolismo de carboidratos (MARENCO-

MENDOZA; LOPES, 2007). O Zn atua na atividade enzimática, para acoplar a ligação enzima substrato, ou no efeito da conformação das moléculas. Assim, o Zn ativa enzimas importantes como a ribulose 1,5-difosfato carboxilase (presente nos cloroplasto) e, portanto, afeta significativamente a taxa fotossintética das plantas. E a atividade de respiração diminui, pois a enzima-chave, a aldolase, é inibida pela falta do Zn e também fica reduzida a síntese de ATP como consequência no nível de glicólise e de transporte eletrônico terminal (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

O ferro é um micronutriente que participa da reação de várias enzimas. Faz parte como hemoproteínas de enzimas importantes como citocromos, peroxidases, dentre outras, além de auxiliar na síntese de clorofila e proteínas (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

Tabela 2 Faixas de concentração de nutrientes em níveis adequados para mudas de *Eucalyptus spp.*

Faixa adequada					
Elementos	Dell, Malajczuk e Grove (1995)	Gonçalves (1995)	Judd, Attiwill e Adams (1996)	Silveira, Higashi e Moreira (1999)	Leite (2003)
g Kg⁻¹					
N	25 – 38	13,5 – 18	26,1	22 - 27	20 - 25
P	1,5 – 2,2	0,9 – 1,3	2	1,7 – 2,2	2,5 – 3
K	14	9 - 13	14,1	8,5 – 9,0	20 – 25
Ca	5 – 8	6 - 10	7,4	7,1 – 11	9
Mg	1,6 - 2	3,5 - 5	3,3	2,5 – 2,8	3,5
S	1,9 – 3,2	1,5 - 2	2,6	1,5 – 2,1	2,5
mg Kg⁻¹					
B	15 – 27	30 – 50	120	34 – 44	40 – 60
Cu	3 – 5,5	7 – 10	14	6 – 7	15
Fe	65 – 80	150 – 200	170	65 – 125	200
Mn	50 - 546	400 – 600	310	200 – 840	600
Zn	17 - 22	35 - 50	29	15 - 20	35

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização dos viveiros e suas características

A presente pesquisa foi conduzida em dois viveiros florestais comerciais denominados viveiros 1 e 2 e localizam-se nas regiões sudoeste e campo das vertentes no Estado de Minas Gerais, respectivamente.

O viveiro 1 localiza-se a uma latitude sul de 20° 53' 30 " e longitude de 45° 16' 15" oeste de Greenwich e uma altitude de 945 m. A temperatura média anual é de 23,5 °C e a precipitação média anual de 1250 mm por ano segundo classificação de Koppen Geiger, o clima da região é classificado como CW mesotérmico, isto é com chuvas de verão, verões quentes e invernos secos. O solo foi classificado como Latossolo vermelho típico.

O viveiro 2 localiza-se a uma latitude sul de 21° 08' 00 " e longitude de 44° 15' 40" oeste de Greenwich e uma altitude de 898 m. A temperatura média anual é de 19.2 °C e a precipitação média anual de 1435 mm por ano. Segundo a classificação de Koppen- Geiger: o clima da região é do tipo CWa, ou seja, subtropical úmido apresentando duas estações bem definidas: seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março.

3.2 Recipientes usados na produção de mudas

Para produção das mudas de *Eucalyptus* foram utilizados tubetes modelo cônico (com dimensões de 12,5 cm de altura, 3 cm de diâmetro na parte interna superior e apresentando o fundo aberto de, aproximadamente, 1 cm) com 54 cm³ de capacidade volumétrica, com secção circular contendo seis frisos internos longitudinais e equidistantes.

Os demais tratamentos culturais como tipo de substrato, quantidade de regas, fertilização e outros, não foram informados pelos administradores dos viveiros por ser uma informação confidencial, crucial na formação de mudas de qualidade.

3.3 Clones e avaliações

Nos dois viveiros (1 e 2) foram avaliadas mudas clonais de eucalipto aos 90 dias após o estaqueamento, já na fase de expedição.

Os clones que tiveram as mudas avaliadas foram: AEC 144 (*Eucalyptus urophylla*), AEC 244 (*Eucalyptus urophylla*), AEC 1528 (híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*) e AEC 100 (híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*).

Para a avaliação da altura da parte aérea (H) e do diâmetro de colo (DC), foram amostradas 16 mudas (centrais) por parcela, sendo que havia em cada bandeja 48 mudas. Para a medição do peso da matéria seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) foram amostradas 8 mudas por parcela.

A altura foi medida em centímetros (cm), a partir do nível do substrato até o meristema apical, com uma régua. E o diâmetro do colo foi medido ao nível do substrato com o auxílio de paquímetro digital.

A determinação do peso da matéria seca da parte aérea (MSPA) e do peso da matéria seca das raízes (MSR) foram efetuadas através do corte, com tesoura de poda, na base do caule, seguida de uma lavagem cuidadosa do sistema radicular sobre peneira de malha fina, visando à retirada do substrato aderido às raízes. Após esta operação, as mudas foram colocadas sobre folhas de papel de jornal em bancadas do Laboratório de Silvicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA) por um período de 24 horas, visando eliminação do excesso de água.

Posteriormente, cada material foi acondicionado separadamente em sacos de papel, devidamente identificado e levado à estufa com temperatura de 75 °C por um período de 72 horas até atingir o peso seco constante. A matéria seca total (MST) foi a soma dos pesos matéria parte aérea (MSPA) e peso matéria seca raiz (MSR).

As relações entre as características MSPA e MSR foram determinadas pela simples divisão entre elas. O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi determinado em função da altura da parte aérea (H), do diâmetro do colo (DC), da matéria seca da parte aérea (MSPA), e da matéria seca das raízes (MSR), por meio da fórmula (Equação 2) (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960):

$$IQD = \frac{MST_{(g)}}{\frac{H_{(cm)}}{DC_{(mm)}} + \frac{MSPA_{(g)}}{MSR_{(g)}}} \quad (2)$$

3.4 Teores foliares de nutrientes

De 35 mudas de cada clone foram coletadas todas as folhas e em seguida, lavadas com água de torneira e enxaguadas com água destilada. Após a lavagem, as amostras foram imediatamente submetidas à secagem em estufas com circulação forçada de ar, com temperatura variando de 60 °C -70 °C por aproximadamente 72 horas.

A moagem da amostra seca foi realizada, em moinhos de facas de aço inoxidável, tipo Willey, e passada em peneira de 1 mm de malha (20 mesh). Para evitar contaminação da amostra, foi realizada uma limpeza do moinho entre uma amostra e outra. O armazenamento das amostras moídas foi realizado em frascos de vidros providos de tampa plástica. Para a avaliação dos teores de macro e

micronutrientes, as amostras foram submetidas à digestão nitro-perclórica de acordo com a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

O extrato obtido desta digestão foi utilizado para a determinação de Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn em espectrofotômetro de absorção atômica, de P por calorimetria, de S por turbidimetria e de K em fotômetro de chama. Para análise do teor de N, as amostras foram submetidas à digestão com ácido sulfúrico e, posteriormente, analisadas pelo método Kjeldahl, como descrito por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade Federal de Lavras.

3.5 Modelo Estatístico

Para as comparações estatísticas foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), avaliando-se as mudas de quatros clones em dois viveiros comerciais, com sete repetições. Para cada clone foi utilizada uma amostragem de 16 mudas (por parcela) para a avaliação da altura e diâmetro do colo e de oito mudas (por parcela) para a avaliação massa seca.

Os dados coletados foram submetidos a análises de variância conjunta, de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + l_k + c_i + cl_{ik} + e_{ijk} \quad (3)$$

Em que:

Y_{ijk} é o efeito de clone i , no viveiro k

μ é uma constante

l_k é o efeito do viveiro / local $k= 1,2$

c_i é o efeito dos clones $i= 1, 2, 3,4$.

c_{ik} é o efeito interação dos clones i com viveiro k

e_{ijk} é o erro experimental

3.6 Análise estatística

Os dados das características avaliadas foram submetidos à análise das pressuposições (teste de normalidade e homogeneidade de variância) para a realização da análise de variância (não sendo necessária a transformação dos dados), logo, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao verificar diferentes significativas, pelo teste F a 1 % ou 5 % de probabilidade, foi aplicado o teste de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o software SISVAR 4.6.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância, com o estudo da interação clones e viveiros para altura (H), diâmetro do colo (DC), relação de altura e diâmetro (H/D) e massa seca da parte aérea (MSPA) encontram-se na Tabela 3.

A análise de variância mostrou em todas as características morfológicas avaliadas uma interação significativa a 1% de probabilidade entre os viveiros e clones, ou seja, estas características são dependentes da combinação desses dois fatores.

Tabela 3 Resumos das análises de variâncias conjuntas para altura da parte aérea (H), diâmetro do colo (DC), relação altura e diâmetro (H/DC) e peso da massa seca da parte aérea (MSPA), de mudas de clones de eucalipto aos 90 dias (fase de expedição) em viveiros, Minas Gerais, Brasil.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios e significância do teste F			
		H(cm)	DC(mm)	H/DC	MSPA(g)
Viveiros	1	538,9663**	0,0236 ns	100,3393**	12,2953 *
Clones	3	16,0079 *	0,4879 **	14,7580**	11,3350*
Viveiros x Clones	3	298,6800**	0,3832**	39,9640 **	23,9955**
Resíduo	48	3,8849	0,0275	0,4914	1,9239
CV	%	6,71	6,32	6,23	14,05

** Significativo a 1% de probabilidade,* Significativo a 5% de probabilidade, ns não significativo, GL Graus de liberdades.

Os resultados do teste de médias para as características morfológicas de altura (H), diâmetro do colo (DC), relação entre a altura e o diâmetro do colo (H/D) e o peso da massa seca da parte aérea (MSPA), mostraram interação significativa a 1% de probabilidade pelo teste F. Como houve efeito significativo

($p \leq 0,01$) para a interação clones e viveiros realizou-se o desdobramento em todos os fatores em estudo (Tabela 4).

Tabela 4 Valores médios para altura (H), diâmetro do colo (DC), relação entre altura e o diâmetro do colo (H/DC), peso da massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de clones de eucalipto aos 90 dias (fase de expedição) em viveiros, Minas Gerais, Brasil.

CLONES	H(cm)		DC(mm)		H/DC		MSPA(g)	
	Viveiro 1	Viveiro 2						
AEC-144	26,65b B	28,98b A	2,79a A	2,58b B	9,59b B	11,23c A	9,16b B	8,92b B
AEC-244	22,77c B	36,65a A	2,56b A	2,33c B	8,89b B	15,82a A	9,76b B	11,23aA
AEC-100	23,45cB	37,11a A	2,29cB	2,75a A	10,23a B	13,54b A	6,99c B	11,31aA
AEC-1528	32,15a A	27,11b B	2,94aB	2,78a B	10,92a A	9,76d B	11,69a A	9,89b B

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott- Knott ao nível de 5% de probabilidade.

4.1 Altura (H)

Na avaliação de crescimento em altura, as mudas clonais de eucalipto apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,01$) entre os viveiros avaliados (Tabela 3). No entanto, considerando que a avaliação se deu aos 90 dias de idade das mudas, data próxima de sua expedição para campo, observa-se que os valores de altura das mudas nessa fase variaram em média de 22,77 cm a 32,15 cm para todos os clones produzidas no viveiro 1. Ainda no mesmo viveiro, as mudas do clone AEC 1528 apresentaram maior crescimento em altura. Em relação as mudas dos clones AEC 244 e AEC 100, não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) de altura entres eles (Tabela 4). No viveiro 2

as médias de altura variaram de 27,11 cm a 37,11 cm para todos os clones, mas os clones AEC 244 e AEC 100 apresentaram mudas com maiores valores. Por seu turno, os clones AEC 144 e AEC 1528 não apresentaram diferenças significativas de altura entre si em nível de 5% do teste Scott-Knott.

Estes valores não diferem daqueles obtidos por Gomes et al. (2003), os quais tiveram altura variando de 15 cm a 35 cm para mudas de eucalipto, embora ainda existam controvérsias sobre o tamanho ideal de mudas de eucalipto para o plantio. Dessa forma, independentemente das técnicas culturais adotadas a altura das mudas de todos os clones atendeu ao padrão estabelecido para o plantio.

Chavasse (1977) afirma que a altura da parte aérea utilizada isoladamente como característica de qualidade, pode ser inconsistente para prever o desempenho das mudas em campo para algumas espécies. Fonseca et al. (2002) mostraram em seu trabalho que as características morfológicas e as relações utilizadas não devem ser consideradas isoladamente para classificação do padrão da qualidade de mudas, para não correr o risco de selecionar mudas mais desenvolvidas, porém, descartando as menores mas com maior vigor.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros para altura das mudas de eucalipto, (Tabela 4) foi observado que no viveiro 2 foram produzidas mudas com maior altura nos clones AEC 144, AEC 244 e AEC 100, enquanto que no viveiro 1 as mudas do clone AEC 1528 foram as que alcançaram maior altura, demonstrando que os clones podem responder de forma diferenciada aos tratamentos culturais recebidos na fase de produção.

4.2 Diâmetro do colo (DC)

Nos dois viveiros estudados, os clones apresentaram resultados significativamente diferenciados, a 1 % de probabilidade, para o diâmetro de colo analisado aos 90 dias de idade das mudas (Tabela 3).

Os valores de diâmetro do colo das mudas na fase de expedição variaram de 2,29 mm a 2,94 mm, para todos os clones do viveiro 1. Ainda no viveiro 1, os clones AEC 144 e AEC 1528 obtiveram maiores valores de diâmetro comparativamente aos clones AEC 244 e AEC 100. No viveiro 2 as médias de diâmetro variaram de 2,33 mm a 2,78 mm para todos os clones. Os clones AEC 100 e AEC 1528 apresentaram maiores valores de diâmetro comparativamente aos clones AEC 144 e AEC 244 (Tabela 4).

Esses valores não se diferenciam dos valores obtidos por Gomes, Paiva e Couto (1996) os quais estabeleceram um valor mínimo de diâmetro de colo de 2 mm e Lopes (2004), que estabeleceu valor mínimo de diâmetro de colo de 2,5 mm para plantio de *Eucalyptus grandis*.

Em relação ao diâmetro do colo, Gomes, Paiva e Couto (1996) e Sturion, Graça e Antunes (2000) estabeleceram valores de 2 a 3,5 mm, para que as mudas sejam consideradas aptas para o plantio no campo.

Segundo Gomes e Paiva (2004), as mudas, no momento do plantio, devem ter maior diâmetro de colo para a terem melhor equilíbrio de crescimento da parte aérea. Esta característica é reconhecida como um dos melhores, senão o melhor indicador do padrão de qualidade de mudas, segundo Moreira e Moreira (1996) e, normalmente, é o mais observado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo (DANIEL et al., 1997).

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa, nos dois viveiros os clones obtiveram valores elevados de diâmetro do colo e que variaram de

2,33 mm a 2,94 mm (Tabela 4), evidenciando que as mudas estavam com bom padrão de qualidade.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros para diâmetro do colo das mudas de eucaliptos (Tabela 4) foi observado que no viveiro 1 produziu-se mudas com maiores valores de diâmetro do colo para os clones AEC 144, AEC 244 e AEC 1528, enquanto que no viveiro 2, apenas o clone AEC 100 é que obteve maior diâmetro do colo.

4.3 Relação entre a altura e o diâmetro do colo (H/DC)

A relação entre a altura e o diâmetro do colo das mudas de *Eucalyptus* apresentou valores que variam de 8,89 a 10,92 para todos os clones no viveiro 1. Os clones AEC 100 e AEC 1528 obtiveram maiores valores, e os clones AEC 144 e AEC244 tiveram menores valores da relação altura e diâmetro. Enquanto que no viveiro 2 a relação altura e diâmetro do colo variou de 9,76 a 15,82 entre todos os clones. O clone AEC 244 apresentou maior valor da relação altura e diâmetro em relação aos restantes (Tabela 4).

O valor resultante da divisão da altura da parte aérea pelo seu respectivo diâmetro do colo exprime o equilíbrio de crescimento. Relacionando essas duas importantes características morfológicas em apenas um índice (CARNEIRO, 1995), também denominado de quociente de robustez, sendo considerado um dos mais precisos, pois fornece informações de quão delgada está a muda (JOHNSON; CLINE, 1991).

No presente trabalho, a relação H/DC das mudas de eucalipto produzidas no viveiro 1 se enquadra no intervalo de 8,89 a 10,92, valores consideravelmente aceitáveis na avaliação da qualidade de mudas na fase de plantio. Já para o viveiro 2, foram encontrados valores mais elevados que variam de 9,76 a 15,82 que provavelmente indica mudas estioladas. De acordo com os

resultados de Gomes et al. (2002), para mudas de eucalipto o valor desta relação deve permanecer entre 6 e 10. Valores acima de 10 podem afetar a qualidade de mudas e a sua sobrevivência no momento de plantio.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros na relação de altura e diâmetro de colo das mudas de eucalipto (Tabela 4), foi observado que no viveiro 1 produziu-se mudas com valores elevados da relação altura e diâmetro do colo para o clone AEC 1528. Enquanto que no viveiro 2 produziu-se mudas com valores elevados da relação de altura e diâmetro de colo para clones AEC 144, AEC 244 e AEC 100. Demonstrando que podem responder de forma diferenciada as condições de produção nos diferentes locais.

4.4 Peso da massa seca da parte aérea (MSPA)

O peso da massa seca da parte aérea das mudas de *Eucalyptus* na fase de expedição apresentou valores que variaram de 6,99 a 11,69 g/planta, para todos os clones no viveiro 1. Neste viveiro, o clone AEC 1528 apresentou as maiores médias de peso da massa seca da parte aérea quando comparado com os demais, enquanto que no viveiro 2 as mudas tinham massa seca da parte aérea que variam de 8,92 a 11,31 g/planta para todos os clones. De uma forma geral, os clones AEC 244 e AEC 100 são os que apresentaram valores mais elevados de massa seca da parte aérea (Tabela 4).

Conforme Bellote e Silva (2000), a massa seca da parte aérea pode ser relacionada com a qualidade e quantidade de folhas. Esta característica é muito importante, uma vez que as folhas são responsáveis pela realização da fotossíntese que é uma das principais fontes de assimilados para o crescimento da planta após o plantio em campo.

A produção de matéria seca tem sido considerada uma das melhores características para indicar a qualidade de mudas, apresentando, porém, o

inconveniente de não ser viável a sua determinação em muitos viveiros, principalmente por envolver a destruição completa da muda e a utilização de estufas (AZEVEDO, 2003).

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros em relação a produção da massa seca da parte aérea das mudas de eucalipto (Tabela 4) foi observado que no viveiro 2 produziu-se mudas com valores mais elevados de massa seca da parte aérea nos clones AEC 244 e AEC 100, enquanto que no viveiro 1 produziu-se mudas com valores mais elevados de matéria seca da parte aérea no clone AEC 1528. O clone AEC 144 em ambos os viveiros não teve diferença significativa entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

As análises de variâncias mostraram em todas as características morfológicas avaliadas uma interação significativa a 5% de probabilidade entre os viveiros e clones, ou seja, estas características são dependentes da combinação desses dois fatores.

Tabela 5 Resumos das análises de variâncias conjuntas para massa seca da raiz (MSR), relação massa seca parte aérea e massa seca raiz (MSPA/MSR), massa seca total (MST), e índice da qualidade de Dickson (IQD) em mudas de Eucaliptos aos 90 dias em viveiros. Minas Gerais, Brasil.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios e significância do teste F			
		MSR(g)	MSPA/MSR(g)	MST(g)	IQD
Viveiros	1	16,9180**	3,4950**	58,0585**	0,0002 ^{ns}
Clones	3	5,2915**	1,4075**	25,6966**	0,1914**
Viveiros x Clones	3	2,0448*	1,2322**	34,0114**	0,1876**
Resíduo	48	0,3905	0,0875	3,4534	0,0154
CV	%	16,19	11,21	13,53	12,44

** Significativo a 1% de probabilidade, * Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo, GL Graus de liberdades.

Os resultados do teste de médias para as características morfológicas relativa à massa seca da raiz (MSR), relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca das raízes (MSPA/MSR), a massa seca total (MST) e índice da qualidade de Dickson (IQD), mostraram interação significativa em nível de 1% de probabilidade pelo teste F. Como houve efeito significativo para a interação, efetuou-se o desdobramento da interação em todos os fatores em estudo (Tabela 5).

Tabela 6 Valores médios para massa seca das raízes (MSR), relação entre massa seca da parte aérea e massa seca raiz (MSPA/MSR), massa seca total (MST), e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de eucaliptos aos 90 dias (fase de expedição) em viveiros. Minas Gerais, Brasil.

CLONES	MSR(g)		MSPA/MSR		MST(g)		IQD	
	Viveiro	Viveiro	Viveiro	Viveiro	Viveiro	Viveiro	Viveiro	Viveiro
	1	2	1	2	1	2	1	2
AEC-144	3,69a B	3,71b B	2,48cB	2,39bB	12,87a B	12,64b B	1,06b A	0,92b B
AEC-244	3,90a B	5,54a A	2,55cA	2,06bB	13,67a B	16,77a A	1,19aA	0,93b B
AEC-100	2,45b B	4,09b A	2,85bB	2,78aB	9,44b B	15,40a A	0,72c B	0,94b A
AEC-1528	3,19a B	4,28bA	3,66aA	2,31bB	14,88a B	14,18b B	1,01b B	1,17a A

* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

4.5 Peso da massa seca das raízes (MSR)

Os valores do peso da massa seca das raízes das mudas de *Eucalyptus* variaram de 2,45 g/planta a 3,69 g/planta para todos os clones no viveiro 1. Ainda no viveiro 1, as mudas dos clones AEC 144, AEC 244 e AEC 1528 apresentaram valores mais elevados de massa seca das raízes. No viveiro 2 a

produção da massa seca das raízes das mudas variou de 3,71 g/planta a 5,54 g/planta para todos os clones mas, o clone AEC 244 produziu valores mais elevados (Tabela 6).

Segundo Freitas et al. (2005), mudas que apresentam maiores valores de biomassa radicular tendem a obter um melhor desempenho após o plantio em campo, por possuírem maior facilidade de sustentação, além de maior área e eficiência para absorção de água e nutrientes. Estes autores ressaltam que as mudas com problemas de deformação radicular no viveiro podem reduzir ou atrasar o seu crescimento no campo, acarretando custos elevados na manutenção do povoamento.

Sistema radicular reduzido pode resultar em plantas estressadas hidricamente, por não absorverem água suficiente para balancear as perdas por transpiração. Também, é importante que haja raízes finas novas, as quais assegurarão pronto crescimento radicular no campo, favorecendo a adaptação da muda ao ambiente (GONÇALVES; SANTARELLI; MORAES NETO, 2000).

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros na massa seca das raízes das mudas de eucalipto (Tabela 6), foi observado que nos dois viveiros apenas o clone AEC 144 não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) enquanto que para os clones AEC 244, AEC 100 e AEC 1528, a produção de maiores valores da massa seca das raízes foi encontrada no viveiro dois. Ao se isolar o efeito do viveiro, nota-se que no viveiro 1 foram encontrados menores valores da massa seca das raízes.

4.6 Relação entre o peso da massa seca da parte aérea e o peso da massa seca das raízes (MSPA/MSR)

A relação entre o peso da massa seca da parte aérea e o peso da massa seca das raízes das mudas de *Eucalyptus* aos 90 dias em viveiro apresentou diferença significativa pelo teste F no nível de 1% de probabilidade (Tabela 5).

A relação destas duas características variou de 2,48 a 3,66 para todos os clones no viveiro 1, mas o clone AEC 1528 apresentou maiores valores em relação aos demais. No viveiro 2, a relação entre a massa seca da parte aérea e massa seca da raiz das mudas de eucalipto variou de 2,06 a 2,78 em todos os clones. Mas o clone AEC 100 produziu-se valores mais elevados em relação ao outros clones do mesmo viveiro (Tabela 6).

A relação entre o peso da massa seca da parte aérea e o peso da massa seca das raízes é considerada um índice eficiente para expressar o padrão de qualidade de mudas (GOMES; PAIVA, 2004). Pesquisadores chegaram a um consenso de que o valor de “2,0” é um bom valor para esse índice (BRISSETTE, 1984 apud CRUZ et al., 2009). No presente trabalho foram observados valores que variaram entre 2,06 a 3,66 para essa mesma relação, indicando um índice eficiente e seguro para avaliar a qualidade de mudas em viveiros.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros na relação entre massa seca da parte aérea e a massa seca das raízes de mudas de *Eucalyptus* (Tabela 6) foi observado que viveiro 1 produziu mudas com maiores valores da MSPA/MSR para clones AEC 244 e AEC 1528. No viveiro 2 as mudas de todos os clones apresentaram valores baixo da relação massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Os clones AEC 144 e AEC 100 não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) ao se comparar os dois viveiros.

4.7 Peso da massa seca total (MST)

Os valores do peso da massa seca total das mudas de *Eucalyptus* aos 90 dias em viveiros (fase de expedição) variaram de 9,44 g/planta a 14,88 g/planta, para todos os clones do viveiro 1. Os clones AEC 144, AEC 244 e AEC 1528 apresentaram valores mais elevados da massa total em relação ao clone AEC 100. No viveiro 2 as mudas de *Eucalyptus* produziram valores de massa total que variaram de 12,64 g/planta a 16,77 g/planta. Ainda no viveiro 2, os clones AEC 244 e AEC 100 produziram maiores valores de massa seca total em relação aos demais (Tabela 6).

Embora não se tenha valores numéricos para comparação, Gomes e Paiva (2004) mencionam que a massa seca total constitui uma boa indicação da capacidade de resistência das mudas nas condições de campo, apesar de se tratar de um método destrutivo. Sendo assim, a avaliação da quantidade de matéria seca produzida pelas mudas, bem como a maneira como ela está distribuída nos órgãos das plantas, torna-se fundamental na avaliação da eficiência e potencialidades de crescimento ao longo do seu ciclo.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros para massa seca total das mudas de *Eucalyptus* (Tabela 6) foi observado que o viveiro 2 produziu mudas com valores mais elevados de massa seca total nos clones AEC 244 e AEC 100. As mudas dos clones AEC 144 e AEC 1528 não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) ao se comparar os dois viveiros.

4.8 Índice da qualidade de Dickson (IQD)

O índice de qualidade de Dickson para as mudas de *Eucalyptus* variou de 0,72 a 1,19 para todos os clones no viveiro 1 (Tabela 6). As mudas do clone

AEC 244 apresentaram maiores valores de índice de qualidade de Dickson em relação as mudas dos demais clones, enquanto que no viveiro 2, o índice de qualidade variou de 0,92 a 1,17 e o clone AEC 1528 apresentou valores mais elevados de índice de qualidade de Dickson em relação as mudas dos demais clones estudados.

Trabalhos realizados por alguns autores demonstraram valores muito baixo de índice de qualidade de Dickson para mudas de eucalipto. Binotto (2007) observou IQD de 0,05 em mudas de *Eucalyptus grandis* aos 120 dias. Oliveira Júnior (2009) obteve IQD médio de 0,11 em mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em substrato comercial aos 100 dias.

No presente trabalho, todos os clones apresentaram mudas com valores de índice de qualidade de Dickson que variaram de 0,72 a 1,17 nos dois viveiros em estudo, mostrando que as mudas estavam com bom padrão da qualidade para o plantio.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros no índice da qualidade de Dickson das mudas de eucalipto (Tabela 6) foi observado que no viveiro 1 produziu-se mudas com maiores valores de IQD para os clones AEC 144 e AEC 244, enquanto que no viveiro 2 produziu-se mudas com maiores valores de IQD para os clones AEC 100 e AEC 1528 demonstrando que os clones podem responder de forma diferenciada aos tratos culturais recebidos na fase de produção de mudas.

4.9 Avaliação do estado nutricional das mudas de *Eucalyptus* nos viveiros

1 e 2

A avaliação nutricional de plantas é realizada a partir da análise química das folhas. Segundo Silveira et al. (2000), a folha é que melhor reflete o estado nutricional de uma planta, respondendo por qualquer variação na disponibilidade

de alguns nutrientes. A interpretação do resultado da análise foliar significa comparar o valor da concentração de cada nutriente na amostra analisada com a concentração considerada padrão ou ótima (FONTES, 2001).

4.9.1 Macronutrientes

Na tabela 7 é apresentado o resumo da análise de variância para os teores foliares de macronutrientes (nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S)) em mudas de *Eucalyptus* aos 90 dias após estaqueamento (fase de expedição).

Por meio da análise estatística foi observado interação significativa ($p \leq 0,01$) (Tabela 7) para os teores de nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P) e enxofre (S) presente nas folhas das mudas clonais de *Eucalyptus*. No entanto a interação não foi significativa ($p > 0,05$) para os teor foliar de potássio (K) (Tabela 7).

Tabela 7 Resumo da análise de variância conjunta para o teor foliar de macronutrientes em mudas de clones de *Eucalyptus* aos 90 dias (fase de expedição) em Viveiros, Minas Gerais, Brasil.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios e significância do teste F					
		N (g/kg)	P(g/kg)	K(g/kg)	Ca(g/kg)	Mg (g/kg)	S (g/kg)
Viveiros	1	0,0153 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,1953 ^{ns}	194,5378**	3,6450**	1,3203**
Clones	3	106,0661**	0,0044 ^{ns}	0,4178 ^{ns}	20,8361**	0,005 ^{ns}	0,3086**
Viveiros x Clones	3	101,4686**	0,0136*	0,8944 ^{ns}	2,0886*	0,3833**	1,3053**
Residuo	48	5,7269	0,0032	0,3832	0,6501	0,0229	0,0082
CV	%	13,45	13,08	6,07	5,48	3,98	7,24

** Significativo a 1% de probabilidade,* Significativo a 5% de probabilidade, ns não significativo, GL Graus de liberdades.

Tabela 8 Teor médio foliar dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio) em mudas de clones de *Eucalyptus* aos 90 dias (fase de expedição) em dois viveiros, Minas Gerais, Brasil.

CLONE	N (g/kg)		P (g/kg)		K (g/kg)	
	Viveiro 1	Viveiro 2	Viveiro 1	Viveiro 2	Viveiro 1	Viveiro 2
AEC-100	11,77 c B	20,45 a A	0,40 b B	0,40 b B	10,25 a B	9,92 b B
AEC-144	27,62 a A	18,87 a A	0,40 b B	0,50 a A	10,27 a B	9,82 b B
AEC-1528	16,10 b B	15,80 b B	0,50 b A	0,40 b B	9,90 a B	10,32a B
AEC-244	15,57 b B	16,12b B	0,45 b B	0,42 b B	10,05 a B	11,02 a B

*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

4.9.2 Nitrogênio (N)

O nitrogênio nas mudas de *Eucalyptus* aos 90 dias após estaqueamento (fase de expedição) em viveiro foi influenciado significativamente ($p \leq 0,01$) pela interação entre clones e viveiros (Tabela 7). Os valores do teor foliar de nitrogênio nas mudas na fase de plantio variaram de 11,77 a 27,62 g para as mudas de todos os clones no viveiro 1. As mudas do clone AEC 144 apresentaram valores mais elevados de concentração de nitrogênio em relação aos restantes. Enquanto isso, no viveiro 2, as concentrações de N variaram de 15,80 a 20,45 g para as mudas de todos os clones, e os clones AEC 100 e AEC 144 foram os que apresentaram mudas com a maior concentração de nitrogênio (Tabela 8).

A concentração do nitrogênio nas folhas das mudas dos clones AEC 1528 e AEC 244, no viveiro 1 e AEC 1528, AEC 244 e AEC 144 no viveiro 2 (Tabela 8), encontra-se dentro da faixa considerada adequada para crescimento de mudas de eucalipto (GONÇALVES, 1995) que está compreendida entre 13,5-18 g de N kg⁻¹. Em relação às mudas do clone AEC 144 com valores de 27,62 g de N kg⁻¹ foi considerado dentro da faixa adequada com base em Dell, Malajczuk e Grove (1995), a qual varia de 25- 38 g de N kg⁻¹. Nas mudas do clone AEC 100, a concentração de nitrogênio encontra-se abaixo da faixa adequada com valor de 11,77 g de N kg⁻¹ no viveiro 1.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros e a concentração de nitrogênio nas mudas de *Eucalyptus* (Tabela 8) foi observado que no viveiro 1, as mudas do clone AEC 144 apresentaram maior concentração de nitrogênio enquanto que no viveiro 2, as mudas dos clones AEC 100 e AEC 144 foram as que apresentaram maiores concentrações de nitrogênio. E para os clones AEC 1528 e AEC 244 não houve diferença significativa ($p > 0,05$) de concentração de nitrogênio entre si nos dois viveiros.

4.9.3 Fósforo (P)

Para o teor foliar de fósforo nas mudas de *Eucalyptus*, houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) apenas entre a interação clones e viveiros, não havendo diferenças ($p > 0,05$) entre clones e nem entre viveiros (Tabela 7). A concentração foliar de fósforo nas mudas de eucalipto variou de 0,40 a 0,50 g de P kg⁻¹ para as mudas de todos os clones no viveiro 1, e em todos os clones não houve tem diferença entre si ($p > 0,05$). Enquanto que no viveiro 2, a concentração foliar de fósforo nas mudas variou de 0,40 a 0,5 g de P kg⁻¹ e nos dois viveiros não houve diferença significativa entre os clones ($p > 0,05$) (Tabela 8).

A concentração foliar de fósforo nas mudas dos quatro clones em ambos os viveiros (Tabela 8) encontra-se abaixo da faixa considerada adequada para crescimento de mudas de *Eucalyptus* (DELL; MALAJACZUK; GROVE, 1995; GONÇALVES, 1995; JUDD; ATTIWILL; ADAMS, 1996; LEITE, 2003; SILVEIRA; HIGASHI; MOREIRA, 1999) cujas faixas variam de 1,5-2,2 g de P kg⁻¹, 0,9-1,3 g de P kg⁻¹, 2 g de P kg⁻¹, 1,7- 2,2 g de P kg⁻¹, 2,5- 3 g de P kg⁻¹.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros observa-se que a maior concentração foliar de fósforo nas mudas de eucalipto (Tabela 8) ocorreu no viveiro 1, nas mudas do clone AEC 1528, enquanto que no viveiro 2 foi observado a maior concentração foliar de fósforo nas mudas do clone AEC 144. Para as mudas dos clones AEC 100 e AEC 244 nos dois viveiros a concentração foliar de fósforo não teve diferença significativa entre clones em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott- Knott.

4.9.4 Potássio (K)

Não houve diferenças estatísticas significativas a 5% de probabilidade para teores foliares de potássio em função dos clones e viveiros (Tabela 7). A concentração de potássio nas mudas de *Eucalyptus* variou de 9,90 a 10,27 g de K kg⁻¹ para as mudas de todos os clones no viveiro 1, porém, não houve diferença estatística entre si ($p > 0,05$). Enquanto que no viveiro 2, a concentração foliar de fósforo nas mudas variou de 9,82 a 11,02 g de K kg⁻¹ para todos os clones, porém, não houve diferença significativa entre si ($p > 0,05$) (Tabela 8).

Na Tabela 9 encontram-se os valores médios para o teor foliar de Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), e Enxofre (S) contidas nas mudas de *Eucalyptus* aos 90 dias após estaqueamento (fase de expedição) nos dois viveiros.

Tabela 9 Teor foliar médio de macronutrientes (cálcio, magnésio, enxofre) em mudas de clones de *Eucalyptus* aos 90 dias (fase de expedição) em dois viveiros, Minas Gerais, Brasil.

CLONE	Ca (g/kg)		Mg (g/kg)		S (g/kg)	
	Viveiro 1	Viveiro 2	Viveiro 1	Viveiro 2	Viveiro 1	Viveiro 2
AEC-100	10,05 bB	16,22 cA	4,02 bA	3,65 aB	0,60 cB	2,10 aA
AEC-144	13,80 aB	17,47 bA	4,15 bA	3,42 aB	1,70aA	1,25 bB
AEC-1528	11,10 bB	16,10 cA	3,95 bA	3,62 aB	1,00 bB	1,30bA
AEC-244	14,07aB	18,95 aA	4,42 aA	3,15 bB	0,90 bB	1,17bA

* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

4.9.5 Cálcio (Ca)

O cálcio contido nas folhas das mudas de clones de *Eucalyptus* aos 90 dias após estaqueamento em ambos os viveiros foi influenciado significativamente ($p \leq 0,05$) pelos clones (Tabela 7). Os teores de cálcio nas mudas de eucalipto variaram de 10,05 a 14,07 g de Ca kg⁻¹ entre todos os clones do viveiro 1. As mudas dos clones AEC-144 e AEC-244, no viveiro 1, foram as que apresentaram os maiores valores de cálcio diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) do teor de cálcio apresentado pelos demais clones neste viveiro (Tabela 9).

No viveiro 2 o teor foliar de cálcio nas mudas variou de 16,10 a 18,95 g de Ca kg⁻¹ entre os clones, sendo os maiores valores de cálcio observados nas mudas do clone AEC 244, diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) do teor de cálcio apresentado pelos demais clones neste viveiro (Tabela 9).

Os teores de cálcio nas folhas de *Eucalyptus* nos clones AEC 100 e AEC 1528 no viveiro 1 (Tabela 9) encontram-se na faixa considerada adequada para o crescimento das mudas de eucalipto (SILVEIRA; HIGASHI; MOREIRA, 1999) cuja faixa varia de 7,1 – 11 g de Ca kg⁻¹. Mas, as mudas dos clones AEC-144 e AEC-244 no viveiro 1 e todos os clones no viveiro 2 encontram-se com valores acima da faixa considerada adequada para o crescimento das mudas de eucalipto em comparação com seguintes autores: Judd, Attiwill e Adams (1996) 7,4 g de Ca kg⁻¹, Dell, Malajczuk e Grove (1995) é de 5 - 8 g de Ca kg⁻¹, (LEITE, 2003) de 9 g de Ca kg⁻¹ e (GONÇALVES, 1995) 6 - 10 g de Ca kg⁻¹.

Analisando o efeito de interação entre clones e viveiros verifica-se que o teor foliar de cálcio nas mudas de *Eucalyptus* (Tabela 9) no viveiro 2 foram elevados para todos os clones estudados, enquanto que no viveiro 1 não houve diferença significativa entre si pelo teste Scott- Knott no nível de 5% de probabilidade.

4.9.6 Magnésio (Mg)

O teor foliar de magnésio nas mudas de *Eucalyptus* foi influenciado significativamente ($p \leq 0,01$) pela interação entre clones e viveiros (Tabela 7). A concentração de magnésio nas folhas das mudas de eucalipto variou de 3,95 a 4,42 g de Mg kg⁻¹ para as mudas de todos os clones no viveiro 1. As mudas do clone AEC 244 apresentaram maior concentração de Mg em relação as mudas dos demais clones. Enquanto que no viveiro 2 os teores de magnésio nas mudas de *Eucalyptus* variaram de 3,15 a 3,65 g de Mg kg⁻¹ entre os clones. No Viveiro 2, as mudas dos clones AEC 100, AEC 144 e AEC 1528 apresentaram maiores concentração de magnésio (Tabela 9).

A concentração de magnésio nas folhas das mudas dos clones AEC 100, AEC 144, AEC 1528 e AEC 244 para ambos os viveiros (Tabela 9) encontram-se dentro da faixa considerada adequada para crescimento das mudas de *Eucalyptus* segundo Gonçalves (1995) cujos valores estão entre 3,5 – 5 g de Mg kg⁻¹.

Analisando a interação entre clones e viveiros observou-se que no viveiro 1 a concentração de magnésio nas mudas de *Eucalyptus* (Tabela 9) apresentaram valores mais elevados nos clones AEC 100, AEC 144, AEC 1528 e AEC 244, enquanto que a concentração de magnésio nas mudas no viveiro 2 não apresentou diferença significativa entre si pelo teste Scott- Knott em nível de 5% probabilidade.

4.9.7 Enxofre (S)

O enxofre contido nas mudas de *Eucalyptus* aos 90 dias nos viveiros estudados foi influenciado significativamente ($p \leq 0,01$) pelos clones e viveiros (Tabela 7).

A concentração de enxofre nas mudas de *Eucalyptus* variaram de 0,60 a 1,70 g de S kg⁻¹ entre os clones no viveiro 1. As mudas do clone AEC 144 apresentou maior concentração de enxofre. No viveiro 2 a concentração de enxofre nas mudas variou de 1,17 a 2,10 g de S kg⁻¹ para o clone AEC 100 que apresentou maior concentração do enxofre (Tabela 9).

A concentração de enxofre nas folhas dos clones AEC 100 no viveiro 2 e AEC 144 em viveiro 1 (Tabela 9) encontram-se dentro da faixa considerada adequada para crescimento das mudas de *Eucalyptus* em viveiros (GONÇALVES, 1995) que está compreendida entre 1,5 – 2 g de S kg⁻¹.

Para os clones AEC 100, AEC 244 e AEC 1528 cujas concentrações variaram de 0,60 e 0,90 g de S kg⁻¹ no viveiro1, e AEC 144, AEC 1528, AEC 244 no viveiro 2, cujas as concentrações variaram de 1,25, 1,30 e 1,17 g de S kg⁻¹ encontram-se abaixo da faixa considerada adequada segundo Judd, Attiwill e Adams (1996) 2,6 g de S kg⁻¹, Dell, Malajczuk e Grove (1995) é de 1,9 – 3,2 g de S kg⁻¹, Leite (2003) de 2,5 g de S kg⁻¹ ..

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros verificou-se que para as mudas de *Eucalyptus* no viveiro 2 a concentração de enxofre (Tabela 9) apresentou maiores valores nos clones AEC 100, AEC 1528 e AEC 244 enquanto que no viveiro 1, as mudas do clone AEC 144 apresentaram maior teor foliar de enxofre.

4.10 Micronutrientes

Na tabela 10 é apresentado o resumo da análise de variância conjunta para o teor foliar dos micronutrientes: boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn), e ferro (Fe), avaliados em mudas de *Eucalyptus* na fase de expedição nos dois viveiros estudados.

As análises realizadas mostraram interação significativa a 1% e 5% de probabilidade para os teores dos micronutrientes cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn) e ferro (Fe). No entanto, a mesma interação não foi significativa ($p > 0,05$) para o teor de boro (B).

Tabela 10 Resumo da análise de variância conjunta para o teor foliar de micronutrientes em mudas de clones *Eucalyptus* aos 90 dias (fase de expedição) em viveiros, Minas Gerais, Brasil.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios e significância do teste F				
		B (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (g/kg)	Fe (ppm)
Viveiros	1	68,7378*	80,3278**	1840,7278*	587,3878**	328,9612 ^{ns}
Clones	3	7,4736 ^{ns}	12,3761**	6865,3703**	203,4736**	520,2920*
Viveiros x Clones	3	11,4978 ^{ns}	3,2669*	30231,6019**	263,0919**	2367,0670**
Resíduo	48	3,4317	0,5451	348,1521	5,1359	157,4016
CV	%	12,85	11,62	13,52	5,39	12,12

** Significativo a 1% de probabilidade,* Significativo a 5% de probabilidade, ns não significativo, GL Graus de liberdades.

Tabela 11 Teor foliar médio de micronutrientes (boro, cobre, manganês) em mudas de clones de *Eucalyptus* aos 90 dias (fase de expedição) em dois viveiros, Minas Gerais, Brasil.

CLONE	B(ppm)		Cu(ppm)		Mn(ppm)	
	Viveiro 1	Viveiro 2	Viveiro 1	Viveiro 2	Viveiro 1	Viveiro 2
AEC-100	13,27aB	12,85 bB	5,70 aB	9,65 aA	77,62 cB	232,90 aA
AEC-144	18,37aA	12,32 bB	5,82 aB	8,40 bA	169,80 bA	90,20 cB
AEC-1528	15,60aB	13,70 bB	2,80 bB	7,27 cA	59,80 cB	140,92 bA
AEC-244	16,30aA	12,95 bB	4,75 bB	6,42 cA	214,27 aA	118,15 bB

* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

4.10.1 Boro (B)

Para o boro, não houve diferenças significativa ($p > 0,05$) para o efeito principal de viveiros e clones, assim como para a interação entre estes fatores (Tabela 10).

O teor foliar de boro contido nas mudas de *Eucalyptus* variaram de 13,27 a 18,37 mg de B kg^{-1} entre os clones no viveiro 1. Os clones AEC 144, AEC 244 e AEC 1528 apresentaram maiores teores de boro, enquanto que no viveiro 2 o teor de B nas mudas de *Eucalyptus* variaram de 12,32 a 12,95 g de B kg^{-1} e os mesmos não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre os clones (Tabela 11).

4.10.2 Cobre (Cu)

Para teor foliar de cobre nas mudas de *Eucalyptus*, houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) de clones, viveiros e da interação entre estes fatores (Tabela 10).

A concentração de cobre nas mudas de *Eucalyptus* variaram de 2,80 a 5,82 mg de Cu kg⁻¹ entre todos os clones no viveiro 1. Os clones AEC 100 e AEC 144 apresentaram maiores teores de cobre enquanto que no viveiro 2 os teores de cobre nas mudas de *Eucalyptus* variaram de 6,42 a 9,65 g de Cu kg⁻¹ e o clone AEC 100 é que apresentou maior teor de cobre em relação aos demais clones estudados (Tabela 11).

A concentração de cobre nas mudas dos clones AEC 100, AEC 144 e AEC 1528 no viveiro 2 (Tabela 11) encontram-se dentro da faixa considerada adequada para crescimento das mudas de *Eucalyptus* segundo Gonçalves (1995) cuja faixa está compreendida entre 7 – 10 mg de Cu kg⁻¹.

Para os clones AEC 100, AEC 144 e AEC 244 nos quais os valores observados de cobre foram, respectivamente, de 5,70, 5,82 e 4,75 mg de Cu kg⁻¹ no viveiro 1, a concentração de cobre encontra-se dentro da faixa considerada adequada para crescimento de mudas pelo estudo de Dell, Malajczuk e Grove (1995) cuja faixa varia de 3,5 – 5,5 mg de Cu kg⁻¹.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros verificou-se que no viveiro 2 a concentração de cobre nas mudas de *Eucalyptus* (Tabela 11) apresentou maiores valores para todos os clones. Enquanto que no viveiro 1 não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na concentração foliar de cobre entre as mudas dos clones.

4.10.3 Manganês (Mn)

O teor foliar de manganês das mudas de *Eucalyptus* foi influenciado significativamente ($p \leq 0,01$) pela interação de clones e viveiros (Tabela 10).

Os teores de manganês nas mudas de *Eucalyptus* variaram de 59,80 a 214,27 mg de Mn kg⁻¹ entre todos os clones no viveiro 1. O clone AEC 244 apresentou maior teor de manganês. Enquanto que no viveiro 2, o teor de manganês nas mudas de *Eucalyptus* variou de 90,20 mg de Mn kg⁻¹ a 232,90 mg de Mn kg⁻¹ e o clone AEC 100 foi que apresentou maior teor de manganês em relação aos outros clones estudados (Tabela 11).

Os teores de manganês nas mudas dos clones AEC 100, AEC 1528 e AEC 244 em ambos os viveiros (Tabela 11) encontram-se dentro da faixa considerada adequada para crescimento de mudas de *Eucalyptus* segundo Dell, Malajczuk e Grove (1995) cuja faixa está compreendida entre 50 – 546 mg de Mn kg⁻¹. As mudas dos clones AEC 100 e AEC 244 com teor de Mn, respectivamente, de 232,90 mg de Mn kg⁻¹ e 214,27 mg de Mn kg⁻¹, respectivamente no viveiro 2 e no viveiro 1, encontram-se dentro da faixa considerada adequada para crescimento de mudas de *Eucalyptus* segundo Silveira, Higashi e Moreira (1999) que consideram valores variáveis de 200 – 840 mg de Mn kg⁻¹.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros observou-se que para as mudas de *Eucalyptus* no viveiro 1, os teores de manganês (Tabela 11) apresentaram maiores valores para os clones AEC 144 e AEC 244, enquanto que no viveiro 2 os maiores teores de manganês foram observadas nas mudas dos clones AEC 100 e AEC 1528.

Os valores médios para micronutrientes, zinco (Zn), e ferro (Fe) contidos nas mudas de *Eucalyptus* na fase de expedição nos dois viveiros estudados encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12 Teor foliar médio de micronutrientes (zinco, ferro) em mudas de clones de *Eucalyptus* aos 90 dias (fase de expedição) em dois viveiros, Minas Gerais, Brasil.

CLONE	Zn (ppm)		Fe (ppm)	
	Viveiro 1	Viveiro 2	Viveiro 1	Viveiro 2
AEC-100	27,60 dB	44,67 bA	92,55 cB	119,37 aA
AEC-144	50,70 aA	42,40bB	137,27 aA	83,90 bB
AEC-1528	40,07 bB	51,65aA	87,42cB	96,42 bB
AEC-244	32,52 cB	46,45 bA	109,75 bB	101,65 bB

* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

4.10.4 Zinco (Zn)

Para teor de zinco nas mudas de *Eucalyptus* houve diferença significativa na interação entre clones e viveiros no nível de 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 10).

A concentração de zinco nas mudas de *Eucalyptus* variou de 27,60 a 50,70 mg de Zn kg⁻¹ entre os clones no viveiro 1. As mudas do clone AEC 144 apresentaram maior concentração de zinco. No viveiro 2 a concentração de zinco nas mudas de *Eucalyptus* variou de 42,40 a 51,65 mg de Zn kg⁻¹. O clone AEC 1528, no viveiro 2, apresentou maior concentração de zinco em relação aos demais clones estudados (Tabela 12).

A concentração de zinco nas folhas das mudas dos clones AEC 144, AEC 1528 no viveiro 1 e das mudas dos clones AEC 100, AEC 144, AEC 244 no viveiro 2 (tabela 12) encontram-se dentro de faixa considerada adequada para crescimento de mudas de *Eucalyptus* de acordo com Gonçalves (1995) cuja faixa está entre 35 – 50 mg de Zn kg⁻¹.

Os valores do teor foliar de zinco nas mudas dos clones AEC 100 e AEC 244 no viveiro 1 encontram-se abaixo da faixa considerada adequada para crescimento de mudas de *Eucalyptus*, e as mudas do clone AEC 1528 do viveiro 2, encontra-se acima de faixa considerada adequada para crescimento de mudas de *Eucalyptus* se comparados com Judd, Attiwill e Adams (1996) 29 mg de Zn kg⁻¹, Dell, Malajczuk e Grove (1995) é de 17 – 22 mg de Zn kg⁻¹ e Leite (2003) de 35 mg de Zn kg⁻¹.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros foi observado que para as mudas de *Eucalyptus* no viveiro 2 a concentrações de zinco nas folhas apresentaram maiores valores para os AEC 100, AEC 1528 e AEC 244 (Tabela 12), enquanto que no viveiro 1 a maior concentração de zinco foi observada nas mudas do clone AEC 144.

4.10.5 Ferro (Fe)

O teor foliar de ferro nas mudas de *Eucalyptus* foi influenciado significativamente ($p \leq 0,01$) pela interação entre clones e viveiros pelo teste F (Tabela 10). A concentração de ferro nas mudas de *Eucalyptus* variaram de 87,42 a 137,27 mg de Fe kg⁻¹ entre os clone no viveiro 1. As mudas do clone AEC 144, no viveiro 1, apresentaram maior concentração de ferro, diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) do teor de Fe nas mudas dos demais clones estudados (Tabela 12). No viveiro 2, a concentração de ferro nas mudas de *Eucalyptus* variou de 83,90 a 119,37 mg de Fe kg⁻¹. As mudas do clone AEC 100, no viveiro 2, apresentaram a maior concentração de ferro, diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) do teor de Fe nas mudas dos demais clones estudados (Tabela 12).

A concentração de ferro nas mudas dos clones AEC 100, AEC 1528, AEC 144 e AEC 244 em ambos os viveiros (Tabela 12) encontram-se dentro da

faixa considerada adequada para produção de mudas de *Eucalyptus* segundo Silveira, Higashi e Moreira (1999) a qual varia de 65 – 125 mg de Fe kg⁻¹.

As mudas do clone AEC 144 no viveiro 1 encontra-se abaixo da faixa considerada adequada para produção de mudas de *Eucalyptus* se comparados com Gonçalves (1995) 150 - 200 mg de Fe kg⁻¹, Judd, Attiwill e Adams (1996) 170 mg de Fe kg⁻¹, Leite (2003) de 200 mg de Fe kg⁻¹.

Analisando o efeito da interação entre clones e viveiros observou-se para as mudas no viveiro 1, que o teor foliar de ferro apresentou maior valor nas mudas do clone AEC 144 (Tabela 12), enquanto que no viveiro 2 a maior concentração de ferro foi observada para as mudas do clone AEC 100. As mudas dos clones AEC 1528 e AEC 244 não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre si em ambos os viveiros estudados.

5 CONCLUSÕES

As mudas de *Eucalyptus*, na fase de expedição, provenientes dos diferentes clones e viveiros estudados, apresentam características morfológicas e nutricionais consideradas adequadas para plantio em campo.

Verificou-se um bom estado nutricional das mudas avaliadas, pois apresentaram concentrações de macro e micronutrientes dentro da faixa considerada adequada para produção de mudas de *Eucalyptus*. Com exceção da concentração de fósforo e cálcio que foram consideradas, respectivamente, abaixo e acima, da faixa recomendada na literatura.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2012, ano base 2011**. Brasília, 2012. 150 p.

AZEVEDO, M. I. R. **Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela Fissilis* vell) e de Ipê marelo (*Tabebuia serratifolia*(vahl) wich) produzida em diferente substratos e tubetes**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

BELLOTE, A. J. F.; SILVA, H. D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-166.

BERNARDINO, D. C. S. de et al. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (BENTH.) BRENAN em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 863-870, nov./dez. 2005.

BINOTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o Índice de Qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* - Engelm.** 2007. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

BIRCHLER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parâmetros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria, Sistemas y Recursos Forestales**, Madrid, v. 7, n. 1/2, p. 109-121, 1998.

CARNEIRO, J. G. de A. **Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de *Pinus taeda* L. em viveiro e após o plantio**. Curitiba: UFPR, 1985. 106 p.

_____. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Bara). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, jun. 2004.

CHAVASSE, C. G. R. The significance of planting height as an indicator of subsequent seedling growth. **New Zealand Journal of Forestry**, Rotorua, v. 22, p. 283-296, 1977.

CRUZ, C. A. F. et al. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 21, n. 66, p. 100-107, 2004.

_____. Resposta de mudas de *Senna macranthera* (DC. EX Collad.) H.S. Irwin & Barnaby (Fedegoso) cultivadas em latossolo vermelho amarelo distrófico a macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 13-24, jan./fev. 2009.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

DANIEL, O. et al. Aplicação de fósforo em mudas de Acacia mangium. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 163-168, mar./abr. 1997.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. In: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. (Ed.). **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: UFLA, 2008. p. 83-122.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. C. Funções dos micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. p. 65-78.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.

DELL, B.; MALAJACZUK, N.; GROVE, T. S. **Nutrient disorders in plantation eucalypts**. Canberra: Australian Centre for international Agricultural Research, 1995. 104 p.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspective**. 2nd ed. Sunderland: Sinauer, 2005. 380 p.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. 2002. 77 f. Monografia (Especialização em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

FINGER, C. A. G.; SCHNERIDER, P. R.; GARLET, A. Estabelecimento de povoamento de *Pinus elliottii* E. Pela sementeira direta a campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 107-107, 2003.

FONSECA, C. A.; PAIVA, H. N. de; GUERREIRO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete cascas (*Samanea inopinata* Harms), Duck. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 537-546, jul./ago. 2006.

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

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, *Cedrela fissilis* Vell. E *Aspidosperma polyneuron* Mull Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 515-523, jul./ago. 2002.

FONSECA, R.; RODRIGUES, R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 27-43, jun. 2000.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 122 p.

FREITAS, T. A. S. et al. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 853-861, nov./dez. 2005.

GASPARIN, E. **Armazenamento de sementes e produção de mudas de *Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan**. 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

GLINSKI, J.; LIPIEC, J. **Soil physical conditions and plant roots**. Florida: CRC, 1990. 250 p.

GOMES, J. M. Influência do tratamento prévio do solo com brometo de metila no crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var *hondurensis* em viveiro. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 35, p. 18-23, 1978.

_____. **Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K**. 2001. 166 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

GOMES, J. M. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 1, p. 113-127, jan./fev. 2003.

_____. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em "Win-Strip". **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 15, n. 1, p. 35-42, jan./fev. 1991.

_____. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, nov./dez. 2002.

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

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 15, 1996.

GONÇALVES, J. L. M. **Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica**. Piracicaba: FEALQ, 1995. 15 p. (Documentos Florestais, 23).

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

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 310-350.

GURTH, P. Forst pflanzen und Kulturesfolg-eine literaturubersich: Ergantung 1970-1975. **Allgemeine Forest Jagdztg**, Frankfurt, v. 140, p. 240-245, 1976.

HOPPE, J. M.; BRUN, E. J. **Produção de sementes e mudas florestais**. Santa Maria: UFSM, 2004. 402 p.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1., 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: USDA, 1990. p. 218-222.

JOHNSON, J. D.; CLINE, P. M. Seedling quality of southern pines. In: DUREYA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed.). **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1991. p. 143-162.

JUDD, T. S.; ATTIWILL, P. M.; ADAMS, M. A. Nutrient concentrations in *Eucalyptus*: a *synthesis* in relation to differences between taxa, sites and components. In: ATTIWILL, P. M.; ADAMS, M. A. (Ed.). **Nutrition of eucalypts**. Collingwood: CSIRO, 1996. p. 123-154.

LANDIS, T. D. Mineral nutrients and fertilization. In: LANDIS, T. D. et al. (Ed.). **The container tree nursery manual**. Washington: USDA, 1989. v. 4, p. 1-67. (Agriculture Handbook, 674).

LEITE, F. P. **Manejo nutricional para produção de mudas**. Belo Oriente: CENIBRA, 2003. 124 p.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.

MARENCO-MENDOZA, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2007. 469 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. New York: Academic, 1995. 889 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Berne: International Potash Institute, 1978. 593 p.

_____. _____. 4th ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MOREIRA, F. M. S.; MOREIRA, F. W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 26, n. 1/2, p. 3-16, 1996.

OLIVEIRA JÚNIOR, O. A. de. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla* produzidas em diferentes substratos**. 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2009.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 56 p.

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

RIBEIRO, G. T. et al. **Produção de mudas de eucalipto**. Viçosa, MG: Aprenda, 2001. 112 p.

SHIMIZU, J. Y. **Seleção fenotípica de *pinus elliotti Engelm var elliottii* no viveiro e seus efeitos no crescimento**. Brasília: EMBRAPA/URPFCS, 1980. 27 p. (Boletim de Pesquisa Florestal, 1).

SILVA, M. F. da. **Efeito do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**. 2003. 110 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2003.

SILVEIRA, R. L. V. de A. et al. Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 79-104.

_____. Matéria seca, concentração e acúmulo de nutrientes em mudas de *Eucalyptus grandis* em função da idade. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 136-149, 2003.

SILVEIRA, R. L. V. de A.; HIGASHI, E. N.; MOREIRA, A. **Monitoramento nutricional Lwarcel**. Piracicaba: IPEF, 1999. 62 p.

SOUTH, D. B.; ZWOLINSKI, J. B.; DONALD, D. G. M. Interactions among seedling diameter grade, weed control and soil cultivation for *Pinus radiata* in South Africa. **Canadian Journal Research**, Ottawa, v. 23, n. 10, p. 2078-2082, Oct. 1993.

STURION, J. A. Influência do recipiente e do método de semeadura na formação de mudas de *Mimosa scabrella*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 2, p. 69-88, 1981.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Ed.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Colombo: EMBRAPA Floresta, 2000. p. 125-150.

STURION, J. A.; GRAÇA, L. R.; ANTUNES, J. B. M. **Produção de mudas de espécies de rápido crescimento por pequenos produtores**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. 20 p. (Circular Técnica, 37).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

_____. _____. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TEDESCO, N. **Produção de mudas de acácia- negra (*Acacia mearnsii* D. Willd) adubados com N-P-K**. 1999. 71 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1999.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus e Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BRNEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 167-190.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 298-325.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de eucalipto por sementes. In: _____. **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2010. p. 13-47.