

**SUBSTRATOS E FERTILIZAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE MUDAS DE CANDEIA
Eremanthus erythropappus (DC.) McLeisch, EM
TUBETES**

ELVIS ADRIANO BRAGA

2006

ELVIS ADRIANO BRAGA

**SUBSTRATOS E FERTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
CANDEIA *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch, EM TUBETES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Floresta de Produção, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Antônio Cláudio Davide

Co-orientador

Prof. Dr. José Márcio Rocha Faria

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

2006

ELVIS ADRIANO BRAGA

**SUBSTRATOS E FERTILIZAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
CANDEIA *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch, EM TUBETES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Floresta de Produção, para a obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 17 de Fevereiro de 2006,

Prof. Dr. Antonio Eduardo Furtini Neto - UFLA

Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho - UFLA

Prof. Dr. Antonio Cláudio Davide
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006**

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

Braga, Elvis Adriano.

Substratos e fertilização na produção de mudas de candeia *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch, em tubetes.

– Lavras : UFLA, 2006.

77 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2006.

Orientador: Antônio Cláudio Davide .

Bibliografia.

1. *Eremanthus erythropappus*. 2. Mudas. 3. Fertilizantes. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.97355

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	I
LISTA DE FIGURAS.....	III
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Referências Bibliográficas.....	5
2 Capítulo I EFEITO DE SUBSTRATOS, TAMANHO DE TUBETES E FERTILIZAÇÃO NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE CANDEIA (<i>Eremanthus erythropappus</i>)	
Resumo.....	6
Abstract.....	7
1 Introdução.....	8
2 Material e Métodos.....	11
2.1 Local do experimento.....	11
2.2 Obtenção das sementes.....	11
2.3 Recipientes.....	12
2.4 Substratos.....	12
2.5 Adubação.....	16
2.6 Semeadura e desbastes.....	18
2.7 Controle e prevenção de doenças.....	18
2.8 Delineamento experimental e características avaliadas.....	19
3 Resultados e Discussão.....	22
4 Conclusões.....	43

5 Referências Bibliográficas.....	44
-----------------------------------	----

**3 Capítulo II FONTES DE FERTILIZANTES DE
LIBERAÇÃO CONTROLADA NA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE CANDEIA**

	Página
Resumo.....	48
Abstract.....	49
1 Introdução.....	50
2 Material e Métodos.....	52
2.1 Local do experimento.....	52
2.2 Obtenção das sementes.....	52
2.3 Recipientes.....	53
2.4 Substratos.....	53
2.5 Adubação.....	55
2.6 Semeadura e desbastes.....	57
2.7 Controle e prevenção de doenças.....	57
2.8 Potencial de crescimento de raízes novas (PCR).....	57
2.9 Delineamento experimental e características avaliadas.....	58
3 Resultados e Discussão.....	60
4 Conclusões.....	74
5 Referências Bibliográficas.....	75

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela		Página
1	Precipitação e média das temperaturas e umidades relativas do ar máximo e mínimo mensal e umidade média no campus da UFLA.....	10
2	composição dos substratos com matéria orgânica (cmo) e sem matéria orgânica (smo).....	13
3	Propriedades químicas dos substratos ^U usados no cultivo das mudas sem adubação básica.....	15
4	composição da adubação de base usada nos tratamentos.....	17
5	Características morfológicas e relações utilizadas nas avaliações.....	19
6	Propriedades físicas dos substratos usados no cultivo das mudas.....	23
7	Resumo das análises de variância dos parâmetros de avaliação na produção de mudas de candeia; 60 dias após semeadura para condutividade elétrica do lixiviado (CE) e 120 dias para as demais características.....	25
8	Médias das características morfológicas, analisadas aos 120 dias e condutividade elétrica (CE) do lixiviado, aos 60 dias após a semeadura, em função da interação tubete dentro de tratamentos com uso de substrato com matéria orgânica (cmo) e sem matéria orgânica (smo).....	27
9	Médias das características morfológicas analisadas aos 120 dias e condutividade elétrica (CE) do lixiviado aos 60 dias após a semeadura, em função da interação tubete x adubação dentro de substrato com matéria orgânica (cmo) e sem matéria orgânica (smo).....	27
10	Sobrevivência, em %, das mudas nos tratamentos estudados, ao final de 120 dias.....	40

CAPÍTULO II

Tabela		Página
1	Precipitação e média das temperaturas e umidades relativas do ar máximo e mínimo mensal e umidade média no campus da UFLA.....	52
2	Propriedades físicas e químicas do substrato usados no cultivo das mudas ^{1/}	55
3	Propriedades químicas dos fertilizantes usados no cultivo das mudas ^{1/}	56
4	Características morfológicas e relações utilizadas nas avaliações.....	59
5	Resumo da análise de variância das características avaliadas na produção de mudas de candeia aos 60, 90, 120 dias para altura e 120 dias para as demais características.....	64
6	Valores médios de altura (cm) de mudas de candeia (<i>Eremanthus erythropappus</i>), aos 120 dias após semeadura, em função da interação fabricante x tubete.....	65
7	Valores médios de biomassa total (g.planta ⁻¹) de mudas de candeia (<i>Eremanthus erythropappus</i>), aos 120 dias após semeadura, em função da interação fabricante x tubete.....	68
8	Valores médios da razão da biomassa da parte aérea/radicular de mudas de candeia (<i>Eremanthus erythropappus</i>), aos 120 dias após semeadura, em função da interação fabricante x tubete.....	69

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura		Página
1	Características botânicas da espécie <i>Eremanthus erythropappus</i> . (A)Árvore adulta, (B) detalhe das folhas, (C) inflorescência, (D) sementes beneficiadas.....	4

CAPÍTULO I

Figura		Página
1	Emergência de sementes de candeia (<i>Eremanthus erythropappus</i>) no viveiro, em função da composição de substratos e tamanho de tubetes.	24
2	Efeito de doses de FLC sobre a altura de mudas, aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (C) Tubete 115 ml e substrato com matéria orgânica (cmo). (D) Tubete 55 ml e substrato com matéria orgânica (cmo).....	31
3	3 Efeito de doses de FLC sobre o diâmetro de mudas aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).....	32
4	Efeito de doses de FLC sobre a razão altura diâmetro de mudas aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).....	34
5	Efeito de doses de FLC sobre a razão da biomassa parte aérea/radicular de mudas, aos 120 dias após a semeadura.	

	(A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).....	35
6	Efeito de doses de FLC sobre a biomassa da parte aérea e radicular de mudas aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).	35
7	Efeito de doses de FLC sobre a biomassa total de mudas, aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).....	36
8	Efeito de doses de FLC sobre o índice de qualidade de Dickson de mudas, aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).....	37
9	Comparação entre lixiviados dos substratos sem matéria orgânica (smo) e com matéria orgânica (cmo) que receberam adubação de cobertura convencional a cada 7 dias (ac7) e a cada 14 dias (ac14).(A) Tubetes de 55 ml. (B) Tubetes de 115 ml.....	38
10	Efeito de doses de FLC sobre a condutividade elétrica do lixiviado aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (C) Tubete 115 ml e substrato com matéria orgânica (cmo). (D) Tubete 55 ml e substrato com matéria orgânica (cmo).....	39

CAPÍTULO II

Figura		Página
1	Efeito de doses de FLC sobre a altura de mudas aos 120 dias após a semeadura. (A) fabricante A . (B) fabricante B. (C) tubete 115ml. (D) tubete 55ml.....	66
2	Efeito de doses de FLC sobre diâmetro e número de folhas das mudas aos 120 dias após a semeadura. (A) tubete 115 ml. (B) tubete 55 ml. (C) tubete 115ml. (D) tubete 55ml.....	67
3	Efeito de doses de FLC sobre peso da matéria seca total (MST) das mudas aos 120 dias após a semeadura. (A) tubete 115 ml. (B) tubete 55 ml.....	68
4	Efeito de doses de FLC sobre a razão da biomassa da parte aérea/radicular das mudas aos 120 dias após a semeadura. (A) tubete 115 ml. (B) tubete 55 ml.....	69
5	Altura das mudas aos 60, 90, 120 dias após a semeadura em tubetes de 115ml. (A) Fertilizante de liberação controlada do fabricante A. (B) Fertilizante de liberação controlada do fabricante B.....	71
6	Altura das mudas aos 60, 90, 120 dias após a semeadura em tubetes de 55ml. (A) Fertilizante de liberação controlada do fabricante A. (B) Fertilizante de liberação controlada do fabricante B.....	72
7	Efeito de doses de fertilizante de liberação controlada em dois tamanhos de tubetes (115 ml e 55 ml) no número de raízes novas em mudas transplantadas em vasos após 120 dias da semeadura.....	73

1 INTRODUÇÃO GERAL

Estudos referentes às espécies florestais nativas têm o propósito de garantir produtos madeireiros e não madeireiros, bem como o conhecimento básico para a reposição em áreas nas quais essas espécies encontram-se, hoje, em processo de empobrecimento e ou de extinção.

É cada vez maior a preocupação com a manutenção de uma situação de equilíbrio ambiental que favoreça a “produção de água”, o que torna importante a realização destes estudos, já que existe uma relação muito estreita entre cobertura vegetal e manutenção hídrica. Para isso, a reposição florestal, principalmente em áreas de topo de morro e às margens dos corpos d’água, torna-se uma medida essencial. O atual momento favorece a questão ambiental, pois, além da legislação brasileira ser rígida, a opinião pública está direcionada à preservação.

No contexto ambiental, deve-se destacar a candeia, por ser uma espécie que forma um maciço florestal (candeal) que se localiza em posição estratégica, em elevadas altitudes onde ocorre o maior abastecimento do lençol freático. Além disso, segundo Oliveira-Filho (1999) ela funciona como uma espécie de tampão antifogo para outras formações florestais, devido à resistência a regimes moderados de incêndios. A espécie desempenha papel importante para economias locais, devido à extração de moirões e lenha, e à extração do seu óleo, que gera produto de exportação. Como principal componente deste óleo essencial está o alfabisabolol, com características antiflogísticas, antibacterianas, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas, presente em muitos produtos fármacos, cosméticos e de perfumaria.

Porém, o grande consumo das espécies de candeia fez diminuir significativamente seu estoque nas áreas de ocorrência natural, o que não foi

acompanhado de uma devida regeneração ou reposição, transformando essas áreas, muitas vezes, em pastagens degradadas.

Dessa forma, o Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), por meio do projeto Manejo Sustentado da Candeia, objetiva desenvolver tecnologia que viabilize o manejo de candeais nativos e o plantio a partir de mudas oriundas de propágulos de matrizes selecionadas.

Como se trata de uma planta que está em estágio inicial de domesticação, o primeiro passo foi conhecer o processo de germinação das suas sementes que, segundo estudos de Tonetti (2004), apresentou altos índices, quando realizado processo de limpeza física adequado.

Etapa posterior, e muito importante, é desenvolver o processo de produção de mudas, com o objetivo de cumprir as necessidades do programa de reflorestamento, como os experimentos de espaçamento e nutrição no campo, assim como a implantação ou a reposição de florestas no programa de fomento florestal dentro do projeto de Manejo Sustentado da Candeia. Nesta linha, torna-se indispensável a sistematização na produção de mudas, objeto do estudo deste trabalho.

1.1 Descrição da espécie

A espécie *Eremanthus erythropappus* (Figura 1A), pertencente à família Asteraceae, tem o nome popular de candeia, sendo considerada precursora na invasão de campos (Carvalho, 1994).

O tronco desta árvore possui casca grossa e cheia de fendas no fuste e, nos galhos mais novos, ela torna-se menos rústica. As folhas têm uma característica marcante, que é a dupla coloração (Figura 1B); na parte superior são verdes e glabras e, na parte inferior, possuem um tom branco, tomentoso e são aveludadas (Corrêa, 1931). As folhas são simples, opostas com pilosidade cinérea (Chaves & Ramalho, 1996). As flores são hermafroditas e se apresentam em inflorescências de cor púrpura (Figura 1C) nas extremidades dos ramos (Araújo, 1944).

As características das folhas e de inflorescência facilitam a identificação da espécie, mesmo à distância. Conforme descrito por Davide et al. (2000), o fruto é do tipo aquênio; genericamente pode ser classificado como secos deiscentes, com superfície cilíndrica, com dez arestas de cor pardo-escura e presença de apenas uma semente com, aproximadamente, 0,5 mg e 2 mm de comprimento (Figuras 1D). Portanto, devem ser colhidos antes que completem a deiscência e dispersem as sementes nos meses de agosto a outubro, segundo o Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC, 1994).

A espécie se desenvolve em sítios com solos pouco férteis e rasos, nas áreas de transição entre a floresta e as formações mais abertas, particularmente nos campos de altitude (Oliveira-Filho 1999), com variação entre 900 e 1.800 m (Pérez, 2001). Ocorre, geralmente, em maciços florestais (candéal) com árvores de baixa estatura que variam entre 6 e 12 metros.

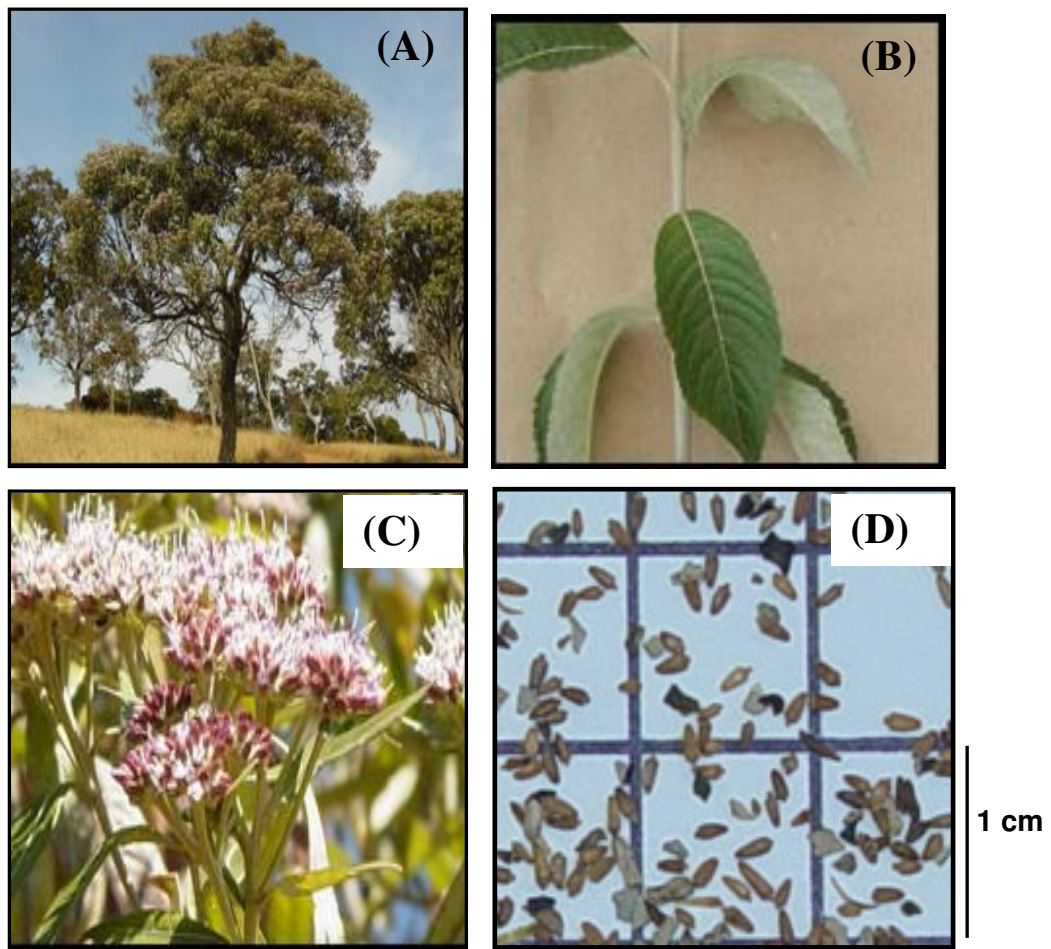


FIGURA 1 – Características botânicas da espécie *Eremanthus erythropappus*.
(A) Árvore adulta, (B) detalhe das folhas, (C) inflorescência, (D) sementes beneficiadas.
UFLA, Lavras, MG, 2006.

1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. C. *Vanillosmopsis erythropappa* (DC) Sch.Bip: sua exploração florestal. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1944. 58 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira.** Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 640 p

CETEC- Centro Tecnológico de Minas Gerais/FNMA. **Memória Técnica.** Belo Horizonte, Setembro de 1994. Não paginado.

CHAVES, M. M. F.; RAMALHO, R. S. Estudos morfológicos em sementes, plântulas e mudas de duas espécies arbóreas pioneiras da família Asteraceae (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip. e *Vernonia discolor* (Spreng-Kess). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 20, n. 1, p. 1-7, jan./mar.1996.

CORREA, M. P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1931. v. 1, p. 431-433.

DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. ^a: BOTELHO, S. A.; MALAVASI, M. M. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de candeia (*Eremanthus incanus* Less.) - Asteraceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 127-133, 2000.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FLUMINHAN-FILHO, M. Ecologia da Vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **CERNE**, Lavras, v. 5 n. 2, p. 51-64, 1999.

PÉREZ, J. F. M. **Sistema de manejo para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish.** 2001. 71 p. Dissertação (Mestrado em Produção Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TONETTI, O. A. O. **Melhoria da qualidade física e estudo da germinação de candeia (*Eremanthus incanus* (less) e *Eremanthus erythropappus* MacLeish).** 2004. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CAPÍTULO I

RESUMO

BRAGA, Elvis Adriano. **Efeito de substratos, tamanho de tubetes e fertilização na formação de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus*)**. 2006. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O objetivo deste experimento foi avaliar diferentes doses e fonte de nutrientes, tamanhos de tubetes e composição de substrato para a produção de mudas de *Eremanthus erythropappus* (candeia). Os tratamentos constituíram-se de dois substratos distintos, dois tamanhos de tubetes (55 e 115 ml) e doses crescentes de fertilizante de liberação controlada (FLC) da marca Osmocote®, na formulação NPK **15:09:12** + Ca, Mg + micronutrientes (S, B, Cu, Mn, Fe e Zn). As doses foram 0 (testemunha); 0,75; 1,5; 3,0 e 6,0 kg de FLC.m⁻³ de substrato. Também foram testadas duas adubações de cobertura convencional, diferindo apenas no intervalo entre aplicação. A dose utilizada corresponde à aplicação de 0,5kg de MAP + 40g de KCl aplicados em 10.000 tubetes). As avaliações de altura da parte aérea foram realizadas aos 60, 90, 120 dias após semeadura e os outros parâmetros morfológicos avaliados aos 120 dias após a semeadura: diâmetro de colo, matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes, matéria seca total, razão entre matéria seca da parte aérea e das raízes, razão entre altura da parte aérea e o diâmetro do colo, índice de qualidade de Dickson e taxa de sobrevivência. Pelos resultados obtidos, conclui-se que, para a produção de mudas desta espécie, a melhor combinação foi tubete com volume 115 ml, substrato sem a presença de matéria orgânica do tipo esterco de curral e fertilização com Osmocote® na maior dose testada.

¹ Comitê Orientador: Antônio Cláudio Davide (orientador) e José Márcio Rocha Faria (co-orientador)

ABSTRACT

BRAGA, Elvis Adriano. **Substrate effect, tubes size and fertilization in the candeia seedling formation (*Eremanthus erythropappus*)** 2006. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.²

The objective of this experiment was to evaluate different doses and nutrients source, tubes size and substrate composition to *Eremanthus erythropappus* seedlings growth. The treatments were consisted of two different substrates, two sizes of tubes (55 and 115 ml) and increasing doses of controlled-release fertilizer (FLC) from Osmocote®, to composition in; NPK 15:09:12 + Ca, Mg + micronutrients (S, B, Cu, Mn, Fe and Zn). The doses were; 0 (as control), 0.75, 1.5, 3.0 and 6.0 kg from FLC.m⁻³ substrate. Also were tested two fertilizations of conventional coverage, differing only in the interval between application. Application of each dose used was relevant to 0.5 kg from MAP plus 40g from KCl applied in 10,000 tubes. Evaluations of shoots height were carried out at 60, 90 and 120 days after sowing and other morphological parameters as diameter of colorectal, the shoot dry, dry roots, total dry weight, ratio of dry shoots and roots, ratio between height and diameter of the aerial part of the colon, quality index of Dickson and rate of survival also were evaluated at 120 days after sowing. The results showed permit conclude that, to seedling production of this species, the best combination was; tubes with 115 ml plus substrate without organic matter “cattle manure” type and fertilization with Osmocote ® in the largest tested dose.

² Comitê Orientador: Antônio Cláudio Davide (orientador) e José Márcio Rocha Faria (co-orientador)

1 INTRODUÇÃO

A busca constante por altas produtividades nos povoamentos florestais está diretamente relacionada com a qualidade das mudas produzidas, devendo estas apresentar atributos genéticos, morfológicos e fisiológicos que assegurem taxas de sobrevivência elevadas e crescimento volumétrico satisfatórios.

Segundo Carneiro (1995) e Davide (1983), a qualidade das mudas é determinada por fatores genéticos (propágulos) e ambientais (viveiro), e a sua interação irá determinar as características morfológicas e fisiológicas das mesmas.

Estudos relacionados à produção de espécies florestais têm mostrado grande diversidade quanto ao requerimento nutricional, à composição de substrato e ao tamanho de recipientes no processo de produção de mudas das diferentes espécies. Basicamente, são estes os fatores que, combinados de forma eficiente, resultarão em menores custos, aliados à qualidade superior das mudas.

O estudo dos requerimentos nutricionais de uma determinada espécie ou cultura tem por objetivo o estabelecimento de práticas corretivas que possibilitem a obtenção dos máximos rendimentos teoricamente possíveis. A partir de experimentação, é possível estabelecer fórmulas aproximadas para a correção da fertilidade, em função dos requerimentos do material genético cultivado e estudado. Pereira (1998), estudando a nutrição da candeia pela técnica do elemento faltante, verificou que, nos tratamentos sem adubação ou com adubação incompleta (sem adição de P), as plântulas não se desenvolvem. Observou também que a omissão de N, S, Mg e B na formulação afetou o crescimento em altura das plantas e as demais omissões de nutrientes foram indiferentes em relação ao tratamento completo.

O substrato, segundo Carneiro (1983), exerce influência marcante na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas, afetando

profundamente a qualidade das mudas. As características dos substratos são altamente correlacionadas entre si: a macroporosidade com aeração e drenagem e a microporosidade com a retenção de água e nutrientes (Caldeira et al., 2000). Espera-se que o material apresente elevada capacidade de retenção de água facilmente disponível, suficiente quantidade de ar, baixa densidade aparente, elevada porosidade total, além de ser livre de plantas daninhas e agentes fitopatogênicos, ser reproduzível com baixo custo e de fácil preparo e manejo. Quanto às propriedades químicas, é desejável que tenha salinidade reduzida, pH ligeiramente ácido e mínima capacidade de decomposição. Estudo realizado por Vasconcelos (2001) em substrato retirado de pilhas de rejeito estéril sugere que a candeia necessita de adubação, sendo ineficiente seu plantio em substratos desprovidos de nutrientes.

A escolha do tipo de recipiente, entre outras razões, prima pela proteção do sistema radicular, além de maior eficiência no uso de insumos e facilidade no manejo das mudas. De acordo com Jesus et al. (1991), as dimensões do recipiente e o tipo de substrato influenciam a qualidade das mudas, devido ao fato de esses elementos estarem diretamente relacionados com disponibilidade de espaço físico e aporte de nutrientes. Sendo assim, o uso de tubetes representa uma evolução para os viveiristas, pois evita o envelhecimento das raízes devido à presença de frisos longitudinais e permite uma poda automática do sistema radicular, quando este passa pelo orifício na parte inferior do tubete, além de facilitar todas as operações no viveiro.

O que se conhece, e foi determinado para produção de mudas de espécies florestais, é que o substrato ideal é aquele que apresenta adequadas características físicas e químicas e contém proporção significativa de elementos essenciais (ar, água, nutrientes) necessários ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas. Esses substratos são, geralmente, formados por componentes de microporosidade acima de 50% em base volumétrica (húmus de

minhoca, esterco de gado curtido, casca de eucalipto decomposta), misturados com componentes de macroporosidade entre 25% e 50% (casca de arroz carbonizada, vermiculita fina e cinza da caldeira de biomassa) (Gonçalves & Poggiani, 1996).

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes substratos, tamanho de tubetes e fertilização para a produção de mudas de candeia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFLA, em Lavras, Minas Gerais, a 918m de altitude, latitude 21°14'S, longitude 45°00'W e clima do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. Os dados sobre as temperaturas e a umidade relativa do ar, em Lavras, durante o período experimental, entre 15/05/2004 a 12/09/2004, encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 – Precipitação e média das temperaturas e umidades relativas do ar máximo e mínimo mensal e umidade média no campus da UFLA.

Mês	Precipit. (mm)	Temperatura (°C)		Umidade (%)		
		máxima	mínima	máxima	Mínima	média
Maio	59,2	25,1	13,7	92,5	62	78,7
Junho	37,5	23,5	11,9	95	54,5	76,7
Julho	22,2	22,8	11,2	92,7	58,7	74,0
Agosto	2,7	26,5	11,6	82,2	42,2	60,2
Setembro	31,6	29,9	14,8	87,7	36,2	55,2

2.2 Obtenção das sementes

As sementes foram coletadas de matrizes selecionadas no município de Carrancas, MG, no mês de outubro de 2003. O material colhido passou por processo de limpeza no Laboratório de Sementes Florestais, de acordo metodologia proposta por Tonetti (2004) e apresentou índice de 86% de germinação em laboratório, utilizando-se papel filtro Germitest como

substrato e temperatura constante de 30°C, em estufa de germinação com luz contínua.

2.3 Recipientes

Utilizaram-se dois tamanhos de tubetes cônicos de plástico rígido com as seguintes dimensões: a) tubetes de 115 ml, com diâmetro na parte superior de 3,8 cm, diâmetro do furo igual a 1,5 cm, 14,5 cm de altura e 8 frisos internos; b) tubetes de 55 ml, com diâmetro na parte superior de 2,6 cm, diâmetro do furo igual a 1,5cm, 12,5cm de altura e 6 frisos internos. Os tubetes foram acondicionados em bandejas plásticas e de isopor, suspensas a 100 cm da superfície do solo.

2.4 Substratos

Foram produzidos dois substratos distintos no próprio viveiro. O primeiro, chamado de substrato com matéria orgânica (cmo), é semelhante ao usado para produção de mudas de espécies nativas em tubetes no Viveiro Florestal da UFLA, segundo Faria (1999). O segundo, chamado de substrato sem matéria orgânica (smo), foi elaborado para avaliar o desenvolvimento das mudas sem a presença do esterco de curral. Os componentes dos substratos usados foram misturados de forma a obter homogeneidade do material. A composição dos mesmos é apresentada no Tabela 2.

TABELA 2 – Composição dos substratos com matéria orgânica (cmo) e sem matéria orgânica (smo).

Substrato	Esterco ^{1/} de gado curtido	Casca de arroz carbonizada	Vermiculita Média	Terra de subsolo
(cmo)	40L	30L	20L	10L
(smo)		50L	30L	20L

^{1/}Composição média de N-P₂O₅-K₂O do esterco de gado curtido, segundo Vieira (1984), é, respectivamente, em porcentagem, de 0,5 – 0,3 - 0,45.

Para a caracterização dos substratos, foi usada a metodologia proposta por Gonçalves & Poggiani (1996). Para o valor de Massa úmida (Mu), o substrato foi saturado em tubetes de 55 cm³ e 115 cm³ e pesado após 24 horas. Em seguida, o substrato foi seco em estufa, à temperatura constante de 105°C/24 horas, obtendo-se o valor de massa seca (Ms). O volume de água retida para cada recipiente e substrato foi determinado pela seguinte fórmula:

$$\text{Vol. água retida} = (\text{Mu} - \text{Ms}) \times \text{dens.H}_2\text{O}$$

A densidade aparente dos substratos foi determinada preenchendo-se os tubetes com os respectivos substratos, secos à sombra. A densidade de partículas do substrato foi determinada em balão volumétrico de 50 cm³, utilizando-se álcool etílico (EMBRAPA, 1979).

A porosidade total (P_T) foi determinada pela seguinte fórmula:

$$P_T(\%) = \frac{dp - da}{dp} \times 100$$

em que:

dp = densidade de partículas;

da = densidade aparente do substrato.

A macroporosidade foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Mac (\%)} = \frac{\left[\frac{P_T(\%) \times \text{vol tub.}(\text{cm}^3)}{100} - \text{água}_{\text{retida}} \right]}{\text{vol tub.}(\text{cm}^3)} \times 100$$

em que:

$\text{água}_{\text{retida}}$ = água retida pelo substrato em cada tubete utilizado de volume útil.

Os valores de microporosidade foram calculados subtraindo-se a porosidade total da macroporosidade.

Segundo Drzal et al. (1999), a altura do recipiente limita a altura de substrato e, assim, a capacidade do recipiente, determinando o volume de macroporos ou espaço de aeração. Por essa razão realizaram-se os testes para macroporosidade separadamente, para cada tamanho de tubete. Estas avaliações físicas do substrato foram realizadas no Laboratório de Sementes Florestais da UFLA.

Amostras dos substratos com matéria orgânica (cmo) e sem matéria orgânica (smo), usados no cultivo das mudas, foram encaminhadas para laboratório credenciado, a fim de se determinar as propriedades químicas, as quais são apresentadas na Tabela 3. Estes resultados correspondem aos substratos básicos, sem as fertilizações realizadas que constam na Tabela 4.

TABELA 3 – Propriedades químicas dos substratos^{1/} usados no cultivo das mudas sem adubação básica.

Determinações	Substrato ^{2/}	
	(cmo)	(smo)
pH em H ₂ O	6,9	7,1
Matéria orgânica total (%)	27,98	21,08
Matéria orgânica compostável (%)	23,05	16,40
Matéria orgânica resistente à compostagem (%)	4,93	4,68
Carbono total (orgânico e mineral) (%)	15,55	11,71
Carbono orgânico (%)	12,81	9,11
Resíduo mineral total (%)	72,02	78,92
Resíduo mineral insolúvel (%)	38,50	32,10
Resíduo mineral solúvel (%)	33,51	46,82
Nitrogênio total (%)	2,20	0,08
Fósforo (P ₂ O ₅) total (%)	0,55	0,32
Potássio (KCl) total (%)	0,32	0,10
Cálcio (Ca) total (%)	1,09	1,59
Magnésio (Mg) total (%)	0,98	1,33
Enxofre (S) total (%)	0,14	0,06
Relação C/N (C total e N total)	7/1	165/1
Relação C/N (C orgânico e N total)	6/1	129/1
Cobre (Cu) total (mg . kg ⁻¹)	58	59
Manganês (Mn) total (mg . kg ⁻¹)	682	533
Zinco (Zn) total (mg . kg ⁻¹)	81	61
Ferro (Fe) total (mg . kg ⁻¹)	75637	107585
Boro (B) total (mg . kg ⁻¹)	6	5
Sódio (Na) total (mg . kg ⁻¹)	508	456
CTC (t) cmol _c . dm ⁻³	15,8	6,2

^{1/}Análise realizada pelo Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas ESALQ/USP valores apresentados em termos de base seca a 105°C, para facilitar as comparações.^{2/}Substrato com matéria orgânica (cmo); substrato sem matéria orgânica (smo).

2.5 Adubação

A adubação convencional usada a cada 7 dias (ac7) e 14 dias (ac14) teve início aos 30 dias após a germinação com a seguinte formulação: 0,004g de KCl (cloreto de potássio) + 0,05 g de MAP (fosfato monoamônico) aplicados via solução aquosa em cada tubete com auxílio de pistola veterinária (correspondendo à aplicação de 0,5 kg de MAP + 40 g de KCl aplicados em 10.000 tubetes). Esta concentração refere-se à metade utilizada em adubação de cobertura para espécies nativas, em tubetes, no Viveiro Florestal da UFLA, com intervalo de 14 dias, conforme Faria (1999). Após a primeira adubação de cobertura em todos os tubetes, iniciaram-se os tratamentos, nos quais, em um, efetuou-se a aplicação a cada 7 dias, constituindo o tratamento ac7, e o outro, a cada 14 dias, constituindo o tratamento ac14.

Como fertilizante de liberação controlada (FLC), utilizou-se o Osmocote® nas doses 0; 0,75; 1,5; 3,0; e 6,0 kg.m⁻³ de substrato. Sua composição de N:P₂O₅:K₂O (nitrogênio, fósforo e potássio) é de **15:09:12** + Ca, Mg + micronutrientes (S, B, Cu, Mn, Fe e Zn). Segundo as especificações técnicas, quando colocado em substrato úmido, a uma temperatura média de 21,1°C, libera todos os nutrientes entre cinco a seis meses. O FLC utilizado possui os seguintes componentes: nitrato de amônio, sulfato de potássio, fosfatos de amônio, fosfatos de cálcio e fluoreto de cálcio. O N é constituído, em 8,2%, na forma amoniacal e 5,8% na forma nítrica. Fabricado em dezembro de 2003, lote; EXP06011/04.

A adubação de base referente aos 14 tratamentos compostos a partir da fertilização e substratos descritos anteriormente é apresentada na Tabela 4.

TABELA 4 – Composição da adubação de base usada nos tratamentos.

Tratamento	Fertilizante	substrato ^{1/}	Adubação de base (kg.m ⁻³ de substrato)				
			yorin	Sulfato de amônio	Cloreto de potássio	Super-fosfato simples	FTE
1	ac7 ^{2/}	(cmo)	2,0	0,5	0,3	-	-
2	ac14 ^{2/}	(cmo)	2,0	0,5	0,3	-	-
3	FLC ^{3/} 0,0	(cmo)	-	-	-	2,0	-
4	FLC 0,75	(cmo)	-	-	-	2,0	-
5	FLC 1,5	(cmo)	-	-	-	2,0	-
6	FLC 3,0	(cmo)	-	-	-	2,0	-
7	FLC 6,0	(cmo)	-	-	-	2,0	-
8	ac7	(smo)	-	2,0	0,5	12,0	0,5
9	ac14	(smo)	-	2,0	0,5	12,0	0,5
10	FLC ^{3/} 0,0	(smo)	-	-	-	2,0	-
11	FLC 0,75	(smo)	-	-	-	2,0	-
12	FLC 1,5	(smo)	-	-	-	2,0	-
13	FLC 3,0	(smo)	-	-	-	2,0	-
14	FLC 6,0	(smo)	-	-	-	2,0	-

^{1/}Substrato com matéria orgânica (cmo) e sem matéria orgânica (smo)^{2/}Adubação convencional a cada 7 dias (ac7) e 14 dias (ac14) com a seguinte formulação 0,004g de KCL (cloreto de potássio) + 0,05g de MAP (fosfato monoamônico), aplicados via solução aquosa em cada tubete.^{3/}Fertilizante de liberação controlada (FLC) Osmocote® **15:09:12** + micronutrientes, em kg.m⁻³ de substrato.

2.6 Semeadura e desbastes

A semeadura foi efetuada diretamente nos tubetes, colocando-se, em média, cinco sementes por recipiente. Esse procedimento ocorreu dentro de casa de vegetação, a fim de proteger a emergência das plântulas de chuvas fortes e de granizo.

Aos 20 dias, efetuou-se o primeiro desbaste, eliminando-se as plântulas excedentes em cada embalagem, deixando três por recipiente. Aos 25 dias, as bandejas com as mudas foram colocadas a céu aberto, nas bancadas do viveiro. Aos 35 dias, realizou-se o segundo desbaste, deixando-se apenas uma muda por tubete, sendo esta a melhor e a mais central.

2.7 Controle e prevenção de doenças

Amostras de mudas com sintomas de “damping-off” foram levadas ao Departamento de Fitopatologia da UFLA, onde se identificou, a partir de análises feitas em meio de cultura, a presença de fungos do gênero *Rhizoctonia*, conhecidos pelos viveiristas como "tombadeira", por provocar lesão deprimida no colo das plantas levando à queda das mesmas.

Aplicou-se, por meio de rega, o fungicida Pencycuron (nome técnico) na dosagem de 100 g para 100 litros de água, utilizando-se 4 litros de calda.m⁻² de canteiro aos 30, 37 e 44 dias após a semeadura. A irrigação foi diminuída, a fim de não favorecer o desenvolvimento do fungo. O manejo adotado paralisou o tombamento causado por rhizoctoniose.

2.8 Delineamento experimental, características avaliadas e análise

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC), em esquema fatorial modelo 2 x 14 (dois tamanhos de tubetes e quatorze tratamentos compostos da combinação de fertilizações e substratos). A parcela experimental foi composta por 48 mudas. A parcela útil foi composta por 24 mudas, sendo estas as mais centrais dentro da parcela. Para cada tratamento, foram utilizadas quatro repetições, o que totalizou 5.712 tubetes semeados. As características morfológicas e as relações utilizadas nas avaliações são apresentadas na Tabela 5.

TABELA 5 – Características morfológicas e relações utilizadas nas avaliações.

Características	
(H)	Altura da parte aérea
(D)	Diâmetro do coleto
(NF)	Número de folhas
(MSPA)	Peso de matéria seca da parte aérea
(MSR)	Peso de matéria seca das raízes
(MST)	Peso de matéria seca total
(H/D)	Relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto
(PA/R)	Relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes
(IQD)	Índice de qualidade de Dickson

A altura da parte aérea foi determinada a partir do nível do substrato até a gema terminal. As mensurações ocorreram aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura. Foram considerados como valores mínimos para plantio em campo os tratamentos cujas mudas apresentaram 25 cm de altura média e 3 mm de diâmetro de coleto.

Todas as demais características foram avaliadas ao final do experimento (120 dias), tomando-se vinte mudas de cada parcela experimental. Os tratamentos que não obtiveram material suficiente para tais análises não foram avaliados.

O diâmetro do coleto foi medido no substrato com o uso de paquímetro digital com precisão de 0,01mm.

Na determinação do peso da matéria seca, as raízes foram separadas da parte aérea e lavadas em água corrente para a retirada do substrato. Posteriormente, cada material foi colocado em saco de papel e levado à estufa com temperatura de 70 °C, até atingir peso constante.

A matéria seca total (MST) foi obtida por meio do somatório MSPA + MSR dos respectivos pesos. As relações entre as características medidas foram determinadas pela simples divisão entre elas.

O índice de qualidade de Dickson (Dickson et al., 1960) foi determinado pela seguinte fórmula:

$$IQD = \frac{MST (g)}{H (cm) / DC (mm) + MSPA (g) / MSR (g)}$$

Amostras do lixiviado da irrigação foram coletadas de cada tratamento, colocando-se sacos plásticos presos com fita adesiva nos tubetes. Este material foi recolhido aos 60 dias e levado ao laboratório para a determinação da

condutividade elétrica. A condutividade elétrica (CE) é um indicativo da concentração de sais ionizados na solução (Wilson, 1984).

O procedimento estatístico executado neste trabalho foi realizado com o uso do programa SAS (SAS, 1990) para os cálculos da ANAVA e diferença de médias. Para as análises de regressão, foi utilizado o programa Microsoft Excel 2002 for Windows.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise física dos substratos

A macroporosidade dos substratos apresentou-se ligeiramente maior nos tubetes de 55 ml (Tabela 6), os quais possuem mesmo tamanho de furo e menor diâmetro na parte superior, comparados aos tubetes de 115 ml. Dessa forma, este último recipiente apresenta maior inclinação da parede do tubete e armazena melhor a água, diminuindo assim a macroporosidade. A altura do substrato não apresentou muita influência no valor desta característica, devido a uma diferença de apenas 2 cm entre os tubetes. Fonteno (1996) afirma que práticas de irrigação utilizadas são, da mesma forma, essenciais na definição das características de porosidade, assim como a forma como o material é manejado antes da colocação da planta ou da semente (compactação, conteúdo de umidade e técnica de enchimento).

A maior proporção de casca de arroz carbonizada e vermiculita média no substrato sem matéria orgânica (smo) acarretou em aumento na macroporosidade e diminuição na microporosidade, comparado ao substrato com matéria orgânica (cmo) (Tabela 6). Estas mudanças nas propriedades físicas foram também verificadas por Moraes Neto et al. (2001), ao adicionarem casca de arroz carbonizada em húmus de minhoca e por Stringheta et al. (1997), ao adicionarem casca de arroz carbonizada em composto de lixo urbano.

Os diferentes valores para capacidade de troca catiônica efetiva (CTC) dos substratos - a) **cmo** = 15,8 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e b) **smo** = 6,2 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ - são explicados pela presença de matéria orgânica do tipo esterco de curral curtido no primeiro. A CTC está relacionada diretamente com a capacidade de tamponamento do substrato às variações bruscas no valor de pH e na

disponibilidade de nutrientes, sendo importante na redução das perdas de cátions por lixiviação (Fermino, 1996). Segundo Fonteno (1996), a CTC deve ser entre 6 e 15 meq 100 mL⁻¹, para uma ampla reserva de nutrientes. Handreck & Black (1999) sugerem uma CTC entre 5 e 10 meq 100 mL⁻¹.

TABELA 6 Propriedades físicas dos substratos usados no cultivo das mudas^{1/}

Determinações	substrato	
	cmo	sno
Densidade aparente (g.cm ⁻³)	0,44	0,48
Densidade de partículas (g.cm ⁻³)	1,67	2,17
Porosidade total (%)	73,65	77,88
Macroporosidade tubete 115 (%)	29,80	39,34
Macroporosidade tubete 55 (%)	32,54	45,38
Microporosidade tubete 115 (%)	43,85	38,54
Microporosidade tubete 55 (%)	41,11	32,50
Retenção de água (ml/115 cm ⁻³)	51,60	33,35
Retenção de água (ml/55 cm ⁻³)	22,61	15,42
Retenção de água tubete 115 (ml.g ⁻¹)	1,02	0,60
Retenção de água tubete 55 (ml.g ⁻¹)	0,93	0,58

^{1/}Análise realizada no Laboratório de Sementes Florestais da UFLA, segundo metodologia proposta por Gonçalves & Poggiani (1996).

3.2 Germinação

A emergência das sementes de candeia iniciou-se a partir do décimo primeiro dia após a semeadura, verificando-se que os diferentes tratamentos não influenciaram significativamente no processo. Ocorreu emergência aproximada

de 50% dos tubetes, aos 16 dias e 100%, aos 24 dias, ou seja, pelo menos uma semente germinou por tubete ao final de 24 dias (Figura 1).

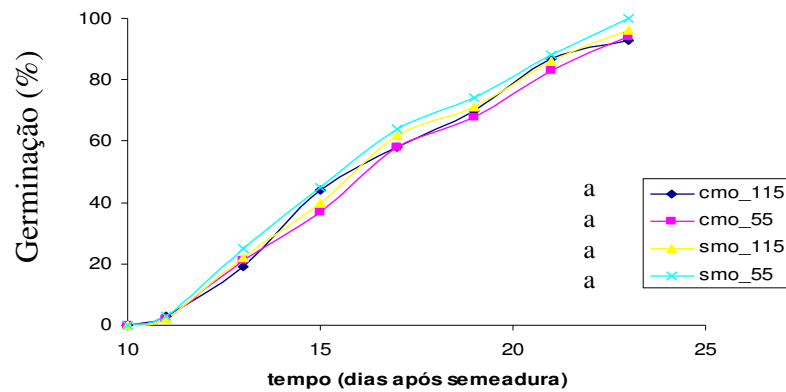


FIGURA 1 Emergência de sementes de candeia (*Eremanthus erythropappus*) no viveiro, em função da composição de substratos e tamanho de tubetes.

3.3 Desenvolvimento das mudas

Aos 120 dias após a semeadura, as mudas de candeia apresentaram significância na interação tratamento x tubete, para as características avaliadas.

Os resumos das análises de variâncias dos dados de altura (H), condutividade elétrica do lixiviado (CE), diâmetro do colo (D), número de folhas (NF), peso de matéria seca da parte aérea (MSPA), peso de matéria seca das raízes (MSR), peso de matéria seca total (MST), relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca das raízes (PA/R), relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (H/D), e índice de qualidade de Dickson (IQD) são apresentados na Tabela 7.

TABELA 7 Resumo das análises de variância de variância de avaliação na produção de mudas de candeia, 60 dias após semeadura para condutividade elétrica do lixiviado (CE) e 120 dias para as demais características.

FV	Quadrado médio									
	H	CE	D	NF	MSPA	MSR	MST	PA/R	H/D	IQD
Trat. (Tr)	4137,669**	63,396**	74,884**	508,732**	3,637**	3,349**	13,883**	0,1375**	9,369**	0,167**
Tube (T)	2371,053**	32,950**	23,615**	833,769**	3,643**	3,580**	14,447**	0,0662*	25,585**	0,026 ^{ns}
Tr x T	784,731**	3,063**	10,178**	85,483**	1,078**	0,910**	3,611**	0,1276**	2,568**	0,0701**
Erro	15,136	0,606	0,301	2,556	0,024	0,059	0,143	0,0061	0,266	0,011
Cv (%)	39,7	14,7	18,6	18,65	13,35	16,76	14,35	10,1	15,1	17,9

**F significativo, a 1% de probabilidade; *F significativo, a 5% de probabilidade e ns não-significativo, a 5% de probabilidade.

3.3.1 Efeito do volume dos tubetes

O volume dos tubetes apresentou efeito significativo sobre as características avaliadas. As mudas produzidas em tubetes de 115 ml atingiram maiores valores para altura, diâmetro de colo, número de folhas, matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes e matéria seca total, quando comparadas às mudas produzidas em tubetes de 55 ml (Tabela 8).

Alguns parâmetros importantes na avaliação da qualidade de mudas, como a altura e produção de biomassa, são reduzidos em função da restrição radicular imposta pelo volume e pelas paredes dos recipientes (Barroso, 1999; Carmi et al., 1983). Esta ocorrência foi observada neste trabalho, comparando-se os volumes dos recipientes.

Resultados semelhantes para o crescimento em diâmetro e altura, em função do tamanho do recipiente, também foram encontrados por José (2003), Samôr et al. (2002) e Santos (1998).

O valor máximo de altura após 120 dias da semeadura, para tubete de 55 ml, foi de 14,4 cm, no tratamento 14, o que não permite o plantio da muda no campo, devendo permanecer por mais tempo no viveiro.

Somente no tubete de 115 ml e tratamento 14 as mudas alcançaram altura maior que 25 cm aos 120 dias, proporcionando padrão para plantio no campo.

TABELA 8 Média das características morfológicas analisadas aos 120 dias e condutividade elétrica (CE) do lixiviado aos 60 dias após a semeadura, em função dos tratamentos dentro de tubete 115 ml e 55 ml.

tratamentos		médias									
Tratam..	Tub.(ml)	H (cm)	CE (dS.m ⁻¹)	D (mm)	NF	MSPA	MSR	MST	PA/R	H/D	IQD
						(g.planta ⁻¹)					
1	55	4,2a	14,02a								
	(cmo;ac7) 115	5,1a	13,85a								
2	55	2,3a	11,10b								
	(cmo;ac14) 115	4,0a	8,76a								
3	55	1,5a	2,53a								
	(cmo;flc0,0) 115	2,5a	2,99a								
4	55	3,2a	5,14b								
	(cmo;flc0,75) 115	4,9a	3,83a								
5	55	3,8b	5,49b	2,04b	4,6b	0,306b	0,520b	0,826b	0,590b	1,898a	0,33b
	(cmo;flc1,5) 115	6,1a	3,44a	2,80a	8,1a	0,769a	0,729a	1,498a	1,061a	2,189a	0,48a
6	55	4,3b	6,15b	2,28b	7,5b	0,455b	0,620b	1,075b	0,747a	1,893a	0,42b
	(cmo;flc3,0) 115	9,8a	4,55a	2,81a	8,5a	1,158a	1,694a	2,851a	0,681a	3,366b	0,71a
7	55	9,4b	7,16a	2,93b	9,6b	0,991b	1,068b	2,058b	0,945a	3,000a	0,53b
	(cmo;flc6,0) 115	22,8a	6,96a	3,74a	11,6a	2,428a	2,788a	5,215a	0,872a	6,079b	0,75a
8	55	17,1a	4,76a	4,2a	9,4a	1,964a	2,298a	4,261a	0,876a	4,038a	0,87a
	(smo;ac7) 115	14,3b	4,64a	3,44b	8,5b	1,128b	1,534b	2,661b	0,742b	4,292a	0,68b
9	55	4,0b	3,33a	3,60a	7,6a	1,354a	1,435a	2,789a	0,949a	3,774a	0,59a
	(smo;ac14) 115	11,1a	3,30a	3,31b	7,8a	1,073b	1,678a	2,750a	0,641b	3,387a	0,54a
10	55	1,6a	2,05a								
	(smo;flc0,0) 115	2,1a	1,76a								
11	55	3,4b	2,23a	1,83a	6,1b	0,275a	0,536b	0,811a	0,523a	1,827a	0,35a
	(smo;flc0,75) 115	4,7a	1,99a	1,89a	6,9a	0,406a	0,839a	1,245a	0,493a	2,472a	0,42a
12	55	5,0b	4,76b	2,30a	7,2b	0,560b	0,906b	1,466b	0,629a	2,192a	0,54a
	(smo;flc1,5) 115	7,8a	1,68a	2,42a	8,6a	0,888a	1,281a	2,169a	0,693a	3,227b	0,55a
13	55	7,2b	4,97b	2,73b	8,3b	0,910b	1,365a	2,275b	0,681b	2,625a	0,69a
	(smo;flc3,0) 115	15,2a	3,20a	3,07a	10,3a	1,615a	1,654a	3,269a	0,974a	4,942b	0,55a
14	55	14,4b	5,79b	3,45b	9,8b	1,803b	2,356a	4,159b	0,767b	4,066a	0,86a
	(smo;flc6,0) 115	25,8a	3,95a	4,21a	13,7a	3,204a	2,923b	6,126a	1,097a	6,138b	0,85a

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais, pelo teste F, a 5% de significância. Substrato com matéria orgânica (cmo) e sem matéria orgânica (smo). Adubação convencional a cada 7 dias (ac7) e 14 dias (ac14); fertilizante de liberação controlada (flc) Osmocote® 15:09:12 + Ca, Mg e micronutrientes, em kg.m⁻³ de substrato (0; 0,75; 1,5; 3,0 e 6,0)

3.3.2 Efeito de substratos

De forma geral, ocorreu melhor desenvolvimento das mudas produzidas em substrato sem matéria orgânica (smo), o que pode ser verificado na Tabela 9. Os tratamentos com este substrato permitiram maior incremento em biomassa e crescimento das mudas, observados na altura, diâmetro de colo, número de folhas, matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes e matéria seca total.

O substrato com matéria orgânica (cmo) igualou-se ao substrato sem matéria orgânica (smo) para altura avaliada aos 120 dias após a semeadura, comparando-se os tratamentos 3;10 e 11;4, em ambos os tubetes. Também na comparação entre os tratamentos 12;5, no tubete de 55 ml, ocorreu igualdade. Nas demais comparações o substrato sem matéria orgânica (smo) apresentou altura média maior.

O tratamento 5, que usou substrato com matéria orgânica (cmo), foi superior ao tratamento 12 em tubetes de 115 ml para a característica diâmetro. Na comparação entre os outros tratamentos para esta característica, o substrato sem matéria orgânica (smo) foi superior.

Na avaliação do número de folhas (NF), os tratamentos 14;7 foram estatisticamente iguais, em tubetes de 55 ml. Na comparação entre os outros tratamentos, observou-se superioridade, quando se utilizou substrato sem matéria orgânica (smo).

A matéria seca da parte aérea (MSPA) não diferenciou, comparando-se os tratamentos 12;5, em tubete 115 ml. Nas demais comparações, o substrato sem matéria orgânica (smo) obteve resultados superiores.

Na característica matéria seca das raízes (MSR), os tratamentos 13;6 e 14;7 foram estatisticamente iguais em tubetes de 155 ml. Na comparação entre os outros tratamentos, observou-se superioridade quando foi usado substrato sem matéria orgânica (smo).

Na matéria seca total (MST), apenas a comparação entre os tratamentos 13;6 em tubete 115 ml não apresentou diferença. Nas outras comparações, o uso do substrato sem matéria orgânica (smo) foi superior.

A razão da biomassa da parte aérea raiz (PA/R) foi igual para os substratos em tubete 55 ml, nos tratamentos 12;5 e 13;6. Ela foi superior com o uso do substrato com matéria orgânica (cmo), nos tratamentos 14;7, em tubete de 55 ml e 12;5, em tubete de 115 ml e superior com o uso do substrato sem matéria orgânica (smo), nos tratamentos 13;6 e 14;7, em tubete de 155 ml.

O melhor desempenho da espécie com substrato smo pode ser atribuído às características físicas do material. Os resultados apresentam valores maiores de macroporosidade, o que permite uma melhor drenagem.

A condutividade elétrica do lixiviado (CE) indicou maior valor nos tratamentos com o substrato sem matéria orgânica (smo), demonstrando ser um material que ocasiona maior carreamento de soluto, o que não favorece adubações concentradas, mas, sim, o mais parceladas possível.

Dentre as propriedades químicas, o fato de o substrato não apresentar esterco de curral curtido na composição levanta suspeitas sobre a influência deste elemento nos resultados obtidos. O substrato com matéria orgânica (cmo) apresentou valor baixo na relação C/N (6/1), enquanto o substrato sem matéria orgânica (smo) apresentou valor alto (129/1).

O IQD não mostrou diferença entre os substratos para os tubetes de 115 ml, nas doses de FLC 3,0 e 6,0 kg m⁻³ de substrato. Nos outros tratamentos que obtiveram material para análise, foi verificada diferença entre os substratos para este indicador.

TABELA 9 Médias das características morfológicas, analisadas aos 120 dias e condutividade elétrica (CE) do lixiviado, aos 60 dias após a semeadura, em função da interação tubete dentro de tratamentos com uso de substrato com matéria orgânica (cmo) e sem matéria orgânica (smo).

tratamentos		Médias									
Tub.ml	Tratam. ^{1/}	H (cm)	CE (dS.m ⁻¹)	D (mm)	NF	MSPA	MSR	MST	RPAR	RHD	IQD
						(g.planta ⁻¹)					
55	8 (ac7;smo)	17,1a	14,02b								
	1 (ac7;cmo)	4,2b	4,76a								
	9 (ac14;smo)	13,5a	11,10b								
	2 (ac14;cmo)	2,3b	3,33a								
	10 (flc0;smo)	1,6a	2,53a								
	3 (flc0;cmo)	1,5a	2,05a								
	11 (flc0,75;smo)	3,4a	5,14b								
	4 (flc0,75;cmo)	3,2a	2,23a								
	12 (flc1,5;smo)	5,0a	5,49a	2,30a	7,2a	0,560a	0,906a	1,467a	0,629a	2,192a	0,54a
	5 (flc1,5;cmo)	3,8a	4,76a	2,04b	4,6b	0,306b	0,520b	0,826b	0,590a	1,898a	0,33b
	13 (flc3;smo)	7,2a	6,15a	2,73a	8,3a	0,910a	1,365a	2,275a	0,681a	2,625b	0,69a
	6 (flc3;cmo)	4,3b	4,97a	2,28b	7,5b	0,455b	0,620b	1,075b	0,747a	1,893a	0,42b
	14 (flc6;smo)	14,4a	7,16b	3,45a	9,8a	1,803a	2,356a	4,159a	0,767b	4,066b	0,86a
	7 (flc6;cmo)	9,4b	5,79 a	2,93b	9,6a	0,991b	1,068b	2,059b	0,945a	3,000a	0,53b
115	8 (ac7;smo)	14,3a	13,85b								
	1 (ac7;cmo)	5,1b	4,64a								
	9 (ac14;smo)	11,1a	8,76b								
	2 (ac14;cmo)	4,0b	3,30a								
	10 (flc0;smo)	2,1a	2,99a								
	3 (flc0;cmo)	2,5a	1,76a								
	11 (flc0,75;smo)	4,7a	3,83b								
	4 (flc0,75;cmo)	4,9a	1,99a								
	12 (flc1,5;smo)	7,8a	3,44b	2,42b	8,6a	0,888a	1,281a	2,169a	0,693b	3,227b	0,55a
	5 (flc1,5;cmo)	6,1b	1,68a	2,80a	8,1b	0,769a	0,729b	1,498b	1,061a	2,189a	0,48a
	13 (flc3;smo)	15,2a	4,55b	3,07a	10,3a	1,615a	1,654a	3,269a	0,974a	4,942a	0,55b
	6 (flc3;cmo)	9,8b	3,20a	2,81b	8,5b	1,158b	1,694a	2,851a	0,681b	3,366b	0,71a
	14 (flc6;smo)	25,8a	6,96b	4,21a	13,7a	3,204a	2,923a	6,126a	1,097a	6,138a	0,84a
	7 (flc6;cmo)	22,8b	3,95a	3,74b	11,6b	2,428b	2,788a	5,215b	0,872b	6,079a	0,75a

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais, pelo teste F, a 5% de significância.^{1/}Adubação convencional a cada 7 dias (ac7) e 14 dias (ac14); fertilizante de liberação controlada (FLC) Osmocote® 15:09:12 + micronutrientes, em kg.m⁻³ de substrato (0; 0,75; 1,5; 3,0 e 6,0) ^{2/}Substrato com matéria orgânica (cmo) e sem matéria orgânica (smo)

3.3.3 Análises de regressão para doses de fertilizante de liberação controlada (FLC)

3.3.3.1 Altura

As mudas apresentaram crescimento linear em altura aos 120 dias, com o aumento das doses de FLC até a dose máxima utilizada (6 kg de FLC. m⁻³ de substrato) para as diferentes combinações de substrato e tamanho de tubete. Na Figura 2 são apresentadas as análises de regressão.

O crescimento maior foi observado no tratamento cujo substrato não apresentou esterco (smo) e tamanho de tubete de 115 ml (Figura 2 A). O menor crescimento foi verificado no tratamento de substrato que continha esterco (cmo) e tubete com volume de 55 ml (Figura 2 D).

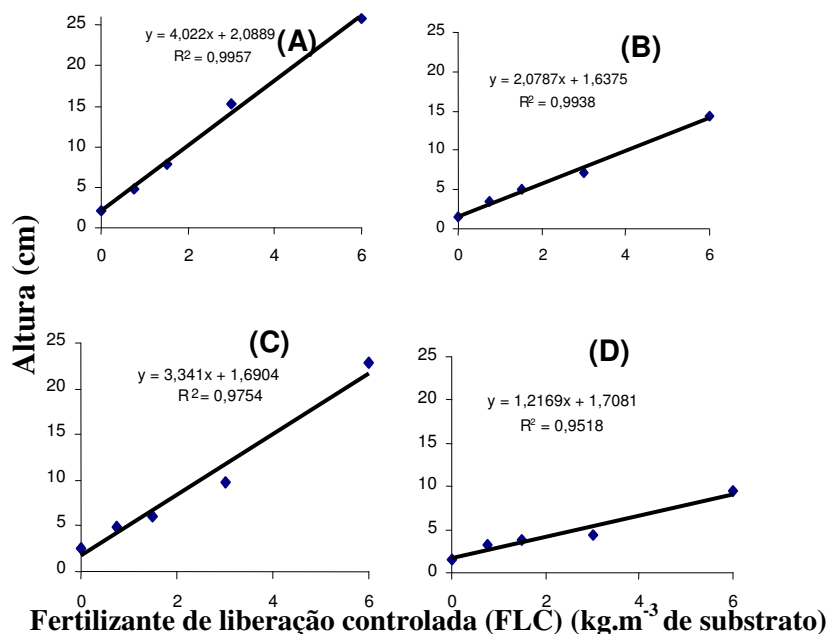


FIGURA 2 Efeito de doses de FLC sobre a altura de mudas, aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (C) Tubete 115 ml e substrato com matéria orgânica (cmo). (D) Tubete 55 ml e substrato com matéria orgânica (cmo).

3.3.3.2 Diâmetro

Apenas o tratamento 14, no qual utilizou-se o substrato com matéria orgânica (cmo), o diâmetro de colo ficou acima de 3mm, após 120 dias da semeadura (tubete 115 ml; FLC 6,0 kg.m⁻³ substrato).

Nos tratamentos 7, 13 e 14, que utilizaram substrato sem matéria orgânica (smo), o diâmetro de colo ficou acima de 3mm, após 120 dias da semeadura (tubete 55 ml; FLC 6,0 kg.m⁻³ e para tubetes de 115 ml; FLC nas doses 3,0 e 6,0 kg.m⁻³ substrato). Foi observado efeito quadrático em função do aumento das doses de FLC.

Os gráficos da Figura 3 apresentam o efeito de doses de fertilizante de liberação controlada (FLC) para o diâmetro com o uso do substrato sem matéria orgânica (smo). O substrato com matéria orgânica (cmo) não viabilizou material suficiente para tais análises.

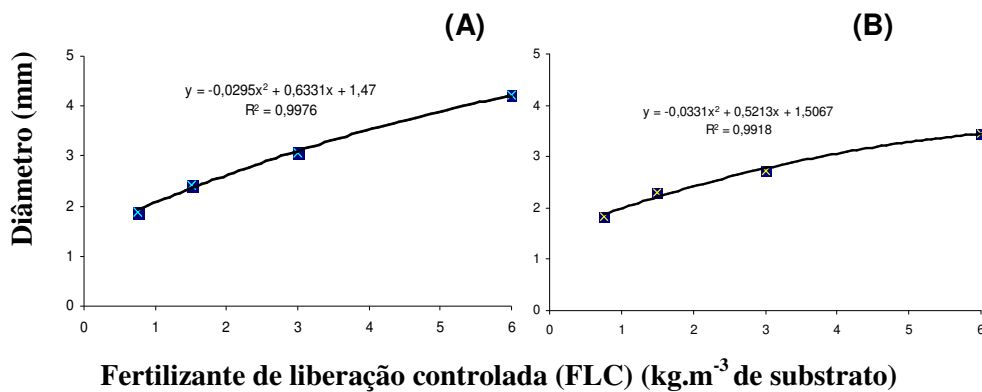


FIGURA 3 Efeito de doses de FLC sobre o diâmetro de mudas aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).

Geralmente, o padrão de qualidade considerado pelos viveiristas, segundo Faria (1999), refere-se ao aspecto nutricional (visual) e à altura das mudas, as quais devem estar acima de 20 cm. No entanto, Faria (1999) considera

que, além da altura, o diâmetro de colo também deve ser avaliado, devendo estar acima de 3mm para que a muda seja considerada apta para ir ao campo.

Assim, tão importante quanto avaliar a altura, é avaliar o diâmetro e a relação entre essas características que, segundo Johnson & Cline (1991), é denominada de quociente de robustez, considerado preciso, pois fornece informações de quanto delgada está a muda.

3.3.3.3 Razão altura diâmetro

A razão entre a altura da parte aérea e o diâmetro do colo (H/D) é reconhecida como um dos melhores indicadores do padrão de qualidade de mudas (Moreira & Moreira, 1996), pois, reflete o acúmulo de reservas e também garante maior resistência e fixação no solo. Segundo Carneiro (1983), quanto menor for o valor dessa relação, maior será a capacidade de as mudas sobreviverem e se estabelecerem no campo.

Carneiro (1995) recomenda que este valor deve ser inferior a 8, o que foi obtido por todos os tratamentos neste experimento, variando de 1,89 a 6,13.

Foi observado um aumento neste valor, conforme se aumentava a dose de fertilizante de liberação controlada (FLC). Para o tubete de 115 ml, esse aumento é seguido de uma tendência de estabilidade com doses maiores (Figura 4A). Dessa forma, a relação altura da parte aérea/diâmetro de coleto deve ser utilizada em conjunto com outros parâmetros, na determinação do melhor padrão de qualidade de mudas (Fonseca, 2002).

A Figura 4 apresenta o efeito de doses de fertilizante de liberação controlada (FLC) para a razão altura/diâmetro, com o uso do substrato sem matéria orgânica (smo). O substrato com matéria orgânica (cmo) não viabilizou material suficiente para tais análises.

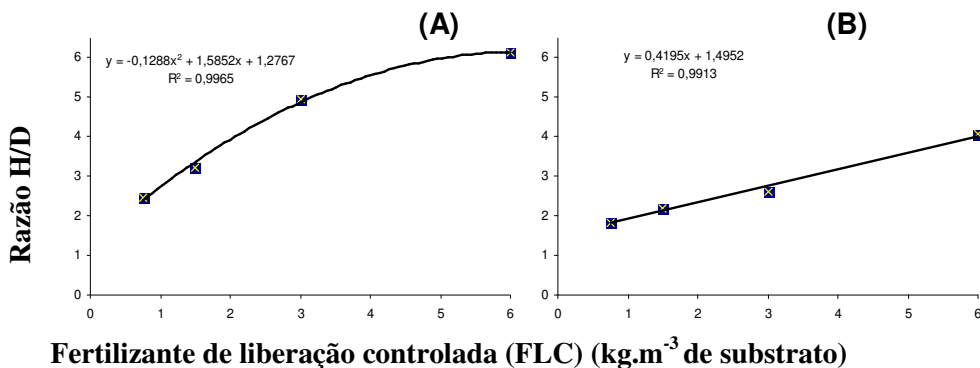


FIGURA 4 Efeito de doses de FLC sobre a razão altura diâmetro de mudas aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).

3.3.3.4 Biomassa

O valor da razão entre o peso da matéria seca da parte aérea e radicular (PA/R) demonstrou tendência a um equilíbrio para os tubetes de 115 ml, com o aumento das doses de FLC (Figura 5A), também verificado nos valores de biomassa em separado (Figura 6A).

Nos tubetes de 55 ml, houve restrição no volume para o crescimento das raízes e ocorreu menor desenvolvimento das mudas e, proporcionalmente, maior redução na parte aérea, resultando em menor relação PA/R, (Figura 5B).

Os resultados demonstram um comportamento da espécie em alocar biomassa no sistema radicular em situações de estresse, tipicamente o que ocorre com plantas que se desenvolvem em locais com pouca água e nutrientes disponíveis. O gráfico relativo a biomassa da parte aérea e raiz é apresentado na Figura 6.

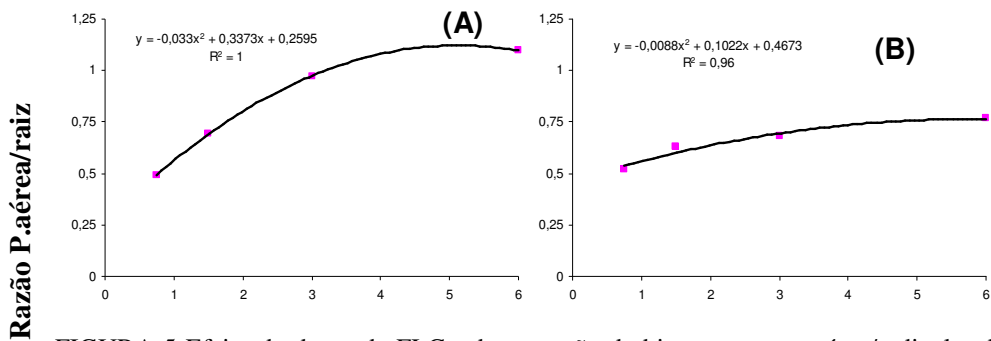


FIGURA 5 Efeito de doses de FLC sobre a razão da biomassa parte aérea/radicular de mudas, aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).

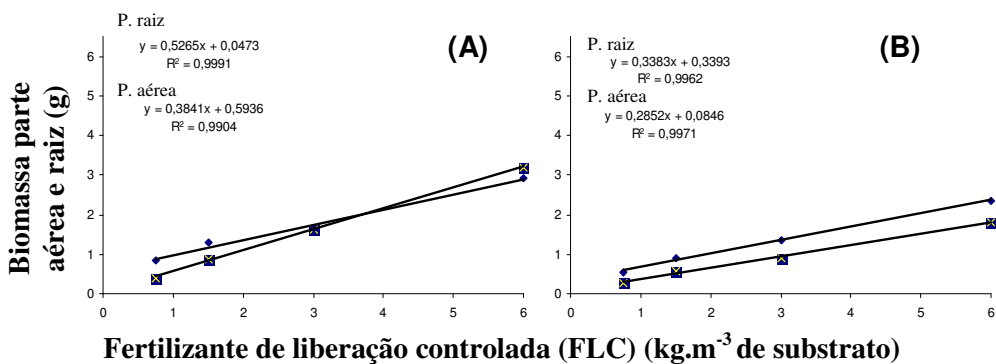


FIGURA 6 Efeito de doses de FLC sobre a biomassa da parte aérea e radicular de mudas aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).

O gráfico da Figura 7 apresenta a matéria seca total, em função de doses de fertilizante de liberação controlada (FLC) com o uso do substrato sem matéria orgânica (smo). O substrato com matéria orgânica (cmo) não viabilizou material suficiente para tais análises.

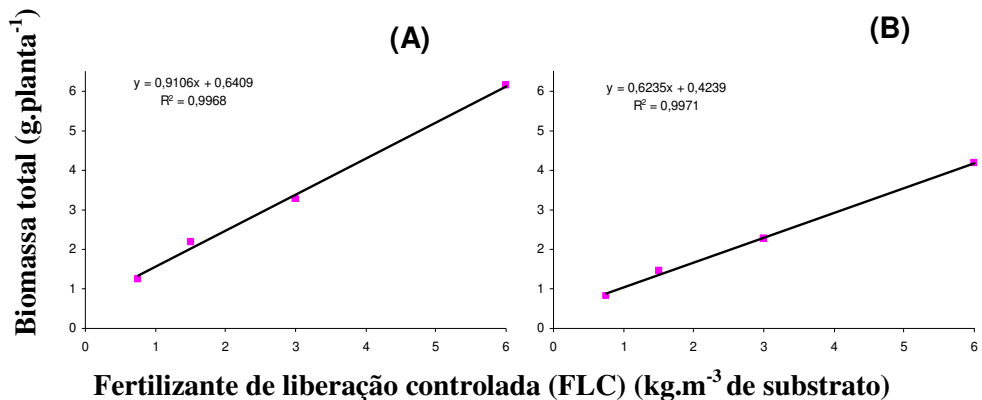
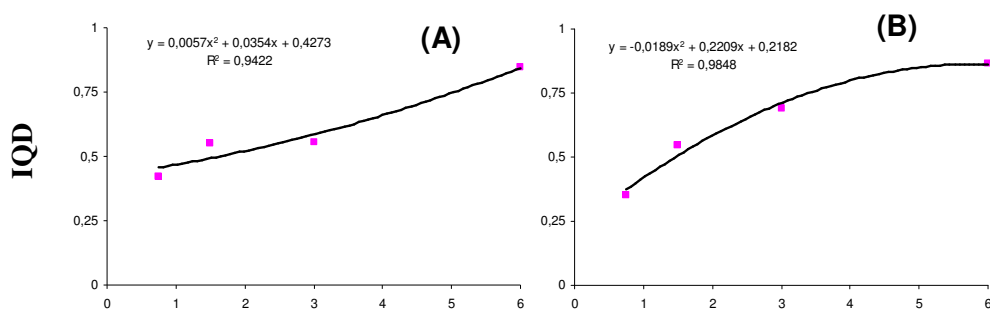


FIGURA 7 Efeito de doses de FLC sobre a biomassa total de mudas, aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).

3.3.3.4 Índice de qualidade de Dickson

O índice de qualidade de Dickson (IQD) não apresentou diferença estatística para os dois tamanhos de tubetes nas doses de fertilizante de liberação controlada (FLC) para o substrato sem matéria orgânica (smo), porém, apresentou comportamento diferente quanto à tendência de crescimento (Figura 8).

Para os tubetes de 115 ml foi observada tendência de aumento (Figura 8A), provavelmente, porque este recipiente permite maior acúmulo de matéria seca, sendo este parâmetro de grande peso no valor final deste índice. Para os tubetes de 55 ml, esta tendência é de estabilização. Ao final de 120 dias, todos os tratamentos apresentaram mudas com valores de IQD acima do recomendado por Hunt (1990), citado por Fonseca (2002), que é 0,20 para a produção em recipientes de 50 ou 60 ml.



Fertilizante de liberação controlada (FLC) ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ de substrato)

FIGURA 8 Efeito de doses de FLC sobre o índice de qualidade de Dickson de mudas, aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo).

3.3.3.5 Condutividade elétrica

Os resultados de condutividade elétrica do lixiviado armazenado e recolhido aos 60 dias de experimento mostram interação tratamento x tubete.

Entre os tratamentos de adubação convencional, as concentrações de sais foram maiores quando se utilizou substrato sem matéria orgânica (smo). Este resultado ocorreu devido a maiores doses de adubação de base nestes tratamentos e, também, pelo fato deste substrato permitir maior carreamento dos nutrientes.

Entre os tratamentos nos quais foi usado fertilizante de liberação controlada (FLC), também foi verificada maior concentração de sais nos tratamentos de substrato sem matéria orgânica (smo), mesmo recebendo a mesma dose na adubação de base e mesma dose de FLC.

A menor condutividade elétrica nos tratamentos que continham matéria orgânica é explicada pelo fato de este material possuir grande capacidade de retenção de íons, perdendo, dessa forma, menos carga para o material recolhido.

Foi verificada maior concentração de soluto nos tratamentos de tubetes menores, tendo a presença de matéria orgânica influenciado de forma expressiva nestes valores (Figura 9).

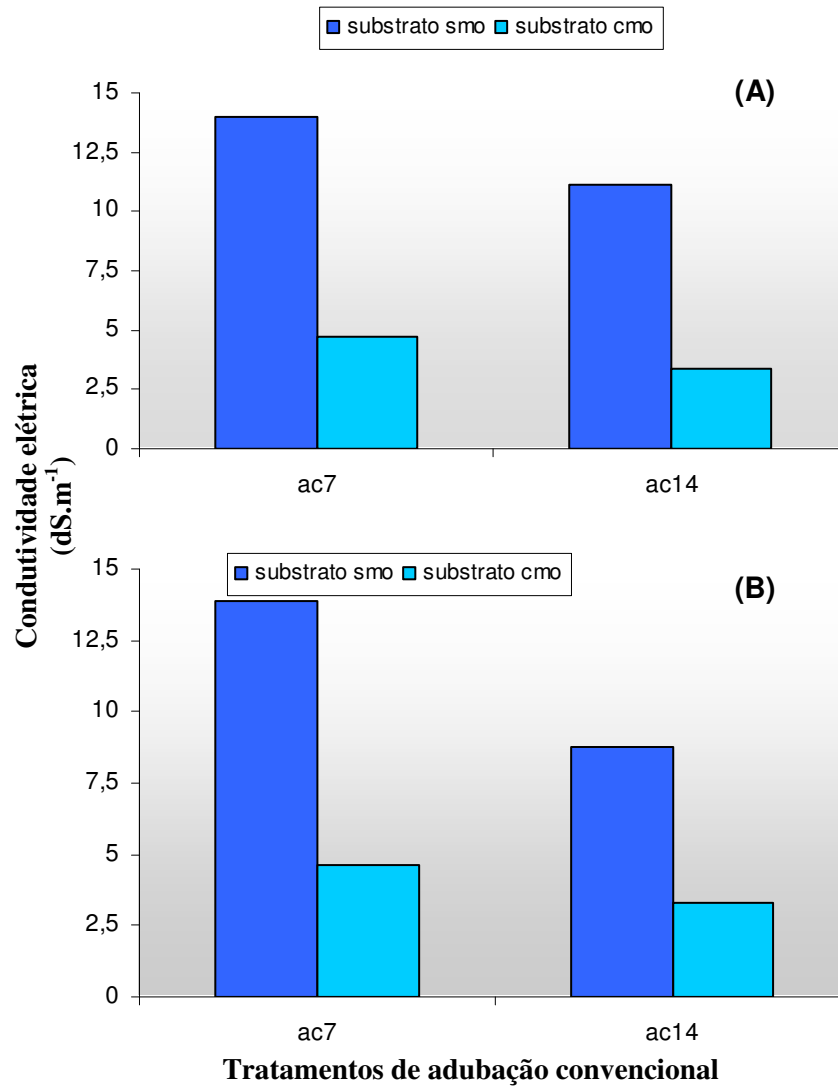


FIGURA 9 – Comparação entre lixiviados dos substratos sem matéria orgânica (smo) e com matéria orgânica (cmo) que receberam adubação de cobertura convencional a cada 7 dias (ac7) e a cada 14 dias (ac14). (A) Tubetes de 55 ml. (B) Tubetes de 115 ml.

Por ser um fertilizante que libera de forma lenta seus nutrientes, os tratamentos com doses crescentes de fertilizante de liberação controlada (FLC) apresentaram baixos valores de condutividade elétrica no lixiviado (Figura 10), o que confirma sua maior eficiência, ou seja, menor desperdício de nutrientes por permitir um melhor parcelamento evitando-se, assim, danos causados por salinidade excessiva.

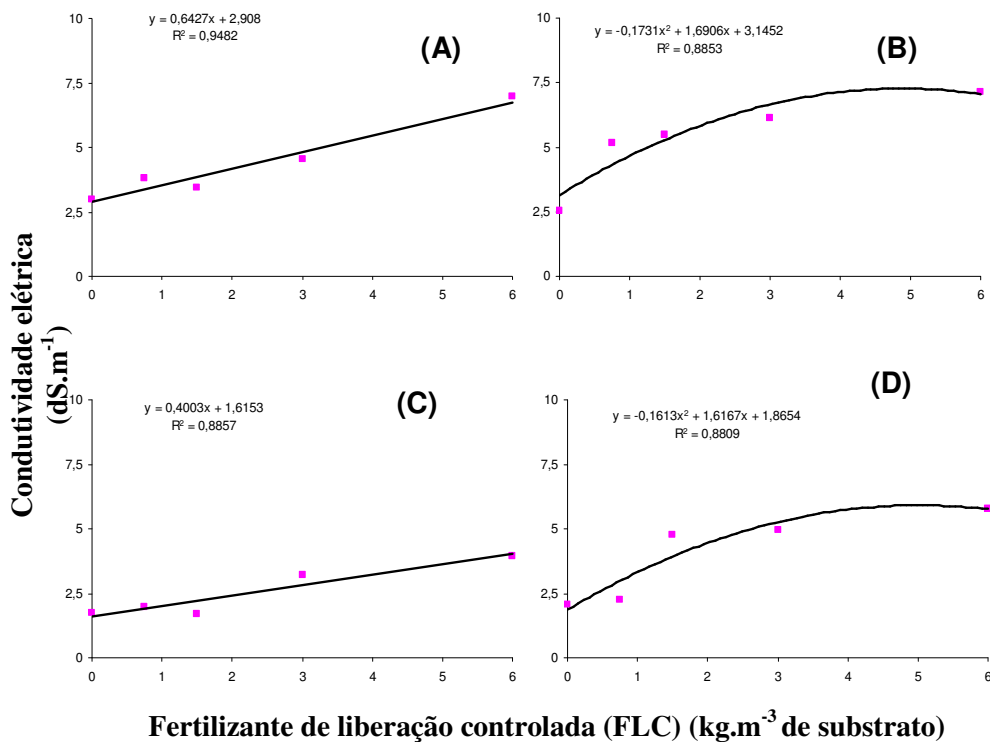


FIGURA 10 Efeito de doses de FLC sobre a condutividade elétrica do lixiviado aos 120 dias após a sementeira. (A) Tubete 115 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (B) Tubete 55 ml e substrato sem matéria orgânica (smo). (C) Tubete 115 ml e substrato com matéria orgânica (cmo). (D) Tubete 55 ml e substrato com matéria orgânica (cmo).

3.4 Fertilização e matéria orgânica

Houve baixa sobrevivência de mudas, verificada nos tratamentos com adubação de cobertura convencional, principalmente quando foi usado substrato com matéria orgânica (cmo) (Tabela 10).

Os sintomas apresentados foram definhamento das raízes com conseqüente seca da parte aérea das mudas, 30 dias após o início destas adubações. De acordo com Marschner (1997), a alta salinidade de alguns fertilizantes, principalmente o KCl, compromete o crescimento e a distribuição das raízes, assim como a absorção de água e nutrientes, porque diminui o potencial osmótico próximo à rizosfera, dificultando o caminhar dos íons até as raízes.

Dessa forma, apesar de a adubação em cobertura aplicada ser a metade nos tratamentos com ac14 e a mesma com ac7 (esta última, porém, dividida em duas vezes no período de 14 dias), em relação à realizada, em geral, para as espécies nativas no viveiro da UFLA, torna-se necessário um maior parcelamento e menores concentrações da adubação de cobertura convencional.

TABELA 10 Sobrevivência, em %, das mudas nos tratamentos estudados, ao final de 120 dias

Adubação		Sobrevivência (%)			
		Substrato/tubete (ml) ^{1/2}			
		smo/115	cmo/115	smo/55	cmo/55
convencional	ac7	43,7	24,1	75,0	18,8
	ac14	51,8	26,8	69,8	20,8
FLC (kg.m ⁻³ de substrato)	0	62,5	5,4	55,2	7,3
	0,75	86,6	18,6	79,2	17,7
	1,5	97,3	60,7	86,5	33,3
	3,0	89,3	71,4	86,5	60,4
	6,0	84,8	76,8	88,5	82,3

Substrato sem matéria orgânica no tubete de 115 ml (smo/115); substrato com matéria orgânica, no tubete de 115 ml (cmo/115); substrato sem matéria orgânica, no tubete de 55 ml (smo/55); substrato com matéria orgânica, no tubete de 55 ml (cmo/55).

Nos tratamentos com o uso de FLC, no qual a composição do substrato continha matéria orgânica (cmo), a sobrevivência foi menor em comparação ao substrato sem matéria orgânica (smo).

A presença do esterco contribui para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do substrato (Jorge, 1983), devido ao fato de a presença da matéria orgânica atuar como condicionadora, ou seja, fonte de cargas, meio de retenção de água, agente de melhoria da estrutura e conservar menor amplitude térmica do solo. Porém, para a espécie em estudo, parece ter ocorrido um efeito negativo, impedindo o seu desenvolvimento.

Castro et al. (1996), trabalhando com a espécie *Multigia Calabura* L., no qual avaliou a influência de substrato na formação e produção de mudas, verificaram que a ausência de composto orgânico prejudica a qualidade das mesmas. Segundo este autor, o melhor substrato foi mistura de solo, vermiculita e esterco.

Gonçalves (2000) relata que a propagação de mudas via semente e estaca pode ser obtida a partir da mistura de 70% a 80% de um composto orgânico, como, por exemplo, o esterco bovino, no entanto, os resultados mostram que não se aplicaria no caso da espécie *Eremanthus erythropappus*.

A taxa de sobrevivência nos tratamentos sem matéria orgânica (smo) e dose de FLC 0,0 kg.m⁻³ de substrato (testemunha) foi de 62,5%, para tubetes de 115 ml e 55,2%, para tubetes de 55 ml. Apesar de não apresentarem crescimento vegetativo que viabilizasse a produção de mudas sem uso de adubação durante o processo, a espécie mostrou a competência em sobreviver em substratos ou sítios de baixa fertilidade, o que acontece na maioria dos locais em que ela ocorre naturalmente.

Já a testemunha (dose de FLC 0,0 kg.m⁻³ de substrato) dos tratamentos com matéria orgânica (cmo) apresentou baixa taxa de sobrevivência (5,4 para

tubetes de 115 ml e 7,3 para tubetes de 55 ml), sugerindo uma incompatibilidade da espécie com a matéria orgânica em questão.

4 CONCLUSÕES

- A qualidade das mudas de *Eremanthus erythropappus* foi afetada pelo substrato, pelo tamanho de tubetes e pela fertilização, alterando os parâmetros morfológicos e as relações usadas na avaliação.
- As mudas apresentaram padrões de qualidade adequados para o plantio definitivo, aos 120 dias após a semeadura, apenas com o uso de substrato sem matéria orgânica, tubete 115 ml e fertilização com osmocote, na concentração de $6,0 \text{ kg.m}^{-3}$ de substrato.
- As mudas desenvolvidas com os tratamentos contendo matéria orgânica do tipo esterco de curral curtido apresentaram os piores valores nas avaliações de crescimento e qualidade, tendo sido observado alto índice de mortalidade.
- As mudas mostraram-se sensíveis quanto ao efeito salino da adubação convencional; como reflexo da salinidade, apresentaram menores taxas de sobrevivência.
- O tubete de menor volume restringiu o crescimento das mudas em um mesmo período, quando comparado ao tubete de maior volume.
- O fertilizante de liberação controlada Osmocote foi eficiente para a produção de mudas de candeia na maior dose testada (6 kg.m^{-3} de substrato).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO, D. G. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. Urophylla* produzidas em blocos prensados com diferentes substratos.** 1999. 79 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

CALDEIRA, M. V.; SHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L. R.; BOGEL, H. L. M.; OLIVEIRA, L. S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill em Maiden em função de diferentes doses de vermicomposto. **Floresta**, Curitiba, v. 28, n. 1/2, p. 19-30, jul./dez. 2000.

CARMI, A.; HESKETH, J. D.; ENOS, W. T.; PETERS, D. B. Interrelationships between shoot growth and photosynthesis, as affected by root growth restriction. **Photosynthetica**, Prague, v. 17, n. 2, p. 240-245, 1983.

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

CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais, das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1983. p. 10-24.

CASTRO, E. M.; ALVARENGA, A. A.; GOMIDE, M. B. Crescimento e distribuição de matéria seca de mudas de calabura (*Muntingia calabura* L.) submetidas a três níveis de irradiância. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 3, p. 357-365, jul./set. 1996.

DAVIDE, A. C **Influência do fosfato de araxá e do gesso na produção de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith, em casa de vegetação.** 1983. 91p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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

DRZAL, M. S.; CASSEL, D. K.; FONTENO, W. C. Pore fraction analysis: a new tool for substrate testing. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 1, n. 481, p. 43-53, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUARIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de levantamento e Conservação do solo. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1979.

FARIA, J. M. R. Propagação de espécies florestais para a recomposição de matas ciliares. In: SIMPOSIO “MATA CILIAR”: ciência e tecnologia, 1., 1999, lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999. p. 69-79.

FERMINO, M.H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. 1996. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

FONSECA, É. P.; VALERI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; *et al.* Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, jul./ago. 2002.

FONTENO, W. C. Growing media: types and physical/chemical properties. In: REED, D. W. (Ed.) **A Growers guide to water, media, and nutrition for greenhouse crops**. Batavia: Ball, 1996. p. 93-122.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. jul./ago. 2002, In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia-SP. **Anais...** Águas de Lindóia: USP-ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996. 1CD-ROM.

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

HANDRECK, K.; BLACK, N. **Growing media for ornamental plants and turf**. Sydney: University of New South Wales Press, 1999. 448 p.

JESUS, R.; LOGISTER, F.; MENANDRO, M. S. **Efeito da luminosidade e do substrato na produção de mudas de *Cordia trichotoma* Vell.** In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 4., 1991, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata, 1991. v. 1, p. 459- 479.

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

JORGE, J. A. **Solo**: manejo e adubação: Compêdio de edafologia. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 309 p.

JOSÉ, A. C. **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas**. 2003. 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1997. 889 p.

MORAES NETO, S. P. ; GONÇALVES, J. L. M. Efeitos da luminosidade sobre o estado nutricional de mudas de seis espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 29-38, jan./mar. 2001.

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.

PEREIRA, A. A. S. **Nutrição e adubação da candeia (*Vanillosmopsis erythropappa*)**. 1998. 22 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. dos S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 209-215, mar./abr. 2002.

SANTOS, C. B. **Efeito de modelos de tubetes e tipo de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don**. 1998. 65 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, SC.

SAS INSTITUTE. **SAS procedures guide, version 6**. 4. ed. Cary, North Carolina, 1990.

STRINGHETA, A. C. O.; RODRIGUES, L. A.; FONTTES, L. E. F.; COSTA, C. A. Caracterização física de substratos contendo composto de lixo urbano e

casca de arroz carbonizada como condicionadores. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 155-159, jan./mar. 1997.

TONETTI, O. A. O. **Melhoria da Qualidade Física e Estudo da Germinação de Candeia (*Eremanthus Incanus* (less) e *Eremanthus Erythropappus* MacLeish)** . 2004. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VASCONCELOS, F. C. W. **Desenvolvimento de tecnologia para a recomposição vegetal, com espécies nativas, nas pilhas de rejeito/estéril, geradas pela mineração de pedra São Tomé, no município de São Tomé das Letras, Minas Gerais.** 2001. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

WILSON, G. C. S. Analytical analyses and physical properties of horticultural substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 150, p. 19-32, 1984.

CAPÍTULO II

RESUMO

BRAGA, Elvis Adriano. **Fontes de fertilizantes de liberação controlada na produção de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus*)**. 2006. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.³

O objetivo deste experimento foi avaliar fontes similares de fertilizantes de liberação controlada (FLC) e a dose mais adequada para produção de mudas de *Eremanthus erythropappus* (candeia), em diferentes volumes de tubetes. Os tratamentos constituíram-se de dois tamanhos de tubetes (55 e 115 ml) e doses crescentes (6; 8, 10 e 12 kg.m⁻³ de substrato) de fertilizantes do fabricante (A) com a formulação NPK 15:09:12 + Ca, Mg + micronutrientes (S, B, Cu, Mn, Fe e Zn) e fabricante (B) formulação NPK 15:08:12 + micronutrientes (Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Fe e Zn), ambos com liberação dos nutrientes, prevista no prazo de 5 a 6 meses. Como substrato, foi usada uma mistura de 50% de casca de arroz carbonizada, 30% de vermiculita média, 20% de terra de subsolo. As avaliações de altura da parte aérea foram realizadas aos 60, 90 e 120 dias após sementeira e as outras características morfológicas e suas razões avaliadas aos 120 dias após a sementeira. Avaliou-se também o potencial de crescimento de raízes novas em mudas aclimatadas (estressadas) e não aclimatadas (plenamente irrigadas), plantadas em vasos sob condições ótimas de irrigação. Pelos resultados obtidos, concluiu-se que as mudas de candeia responderam ao aumento de doses de fertilizante de liberação controlada, obtendo altura satisfatória para plantio aos 90 dias após a sementeira com doses mínimas de 8 kg.m⁻³ de substrato no tubete de 115 ml.

³ Comitê Orientador: Antônio Cláudio Davide - UFLA (orientador);
José Márcio Faria - UFLA (Co-Orientador)

ABSTRACT

BRAGA, Elvis Adriano. **Sources of controlled release fertilizers in the growth of seedlings from candeia (*Eremanthus erythropappus*)**.2006. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.⁴

The objective of this experiment was to evaluate similar sources from nutrients of controlled release (FLC) and the dose most suitable to *Eremanthus erythropappus* (candeia) seedling growth in different tube volumes. The treatments was performed with two tube sizes (55 and 115 mL) and increasing doses (6, 8, 10 and 12 kg.m⁻³ of the substrate) from manufacturer fertilizers (A) with NPK formulation 15:09: 12 + Ca, Mg + micronutrients (S, B, Cu, Mn, Fe and Zn) and (B) formulation manufacturer NPK 15:08:12 + micronutrients (Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Fe and Zn), both with release of nutrients, provided within 5 to 6 months. As substrate was used a mixture of 50% of carbonized rind of rice, 30% from vermiculite, 20% of soil from subsoil. Evaluations of height shoots were carried out at 60, 90 and 120 days after sowing and other morphological characteristics and their ratios were carried out at 120 days after sowing. Also, were evaluated the potential to new roots growth on acclimation seedlings (under stress effect) and without stress effect with acclimation (fully irrigated), cultivated in pots under conditions of optimum irrigation. Those results concluded that the seedlings of candeia responded to increasing in doses to controlled-release fertilizer, obtaining satisfactory time to future planting even 90 days after sowing with minimal doses to 8 kg.m⁻³ in the substrate into the 115mL size tubes.

⁴ Comitê Orientador: Antônio Cláudio Davide (orientador);
José Márcio Rocha Faria (co-orientador)

1 INTRODUÇÃO

A reposição de nutrientes no substrato para conseqüente aquisição pelas plantas é um fator de muita relevância para a produção de mudas. Esta reposição é feita para manter os elementos em quantidades que não limitem o desenvolvimento das plantas. Elementos como o nitrogênio e o potássio são bastante susceptíveis à lixiviação, além de poderem causar efeito salino; por isso não devem ser adicionados na íntegra nos substratos, quando se tratar de adubos prontamente solúveis. Para isso, faz-se o parcelamento da adubação nitrogenada e potássica.

Dessa forma, exige-se muito critério na fertilização em viveiros, pois tanto a deficiência como a toxidez neste processo comprometem a sobrevivência ou a qualidade das mudas. Este limite de deficiência e toxidez irá depender das exigências da espécie, no entanto, o volume limitado dos recipientes agrava o problema.

A adubação por fontes solúveis prontamente disponíveis é feita por fertirrigação, genericamente em duas a três aplicações por semana, repetindo-se a operação quando chuva forte ocorrer logo após sua realização. São necessárias instalações para a preparação das soluções, equipamentos para distribuição, monitoramento da salinidade nos substratos, limpeza dos bicos de aspersão e mão-de-obra treinada para o cumprimento dessas atividades.

O processo de produção de mudas, porém, conta com os fertilizantes de liberação controlada que apresentam vantagens sobre os prontamente disponíveis. São aplicados em dose única na confecção do substrato, possibilitando uma distribuição mais homogênea dos nutrientes (Khalaf & Koo, 1983). Dessa forma, diminuem-se gastos com mão-de-obra e equipamentos de fertirrigação, os elementos são fornecidos de forma gradual, reduzindo-se os danos decorrentes de aplicação excessiva e as perdas por lixiviação. No entanto,

as condições climáticas podem limitar o seu uso, pois temperaturas muito elevadas aceleram a liberação dos elementos e isso pode acarretar em falta de nutrientes antes de a planta terminar o seu ciclo no viveiro.

O fertilizante de liberação controlada é do tipo grânulo solúvel, sendo revestido por uma capa de resina orgânica permeável à água. Cada grânulo contém macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento da muda. A resina de recobrimento controla a liberação de nutrientes em função da temperatura do substrato. Depois de sua aplicação, a água penetra na camada de resina e dissolve os nutrientes no interior da cápsula, que são liberados por difusão para a solução do substrato. Em temperaturas mais baixas, a taxa de liberação de nutrientes é menor; da mesma forma, as plantas em temperaturas mais baixas têm uma menor absorção de nutrientes, devido às menores taxas de respiração e transpiração. Segundo os fabricantes, a liberação dos nutrientes pelos grânulos ocorre, de forma ideal, à temperatura de 21°C. Com o aumento da temperatura, a liberação de nutrientes é maior, ou seja, nos momentos de maior exigência da planta. O mercado oferece produtos com liberação variando entre 2 a 15 meses, com diferenças na composição e na espessura da resina protetora.

O objetivo deste experimento foi avaliar diferentes doses e fontes de fertilizantes de liberação controlada (FLC) em diferentes volumes de tubetes para a produção de mudas de *Eremanthus erythropappus* (candeia).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFLA, em Lavras, Minas Gerais, a 918m de altitude, latitude 21°14'S, longitude 45°00'W e clima do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. As temperaturas e umidades relativas do ar em Lavras, durante o período experimental, entre 14/03/2005 e 13/07/2005, encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 Precipitação e média das temperaturas e umidades relativas do ar máximo e mínimo mensal e umidade média no campus da UFLA.

Mês	Precipitação (mm)	Temperatura(°C)		Umidade (%)		
		máxima	mínima	máxima	mínima	média
Abril	60,6	28,8	17,6	92,2	62	74,2
Mai	84,6	25,4	14,3	96	63,5	74,7
Junho	4,7	24,5	12,8	89	65,2	76,5
Julho	40,4	24,1	11,7	93,5	53,2	72,7

2.2 Obtenção das sementes

As sementes foram coletadas de matrizes selecionadas no município de Carrancas, MG, no mês de setembro de 2004. O material colhido passou por processo de limpeza no Laboratório de Sementes Florestais, segundo metodologia proposta por Tonetti (2004) e apresentou índice de 92% de

germinação em laboratório, utilizando-se papel filtro Germitest como substrato e temperatura constante de 30°C, em estufa de germinação com luz contínua.

2.3 Recipientes

Utilizaram-se dois tamanhos de tubetes cônicos de plástico rígido com as seguintes dimensões: a) tubetes de 115 ml, com diâmetro na parte superior de 3,8 cm, diâmetro do furo igual a 1,5 cm, 14,5 cm de altura e 8 frisos internos; b) tubetes de 55 ml, com diâmetro na parte superior de 2,6 cm, diâmetro do furo igual a 1,5cm, 12,5cm de altura e 6 frisos internos. Os tubetes foram acondicionados em bandejas plásticas e de isopor, suspensas a 100 cm da superfície do solo.

2.4 Substratos

Os componentes do substrato utilizado foram misturados de forma a obter um material homogêneo. A composição do mesmo foi de 50% de casca de arroz carbonizada, 30% de vermiculita média e 20% de terra de subsolo.

Para a caracterização, foi usada a metodologia proposta por Gonçalves & Poggiani (1996). Para o valor de massa úmida (Mu), o substrato foi saturado em tubetes de 55 cm³ e 115 cm³ e pesado após 24 horas. Em seguida, o substrato foi seco em estufa, à temperatura constante de 105°C/24 horas, obtendo-se o valor de massa seca (Ms).

O volume de água retida para cada recipiente foi determinado pela seguinte fórmula:

$$\text{Vol. água retida} = (Mu - Ms) \times \text{dens.H}_2\text{O}$$

A densidade aparente foi determinada preenchendo-se os tubetes com o substrato, seco à sombra. A densidade de partículas do substrato foi determinada em balão volumétrico de 50 cm³, utilizando-se álcool etílico (EMBRAPA, 1979).

A porosidade total (P_T) foi determinada pela seguinte fórmula:

$$P_T(\%) = \frac{dp - da}{dp} \times 100$$

em que;

dp = densidade de partículas;

da = densidade aparente do substrato.

A macroporosidade foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Mac}(\%) = \frac{\left[\frac{P_T(\%) \times \text{vol tub.}(\text{cm}^3)}{100} - \text{água}_{\text{retida}} \right]}{\text{vol tub.}(\text{cm}^3)} \times 100$$

em que:

água_{retida} = água retida pelo substrato em cada tubete utilizado de volume útil.

Os valores de microporosidade foram calculados subtraindo-se a porosidade total da macroporosidade. As características químicas e físicas do substrato são apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 Propriedades físicas e químicas do substrato usados no cultivo das mudas^{1/}

Determinações	concentração	Determinações	concentração
Densidade aparente (g . cm ⁻³)	0,48	Resíduo mineral insolúvel (%)	32,10
Densidade de partículas (g . cm ⁻³)	2,17	Resíduo mineral solúvel (%)	46,82
Porosidade total (%) ^{2/}	77,88	Nitrogênio total (%)	0,08
Macroporosidade tubete 115 (%) ^{2/}	39,34	Fósforo (P ₂ O ₅) total (%)	0,32
Macroporosidade tubete 55 (%) ^{2/}	45,38	Potássio (KCl) total (%)	0,10
Microporosidade tubete 115 (%) ^{2/}	38,54	Cálcio (Ca) total (%)	1,59
Microporosidade tubete 55 (%) ^{2/}	32,50	Magnésio (Mg) total (%)	1,33
Retenção de água (ml/115 cm ⁻³) ^{2/}	33,35	Enxofre (S) total (%)	0,06
Retenção de água (ml/55 cm ⁻³) ^{2/}	15,42	Relação C/N (C total e N total)	165/1
Retenção de água tubete 115 (ml . g ⁻¹) ^{2/}	0,60	Relação C/N (C orgânico e N total)	129/1
Retenção de água tubete 55 (ml . g ⁻¹) ^{2/}	0,58	Cobre (Cu) total (mg . kg ⁻¹)	59
pH em H ₂ O	7,1	Manganês (Mn) total (mg . kg ⁻¹)	533
Matéria orgânica total (%)	21,08	Zinco (Zn) total (mg . kg ⁻¹)	61
Matéria orgânica compostável (%)	16,40	Ferro (Fe) total (mg . kg ⁻¹)	107585
Matéria orgânica resistente à compostagem (%)	4,68	Boro (B) total (mg . kg ⁻¹)	5
Carbono total (orgânico e mineral) (%)	11,71	Sódio (Na) total (mg . kg ⁻¹)	456
Carbono orgânico (%)	9,11		
Resíduo mineral total (%)	78,92		

^{1/} Valores apresentados em termos de base seca, a 105°C, para facilitar as comparações na análise realizada pelo Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas ESALQ/USP, menos para densidade de partículas (dp) e densidade aparente (da), realizado no Laboratório de Sementes Florestais da UFPA;^{2/}Valores segundo metodologia proposta por Gonçalves & Poggiani (1996).

2.5 Adubação

A adubação de base para todos os tratamentos, realizada durante a preparação do substrato, foi de 2,0 kg de superfosfato simples por m³ de substrato.

Utilizaram-se dois produtos similares de fertilizantes de liberação controlada, fabricante (A) e fabricante (B), nas doses 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0 kg.m⁻³ de substrato. A composição destes fertilizantes se encontra na Tabela 3. Segundo as especificações técnicas, quando colocados em substrato úmido, à temperatura média de 21°C, libera todos os nutrientes no prazo de cinco a seis meses.

TABELA 3 Propriedades químicas dos fertilizantes usados no cultivo das mudas^{1/}

Composição ^{1/}	Garantias (%)	
	Fabricante (A)	Fabricante (B)
Nitrogênio total (N)	15,0	15,0
Fósforo (P ₂ O ₅) (Sol. Em CNA + H ₂ O)	9,0	8,0
Potássio (K ₂ O)	12,0	12,0
Magnésio (Mg)	1,0	1,2
Enxofre (S)	2,3	5,0
Ferro (Fe) total (mg . kg ⁻¹)	1,0	0,4
Boro (B) total (mg . kg ⁻¹)	0,02	0,02
Cobre (Cu)	0,05	0,05
Zinco (Zn)	0,05	-
Manganês (Mn)	0,06	0,06
Molibdênio (Mo)	0,02	0,015

^{1/}Composição dos fertilizantes de liberação controlada (FLC), segundo seus fabricantes

2.6 Semeadura e desbastes

A semeadura foi efetuada diretamente nos tubetes, colocando-se, em média, três sementes por recipiente. Esse procedimento ocorreu dentro de casa de vegetação, a fim de proteger a emergência das plântulas de chuvas fortes e de granizo.

Aos 15 dias, as bandejas com as mudas foram colocadas a céu aberto, nas bancadas do viveiro. Aos 20 dias, efetuou-se o raleio, eliminando-se as mudas excedentes em cada embalagem, deixando-se duas por recipiente. Aos 35 dias, realizou-se o segundo raleio, deixando-se apenas uma muda por tubete, sendo esta a melhor e a mais central.

2.7 Controle e prevenção de doenças

Aplicou-se, por meio de rega, o fungicida Pencycuron (nome técnico), na dosagem de 100 g para 100 litros d'água, utilizando-se 4 litros de calda.m⁻² de canteiro aos 20 , 27 e 34 dias após a semeadura.

A aplicação do fungicida teve como objetivo a prevenção contra o tombamento causado por rhizoctoniose.

2.8 Potencial de crescimento de raízes novas (PCR)

Ao final de 120 dias, oito mudas produzidas de cada tratamento passaram por processo de aclimatação com restrição da irrigação por quinze dias e foram comparadas com mudas sem restrição de água.

Após os tratamentos hídricos, as mudas foram transplantadas em vasos contendo terra de subsolo e areia, na proporção de 1/1, com o objetivo de simular o plantio no campo, permitindo o crescimento das raízes sem impedimento físico. Não houve restrição de irrigação nos vasos, mantendo-se o substrato na capacidade de campo. Passados quinze dias, essas mudas foram retiradas dos vasos com o máximo de cuidado e lavadas em água corrente, com a finalidade de avaliar o crescimento radicular. A avaliação constou da contagem do número de raízes novas acima de 1cm em cada muda.

2.9 Delineamento experimental e Análises

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC), em esquema fatorial modelo 2 x 2 x 4 (dois tamanhos de tubetes, duas fontes de fertilizante de liberação controlada – FLC - e quatro doses destes fertilizantes). Cada parcela experimental continha 48 mudas. A parcela útil constou de 24 mudas, sendo estas as mais centrais dentro da parcela. Para cada tratamento, foram utilizados quatro repetições, totalizando 3.888 tubetes semeados. As características morfológicas e as relações utilizadas nas avaliações são apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4 Características morfológicas e relações utilizadas nas avaliações.

Características	
(H)	Altura da parte aérea
(D)	Diâmetro do coleto
(NF)	Número de folhas
(MSPA)	Peso de matéria seca da parte aérea
(MSR)	Peso de matéria seca das raízes
(MST)	Peso de matéria seca total
(H/D)	Relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto
(PA/R)	Relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e o peso de matéria seca das raízes

A altura da parte aérea foi determinada a partir do nível do substrato até a gema terminal. As mensurações ocorreram aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura.

Avaliaram-se os dados de matéria seca e o diâmetro ao final do experimento (120dias), tomando-se dez mudas de cada parcela experimental. O diâmetro do coleto foi medido no substrato, com o uso de um paquímetro digital com precisão de 0,01mm. Na determinação do peso da matéria seca, as raízes foram separadas da parte aérea e lavadas em água corrente para a retirada do substrato. Posteriormente, cada material foi colocado em saco de papel e levado à estufa, com temperatura de 70°C, até atingir peso constante. A matéria seca total (MST) foi obtida por meio do somatório MSPA + MSR dos respectivos pesos. As relações entre as características medidas foram determinadas pela simples divisão entre elas.

O procedimento estatístico executado neste trabalho foi realizado com o uso do programa SAS (SAS, 1990) para os cálculos ANAVA e diferença de médias. Para as análises de regressão, foi utilizado o programa Microsoft Excel 2002 for Windows.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Germinação

A emergência das sementes de candeia iniciou-se a partir do quinto dia após a semeadura. Os diferentes tratamentos não influenciaram significativamente no processo que apresentou germinação aproximada de 50% dos tubetes aos oito dias e 100% aos onze dias. Dessa forma, pelo menos uma semente germinou em cada tubete.

3.2 Fertilizante e substrato

O uso de fertilizante de liberação controlada para a produção de mudas de candeia mostrou-se eficiente, apresentando a vantagem de ser aplicado em dose única na confecção do substrato, o que possibilita, segundo Khalaf & Koo (1983), uma distribuição mais homogênea dos nutrientes. Dessa forma, diminuem-se gastos com mão-de-obra e equipamentos de fertirrigação.

Lamont et al. (1987) constataram que as taxas de liberação de fertilizantes de liberação lenta foram afetadas tanto pela temperatura como pelo tempo. A temperatura média no período experimental esteve sempre um pouco acima da indicada pelos fabricantes (21°C) para uma liberação dos nutrientes pelos grânulos, dentro do período de cinco a seis meses.

A partir dos 120 dias, as mudas apresentaram taxas de crescimento sem aparentes sintomas de deficiência, demonstrando, ainda existirem reservas dos elementos.

Em estudo com *Howea forsterana*, Lamont et al. (1988) constaram que doses de $6,5 \text{ kg.m}^{-3}$ de substrato do fertilizante Osmocote®, com formulação NPK (18; 4,8; 8,3), ocasionaram necroses no sistema radicular e queima nas margens das folhas mais velhas, relacionadas com o aumento da salinidade. Porém, no presente estudo, não foram observados sinais de salinidade excessiva em nenhum tratamento, o que prediz uma diferença entre a sensibilidade das espécies quanto à tolerância à salinidade e também uma interação com as propriedades físicas dos substratos. Isso porque o material usado neste experimento apresentou alta porosidade total, o que favorece a drenagem e o desenvolvimento das raízes.

Segundo Sturion (1981), o crescimento e a eficiência do sistema radicular são bastante influenciados pela aeração do solo. Langerud et al. observaram que o aumento na porosidade do substrato influenciou de forma positiva no comprimento do caule e no peso seco das plantas de *Picea abies* (L) Karst.

3.3 Desenvolvimento das mudas

Embora exista a dificuldade de classificação da candeia de acordo com o estágio sucessional proposto por Budowsky (1965), o elevado crescimento em resposta ao aumento de doses de fertilizantes contradiz estudos com espécies de estágio tardio, como as clímax. Segundo Furtini Neto et al. (1999), espécies de crescimento inicial mais acentuado, como as pioneiras e secundárias, requerem maior quantidade de nutrientes para atender à sua demanda nutricional e, dessa forma, permitem a expressão do potencial de produção de biomassa.

De maneira geral, os resultados demonstraram que o aumento das doses favoreceu o desenvolvimento das mudas, tanto para o crescimento em altura e

diâmetro como para a produção de matéria seca. Da mesma forma, o maior volume do recipiente favoreceu significativamente esses resultados.

A altura das plantas foi influenciada pela interação fabricante x tubete e fabricante x dose aos 60 dias, porém, nenhum tratamento apresentou tamanho suficiente para o plantio. Aos 90 dias, a altura apresentou significância para a tripla interação fabricante x tubete x dose (Tabela 5).

Aos 120 dias após a semeadura, as mudas de candeia apresentaram significância para a interação fabricante x tubete para altura (Tabela 5). Os resultados mostraram que a produção de mudas de candeia nos tubetes de menor volume (55 ml) não apresentou o desenvolvimento satisfatório para o plantio em nenhuma dose de fertilizante estudada, até os 120 dias após a semeadura. Segundo Reis et al. (1989), a restrição do sistema radicular, ocasionada pelos recipientes, é responsável pela redução do crescimento da planta, o que reflete diretamente na produção de matéria seca total. Barros et al. (1978), Daniel et al. (1994), José (2003), Samôr et al. (2002), Santos (1998), em seus experimentos, confirmam que maiores recipientes possibilitam maiores quantidades de elementos minerais, água e mais espaço para o crescimento, em comparação com os recipientes menores.

Segundo Clarkson (1985), o maior incremento relativo nas raízes em condições de deficiência de nutrientes é uma estratégia para extrair o máximo do nutriente presente no solo, o que explica a razão de os tubetes de menores volumes e menores doses de fertilizantes apresentarem proporções em matéria seca maiores para raízes, em comparação aos outros tratamentos no presente trabalho. No entanto, a espécie apresenta um comportamento em alocar biomassa no sistema radicular, típico do que ocorre com espécies que se desenvolvem em locais com pouca água disponível.

TABELA 5 Resumo da análise de variância das características avaliadas na produção de mudas de candeia aos 60, 90 e 120 dias, para altura e 120 dias, para as demais características.

FV	Quadrado médio										
	H_60	H_90	H_120	D	NF	MSPA	MSR	MST	RPAR	RHD	
Fabr. (F)	93,5887**	2190,3875**	4437,3618**	5,1015 **	198,0250**	1,8975**	1,6129**	7,0092**	0,0746**	8,7907**	
Tube (T)	5729,9681**	69372,1524**	148583,3005**	152,6464 **	2480,6250**	38,8129**	38,5951**	154,8158**	0,1899**	286,7147**	
Dose (D)	242,6450**	2798,2479**	4919,6825**	23,4461**	279,8166**	4,3113**	2,1658**	12,5186**	0,2431**	3,2506**	
F x T	75,0196**	582,6614**	275,7716*	0,2881 ^{ns}	6,4000 ^{ns}	0,0473 ^{ns}	0,7612**	1,1881*	0,1499**	0,1236 ^{ns}	
F x D	16,1134**	165,1308**	206,9768**	0,5201 ^{ns}	6,0750 ^{ns}	0,0877 ^{ns}	0,0614 ^{ns}	0,2678 ^{ns}	0,0033 ^{ns}	0,4234 ^{ns}	
T x D	4,2275 ^{ns}	302,5680**	413,3523**	1,2452**	10,3083*	0,3295**	0,1841 ^{ns}	0,9742**	0,0261*	0,1707 ^{ns}	
F x T x D	7,2579 ^{ns}	86,5498**	64,9962 ^{ns}	0,4084 ^{ns}	3,0833 ^{ns}	0,0111 ^{ns}	0,0052 ^{ns}	0,0082 ^{ns}	0,0045 ^{ns}	0,2570 ^{ns}	
Erro	3,9587	16,7985	26,2624	0,2373	3,0810	0,0330	0,0965	0,1948	0,0092	0,3372	
Cv (%)	29,48	24,8	22,2	12,8	13,3	9,65	14,9	11,12	10,9	10,0	

**F significativo, a 1% de probabilidade, *F significativo, a 5% de probabilidade e ns não-significativo, a 5% de probabilidade.

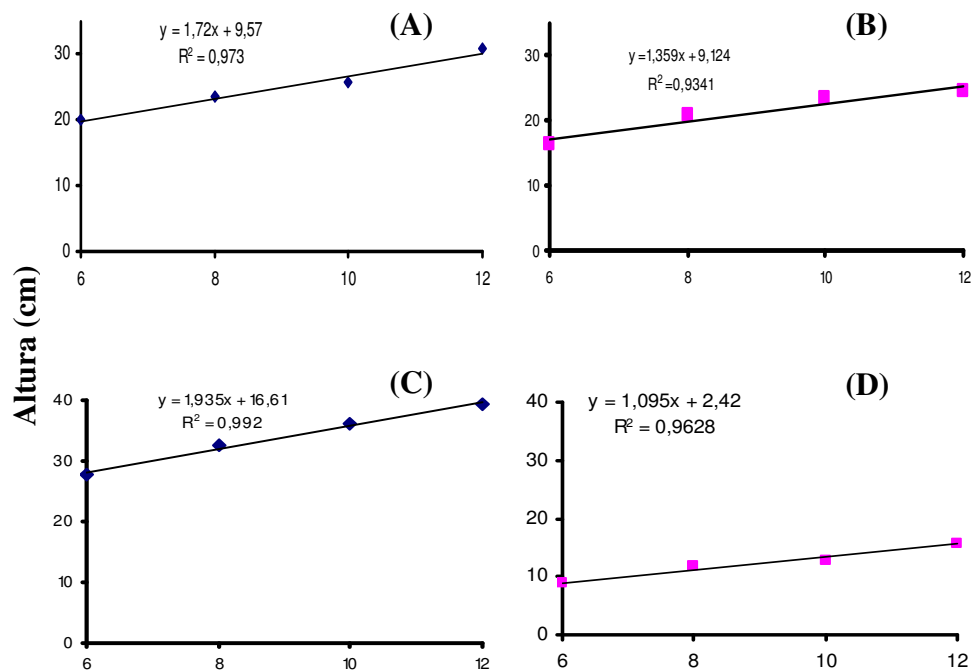
Analisando-se o tamanho do recipiente, observa-se que houve diferenças significativas entre os dois tipos de fertilizante de liberação controlada dentro de cada recipiente, com mudas maiores nos tubetes de 115 ml com o uso do produto do fabricante (A), embora o produto do fabricante (B) tenha promovido muda de porte adequado para plantio (Tabela 6).

TABELA 6 Valores médios de altura (cm) de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus*), aos 120 dias após semeadura, em função da interação fabricante x tubete.

Tubete (ml)	Fabricante	
	(A)	(B)
115	36,4aA	31,7aB
55	13,7bA	10,9bB

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si, pelo teste F, a 5% de significância.

As interações tubete x dose e fabricante x dose também foram significativas para altura, mostrando diferença entre as doses, dentro de cada marca de fertilizante e tamanho de tubetes (Figura 1).



Fertilizante de liberação controlada (FLC) (kg.m⁻³ de substrato)

FIGURA 1 Efeito de doses de FLC sobre a altura de mudas, aos 120 dias após a semeadura. (A) Fabricante A . (B) Fabricante B. (C) Tubete 115 ml. (D) Tubete 55 ml.

Diâmetro e número de folhas mostraram diferença significativa na interação tubete x doses. A análise de regressão, apresentada na Figura 2, revela um crescimento linear com o aumento das doses, dentro de cada tamanho de tubete.

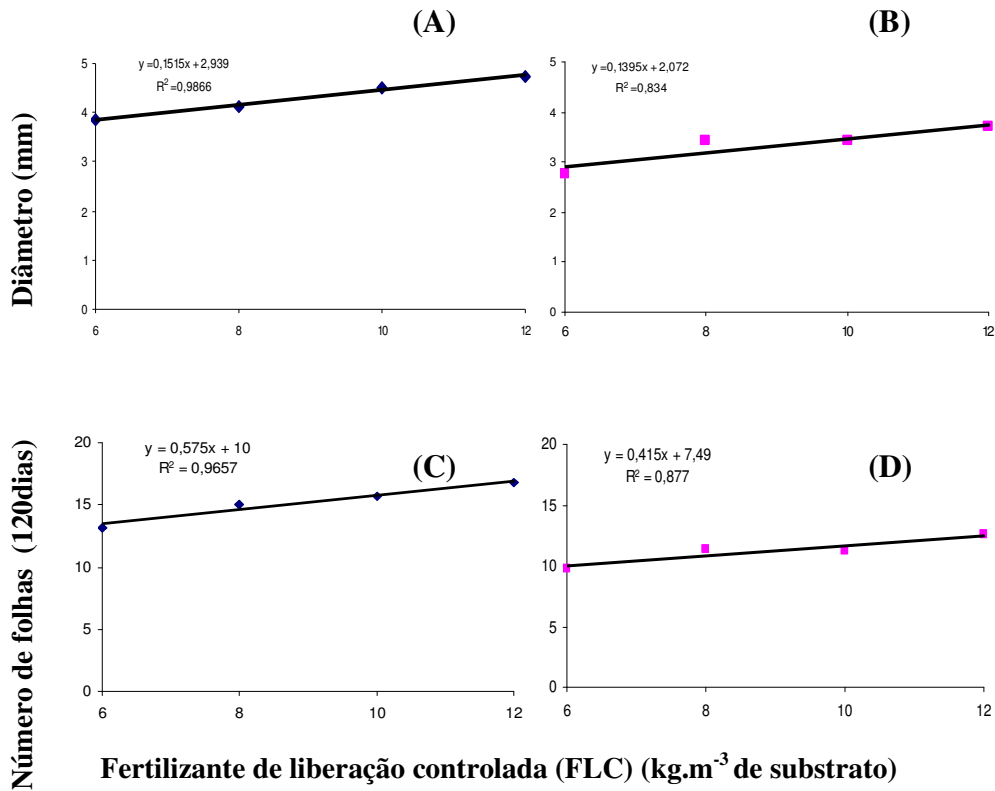


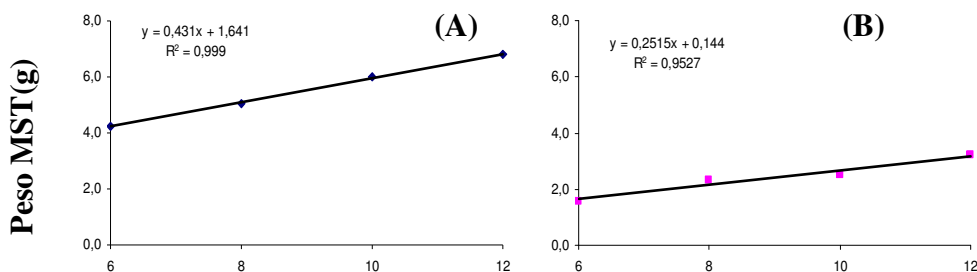
FIGURA 2 Efeito de doses de FLC sobre diâmetro e número de folhas das mudas, aos 120 dias após a semeadura. (A) Tubete 115 ml. (B) Tubete 55 ml. (C) Tubete 115 ml. (D) Tubete 55 ml.

Em relação à biomassa, a matéria seca total (MST) apresentou diferença significativa nas interações fabricante x tubete e tubete x dose. Observa-se, novamente, que houve diferenças significativas entre os dois fabricantes de fertilizantes dentro de cada recipiente, apresentando mudas de maior biomassa total nos tubetes de 115 ml, com o uso do produto do fabricante (A) (Tabela 7). O efeito de doses, em cada tubete, é apresentado na Figura 3; a diferença na biomassa total é reflexo da diferença entre os dois volumes de tubete.

TABELA 7 Valores médios de biomassa total (g.planta^{-1}) de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus*), aos 120 dias após sementeira, em função da interação fabricante x tubete.

Tubete (ml)	Fabricante	
	(A)	(B)
115	5,99aA	5,05aB
55	2,60bA	2,22bB

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si, pelo teste F, a 5% de significância.



Fertilizante de liberação controlada (FLC) (kg.m^{-3} de substrato)

FIGURA 3 Efeito de doses de FLC sobre peso da matéria seca total (MST) das mudas aos 120 dias após a sementeira. (A) Tubete 115 ml. (B) Tubete 55 ml

Foi verificada diferença na razão de biomassa da parte aérea/raiz apenas entre os tamanhos de tubete para o fabricante (B), como mostrado na Tabela 8; a menor razão encontrada foi no tubete de 55 ml. O valor de razão entre a parte aérea e radicular (PA/R) demonstrou tendência a um equilíbrio para os dois tamanhos de tubetes (115 e 55 ml), com o aumento das doses de FLC (Figura 4). O comportamento para os dois volumes de recipientes foi similar. Nos tubetes de 55 ml, apesar de restringir mais o crescimento das raízes, o valor da razão

PA/R foi menor (Figura 4). Como observado no capítulo anterior, a parte aérea desenvolveu-se menos, revelando um comportamento da espécie em alocar biomassa no sistema radicular.

TABELA 8 Valores médios da razão da biomassa da parte aérea/radicular de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus*), aos 120 dias após sementeira, em função da interação fabricante x tubete.

Tubete (ml)	Fabricante	
	(A)	(B)
115	0,92aA	0,94aA
55	0,91aA	0,74bB

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si, pelo teste F, a 5% de significância.

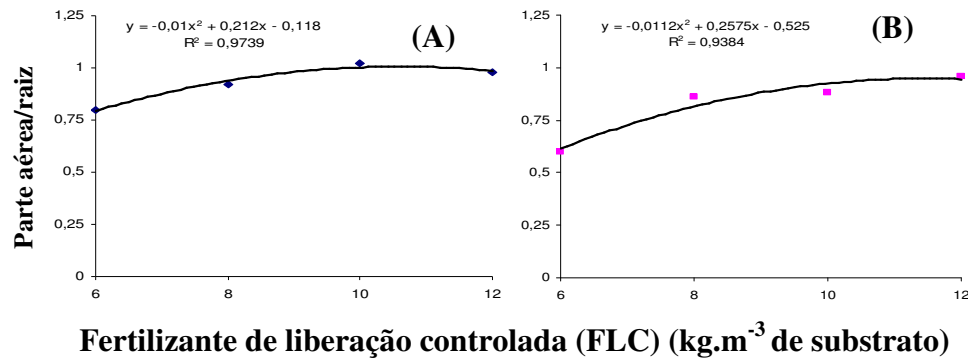
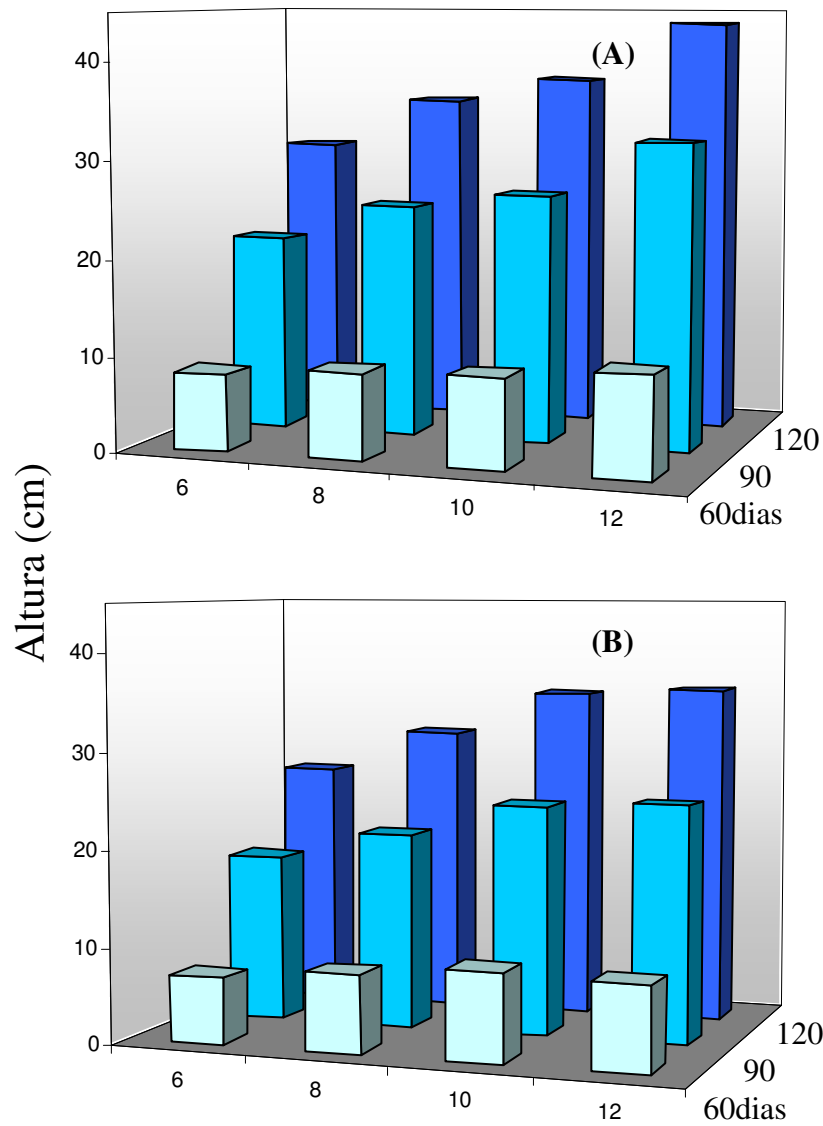


FIGURA 4 Efeito de doses de FLC sobre a razão da biomassa da parte aérea/radicular das mudas, aos 120 dias após a sementeira. (A) Tubete 115 ml. (B) Tubete 55 ml.

Considerando-se a característica altura e estabelecendo-se um mínimo de 25 cm para plantio no campo, nenhum tratamento apresentou tamanho suficiente aos 60 dias após a semeadura (Figuras 5 e 6).

Aos 90 dias após a semeadura, os tubetes de 115 ml e fertilizante de liberação controlada do fabricante (A), nas doses 10 e 12 kg.m⁻³ de substrato, ultrapassaram os 25 cm de altura, com valores respectivos de 25,95 cm e 31,80 cm de altura. Porém, a dose de 8 kg aproximou-se desse valor (24,34 cm) (Figura 5A). O fertilizante de liberação controlada do fabricante (B) se aproximou desse valor nas duas maiores doses (10 e 12 kg.m⁻³ de substrato), com valores respectivos de 24,08 cm e 24,62 cm no tubete de 115 ml (Figura 5B). Os tubetes de 55 ml não apresentaram altura suficiente das mudas, aos 90 dias após a semeadura. (Figuras 6).

Aos 120 dias após a semeadura, a menor dose de fertilizante de liberação controlada do fabricante (A) (6 kg.m⁻³ de substrato) atingiu a altura média de 29,68 cm no tubete de 115 ml (Figura 5A). No tubete de 55 ml, a altura máxima atingida foi de 17,91 cm, com a maior dose de fertilizante aplicada (12 kg.m⁻³ de substrato) (Figura 6A). Na dose de fertilizante 6 kg.m⁻³ de substrato, o fertilizante do fabricante (B) atingiu altura de 25,84 cm no tubete de 115 ml (Figura 5B). No tubete de 55 ml, a altura máxima foi de 13,63 cm, com a maior dose de fertilizante (12 kg.m⁻³ de substrato) (Figura 6B).



Fertilizante de liberação controlada (FLC) (kg.m⁻³ de substrato)

FIGURA 5 Altura das mudas aos 60, 90 e 120 dias após a sementeira, em tubetes de 115 ml. (A) Fertilizante de liberação controlada do fabricante A. (B) Fertilizante de liberação controlada do fabricante B.

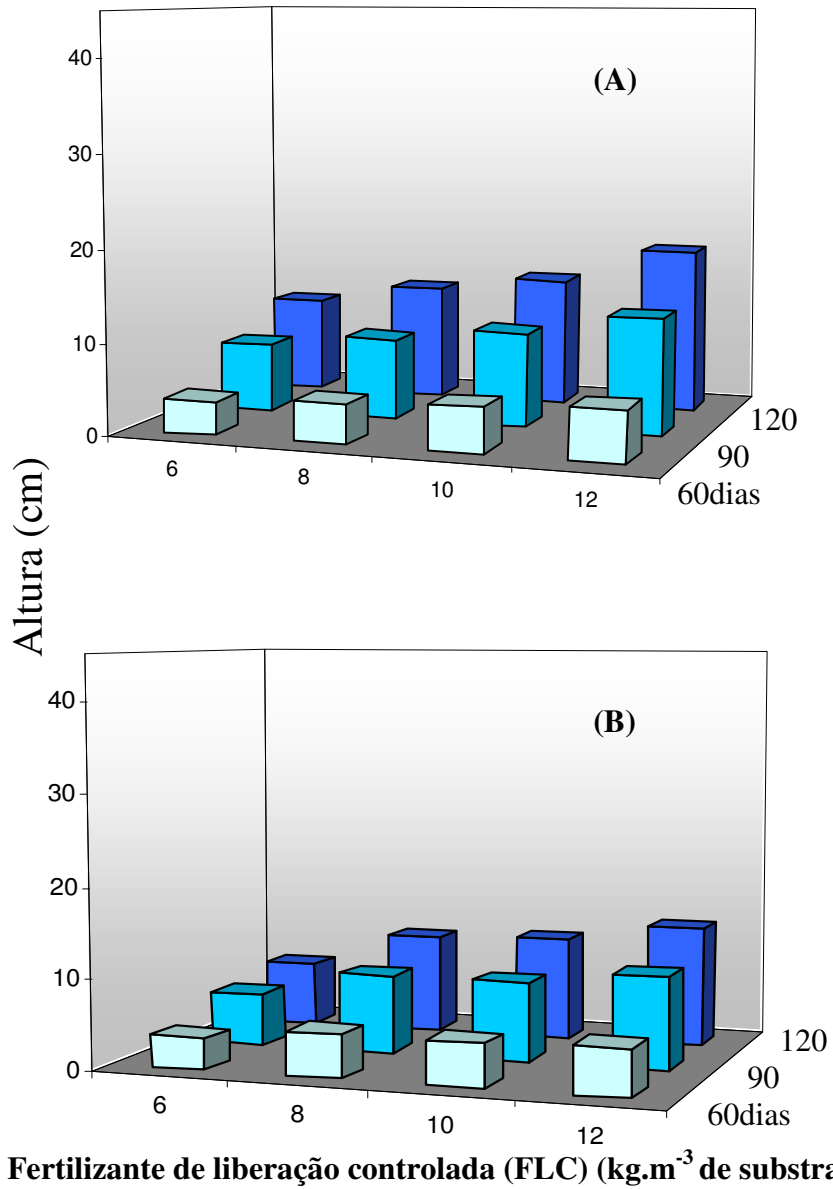


FIGURA 6 Altura das mudas aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura, em tubetes de 55 ml. (A) Fertilizante de liberação controlada do fabricante A. (B) Fertilizante de liberação controlada do fabricante B.

3.4 Potencial de crescimento de raízes

Não houve diferença, para a marca do fertilizante de liberação controlada, no número de raízes novas formadas após o tratamento hídrico imposto.

As mudas aclimatadas (com restrição hídrica) e as mudas não aclimatadas (sem restrição hídrica) também não apresentaram diferença.

Segundo Brissette & Ballenger (1985) e Tinus (1996), o potencial de regeneração de raízes é um método indicador do vigor de mudas, principalmente quando plantadas em sítios onde ocorrem déficits hídricos e ou nutricionais.

Observou-se diferença entre os tubetes e quanto à dosagem de fertilizante usada, o que demonstra a importância do volume do tubete e do efeito residual do fertilizante na sobrevivência e no crescimento das mudas no campo.

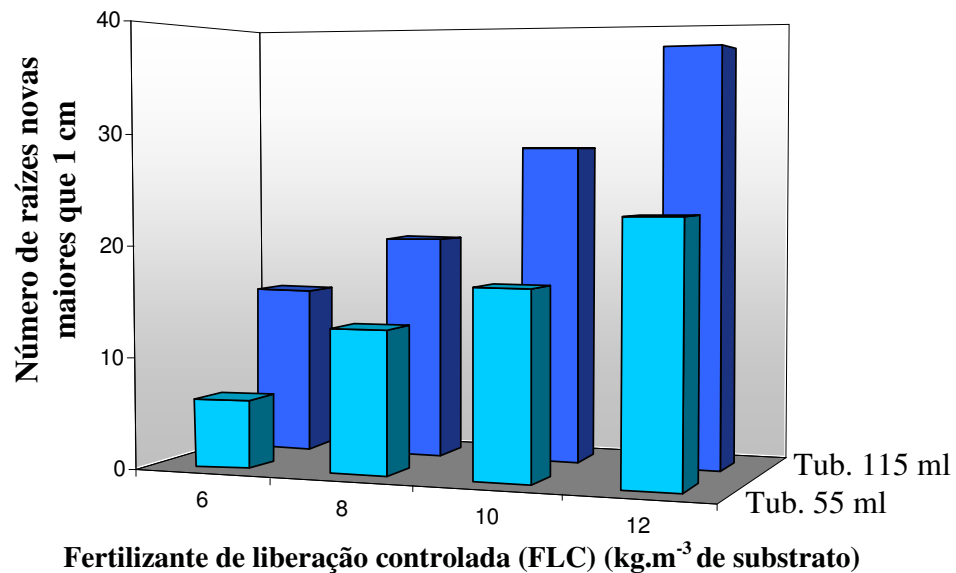


FIGURA 7 Efeito de doses de fertilizante de liberação controlada em dois tamanhos de tubetes (115 ml e 55 ml) no número de raízes novas, em mudas transplantadas em vasos, após 120 dias da sementeira.

4 CONCLUSÕES

- Apesar de produtos similares, houve diferença na produção de mudas de candeia, quanto ao uso dos fertilizantes do fabricante (A) e (B).
- O tubete de menor volume (55 ml) restringiu o crescimento das mudas num mesmo período, quando comparado ao tubete de maior volume (115 ml), não alcançando altura satisfatória para plantio no campo, aos 120 dias após a semeadura.
- É possível a produção de mudas de candeia aos 90 dias, com o uso do tubete de 115 ml e fertilizante de liberação controlada entre as doses de 8 e 10 kg.m⁻³ de substrato.
- Para a produção de mudas de candeia em 120 dias, fertilizante de liberação controlada na formulação avaliada e dose de 6 kg.m⁻³ de substrato são suficientes para a obtenção de plantas com padrões para plantio no campo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, N. F. de; BRANDI, R. M.; COUTO, L.; REZENDE, G. C. DE. Efeitos de recipientes na sobrevivência e no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden, no viveiro e no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 141-151, dez. 1978.

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

BUDOWSKY, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, turrialba, v. 15, n. 1, p. 69-86, ene./mar. 1990.

CLARKSON, D. T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p. 45-75.

DANIEL, O.; OHASHI, S. T.; SANTOS, R. A. dos. Produção de mudas de *Goupia glabra* (cupiúba): efeito de níveis de sombreamento e tamanho de embalagens. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 1-13, jan./abr. 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUARIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de levantamento e Conservação do solo. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1979.

FURTINI NETO, A. E.; SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; MOREIRA, F. M. S. Nutrição, Fertilização e Microbiologia em Espécies Florestais. In: SIMPÓSIO “MATA CILIAR”: ciência e tecnologia, 1., 1999, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999. p. 80-110.

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-SP. **Anais...** Águas de Lindóia: USP-ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996. CD-ROM.

JOSÉ, A. C. **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas.** 2003. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KHALAF, H. A.; KOO, R. C. J. The use of controlled release nitrogen on container grown citrus seedlings. **Citrus & Vegetable Magazine**, Like Oak, v. 46, n. 9, p. 10, Sept. 1983.

LAMONT, G. P.; CRESSWELL, G. C.; SPOHR, L. J. Response of Kentia palm (*Howea forsterana*) to controlled-release fertilizer. **Scientia-Horticulturae**, Amsterdam, v. 36, n. 3/4, p. 293-302, Aug. 1988.

LAMONT, G. P.; WORRAL, R. J.; O'CONNELL, M. A. The effects of temperature and time on the solubility of resin-coated controlled-release fertilizers under laboratory and field conditions. **Scientia-Horticulturae**, Amsterdam, v. 32, n. 3/4, p. 265-273, July 1987.

REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. M. de. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloestiana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 1-18, jan./jun. 1989.

SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. dos S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 209-215, mar./abr. 2002.

SANTOS, C. B. **Efeito de modelos de tubetes e tipo de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don.** 1998. 65 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, SC.

SAS INSTITUTE. **SAS procedures guide, version 6.** 4.ed. Cary, North Carolina, 1990.

STURION, J. A. Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão de qualidade de mudas de essências florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1981. v. 2, 26 p.

TINUS, R. W. Root growth potential as an indicator of drought stress history. **Tree Physiology**, Victoria, v. 16, n. 8, p. 795-799, Aug. 1996.

TONETTI, O. A. O. **Melhoria da Qualidade Física e Estudo da Germinação de Candeia (*Eremanthus Incanus* (less) e *Eremanthus Erythropappus MacLeish*)** . 2004. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.