

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Índices de crescimento e de sobrevivência de povoamentos clonais de híbridos de
Eucalyptus grandis vs. *urophylla* em função de diferentes qualidades da muda

Gabriela Gonçalves Moreira

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências, Programa: Recursos Florestais
Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais

Piracicaba
2020

Gabriela Gonçalves Moreira
Engenheira Florestal

Índices de crescimento e de sobrevivência de povoamentos clonais de híbridos de
Eucalyptus grandis vs. *urophylla* em função de diferentes qualidades da muda.

Versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ LEONARDO DE MORAES GONÇALVES**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências, Programa: Recursos Florestais
Opção em: Conservação de Ecossistemas Florestais

Piracicaba
2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP**

Moreira, Gabriela Gonçalves

Índices de crescimento e de sobrevivência de povoamentos clonais de híbridos de *Eucalyptus grandis* vs. *urophylla* em função de diferentes qualidades da muda/ Gabriela Gonçalves Moreira versão revisada de acordo com a resolução CoPgr 6018 de 2011 - Piracicaba, 2020.

44 p.

Dissertação (Mestrado) - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Qualidade de mudas 2. Mudas 3. Produtividade inicial 4. Sobrevivência 5. Produtividade ao final do ciclo 6. Aproveitamento final I. Título

RESUMO

Índices de crescimento e de sobrevivência de povoamentos clonais de híbridos de *Eucalyptus grandis* vs. *urophylla* em função de diferentes qualidades da muda

Em nível mundial, os produtos oriundos da madeira cresceram uma média de 1% nos entre 2011 e 2015. Esse crescimento tem demandado aumento da área plantada, que, no Brasil, foi de 14% nos últimos cinco anos. Com a crescente procura por madeira, os silvicultores buscam aumentar a produtividade, reduzindo, porém, os custos. Nesse contexto, boas práticas de cultivo são imprescindíveis para o sucesso da produção. Segundo Hakamada et al. (2015), povoamentos florestais com estabelecimento inicial e uniformidade satisfatórios tendem a ser mais produtivos ao final do ciclo. Apesar de existirem diversos trabalhos sobre qualidade de mudas e sua influência em sobrevivência e crescimento, os trabalhos, em geral, fazem as avaliações na fase inicial ou juvenil de crescimento. Também faltam trabalhos que relacionam as qualidades de mudas com aspectos operacionais, como o aproveitamento de mudas ao longo do processo de produção, transporte e plantio, dificultando, assim, a tomada de decisão dos silvicultores no que se refere à expedição, ou não, de certos padrões de mudas. Desse modo, objetivou-se com esse estudo i) avaliar os impactos das diferentes qualidades de mudas nos descartes ocorridos antes do plantio e nas taxas de replantio; ii) avaliar a produtividade inicial e ao final do ciclo de uma floresta clonal de *Eucalyptus grandis* x *urophylla*, iii) calcular o impacto das diferentes qualidades das mudas na uniformidade da floresta aos dois anos de idade e a diferença na distribuição de biomassa inicial e iv) determinar padrões de qualidades de mudas para um povoamento clonal de *E. grandis* x *urophylla*. A qualidade de mudas possui um grande impacto no aproveitamento final, diferenças acima de 14% quando comparamos uma muda de qualidade ideal e uma de qualidade inferior. Durante o estabelecimento, a muda considerada ideal para expedição apresentou falhas de 2%, enquanto a muda com padrão inferior apresentou falhas de 6% e o crescimento inicial foi afetado até os 64 meses com diferenças superiores a 10% na produtividade quando o plantio foi realizado com mudas velhas. Tal pesquisa foi feita com um povoamento de *E. grandis* x *urophylla* no sudeste de São Paulo.

Palavras-chave: Qualidade de mudas, Mudas, Produtividade inicial, Sobrevivência, Produtividade ao final do ciclo, Padrões morfológicos

ABSTRACT

Growth and survival rates of clonal plantation of *Eucalyptus grandis* vs. *urophylla* hybrid as a function of different seedling quality

Worldwide, wood products have grown by an average of 1% over the last five years. This growth has required an increase in planted area, which in Brazil has been 14% in the last five years. With the increasing demand for wood, foresters are seeking to increase productivity, but reducing costs. In this context, good cultivation practices are essential for the success of production. According to Hakamada et al. (2015), forest stands with satisfactory initial establishment and uniformity tend to be more productive at the end of the cycle. Although there are several studies about seedling quality and how it's influence on survival and growth, but the studies, in general, make the evaluations in the initial or juvenile phase of growth. There is also a lack of work that relates the quality of seedlings to operational aspects, such as the discard of seedlings in the transport and planting process, thus making it difficult for foresters to make decisions about wich kind of seedlings they going to send to the field. Thus, the objective of this study was to: (i) evaluate the impacts of different seedling qualities on the discards and replanting rates; ii) to evaluate the initial and end-cycle productivity of a *Eucalyptus grandis* x *urophylla* clonal forest; iii) to calculate the impact of different seedling qualities on forest uniformity at two years of age and the difference in initial biomass distribution and iv) to determine seedling quality standards for a clonal stand of *E. grandis* x *urophylla*. The quality of the seedlings has a great impact on the discard in the field, differences above 14% when comparing an ideal quality seedling and an inferior one. During establishment, the seedling considered ideal for planting presented failures of 2%, while the seedling with inferior pattern presented failures of 6% and the initial growth was affected until 64 months with differences over 10% in productivity when planting was done with old seedlings. This research was done with a *E. grandis* x *urophylla* stand in southeastern São Paulo.

Keywords: Seedling quality, Seedlings, Productivity, Survival, Morphological patterns

1 INTRODUÇÃO

Em nível mundial, produtos oriundos da madeira cresceram 1%, ao ano, desde 2014 (FAO, 2016), expansão que tem demandado aumento da área plantada, o qual foi de 14% nos últimos cinco anos (IBA, 2016). Nesse panorama, o Brasil ultrapassou o Canadá, tornando-se o quarto maior produtor de fibras de origem madeireira, em 2014 (FAO,2016), em virtude, entre outros fatores, do fato de que cerca de 80% do consumo de madeira origina-se em florestas plantadas (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, SFB, 2015).

Devido à crescente demanda por madeira, os silvicultores vêm buscando aumentar a produtividade (LOPES, 2005), por meio dos avanços tecnológicos e do aprimoramento dos materiais genéticos, os quais, ao longo dos anos, permitiram grande aumento da produtividade das florestas de *Eucalyptus* no Brasil (GONÇALVES et al., 2008; HAKAMADA et al., 2010). Entretanto, nos últimos anos, notou-se queda na produtividade florestal (IBA, 2016), em virtude dos eventos climáticos extremos associados ao ataque de pragas e doenças.

Nesse contexto, boas práticas de cultivo tornam-se imprescindíveis para o sucesso da produção. Segundo Hakamada et al. (2015), povoamentos florestais com estabelecimento inicial e uniformidade satisfatórios tendem a ser mais produtivos ao final do ciclo, já que o manejo silvicultural constitui prática que interfere na produtividade florestal, pois permite que o material genético atinja o seu potencial produtivo (STAPE, 2002). No entanto a distribuição heterogênea ou incorreta dos recursos — devido às falhas operacionais ou aos erros na recomendação — pode gerar plantios mais heterogêneos (HAKAMADA et al., 2015).

A homogeneidade dos plantios florestais é muito importante, porque, a cada ponto de melhoria no Índice de Uniformidade da Floresta (PV50), acrescenta-se $0,63 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de madeira (HAKAMADA et al., 2015). A fim de garantir a uniformidade nos plantios, é importante evitar desvios nas práticas silviculturais, como o replantio tardio, a heterogeneidade na distribuição de fertilizantes, a matocompetição, entre outros (HAKAMADA, 2012). Assim, utilizar mudas com características morfológicas desejáveis, como bom desenvolvimento especialmente do sistema radicular, boa sanidade e ausência de sintomas de deficiência nutricional, é essencial para estabelecer povoamentos uniformes e com elevada sobrevivência (STAPE et al., 2001).

Um estudo realizado por Lemos et al. (2012) mostrou que a cada 1% de falhas em plantios de florestas de *Eucalyptus*, gera-se 1% de perda de produtividade. Desse modo, técnicas que busquem aprimorar o estabelecimento inicial e, conseqüentemente, ampliem a sobrevivência dos plantios, são essenciais para garantir o aumento da produtividade planejada pelos silvicultores.

Com o objetivo de compreender as características morfológicas das mudas que tornam a produtividade mais eficaz, Dickson et al. (1960) criou o Índice de Qualidade de Dickson (IQD), nos Estados Unidos, especificamente, para entender a percepção dos viveiristas sobre a qualidade das mudas produzidas no país. Das equações testadas, uma conseguia capturar bem não só as mudas boas e ruins, mas também identificar as mudas “aceitáveis” no processo. Tal equação tornou-se o meio para calcular o IQD (DICKSON, et al., 1960). Apesar de ser utilizado até hoje como referencia de mudas de qualidade em diversos trabalhos, como no estudo de Eloy et al. (2003) — que concluiu que tubetes acima de 100cm³ apresentam melhor IQD —, deve-se entender melhor como esse índice irá se comportar em diferentes condições edafoclimáticas, com espécies diferentes e, principalmente, se ele, de fato, reflete um melhor aproveitamento final de mudas.

Existem outros índices que correlacionam massa seca aérea à radicular, assim como índices que correlacionam diâmetro de colo à altura, entretanto são necessários estudos que utilizem diferentes espécies e condições edafoclimáticas, a fim de que se identifiquem valores ideais em cada índice (CARNEIRO, 1995). Além deles, são também raros, no Sudeste de São Paulo, os estudos que fizeram essa correlação com *Eucalyptus* clonais.

O sistema radicular consiste num dos principais parâmetros de qualidade das mudas, sendo essencial para a sobrevivência delas e para sua produtividade em madeira. A distribuição desse sistema no solo é única em cada árvore, pois possui forte influência do material genético e das condições ambientais em que a planta se encontra, como solo, disponibilidade de fotoassimilados, competição, entre outras (GONÇALVES, et al, 2000). Segundo o mesmo autor as raízes finas são as mais importantes para absorver água e nutrientes. Nesse sentido, Laclau, et al. (2013) demonstrou que as raízes finas de florestas de *Eucalyptus* podem chegar a mais de 10 metros de profundidade, dado que demonstra a grande capacidade de adaptação das espécies, bem como são hábeis em buscar recursos. Deste modo, técnicas de manejo que influenciem negativamente a formação do sistema radicular podem impactar

significativamente a produtividade, como o que foi constatado em relação aos tubetes. Nessa direção, inúmeros trabalhos correlacionaram a deformação de raízes à utilização de recipientes pequenos para produção de mudas (FREITAS et al., 2005; LELES et al., 2001).

Outros fatores que podem impactar o desenvolvimento das florestas em campo é o Índice de Área Foliar (IAF) e a Área Foliar Específica (AFE). Segundo Xavier, et al. (2012) pelo fato de o IAF estar diretamente ligado à produtividade e à evapotranspiração das florestas, ele permite que modelos prevejam tais índices. Já a AFE correlaciona-se à nutrição da planta e seus valores reduzem conforme o aumento do nitrogênio e do fósforo na folha (OSONE, et al., 2008). Além disso, plantas com menor AFE apresentam menor teor de clorofila e conseqüentemente menor potencial fotossintético (MARENCO et al., 2009). Esses dois fatores podem ser utilizados como indicadores de florestas com alto potencial produtivo, assim como a sobrevivência e o índice de uniformidade PV50.

Apesar de existirem diversos indícios sobre como a qualidade de mudas pode impactar o estabelecimento inicial e a produtividade de plantios de florestas de *Eucalyptus ssp*, poucas pesquisas acompanharam o impacto das mudas até o final do ciclo florestal. Embora diversos trabalhos busquem definir boas técnicas de manejo em viveiro, para melhorar a produção de mudas (ZANI et al. 1988; VALERI et al., 2000; SANTOS et al.2000; SILVA et al., 2012; TAMBOSI et al., 2012; OLIVEIRA et.al, 2014), a maioria deles avalia o índice de qualidade de Dickson, a sobrevivência e o crescimento até os dois meses de idade da floresta. A diferença de arranque inicial é comum em diversos experimentos, porém muitos deles, ao final do ciclo, não mantêm essa diferença. Isso pode ser exemplificado por Dobner Júnior, et al. (2013), que avaliaram o impacto dos diferentes tamanhos de tubetes em plantios de *Pinus* até os nove anos de idade, sendo que houve diferença de altura até os dois anos e após esse período essa diferença desapareceu. Isso ocorre, pois, a característica de desenvolvimento do material genético é um fator muito importante permitindo esse alcance em produtividade ao final do ciclo.

Em contrapartida, as diferentes qualidades de mudas podem impactar o sistema radicular das plantas, no estabelecimento inicial e na uniformidade da floresta (STAPE et al., 2001). Caso isso ocorra, a diferença em produtividade pode se manter até o final do ciclo. Em culturas anuais, tal impacto foi percebido em um estudo com abacaxi pérola (*Ananas comosus*) cultivado na Bahia, no qual se constatou que o plantio de mudas maiores influenciou no peso do fruto final (CUNHA et al., 1993).

Por meio desse exemplo, reitera-se o fato de que, apesar de existirem diversos trabalhos sobre a qualidade de mudas e sua influência no crescimento e na sobrevivência, a maioria avalia as fase inicial e juvenil de crescimento. Também faltam trabalhos que relacionam a qualidade de mudas com aspectos operacionais, como o aproveitamento delas ao longo do processo de produção, o transporte e o plantio, dificultando a tomada de decisão dos silvicultores quanto à expedição, ou não, de certos padrões de mudas.

Outro fator que dificulta correlações entre trabalhos está relacionado a definição da qualidade de mudas, sendo que existem quatro índices que definem qualidade de mudas e cada viveiro utiliza um padrão morfológico para classificação de mudas “boas”, “aceitáveis” e “ruins” (GOMES e PAIVA, 2013).

Sabendo-se que plantios homogêneos são extremamente importantes para atingir boa produtividade e que a qualidade das mudas é o primeiro passo para o estabelecimento de um povoamento florestal homogêneo, propõem-se as seguintes hipóteses:

- I. Mudas consideradas não ideais para expedição apresentam menor sobrevivência e menor aproveitamento de mudas ao final do processo produtivo;
- II. O arranque inicial de um povoamento clonal de *E. grandis* x *E. urophylla* é maior quanto mais adequada a muda estiver para a expedição;
- III. A produtividade de madeira, ao final do ciclo, é maior, quanto maior for o nível de qualidade das mudas;
- IV. Mudas com qualidade superior (ideal para expedição) geram florestas com maior uniformidade.

A partir dessas hipóteses, objetiva-se com esse estudo: i) avaliar os impactos das diferentes qualidades de mudas aproveitamento final de mudas até o momento de plantio e na sobrevivência do plantio; ii) avaliar a produtividade inicial e ao final do ciclo de uma floresta clonal de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*; iii) calcular a uniformidade da floresta aos dois anos de idade e a diferença na distribuição de biomassa inicial e iv) determinar padrões de qualidades de mudas para um povoamento clonal de *E. grandis* x *E. urophylla* no sudeste de São Paulo.

3 CONCLUSÃO

As mudas consideradas não ideais para expedição apresentam maiores taxas de replantio e menor aproveitamento de mudas ao final do processo produtivo (CORROBORADA);

O arranque inicial de um povoamento clonal de *E. grandis x urophylla* é maior quanto mais adequada a muda está para expedição (CORROBORADA);

A produtividade de madeira ao final do ciclo é maior quanto maior for o nível de qualidade das mudas (CORROBORADA);

Mudas com qualidade superior (ideal para expedição) geram florestas com maior uniformidade (NÃO CORROBORADA).

Ao longo da pesquisa, da observação das mudas e da sistemática organização dos padrões, concluiu-se que a qualidade das mudas impacta diretamente o aproveitamento final, o estabelecimento e o crescimento inicial de povoamento clonal de *E. grandis x urophylla*. Neste trabalho, observou-se que mudas de padrões inferiores acarretaram menor aproveitamento final, bem como sobrevivência o que, conseqüentemente, aumentou o custo de implantação. As mudas mais velhas apresentaram menor arranque inicial, sendo observadas diferenças significativas até os 66 meses quando comparado com as mudas em idade ideal de plantio.

Desse modo, é possível concluir que mudas padrão **C** e **D** irão gerar mais custos para formação de florestas, devendo assim ser evitadas o seu envio para campo. Os lotes devem sempre ser padronizados de modo que não exista variação entre as as qualidades de mudas dentro do mesmo lote, devido as diferenças de arranque inicial observadas nesse trabalho.

4 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Aproveitamento final de mudas

Considerando-se os valores de aproveitamento final de mudas, levantados neste trabalho, para um plantio de 10.000 hectares por ano e uma densidade de 1.333 plantas por hectare é necessário uma produção extra de aproximadamente 2 milhões de mudas quando o padrão da muda é o **C** relativamente ao padrão **A**. Essa diferença gera maior necessidade de mão de obra, insumos e área disponível de viveiro. Assim as mudas padrão **C** aumentam em 1,7% o custo de implantação ou reforma florestal.

Necessidade de replantio

O padrão de qualidade de mudas afeta diretamente o índice de sobrevivência das mudas. Considerando que uma empresa florestal utilize o valor de 5% de limite de falhas como aceitável, ao decidir realizar o plantio de mudas de qualidade **A**, quando comparadas à **C** ou **D**, não haverá a necessidade de replantio. Caso o viveiro envie para plantio mudas velhas (padrão **D**), ou não rustificadas o suficiente (padrão **C**), haverá a necessidade de replantio, o que aumentará o custo de implantação ou reforma em aproximadamente 6%.

Perda de produtividade

Caso se decida expedir para campo mudas com padrão inferior e não realizar o replantio (mesmo com porcentagens de falha acima de 6%), ao utilizar mudas **C** e **D**, haverá influência no PV50 e também na produtividade florestal. Lemos et al. (2012) mostraram que, a cada 1% de falhas, há diminuição de 1% na produtividade de madeira. Para cada 1 ponto de redução no índice de uniformidade da floresta (PV50) equivale a um decréscimo de $0,63 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de madeira com casca (HAKAMADA et al., 2015).

Seleção de mudas

O plantio de mudas com diferentes padrões de qualidade causa um aumento na heterogeneidade de plantio, pois as mudas padrão **B**, **C** e **D** apresentam menor arranque inicial, sendo dominadas pelas árvores originadas de mudas padrão **A**. Isso poderá acarretar perdas de produtividade e aumento dos custos de implantação ou reforma florestal. Desse modo, é importante a padronização dos lotes do viveiro, sendo que qualidades de mudas iguais devem ser plantadas em conjunto.

Redução de plantas daninhas

Mudas com melhor arranque inicial podem reduzir os custos de implantação florestal, uma vez que ocorre o sombreamento do solo, o que reduz a infestação de plantas daninhas (CARNEIRO, 1995). Este fato não foi observado neste trabalho, pois o experimento foi implantado próximo à época seca, reduzindo, naturalmente, a pressão de plantas daninhas. No entanto, ao observar os dados de crescimento em altura e diâmetro de colo aos 120 dias e de biomassa de folhas aos 90 dias das mudas padrão **A**, em comparação com a **C**, é possível que exista um potencial de redução de custo com capina nos plantios que ocorrerem em épocas chuvosas. Assim, o aumento do índice de sobrevivência e a maior efetividade de controle de plantas daninhas geram considerável diminuição do custo de implantação ou reforma florestal na ordem de 5 a 10%.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol. 22, No. 6, 711–728 p., 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF 2013**. Brasília: ABRAF, p.149, 2013.
- CARNEIRO, J. G. A. Determinação do padrão de qualidade de mudas de *Pinus taeda*, L. para plantio definitivo. **Mestrado em Ciências**, 84 p., Universidade Federal do Paraná- UFPR, 1976.
- CARNEIRO, J. G. A. Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais. Viçosa: **Editora Folha de Viçosa**, 451 p., 1995.
- DA CUNHA, G. A. P.; REINHARDT, D. H. R. C.; CALDAS, R. C. Efeito da época de plantio, tamanho da muda e idade da planta na indução floral sobre o rendimento do abacaxizeiro 'Pérola' na Bahia. **EMBRAPA/CNPMPF**, 1993.
- DIAS, M. J. T.; SOUZA, H. A.; NATALE, W.; MODESTO, V. C.; ROZANE, D. E. Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.2837-2848, 2012.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960
- DOBNER JR, M.; TRAZZI, P. A.; HIGA, A. R.; SAITZ, R. A. Influência do volume do tubete e do método de plantio no crescimento de um povoamento de *Pinus taeda* aos nove anos de idade. **Scientia Forestalis**, v.41, p.007-014, 2013.
- ELOY, E.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, v.43, p.373-384, 2013.
- PEREIRA, L.C.; NETO, F.L. 2004. Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica. **EMBRAPA Meio Ambiente Documentos**, v.43, 2004.
- FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; PENCHEL, R. M.; LAMÔNICA, K. R.; FERREIRA, D. A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore. Sociedade de Investigações Florestais**. v.29, p.853-861, 2005.
- FREITAS, T. A. S.; FONSECA, M. D. S.; SOUZA, S. S. M.; LIMA, T. M.; MENDONÇA, A. V. R.; SANTOS, A. P. Crescimento e ciclo de produção de mudas de *Eucalyptus* em recipientes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.33, p.419-428, 2013.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGILORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore. Sociedade de Investigações Florestais**, v. 26, p. 515-523, 2002.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; LACLAU, J. P.; BOUILLET, J. P.; RANGER, J. Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing *eucalyptus* plantations: the Brazilian experience. **Southern Forests**, v. 70, p. 105-118, 2008.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V.A.G.; GAVA, J.L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M., BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**, cap. 1, p. 3–55, 2000.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; GARCIA, R. L. R.; Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, p.655-664, 2002.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. R. L. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v. 27, p. 113-127, 2003.

HAKAMADA, R. E.; STAPE, J. L.; LEMOS, C. C. Z.; ALMEIDA, A. E. A.; SILVA, L. F.; Uniformidade entre árvores durante uma rotação e sua relação com a produtividade em *Eucalyptus* clonais. **CERNE**, v.21, n.3, p.465-472, 2015.

HAKAMADA, R. E.; Uso do inventário florestal como ferramenta de monitoramento da qualidade silvicultura em povoamentos clonais de *Eucalyptus*. **Mestrado em Recursos Florestais**, 115 p., Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ-USP, 2012.

LACLAU, J. P.; SILVA E. A.; LAMAIS, G. R.; BERNOUX, M.; MAIRE, G.; STAPE, J. L.; BOUILLET, J. P.; GONÇALVES, J. L. M.; JOURDAN, C.; NOUVELLON, Y. Dynamics of soil exploration by fine roots down to a depth of 10m throughout the entire rotation in *Eucalyptus grandis* plantations. **Frontiers on Plant Science**, v. 4, article 243, 2013.

LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; BARREIRA, S.; MORAIS, T. R.; FARIA, M. V. Doses do ácido indolbutírico no enraizamento e crescimento de estacas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*). **Biosci. J., Uberlândia**, v.24, p.13-18, 2008.

LELES, P. S. S.; CARNEIRA, J. G. A.; NOVAES, A. B.; BARROSO, D. G. Crescimento e arquitetura radicial de plantas de eucalipto oriundas de mudas produzidas em blocos prensados e em tubetes, após o plantio. **CERNE**, v.7, p. 010-019, 2001.

LOPES, E. D.; AMARAL, C. L. F.; NOVAES, A. B. Qualidade de mudas de *E. urophylla*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho em campo. **Revista Floresta**, v.44, p.589-596, 2014.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, v.31, p.835-843, 2007.

MARENCO, R. A.; ANTEZANA-VERA, S. A.; NASCIMENTO, H. C. S. Relationship between specific leaf area, leaf thickness, leaf water content and SPAD-502 readings in six Amazonian tree species. **Photosynthetica**, v.47, n.2, p.184- 190, 2009.

MEAD, D. J. Opportunities for improving plantation productivity. How much? How quickly? How realistic?. **Biomass & Bioenergy**, v.28, p. 249-266, 2004.

OLIVEIRA, K. F.; SOUZA, A. M.; SOUSA, G. T. O.; COSTA, A. L. M.; FREITAS, M. L. M. Estabelecimento de Mudanças de *Eucalyptus spp.* e *Corymbia citriodora* em Diferentes Substratos. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 030-036, 2014.

OSONE, Y.; ISHIDA, A.; TATENO, M. Correlation between relative growth rate and specific leaf area requires associations of specific leaf area with nitrogen absorption rate of roots. **New Phytologist**, v.179, n.2, p.417-427, 2008

PEZZUTTI, R. V.; CALDATO, L. S. Sobrevivência e crescimento inicial de mudas de *Pinus taeda* L. com diferentes diâmetros de colo. **Ciência Florestal Santa Maria**, v.21, p.335-362, 2011.

PEZZUTTI, R. V.; SCNUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M. Crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta à fertilização NPK. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, p. 117-125, 1999.

RENA, P. T.; GUIMARÃES, P. T. G. Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição e fatores que o influenciam. Belo Horizonte: EPAMIG, p. 80, 2000.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica (L.F.) D. Don*. **Revista Ciência Florestal**, v. 10, p1-15, 2009.

SILVA, RICHARDSON B. G.; SIMOES, DANILO; DA SILVA, MAGALI R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla x E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 297-302, 2012.

STAPE, J.L.; Production ecology of clonal *Eucalyptus* plantations in northeastern Brazil. **Doutorado em Fisiologia**, 25p., Colorado State University, 2002.

STAPE, J. L.; GONÇALVES, J. L. M.; CONÇALVES, A. N. Relationships between nursery practices and field performance for *Eucalyptus* plantations in Brazil. **New Forests**, v. 22, p. 19-41, 2001.

TAMBOSI, M. C.; LAJÚS, C. R.; MANFROI, E.; ZARYCHTA, D.; ECHER, G.; PARIZE, G. L.; VANIN, M.; LANGHINOTTI, C. W.; DEMARTINI, R.; RANZAN, T. estudo de diferentes métodos na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage) via propagação assexual por estaquia. **Universidade Chapecó**, 2012.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Centeron: Drexel Institute of Technology**, Laboratory of Climatology, p.104,1955.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. Manual de fisiologia vegetal. São Luis: **EDUFMA**, 230 p., 2010.

ZANI, J. F.; BALLONI, E. A. Enraizamento de estacas de *Eucalyptus*: efeitos do substrato e do horário de coleta do material vegetativo. **IPEF**, n.40, p. 39-42, 1988.