

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS CLONAIS DE
Eucalyptus grandis x *Eucalyptus urophylla* EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
FOSFATADA EM SUBSTRATOS**

WELLINGTON PATRICIO VITERI CABEZAS

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU-SP

Agosto - 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS CLONAIS DE
Eucalyptus grandis x *Eucalyptus urophylla* EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
FOSFATADA EM SUBSTRATOS**

WELLINGTON PATRICIO VITERI CABEZAS

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Magali Ribeiro da Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

BOTUCATU-SP

Agosto – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

V843d Viteri Cabezas, Wellington Patrício, 1983-
Desenvolvimento e qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em função da adubação fosfatada em substratos / Wellington Patrício Viteri Cabezas.– Botucatu : [s.n.], 2012
41 f. : il., color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012
Orientador: Magali Ribeiro da Silva
Co-Orientador: Iraê Amaral Guerrini
Inclui bibliografia

1. *Eucalyptus grandis*. 3. *Eucalyptus urophylla*. 3. Viveiros de mudas. 4. Adubação. 3. Fosforo. I. Silva, Magali Ribeiro da. II. Guerrini, Iraê Amaral. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS CLONAIS DE
Eucalyptus grandis x *Eucalyptus urophylla* EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
FOSFATADA EM SUBSTRATOS

ALUNO: WELLINGTON PATRICIO VITERI CABEZAS

ORIENTADORA: PROFª DRª MAGALI RIBEIRO DA SILVA

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFª DRª MAGALI RIBEIRO DA SILVA



PROF. DR. HÉLIO GRASSI FILHO



PROFª DRª GISELA FERREIRA

Data da Realização: 31 de agosto de 2012.

DEDICO

Aos meus pais Victor Patricio Viteri Estevez e
Yolanda Cabezas Sanchez

A minha querida Irmã Gabriela Viteri Cabezas

E a meu amor Giovana Lais Fantinato

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder saúde e iluminar meu caminho.

Aos meus Pais Victor e Yolanda, que pelo amor e apoio que apesar da distância me ampararam em todos os momentos para realização do meu trabalho.

A minha namorada Giovana e seus pais José Emilio e Sueli, pelo incentivo e apoio, especialmente nos momentos difíceis.

A minha orientadora, professora Dr. Magali Ribeiro Da Silva, por me orientar, pela atenção e apoio, nesses dois anos e meio, muita gratidão.

Ao meu co-orientador, professor Iraê Amaral Guerrini, pelo apoio, pela amizade e sugestões que contribuíram para aprimorar meu trabalho.

Aos meus queridos amigos que me ajudaram nas avaliações do trabalho: Miguel Menegazzo, Cristiane de Pieri.

Ao funcionário da UNESP Claudinho Ribeiro da Silva.

Á Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu (FCA/UNESP) pela oportunidade de aprender.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que esse trabalho se realizasse.

Meus agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1.INTRODUÇÃO.....	5
2.OBJETIVOS.....	7
3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
3.1 A família <i>Myrtaceae</i> e o gênero <i>Eucalyptus</i>	8
3.2 <i>Eucalyptus urophylla</i> x <i>Eucalyptus grandis</i>	9
3.3 Substrato.....	9
3.4 Fósforo.....	11
3.5 Qualidade de mudas florestais.....	13
4.MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1 Local e época.....	16
4.2 Delineamento experimental e avaliações.....	16
4.3 Metodologia.....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 Características físicas dos substratos.....	21
5.2 Características químicas dos substratos.....	22
5.3 Características morfológicas das mudas.....	25
5.3.1 Altura da planta.....	26
5.3.2 Diâmetro do colo.....	27
5.3.3 Massa seca da parte aérea.....	28
5.3.4 Massa seca do sistema radicular.....	29
5.3.5 Qualidade de raiz.....	30
6. CONCLUSÕES.....	32
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
ANEXOS.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Detalhe do microaspersor e visão geral do experimento.....	20
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características físicas dos substratos.....	22
Tabela 2: Teor de Fósforo (%) nos substratos em função dos tratamentos ao longo do experimento.....	23
Tabela 3: Teor de Nitrogênio (%) nos substratos em função dos tratamentos ao longo do experimento.....	24
Tabela 4: Teor de Potássio (%) nos substratos em função dos tratamentos ao longo do experimento.....	25
Tabela 5: Análise de variância.....	25
Tabela 6: Média das alturas (cm) de mudas clonais de <i>Eucalyptus urograndis</i> aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de fósforo na base.....	26
Tabela 7: Média dos diâmetros (mm) de mudas clonais de <i>Eucalyptus urograndis</i> aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de fósforo na base.....	27
Tabela 8: Média das massas secas aéreas (g) de mudas clonais de <i>Eucalyptus urograndis</i> aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de fósforo na base.....	28
Tabela 9: Média das massas secas radiculares (g) de mudas clonais de <i>Eucalyptus urograndis</i> aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de fósforo na base.....	29
Tabela 10: Média das qualidades de raízes de mudas clonais de <i>Eucalyptus urograndis</i> aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de fósforo na base.....	30
Tabela 11: Porcentagem média de raízes tipo 1 de mudas clonais de <i>Eucalyptus urograndis</i> aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de fósforo na base.....	31
Tabela 12: Porcentagem média de raízes tipo 2 de mudas clonais de <i>Eucalyptus urograndis</i> aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de fósforo na base.....	31
Tabela 13: Porcentagem média de raízes tipo 3 de mudas clonais de <i>Eucalyptus urograndis</i> aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de fósforo na base.....	31

DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE MUDAS CLONAIIS DE *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM SUBSTRATOS. Botucatu, 2012. 41 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: WELLINGTON PATRÍCIO VITERI CABEZAS

Orientadora: MAGALI RIBEIRO DA SILVA

Co-Orientador: IRAÊ AMARAL GUERRINI

RESUMO

A produção de mudas da espécie *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* tem crescido muito nos últimos anos no Brasil, devido a sua boa adaptação nos diferentes solos e regiões, possuindo comportamentos diferentes quanto à exigência nutricional em diferentes tipos de substrato que o mercado oferece. O conhecimento desses comportamentos trará benefícios econômicos e diminuição dos impactos ambientais causados pelo uso excessivo de fertilizantes. Neste trabalho buscou-se avaliar o efeito de doses de fósforo em três tipos de substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. O experimento foi inteiramente casualizado em fatorial 3x4, utilizando 3 substratos e 4 doses de fósforo na base, totalizando 12 tratamentos distribuídos em 4 parcelas com 25 plantas. O adubo usado na fertilização de base foi o superfosfato simples e as doses foram de 0, 160, 320 e 480 g por m³ de substrato. Os substratos utilizados foram: Carolina Soil® a base de turfa, vermiculita e casca de arroz carbonizada; substrato Mecplant® a base de casca de pinus e vermiculita e substrato a base de fibra de coco e vermiculita. As avaliações do experimento constituíram-se de análise química do substrato e características morfológicas das mudas: altura da parte aérea, diâmetro do coleto, massas secas da parte aérea e radicular e qualidade de raiz. Em função dos resultados obtidos pode-se inferir que para o substrato Carolina Soil® a dose que apresentou mudas com maior desenvolvimento foi a de 320 g m⁻³. Para o substrato fibra de coco + vermiculita foi a de 160 g m⁻³ e para o substrato a Mecplant® tanto na dose zero quanto na de 480 g m⁻³ apresentaram resultados semelhantes, indicando a não

necessidade de aplicação de P na adubação de base neste substrato. Os três substratos produziram mudas semelhantes e dentro do padrão de qualidade adequado.

Palavras chave: Viveiro, fósforo, produção, morfologia.

DEVELOPMENT OF CUTTINGS AND QUALITY OF *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, BASED ON THE PHOSPHATE FERTILIZING IN SUBSTRATE. Botucatu, 2012. p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: WELLINGTON PATRÍCIO VITERI CABEZAS

Adviser: MAGALI RIBEIRO DA SILVA

Co-Adviser: IRAÊ AMARAL GUERRINI

SUMMARY

The production of cuttings of the species *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* has grown significantly in recent years in Brazil due to its good adaptation to different types of soil and region, having different behaviors as far as its nutritional demands on the different kinds of substrate offered by the market. Knowledge of these behaviors will bring economic benefit and a diminishing of the environmental impact caused by the excessive use of fertilizers. This investigation sought to validate the effect of doses of phosphorus on three types of substrate in the production of cuttings of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. The experiment was entirely done on 3x4 factorial, using 3 substrates of 4 doses of phosphorous on the base, totaling 12 applications distributed among 4 parcels with 25 plants each. The fertilizer used for the base was a simple superphosphate and the doses were 0, 160, 320 and 480 g per m³ of substrate. The substrates used were: truffle based Carolina Soil®, vermiculite and carbonized rice shells, vermiculite and pinus shell based Mecplant® and coconut fiber and vermiculite substrate. Evaluations in the experiment include chemical analysis of the substrate and morphological characteristics of the cuttings: height of the airborne area, stalk diameter, dry spots on the airborne area and root and overall quality of the root. From the obtained results, it's possible to infer that for the Carolina Soil® substrate, the dosage that showed the best growth was 320 g m³. For the coconut + vermiculite substrate the best results came with 160 g m⁻³ and for the Mecplant® substrate, both the zero dose and the 480 g m³ showed similar results, indicating that there isn't a need for the application of P on the fertilizing of the base of this substrate. The three substrates will produce similar cuttings and within an adequate pattern of quality.

Key words: Nursery, phosphorus, production, morphology.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país fortemente ligado ao setor florestal, onde as florestas plantadas têm uma representação de 5% do Produto Interno Bruto (PIB), e o eucalipto é a espécie mais cultivada no país, possuindo atualmente 4.873.952 ha, o que representa um crescimento de 2,5% (119.617 ha) frente ao indicador de 2010 (ABRAF, 2012).

Por esses motivos a produção de mudas de diversas espécies florestais, cresce a cada ano como um reflexo do aumento da procura por matéria-prima florestal. Portanto, alternativas tecnológicas nos tratos silviculturais que ajudem a desenvolver plantas com qualidade superior e de menor custo são um desafio constante de investigação, visando ter como resultado, plantações com excelente desempenho no campo.

Os substratos possuem influência direta na produção de mudas e, portanto conhecer a disponibilidade, o custo e as características físico-químicas e biológicas é muito importante para o uso no cultivo apropriado, questão essa, essencial para assegurar ótima adaptação e crescimento das mudas após o plantio. (DEL QUIQUI et al., 2004).

No Brasil inúmeros materiais como cascas, turfas, vermiculita e fibras que tem adição de fertilizantes vêm sendo empregados como substratos em viveiros florestais como uma prática comum. Dentro dos nutrientes, o fósforo tem alta importância na fase inicial, já que frequentemente a deficiência do mesmo limita o crescimento das mudas. (D'AVILA, 2008).

O fósforo, principal nutriente da adubação de base, é um mineral pouco móvel e de baixa absorção. Quando se encontra ausente na planta, apresenta um baixo desenvolvimento do sistema radicular, especialmente nas raízes secundárias da muda, diminuindo o potencial de absorção de nutrientes e água, o que poderá restringir o seu desenvolvimento.

Devido a sua importância no crescimento da planta, o fósforo tem sido estudado em muitas espécies de eucalipto, obtendo respostas positivas, mas utilizando-as de forma generalizada. Sabendo que a quantidade de nutriente retirado pela planta diferencia-se entre e dentro de cada espécie e ainda que há interação com o substrato usado, torna-se importante determinar a dose de fósforo mais adequada a fim de racionalizar o uso do fertilizante.

Como hipótese deste trabalho, sustenta-se que para cada substrato, em função das suas características físico-químicas, há uma dose de fósforo adequada para ser aplicada na adubação de base.

2. OBJETIVOS

Avaliar o efeito de doses de P em três substratos de diferentes características físico-químicas, no desenvolvimento de mudas do clone H13 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A família Myrtaceae e o gênero *Eucalyptus*

A família Myrtaceae possui mais de 100 gêneros e 3.000 espécies (JOLY, 2002; RIBEIRO, 1999). O Eucalipto é uma árvore nativa da Austrália, do Timor e da

Indonésia, sendo considerada uma espécie exótica no mundo inteiro, segundo publicação no Guia do Eucalipto (2008).

Os primeiros plantios aconteceram no início do século XVIII, na Ásia, na África e Europa. Já no século XIX começou a ser cultivado em países como Portugal, Índia, Argentina, Brasil e Espanha (PRYOR, 1971; FAO, 1981).

Essa espécie é empregada principalmente na produção de papel, celulose, carvão e reflorestamentos. Apenas 20 espécies são utilizadas para fins comerciais no mundo, tendo o *Eucalyptus grandis*, o *Eucalyptus camaldulensis*, o *Eucalyptus saligna* e o *Eucalyptus urophylla* como as principais espécies cultivadas no Brasil (COPPEN, 2002). Além disso, foram feitos cruzamentos entre as espécies, obtendo híbrido, como é o caso do *Eucalyptus urograndis*, o mais cultivado no país.

3.2. *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*

O eucalipto no Brasil é usado principalmente para reflorestamentos. O híbrido *E. urograndis* proveniente do cruzamento entre o *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, já possui mais de 600.000 ha cultivados, constituindo-se na base da silvicultura clonal brasileira (PEREIRA et al., 2008).

Conforme Coppen (2002) essa espécie vem se destacando por suas boas características de adaptação nas diferentes regiões do país, apresentando um bom crescimento que é característico do *E. grandis*.

O aumento na densidade da madeira também é característica do *E. urophylla* que oferece mais rusticidade, melhorias nas propriedades físicas da celulose e resistência ao déficit hídrico (AGROTECA TANABI, 2008). Além de uma maior resistência do que outras espécies a fatores bióticos (PANDOLFI et al., 2008).

3.3. Substrato

Substrato é definido como um meio físico, natural ou sintético, onde se desenvolvem as raízes das plantas que crescem em um recipiente com volume limitado (KAMPF, 2005).

Dentre as características que se espera de um substrato, pode-se citar diversas propriedades físicas e químicas que devem ser conhecidas e constantes ao longo de sua utilização. Entre as propriedades físicas mais importantes encontra-se: baixa densidade, boa capacidade de retenção de água, boa capacidade de aeração e boa drenagem. Entre as propriedades químicas pode-se citar: elevada capacidade de troca de cátions, pH entre 5,5 e 6,0, não salino (SARZI, et al., 2008).

Tomando em conta que as características físicas são mais importantes, já que a parte química pode ser facilmente manuseada pelo técnico, o substrato não deve ser muito compacto, pois isso diminui a aeração do mesmo, prejudicando o desenvolvimento das raízes, e o fornecimento dos nutrientes para as mudas (NOGUEIRA, 2001). De acordo com Gonçalves & Poggiani (1996) o substrato deve apresentar boa homogeneidade de partículas, apresentando poucas partículas inertes, sobretudo as grandes, que tomam muito espaço sem nenhuma contribuição para a capacidade de agregação e retenção de água e nutrientes; principalmente, para uso em recipientes com pequeno volume.

O substrato apresenta três fases: a fase sólida que fornece estabilidade e manutenção mecânica do sistema radicular; a fase líquida que age no suprimento de água e nutrientes; a fase gasosa que garante o transporte de oxigênio e gás carbônico entre as raízes e o ar externo (LEMAIRE, 1995). De acordo com Hartmann et al. (1981) apud Silva (2010), o substrato deve apresentar uma relação adequada de água e ar, para suprir a necessidade da planta, uma vez que, devido ao pequeno volume e profundidade do recipiente, são proporcionadas condições físicas diferentes daquelas encontradas nos diferentes tipos de solo, assim é fundamental que os atributos físicos forneçam a aeração, a retenção de água e que a drenagem ocorra sem impedimentos, pois o sistema radicular da planta é confinado num volume muito restrito, explorado por um período relativamente longo.

Segundo Carneiro (1995), substratos produtivos devem ser férteis, porém um substrato fértil pode não ser necessariamente produtivo, pois há que se considerar

as exigências nutricionais de cada espécie, por tanto é de suma importância conhecer os seguintes aspectos:

- Exigências nutricionais da espécie em produção.
- Disponibilidade dos nutrientes no substrato: mesmo com a existência dos nutrientes, as mudas não os absorvem, por algum motivo, como sua insolubilização na água do substrato.
- Os nutrientes podem estar sem mobilidade, fixos as frações argila e/ou orgânica do substrato.
- Perdas dos nutrientes por lixiviação.

As turfas e produtos da compostagem vegetal são exemplos de materiais antigos, já consagrados pelo uso há quase um século. Fibra de coco semidescomposta, espumas fenólicas e lã de rocha fazem parte do sortimento de matérias usados mais recentemente (KAMPF, 2005).

De acordo com Wendling & Gatto, (2002), não existe o substrato perfeito para todas as condições e espécies a ser cultivadas, é sempre preferível usar componentes de um substrato em forma de mistura. Por essa razão, são incorporados aos substratos, materiais melhoradores de suas características físicas e/ou químicas (SANTOS et al. 2000).

A presença de um ou mais componentes numa mistura de substratos com partículas de diâmetro menor ou igual ao diâmetro médio dos macroporos da mistura leva ao bloqueio de grande parte da macroporosidade. Para ilustrar, esta é uma situação comum em misturas com predominância de componentes orgânicos, mas que recebem grandes quantidades de terra de subsolo, rica em areia fina e/ou muito fina, silte e argila (GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

3.4. Fósforo

Uma das funções dos minerais é interagir no metabolismo das plantas como: ativadores de reações enzimáticas, na formação de estrutura orgânica, carregadores de cargas e osmorreguladores (MARSCHNER, 1995).

O fósforo é um macronutriente de pouca mobilidade no solo, e essa movimentação baixa acontece principalmente por difusão (MALAVOLTA, 1980; RAIJ, 1983). Esse nutriente está ligado de forma direta e indireta aos processos metabólicos da planta, já que possui estreita relação em funções críticas como: síntese energética e protéica na translocação e formação de ácidos graxos, fosfolipídios e núcleo-proteínas, além de fazer parte direta no processo fotossintético (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997; MALAVOLTA, 1980). Incentiva o desenvolvimento prematuro de raízes, melhora o uso da água e em porcentagem alta no solo, ajuda a manter a absorção deste pelas mudas, mesmo se tiver alta tensão de umidade no solo (LOPES, 1989).

O fósforo é móvel nos tecidos da planta e fica de forma concentrada nas áreas ativas de crescimento (YAMADA et al., 2004). Ter um ótimo fornecimento do P na fase de crescimento da planta é crucial para o desenvolvimento dos primórdios vegetativos (CAMARGO, 1970 apud GOMES, 2001). Portanto, se o fósforo não é fornecido em quantidade suficiente na adubação, a planta terá mais teor de fósforo orgânico nas raízes, designando que o aumento da razão raiz-parte aérea seria função da menor disponibilidade de P inorgânico disponível para a condução à parte aérea (CHAPIN e BIELESKI, 1982; RAMOS et al., 2000; RENÓ, 1994). Dessa forma, as raízes se convertem em fortes drenos de carboidratos provocando maior limitação ao crescimento da parte aérea do que da raiz (CLARKSON, 1985; RENÓ, 1994; MARSCHNER, 1995).

Com todos esses problemas o resultado será uma planta de qualidade baixa, tendo pouca extração de fósforo do solo, fato que será o reflexo de um sistema radicular pouco desenvolvido, o que acarretará na diminuição da produção e aumento da susceptibilidade às pragas e doenças (WENDLING e GATTO, 2002).

Segundo Pozza et al. (2002) altas dosagens de fósforo aplicado no substrato, aumentará as reservas internas do nutriente na planta, que serão utilizados posteriormente, podendo ser paliativa se o nível de P no solo é baixo.

Knapik et al. (2005) testaram diferentes doses de adubação, aplicadas quinzenalmente, em três espécies arbóreas nativas produzidas em tubetes de 50 cm³. Após o quarto mês da repicagem, avaliou-se a altura e o diâmetro do colo e obtiveram melhor resultado para as espécies que receberam maior dose de fósforo. Já para Vellini et al. (2008), em um trabalho feito em casa de vegetação avaliando o crescimento e a eficiência de

utilização de P em oito clones de eucalipto, sendo seis de híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e dois de um material genético desconhecido, com cinco doses de adubação fosfatada: 0, 50, 100, 200, 400 mg de P por dm³ de solo, obtiveram resultados positivos com o aumento das doses para os parâmetros altura e diâmetro.

No eucalipto estudos mostram diferenças nos índices de eficiência de espécies, que está muito ligado ao genótipo, já que algumas espécies apresentam melhor desenvolvimento do que outras sob uma mesma condição de fertilidade (FURTINI NETO et al., 1996).

A variação no desenvolvimento e na produção de matéria seca, de acordo a diferentes doses de fósforo, provoca forte efeito sobre o teor dos outros nutrientes presentes na planta, uma vez que na maioria dos casos há o efeito de diluição, tendo variações de acordo com a espécie estudada (FERNANDES et al., 2000; RAMOS et al, 2000; RENÓ,1994; RENÓ et al.,1997 e SCHUMACHER et al.,2004).

Na fase de produção de mudas em viveiro, o teor de fósforo que a planta possui em suas diversas partes, começa a diminuir pelas mudanças de idade (SILVEIRA et al.,1995).

Dada à importância do P no desenvolvimento das mudas na fase inicial, é necessário determinar sua concentração no substrato (CARNEIRO, 1995). Pois, a dosagem generalizada de fósforo vem sendo usada nos viveiros comerciais com diferentes espécies (D' AVILA, 2008).

3.5. Qualidade de mudas florestais

Em virtude da crescente procura de mudas de espécies florestais e da busca incessante de melhor produtividade dos povoamentos (D' AVILA, 2008)., o sucesso das florestas de alta produção depende em sua maior parte, da qualidade de mudas que foram cultivadas, que além de resistir a diversas regiões ambientais no campo, vão ter que apresentar boa porcentagem de sobrevivência no plantio (GOMES et al., 2002).

Um problema que predomina nos viveiros de mudas de espécies florestais é definir quais fatores, durante seu período no viveiro, influem na sobrevivência e desenvolvimento inicial das mudas no campo e quais características da muda, correlacionam

de melhor forma com essas variáveis (FONSECA et., al 2002). Para que uma muda seja de qualidade, ela deve ter boa constituição genética para o plantio, ser sadia, sem pragas e doenças, livre de danos mecânicos ou físicos, de fácil transporte - manuseio e ser bem formada (MINAMI, 1995).

Já para Alfenas et al. (2004) para que uma muda possa ter qualidade, deve apresentar características boas nos resultados experimentais de acordo a cada material genético.

Hunt (1990) recomenda utilizar o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) como um guia para saber os requisitos que precisa ter uma muda para ser de boa qualidade, sendo este índice expresso pela seguinte fórmula:

$$IQD = [\text{matéria seca total}/(\text{RAD} + \text{RPAR})]$$

RAD: relação da altura parte aérea com o diâmetro do coleto

RPAR: relação da matéria seca da parte aérea com a matéria seca de raízes

Normalmente os parâmetros morfológicos, determinados de forma física ou visual pelos viveiristas, são os mais usados para determinação de qualidade de mudas, todavia apresenta uma definição pobre para encarar problemas quanto à sobrevivência e o crescimento, estabelecidas pelas adversidades encontradas no campo após o plantio (GOMES et al., 2002). A altura da parte aérea da muda é considerada em muitos viveiros como padrão de qualidade e conseqüentemente ajuda a estimar o seu crescimento no campo, tendo como vantagem ser uma medição não destrutiva (GOMES e PAIVA, 2004).

A altura da parte aérea associada com o diâmetro do coleto, forma a parte primordial dos parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio no campo, e com a divisão do diâmetro do coleto pela altura da parte aérea da muda, obtêm-se um resultado que exprime o equilíbrio de crescimento (CARNEIRO, 1995), que também é chamado de quociente de robustez, sendo declarado um dos mais precisos, pois fornece informações de quanto delgada está a muda (JOHNSON e CLINE, 1991).

No Brasil as empresas florestais têm classificações para qualidade de mudas como: altura média entre 15 a 30 cm, sistema radicular vigoroso, diâmetro do colo acima de 2 mm, haste rígida, pelo menos três pares de folhas, ramificações, ausência de sintomas de desequilíbrio nutricional e sanidade ótima. (GOMES et al., 1996; LOPES, 2004).

Segundo Rubira e Bueno (1996) apud Sarzi et al (2008) o conceito de qualidade não é absoluto e, fatores como a espécie ou o lugar do plantio das mudas, influenciam fortemente essa definição. Uma muda considerada de boa qualidade para uma determinada região pode não ser apropriada para outra. A época de plantio também influencia, uma vez que as condições ambientais, principalmente a pluviosidade, interferem muito na sobrevivência das plantas, de tal modo que as mudas plantadas no outono encontrarão condições diferentes das plantadas na primavera e, portanto, terão padrão de qualidade diferente.

Também influi a qualidade dos insumos e dos tratos silviculturais usados (LOPES, 2004), e por fim a forma de transporte das mudas (GOMES et al., 2002).

Segundo Menezes Júnior et al. (2000), o tipo de substrato e o tamanho do recipiente tem alta importância, já que afetam diretamente as raízes. O substrato exerce forte influência no crescimento do sistema radicular e na nutrição, no entanto, se o recipiente não oferecer um espaço adequado, será complexo o fornecimento de fatores que ajudem ou garantam o crescimento e o bom desenvolvimento das mudas.

Com respeito à densidade populacional das mudas, no começo do ano 2.000, algumas empresas florestais optaram por aumentar os espaçamentos entre mudas, com o alvo de obter melhores condições ao desenvolvimento (maior porcentagem de fotossínteses) e também nos aspectos fitossanitários (densidades maiores ajuda a proliferação de doenças fúngicas), tendo um aumento na pesquisa com essas novas densidades (LOPES 2004).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local e Época

O experimento foi desenvolvido durante o período de agosto a dezembro de 2011. A primeira fase de produção das mudas, caracterizada como fase de enraizamento foi realizada em um viveiro florestal comercial na cidade de Bofete – SP, distante 43 km de Botucatu. As demais fases (aclimatação, crescimento e rustificação) foram na Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) UNESP, no município de Botucatu-SP, localizado na região centro-sul do Estado de São Paulo, nas coordenadas 22°51'03'' de latitude Sul e 48°25'37'' de longitude Oeste com altitude de 804 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cfa – moderado chuvoso, tendo entre quatro e seis meses consecutivos com temperaturas médias do ar superiores a 10,0°C. A temperatura média do ar é de 22,8°C no mês mais quente e de 16,7°C no mês mais frio, sendo a média anual de 20,6°C. Possui uma precipitação pluviométrica anual média de 945,14 mm. (CUNHA e MARTINS, 2009).

4.2. Delineamento experimental e avaliações

O experimento inteiramente casualizado foi um fatorial 3x4, sendo três substratos e quatro doses de fósforo na base. Os tipos de substratos foram escolhidos com base nas suas distintas características e por ser os mais usados no setor florestal. As doses de P foram baseadas nas usadas por viveiros florestais (0, 2, 4 e 6 Kg de superfosfato simples por m³ de substrato). Sendo assim, tem-se:

Substratos testados:

- Substrato Carolina Soil®, a base de turfa, vermiculita e casca de arroz carbonizada.
- Substrato Mecplant®, a base de casca de pinus e vermiculita.
- Substrato fibra de coco granulada e vermiculita na proporção de 1:1 (v:v).

Doses de P testadas:

- 0
- 160 g de P por m³ de substrato.
- 320 g de P por m³ de substrato.

- 480 g de P por m³ de substrato.

Esses tratamentos foram distribuídos em quatro parcelas com 25 plantas, totalizando 100 plantas por tratamento e 1.200 mudas no total.

Para a análise estatística foi usado o software estatístico Statistical Analysis System (SAS), usando a técnica de Análise de Variância (ANAVA), seguida do Teste de Tukey para comparação das médias entre tratamentos e das interações dos desdobramentos ocorridos, sendo que o nível de significância usado foi de 5%.

As avaliações realizadas se constituíram de:

A) Análises físicas dos substratos: antes da instalação do experimento foram realizadas as análises físicas para determinação da porosidade total, macroporosidade, microporosidade e retenção de água, conforme metodologia descrita por Trigueiro (2002). Para esta análise foram utilizadas 12 amostras.

B) As análises químicas dos substratos: as amostras compostas foram coletadas após o preparo dos substratos, na saída da casa de sombra (após a fase de enraizamento), na fase de crescimento das mudas e ao final do experimento (após rustificação). Os teores de N, P e K foram determinados pelo Laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Recursos Naturais/ Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP - Botucatu, usando os métodos descritos pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1988).

C) Características morfológicas: foram analisadas, em 15 plantas por parcela, ou 60 plantas por tratamento, a seguintes características morfológicas:

- altura da parte aérea (H): com régua graduada foi medido a distância entre o colo da muda até a gema apical;

- diâmetro do colo (D): com paquímetro digital foi medido o diâmetro do colo da muda;

- massas secas da parte aérea (MSA) e radicular (MSR): as partes aérea e radicular das mudas foram separadas e acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura de 65° C, sendo pesadas em balança digital quando atingiram peso constante.

- qualidade do sistema radicular: para qualificar o sistema radicular foi utilizando a metodologia descrita por Silva et al. (2011) e Simões et al. (2012) sendo atribuído conceito “ótimo” ao sistema radicular bem estruturado, formado por um torrão firme, sem nenhuma flexibilidade e com presença de raízes novas. O conceito “bom” foi designado ao sistema radicular que apresentava boa estruturação, porém com alguma flexibilidade, o que exigiria um maior cuidado no plantio para não prejudicar o desempenho da muda no campo. Ambos foram considerados “aptos” para o plantio. Foi atribuído o conceito “ruim” às mudas que não apresentaram agregação do substrato, sendo consideradas inaptas para plantio no campo. Neste trabalho foram adotados notas de 1 a 3 para os sistemas radiculares ruim, bom e ótimo, respectivamente.

4.3. Metodologia

Após a determinação da análise física do substrato procedeu-se a fertilização diferenciada, usando superfosfato simples como fertilizante de base, caracterizando cada tratamento.

Na sequência fez-se o enchimento dos tubetes de 50 cm³ acomodados em bandejas de 176 células. O estaqueamento foi realizado dia 16/08/11 em área de serviço, com estacas do clone H13 (*E. grandis* x *E. urophylla*) coletadas em jardim clonal com cobertura de plástico transparente em sistema de canaletão com de irrigação manual. Estas estacas, com altura média de 4 cm e dois pares de folhas tiveram suas áreas foliares reduzidas em 50% para redução da transpiração. Após o estaqueamento, as bandejas foram levadas à casa de vegetação, onde permaneceram por 30 dias em ambiente com irrigação por nebulização, mantendo a umidade do ar acima de 80%. Esta primeira fase foi feita em um viveiro comercial no município de Bofete.

Após a fase de enraizamento, as mudas foram transferidas ao viveiro do Departamento de Recursos Naturais Setor de Ciências Florestais da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, onde ficaram por 20 dias em casa de sombra, com tela de sombreamento de 50%, para aclimação e 40 dias em canteiros suspensos em área a pleno sol.

Para a irrigação das plantas utilizaram-se microaspersores de 200 L h⁻¹, enquanto que para a fertirrigação usou-se o sistema Venturi, com uma mangueira que possui

um crivo na sua extremidade. As mudas foram fertirrigadas com uma lâmina de 4mm, conforme uso no viveiro.

A fertirrigação na fase de crescimento foi realizada três vezes por semana durante 30 dias, sempre no final da tarde.

A solução nutritiva usada foi composta por: 303; 96; 199; 160; 36; 52; 3; 3,9; 1,2; 0,6; 0,3 e 48 mg L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe respectivamente.

Os fertilizantes usados foram: nitrato de cálcio, cloreto de potássio, monoamôniofosfato (MAP) purificado, uréia, sulfato de magnésio, ácido bórico, sulfatos de manganês, zinco, cobre e ferro, e molibdato de sódio.

A fertirrigação na fase de rustificação foi realizada três vezes por semana durante 20 dias, sempre no final da tarde. A solução nutritiva foi composta por 250 mg L⁻¹ de K, sendo usado o cloreto de potássio.



Fonte: Viteri, 2011

Figura 1. Detalhe do microaspensor e visão geral do experimento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Características físicas dos substratos

Analisando os resultados expressos na Tabela 1 e comparando com os valores de porosidade total considerado adequado por Gonçalves e Poggiani (1996) os substratos Carolina® e Mecplant® estão adequados, pois estão na faixa de 75 a 85%. O substrato composto por fibra de coco e vermiculita (FB+V) na proporção 1:1 (v:v) está abaixo

do recomendado. Todavia, deve-se atentar para o fato de que esses valores sugeridos na literatura como adequados, sejam utilizados com maior critério uma vez que eles não se aplicam a todas as espécies, tipos de recipientes, formas de propagação, manejos hídricos e nutricionais e materiais utilizados na composição dos substratos (SILVA, et al, 2012).

Quanto a macroporosidade somente o substrato Carolina® atingiu o nível adequado (35 a 45%), mas o Mecplant® e a FB+V ficaram dentro da faixa considerada média (20 a 40%). Essas características são de suma importância para o desenvolvimento das mudas, já que altas concentrações de raízes formadas nos tubetes precisam de elevada provisão de oxigênio e de uma acelerada remoção do gás carbônico formado (KÄMPF, 2005), deve ser poroso para que possa ter adequadas trocas gasosas, fornecendo oxigênio para a respiração das raízes, conseqüentemente obtendo dinamismo dos microrganismos no meio (KRATZ, 2011). Além disso, o crescimento das mudas é afetado devido à dificuldade de expansão das raízes quando a porosidade total não se encontra em níveis ideais (GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

Quanto à microporosidade o substrato Mecplant® ficou dentro dos níveis adequados conforme Gonçalves e Poggiani (1996), ou seja, na faixa de 45 a 55%. Os substratos Carolina® e FB+V (1:1), segundo estes autores, apresentam valores médios de microporos. Segundo KRATZ (2011) a microporosidade tem influência direta na qualidade do torrão das plantas, e a baixa capacidade de retenção de água poderá trazer problemas hídricos nas mudas se o fornecimento de água nos viveiros não for frequente.

Tabela 1. Características físicas dos substratos

Substrato	Macroporosidade (%)	Microporosidade (%)	Porosidade Total (%)	Retenção de água (mL 50 cm ⁻³)
Carolina Soil®	40,1	43,1	83,2	20,0
Mecplant®	33,9	45,6	79,5	26,3
FB+Vermiculita	32,8	38,6	71,4	21,7

5.2. Características químicas dos substratos

Com relação aos teores de P no substrato verifica-se que somente o substrato Fibra de coco + vermiculita (1:1) teve um aumento significativo em função do aumento deste nutriente na adubação de base. O substrato Mecplant® apresentou teores

semelhantes independente da dose de P aplicada na adubação de base. O Carolina Soil® teve teores crescentes até a dose de 4 kg m⁻³, tendo reduzido o teor de P na dose máxima de adubação de base.

Já na saída da casa de sombra, observa-se que em todos os substratos e, mais acentuadamente no Mecplant®, uma perda significativa do P no substrato a base de casca de pinus e capacidade de retenção de água. Durante a fase de crescimento das mudas, mesmo com a aplicação de P via fertirrigação não houve aumento no teor e se manteve ao final do ciclo praticamente com valores da fase de crescimento das mudas.

Estes resultados mostram que a prática adotada por muitos viveiros florestais de adicionar uma grande quantidade de P na adubação de base significa perda de recursos, pois é grande a lixiviação deste nutriente, principalmente quando se utiliza casca de pinus decomposta como substrato.

A partir da fase inicial do viveiro o fósforo apresenta decréscimo, fato que para Silveira et al. (1995) pode ser normal pela mudança de idade das mudas. Malavolta (1980) e Raij (1983) atribuem o teor baixo de fósforo na fase final à sua baixa mobilidade no substrato e Furtini Neto et al. (1996) citam que também varia de acordo com a espécie sob uma mesma condição de fertilidade.

Tabela 2. Teor de P (%) nos substratos em função dos tratamentos ao longo do experimento.

Substrato	Dose	Momento da coleta do substrato para análise			
		Início	Saída da CS	Crescimento	Final
Carolina Soil®	0	0,15	0,14	0,17	0,09
Carolina Soil®	2	0,42	0,17	0,13	0,16
Carolina Soil®	4	0,63	0,20	0,12	0,11
Carolina Soil®	6	0,59	0,27	0,15	0,13
		Início	Saída da CS	Crescimento	Final
Mecplant®	0	0,47	0,05	0,05	0,05
Mecplant®	2	0,38	0,06	0,08	0,09
Mecplant®	4	0,35	0,07	0,07	0,06
Mecplant®	6		0,09	0,07	0,05
		Início	Saída da CS	Crescimento	Final
FB+Vermiculita	0	0,06	---	0,05	0,07
FB+Vermiculita	2	0,32	0,10	0,15	0,07
FB+Vermiculita	4	0,56	0,16	0,11	0,11

FB+Vermiculita	6	0,83	0,23	0,16	0,19
----------------	---	------	------	------	------

Dose: 0, 2, 4 e 6 são as quantidades (em Kg m⁻³) de superfosfato simples na adubação de base, os quais correspondem a dose de 160, 320 e 480 g de P por m⁻³ de substrato.

Com relação ao teor de N (Tabela 3) pode-se observar que no substrato Carolina Soil[®] com o aumento da dose de P aplicada à adubação de base houve redução no teor de N no início do processo. Porém, no decorrer do experimento, com a aplicação de N via fertirrigação, todos os tratamentos se assemelham quanto ao teor de N no substrato.

Para os substratos Mecplant[®] e Fibra de coco + vermiculita (1:1) a adubação de base com P não alterou muito os teores de N no substrato. Na fase de crescimento da planta esses teores se elevaram dada a fertilização constante deste nutriente, e na fase final mesmo tendo passado por um manejo nutricional para rustificação, ou seja, somente com K ainda apresenta teores de N próximo a fase anterior, independente da adubação de base.

Tabela 3. Teor de N (%) nos substratos em função dos tratamentos ao longo do experimento.

Substrato	Dose	Momento da coleta do substrato para análise			
		Início	Saída da CS	Crescimento	Final
Carolina Soil [®]	0	0,98	0,56	0,77	0,77
Carolina Soil [®]	2	0,85	0,62	0,73	0,78
Carolina Soil [®]	4	0,63	0,88	0,73	0,84
Carolina Soil [®]	6	0,55	0,69	0,78	0,74
		Início	Saída da CS	Crescimento	Final
Mecplant [®]	0	0,63	0,77	0,99	0,70
Mecplant [®]	2	0,66	0,71	0,81	0,90
Mecplant [®]	4	0,71	0,85	0,95	0,95
Mecplant [®]	6	n	1,06	0,84	0,70
		Início	Saída da CS	Crescimento	Final
FB+Vermiculita	0	0,59	n	0,71	0,59
FB+Vermiculita	2	0,80	0,48	0,88	0,63
FB+Vermiculita	4	0,52	0,56	0,70	0,77
FB+Vermiculita	6	0,60	0,63	0,92	0,67

Dose: 0, 2, 4 e 6 são as quantidades (em Kg m⁻³) de superfosfato simples na adubação de base, os quais correspondem a dose de 160, 320 e 480 g de P por m⁻³ de substrato.

Como pode-se observar na Tabela 4, no substrato Carolina Soil[®], os teores de K apresentaram pequenas diferenças ao longo do processo de produção em função

do aumento da dose de P aplicada na adubação de base. Mesmo com a aplicação de K via fertirrigação nas fases de crescimento e rustificação os valores foram inferiores ao início do processo.

Para o substrato Mecplant® o aumento da adubação de base com P elevou os teores de K. Nas fases de crescimento e após a rustificação os teores de K se aproximam entre os tratamentos e se assemelham aos do substrato Carolina Soil®.

A fibra de coco + vermiculita (1:1) apresentou os maiores teores de K entre os substratos e semelhantes entre os tratamentos. Porém, nas fases seguintes os teores de todos os substratos foram semelhantes.

Mesmo fertirrigando somente com K na rustificação, nesta fase os três substratos apresentaram os teores mais baixos de K ao longo do experimento.

Tabela 4. Teor de K (%) nos substratos em função dos tratamentos ao longo do experimento.

Substrato	Dose	Momento da coleta do substrato para análise			
		Início	Saída da CS	Crescimento	Final
Carolina Soil®	0	0,21	0,12	0,11	0,08
Carolina Soil®	2	0,21	0,12	0,11	0,07
Carolina Soil®	4	0,22	0,11	0,10	0,06
Carolina Soil®	6	0,23	0,11	0,08	0,07
		Início	Saída da CS	Crescimento	Final
Mecplant®	0	0,12	0,40	0,10	0,05
Mecplant®	2	0,16	0,13	0,13	0,08
Mecplant®	4	0,20	0,09	0,09	0,07
Mecplant®	6	n	0,08	0,09	0,06
		Início	Saída da CS	Crescimento	Final
FB+Vermiculita	0	0,37	n	0,12	0,07
FB+Vermiculita	2	0,41	0,20	0,10	0,09
FB+Vermiculita	4	0,34	0,15	0,10	0,07
FB+Vermiculita	6	0,37	0,14	0,09	0,07

Dose: 0, 2, 4 e 6 são as quantidades (em Kg m⁻³) de superfosfato simples na adubação de base, os quais correspondem a dose de 160, 320 e 480 g de P por m⁻³ de substrato.

5.3. Características morfológicas das mudas

Os resultados da análise de variância (Tabela 5) revelaram interação significativa entre os fatores testados para todos os parâmetros morfológicos analisados, com exceção do diâmetro de colo.

Tabela 5. Análise de variância das características morfológicas

FV	GL	Quadrados médios				
		H (cm)	DC (mm)	QR	MSA (g)	MSR (g)
Substrato	2	46,31 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,12 ^{ns}	1,25*	0,87*
Doses	3	73,09 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,26*	0,19*
Substrato*Doses	6	296,27*	0,72 ^{ns}	1,12*	1,59*	0,31*
CV%		16,76	15,91	18,13	9,08	23,79

Onde: FV=fator de variação; GL=grau de liberdade; H=altura da muda; DC=diâmetro de colo; QR=qualidade de raiz; MSA=massa seca da parte aérea; MSR=massa seca da raiz; ns= não significativo; * significativo ao 5% de probabilidade

5.3.1. Altura da planta

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6, o substrato a base de turfa (Carolina Soil®) teve mudas com maiores alturas nos tratamentos com maiores doses de P. Já o substrato a base de casca de Pinus (Mecplant®) apresentou mudas estatisticamente semelhantes em altura tanto sem quanto na maior dose de P, e o substrato composto por fibra de coco e vermiculita apresentou mudas com maior altura na dose de 160 g m⁻³.

Quando comparado os substratos em cada dose, verifica-se que o Mecplant® produziu mudas com maiores alturas que os demais substratos quando não foi aplicado de P na base. Quando se usou a dose de 160 g m⁻³ a fibra de coco com vermiculita apresentou resultados superiores. Na dose de 320 g m⁻³ o substrato Carolina Soil® se destacou e na maior dose os três substratos foram semelhantes.

Tabela 6. Médias das alturas (cm) de mudas clonais de *Eucalyptus urograndis*, aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de P na adubação de base.

Substrato	Quantidade de P na adubação de base (g m ⁻³)			
	0	160	320	480
Carolina Soil®	30,40 bB	31,00 bB	41,06 aA	38,00 aAB
Mecplant®	41,80 aA	30,00 bB	38,40 aAB	42,40 aA
FB+Vermiculita	30,00 bB	47,00 aA	28,80 bB	37,80 aAB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando as médias dos 3 substratos em cada dose, são verificados valores crescentes conforme aumenta a dose (34,1; 36,0; 36,1 e 39,4), todavia é difícil demonstrar a relação existente, já que os resultados da análise química do substrato ao longo do ciclo demonstram que a lixiviação do fósforo foi intensa e os tratamentos praticamente se igualaram nos teores de P em todos os substratos.

Uma possível correlação entre retenção de água pelo substrato possa explicar o desenvolvimento em altura da planta, já que os valores médios de alturas, considerando cada substrato, aumentam conforme aumenta a retenção do substrato, ou seja, 38,2; 35,9 e 35,1 cm, respectivamente para os substratos com retenção de 26,3; 21,7 e 20,0.

De acordo com Gomes e Paiva (2004) a altura da planta é considerada em muitos viveiros como padrão de qualidade o qual ajuda a estimar o crescimento da mesma no campo, tendo como vantagem ser uma medição não destrutiva.

Oliveira et al. (2008) em estudo usando um substrato comercial a base de casca de Pinus, obtiveram como resultado baixo desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* (8,25 cm) diferentemente dos resultados deste ensaio. Portanto, de forma geral, nos 3 tipos de substratos e suas diferentes doses, os valores encontraram próximos e superiores aos valores mensurados por Trigueiro e Guerrini (2003) para *E. grandis*, em um ensaio com diferentes substratos e foram superiores a 15 cm, valor mínimo recomendado para o plantio em campo (WENDLING e DUTRA, 2010).

5.3.2. Diâmetro do colo

O diâmetro do colo das mudas aos 90 dias foi influenciado pelo substrato somente na dose zero de P (Tabela 7), sendo maior no substrato a base de casca de pinus. Os valores variaram entre 3,44 mm a 4,50 mm. Segundo Wendling e Dutra (2010) o diâmetro mínimo para o plantio é de 2 mm. Já para Lopes (2004) o diâmetro de colo em mudas de *Eucalyptus grandis* deve ter no mínimo 2,5 mm, portanto os valores da análise são todos superiores aos recomendados.

Tabela 7. Médias dos diâmetros (mm) de mudas clonais de *Eucalyptus urograndis*, aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de P na adubação de base.

Substrato	Quantidade de P na adubação de base (g m ⁻³)			
	0	160	320	480
Carolina Soil®	4,06 abA	3,84 aA	4,28 aA	4,06 aA
Mecplant®	4,44 aA	4,04 aA	3,73 aA	4,13 aA
FB+Vermiculita	3,44 bA	4,50 aA	4,04 aA	4,07 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

De acordo a Gomes e Paiva (2004) a altura das plantas e o diâmetro do colo são muito importantes, porém não podem ser avaliados isoladamente para determinar a qualidade das mudas. Segundo Daniel et al. (1997) e Carneiro (1995), de forma geral, o diâmetro do colo é o mais analisado para indicar a capacidade de sobrevivência no campo.

5.3.3. Massa seca da parte aérea

Segundo a Tabela 8, ao analisar o efeito das doses em cada substrato (na linha) verifica-se que para o substrato a base de turfa (Carolina Soil®) a dose de 320 g m⁻³ foi a que proporcionou maior biomassa aérea. A ausência e a dose de 160 g m⁻³ foram semelhantes estatisticamente, apresentando os menores valores. Para o substrato a base de casca de Pinus não houve diferença com o aumento da dose de P, sendo que na dose maior houve efeito negativo. Para o substrato fibra de coco + vermiculita a melhor dose foi de 160 g m⁻³ e os demais doses proporcionaram mudas com semelhantes massas de parte aérea.

Ao considerar o efeito dos substratos em cada dose de P (na coluna), constata-se que o substrato a base de turfa (Carolina Soil®) respondeu ao aumento de P, sendo superior aos outros substratos quando usada a dose máxima de fertilizante. Já quando usados as doses menores mostrou-se inferior aos demais.

Pode-se observar que a dose de 480 g m⁻³ afetou negativamente a produção de MSA das mudas em todos os substratos.

Tabela 8. Médias das massas secas aéreas (g) de mudas clonais de *Eucalyptus urograndis*, aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de P na adubação de base.

Substrato	Quantidade de P na adubação de base (g m ⁻³)			
	0	160	320	480
Carolina Soil®	2,66 bC	2,58 bC	3,82 aA	3,30 aB
Mecplant®	3,55 aA	3,54 aA	3,55 aA	2,69 bB
FB+Vermiculita	2,38 bB	3,69 aA	2,81 bB	2,45 bB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

De acordo com Gomes e Paiva (2004) a massa seca da parte aérea é um índice excelente para avaliar a capacidade de resistência das plantas ao plantio, por outro lado esta análise é limitante para os viveiristas, por ser uma avaliação destrutiva.

5.3.4. Massa seca do sistema radicular

Ao observar a Tabela 9 verifica-se que, nos substratos a base de turfa e de fibra de coco+vermiculita, apesar de haver diferença dos valores de massa seca radicular (MSR) não há uma tendência clara do comportamento em função do aumento das doses. No substrato a base de casca de Pinus, as mudas com maiores MSR foram aquelas produzidas com a maior dose de fertilizante na base, as demais doses de P foram semelhantes.

Considerando os substratos, todos apresentaram resultados semelhantes quando não foi usado P. Com as doses 160 e 320 g m⁻³, os melhores resultados foram encontrados nos substratos de casca de Pinus e de fibra de coco + vermiculita. Na maior dose se destacou o substrato de casca de Pinus.

Assim como ocorreu no parâmetro altura houve relação entre retenção de água pelo substrato e massa seca radicular. Os valores em biomassa radicular cresceram conforme o aumento da retenção de água pelo substrato, sendo 1,04; 0,87 e 0,62 g para os substratos com retenção de 26,3; 21,7 e 20,0 mL, respectivamente. Cabe destacar que esta relação positiva só é possível porque os valores de macro e microporosidade dos substratos estão adequados, pois quando há excesso de microporosidade e, conseqüentemente alta retenção de água e baixa macroporosidade o resultado é inverso, pois nesta situação há comprometimento do desenvolvimento das raízes, conforme verificado por Trigueiro e Guerrini (2003) em trabalho com biossólido.

Tabela 9. Médias das massas secas radiculares (g) de mudas clonais de *Eucalyptus urograndis*, aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de P na adubação de base

Substrato	Quantidade de P na adubação de base (g m ⁻³)			
	0	160	320	480
Carolina Soil®	0,77 aA	0,58 bAB	0,40 bB	0,74 bAB
Mecplant®	0,78 aB	1,00 aB	0,96 aB	1,40 aA
FB+Vermiculita	0,82 aB	1,24 aA	0,76 aB	0,66 bB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

5.3.5. Qualidade de raiz

Segundo Simões et al (2012), a qualidade do sistema radicular é um fator decisivo para o desempenho da muda no campo, portanto é um parâmetro de suma importância na definição da qualidade da muda. Sua avaliação pode ser qualitativa, constituída de fatores como a estruturação do sistema radicular, a resistência do torrão formado e a presença de raízes brancas, demonstrando plena atividade fisiológica.

Considerando valores médios da qualidade de raiz (Tabela 10) observa-se que não houve uma tendência clara do efeito das doses de P sobre a qualidade de raiz para todos os substratos. Avaliando a média geral de cada substrato também verifica uma semelhança entre os mesmos, sendo as médias 2,6; 2,7 e 2,6 para Carolina Soil®, Mecplant® e fibra de coco+vermiculita, respectivamente.

Tabela 10. Médias das qualidades de raízes de mudas clonais de *Eucalyptus urograndis*, aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de P na adubação de base.

Substrato	Quantidade de P na adubação de base (g m ⁻³)			
	0	160	320	480
Carolina Soil®	2,60 abAB	2,80 aA	2,80 aA	2,00 bB
Mecplant®	3,00 aA	2,60 aAB	2,20 aB	3,00 aA
FB+Vermiculita	2,00 bB	2,80 aA	2,60 aAB	3,00 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Ao analisar a qualidade do sistema radicular nos níveis 1, 2 e 3 (Tabela 11, 12 e 13) tem-se que foram poucos os tratamentos que tiveram plantas consideradas inaptas para o plantio (raízes do tipo 1).

Não é possível estabelecer uma relação da qualidade com as doses de P aplicadas na adubação de base. O substrato Mecplant® teve 100% de mudas com sistema radicular tipo 3 nas doses mínima e máxima. O substrato fibra de coco+vermiculita teve o melhor desempenho (100% de sistemas radiculares tipo 3) na dose máxima de P (480 g m⁻³). O substrato Carolina Soil® apresentou melhor desempenho com as doses de 160 e 320 g m⁻³ (20% de sistemas radiculares tipo 2 e 80% tipo 3).

Tabela 11. Porcentagem média de raízes tipo 1 de mudas clonais de *Eucalyptus urograndis*, aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de P na adubação de base.

Substrato	Quantidade de P na adubação de base (g m ⁻³)			
	0	160	320	480
Carolina Soil®	0	0	0	0
Mecplant®	0	20	0	0
FB+Vermiculita	0	0	20	0

Tabela 12. Porcentagem média de raízes tipo 2 de mudas clonais de *Eucalyptus urograndis*, aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de P na adubação de base.

Substrato	Quantidade de P na adubação de base (g m ⁻³)			
	0	160	320	480
Carolina Soil®	40	20	20	100
Mecplant®	0	0	80	0
FB+Vermiculita	100	20	0	0

Tabela 13. Porcentagem média de raízes tipo 3 de mudas clonais de *Eucalyptus urograndis*, aos 100 dias de idade, em função de diferentes substratos e doses de P na adubação de base.

Substrato	Quantidade de P na adubação de base (g m ⁻³)			
	0	160	320	480
Carolina Soil®	60	80	80	0
Mecplant®	100	80	20	100
FB+Vermiculita	0	80	80	100

Fazer uma escolha certa de substrato é essencial, já que segundo Wendling e Delgado (2008) este deve ser bem agregado para que o torrão em volta da muda não se danifique quando da retirada do tubete para o plantio, o que poderia ocasionar problemas na sobrevivência. No entanto se o substrato for muito coeso, terá problemas na retirada do recipiente, podendo romper as raízes ou ocasionar danos no desenvolvimento radicial das plantas (KRATZ, 2011).

6. CONCLUSÕES

Para o substrato a base de turfa (Carolina Soil®) a dose que apresentou mudas com maior desenvolvimento foi a de 320 g m^{-3} . Para o substrato a base de fibra de coco + vermiculita foi a de 160 g m^{-3} e para o substrato a base de casca de Pinus (Mecplant®) tanto na dose zero quanto na de 480 g m^{-3} apresentaram resultados semelhantes, indicando a não necessidade de aplicação de P na adubação de base neste substrato.

Os três substratos produziram mudas semelhantes e dentro do padrão de qualidade adequado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROTECA TANABI. Disponível em: <http://www.agrotecatanabi.com.br/vendasmudas_eucalipto.html005>. Acesso em: 10 jan. 2012.

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças de eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2004. 442 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUCTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011**. Brasília, DF, p. 150. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF12/ABRAF12-BR.pdf>>. Acesso em: 20 maio. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes. Métodos oficiais. Brasília, 1988. 110p

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

CHAPIN, F. S.; BIELESKI, R. L. Mild phosphorus stress in barley and a related low-phosphorus-adapted barleygrass: phosphorus fractions and phosphate absorption in relation to growth. **Physiologia Plantarum**, Malden, v. 54, p. 309-317, 1982.

CLARKSON, D. T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: ROSAND, P. C. (Ed.) **Reciclagem de nutrientes e agricultura de baixos insumos nos trópicos**. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p. 45-75.

COPPEN, J. W. **Eucalyptus: the genus Eucalyptus** Printed Resource. London: Taylor & Francis, 2002. p. 464.

CUNHA, A. R. da; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11. jan./mar. 2009.

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

1.1.1 D'ÁVILA, F. S. Efeito do fósforo, nitrogênio e potássio na produção de mudas clonais de eucalipto. 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

DEL QUIQUI, E. M. et al. Crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto cultivadas sob condições de diferentes fontes de fertilizantes. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 293-299, 2004.

FERNANDES, L. A. et al. Crescimento inicial, níveis crítico de fósforo e frações fosfatada em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, p. 1191-1198, 2000.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. **El eucalipto en la repoblación forestal**. Roma, 1981. 723 p. (Colección Montes, 11).

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

FURTINI NETO, A. E.; et al. Eficiência nutricional de mudas de *Eucalyptus* em relação a fósforo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 20, p. 17-28, 1996.

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

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 15-22, 1996.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2004.

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. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. 1 CD-ROM.

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

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

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002. 778 p.

KNAPIK, J. G. et al. Produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) e *Allophylus Edulis* (St. Hil.) Radl. (Vacum) sob diferentes regimes de adubação. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 51, p 30-40, jul./dez. 2005.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth**. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agrolivros, 2005. 256 p.

LEMAIRE, P. Physical, chemical and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**, v. 396, n. 01, p. 273-284, 1995.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: Potafos, 1989. 155 p.

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

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

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

MENEZES JÚNIOR, F. O. G. et al. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, n. 3, p. 164-170, 2000.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Quieiroz, 1995. 136 p.

NOGUEIRA, A. C. Germinação de sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl em diferentes substratos e temperaturas. **Informativo ABRATES**, v.11, n.2, p.274, 2001.

OLIVEIRA, R. B. et al. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.

PANDOLFI, F. et al. Avaliação do crescimento do clone híbrido *eucalyptus urograndis* quando submetido a diferentes manejos de irrigação. In: INIC/EPG/INIC 2008, São José dos Campos. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos: UNIVAP, 2008. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/docs/sumario.php?cod_area=16>. Acesso em: 8 maio. 2012.

PEREIRA, W. E. et al. Crescimento de mudas de mamoeiro em substratos contendo caulim. **Revista Verde, Mossoró**, v. 3, n. 1, p. 27-35, abr./jun. 2008.

POZZA, A. A. A. et al. Suprimento de fósforo na produção e intensidade da cercosporiose de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 970-976, 2002.

PRYOR, L. Aspectos da cultura do eucalipto no Brasil. **IPEF**, Piracicaba, n. 213, p. 53 -59, 1971.

RAMOS, A. B.; PEIXOTO, J. R.; MELO, B. de. Efeito da composição de substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Deneger). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBF, 2000. 1 CD-ROM.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1983. 142 p.

RENÓ, N. B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro**. 1994. 62 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

RENÓ, N. B. et al. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de quatro espécies arbóreas nativas em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 1, p. 17-25, 1997.

RIBEIRO, J. E. L. S. **Flora da reserva Ducker**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazonia Central. Manaus: INPA, 1999. 800 p.

SANTOS, S. R. G.; AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith e Downs) em função do substrato e do regime de temperatura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.120-126, 2000.

SARZI, I.; VILLAS BOAS, R. L.; SILVA, M. R. da. Composição química e aspectos morfológicos de mudas de *Tabebuia chrysotricha* (Standl.) produzidas em diferentes

substratos e soluções de fertirrigação. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 77, p. 53-62, mar. 2008.

SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Bentham). Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 149-155, 2004.

SILVA, R.P. da; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.377-381, ago. 2010.

SILVA, R.B.G.; Simões, d.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.16, n.3, p.297–302. 2012.

SILVEIRA, R. L. V. de A. et al. Absorção de macronutrientes pelas mudas de *Eucalyptus grandis* em condição de viveiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos Expandidos...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. v. 2, p. 842-844.

SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Ciência florestal**. Santa Maria, RS, v. 22, n. 1, p. 91-100, jan./mar.2012.

TRIGUEIRO, R. M. **Uso de bio sólidos como substrato para produção de mudas de pinus e eucalipto**. 2002. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de bio sólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 150-162, dez. 2003.

VELLINI, A.L.T.T. et al. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista. Árvore**, Vicosa, MG, v. 32, n. 4, p. 651-663.2008.

WENDLING, I.; DELGADO, M. E. **Produção de mudas de araucária em tubetes**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8 p.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2002. v. 2, 146p.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F. **Produção de mudas de eucalipto**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 184 p.

YAMADA, T.; STIPP E ABDALLA, S. R. **Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira**. São Pedro: Potafos, 2004. 726 p.

ANEXO 1
REGISTRO FOTOGRÁFICO



Bandejas e tubetes preenchidos



Estaquia das mudas



Casa de vegetação



Casa de sombra



Área a pleno sol