

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

Crescimento de brotações de um clone de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em função da disponibilidade de nutrientes no solo e da aplicação de fitorreguladores na cepa

Ângela Simone Freitag

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora
em Ciências. Programa: Recursos Florestais. Área de
concentração: Silvicultura e Manejo Florestal

Piracicaba
2013

Ângela Simone Freitag
Engenheira Florestal

Crescimento de brotações de um clone de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em função da disponibilidade de nutrientes no solo e da aplicação de fitorreguladores na cepa

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **ANTÔNIO NATAL
GONÇALVES**

Co-orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ LEONARDO DE
MORAES GONÇALVES**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em Ciências. Programa: Recursos Florestais. Área de concentração: Silvicultura e Manejo Florestal

Piracicaba
2013

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

Freitag, Ângela Simone

Crescimento de brotações de um clone de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em função da disponibilidade de nutrientes no solo e da aplicação de fitorreguladores na cepa / Ângela Simone Freitag. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2013.

81 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Clonagem 2. Eucalipto 3. Manejo 4. Nutrição vegetal 5. Reguladores de crescimento vegetal 6. Rotação de culturas I. Título

CDD 634.9734
F866c

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICO

À DEUS pela vida
Ao meu marido Gilberto
À meu filho Jarian
por andarem comigo de
mãos dadas durante as
tempestades da vida!

BIOGRAFIA

Ângela Simone Freitag, filha de Arno Freitag e Neuza Neli Freitag, nasceu em 13 de abril de 1979, no município de Cachoeira do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Em 1994, concluiu o Ensino Fundamental cursado na Escola Estadual de 1º e 2º Graus Diva Costa Facchin e, em 1997 o Ensino Médio, cursado no Colégio Barão do Rio Branco, em Cachoeira do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Em março de 1999, via aprovação em vestibular, ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, diplomando-se em Engenheiro Florestal no ano de 2004.

Em março de 2005 ingressou no curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Engenharia de Água e Solo, da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, defendendo a Dissertação em setembro de 2007.

Em fevereiro de 2009 ingressou no curso de Doutorado em Recursos Florestais, área de Concentração em Silvicultura e Manejo Florestal, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em Piracicaba, Estado de São Paulo, defendendo a Tese no primeiro semestre de 2013.

AGRADECIMENTOS

A DEUS por me ensinar, ser o meu amparo e fortaleza, escudo e broquel, socorro bem presente em todos os momentos de minha vida.

Ao meu marido pelos momentos de alegria, por me ouvir, por chorar, abraçar e lutar juntos. Deus te colocou em nossa vida para juntos galgarmos o impossível.

Ao meu filho, por acreditar em mim, pelo conforto, força e companheirismo.

A Gloriosa Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, e aos meus professores pelo aprendizado desde a graduação.

Ao Prof. Dr. Antônio Natal Gonçalves pelas oportunidades, ensinamentos, paciência e orientação. Mais que um mestre, você tem sido um amigo.

Ao Prof. Dr. José Leonardo de Moraes Gonçalves, pela confiança depositada e também pelo apoio e ensinamento nos momentos mais difíceis.

Ao Engenheiro Florestal José C. A. Junior, e aos amigos do PTSM pela sua amizade e pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa a campo. Obrigado por sempre estarem tão prontos a ajudar. Sem vocês esse projeto não seria o mesmo.

A empresa florestal International Paper (IP) pelo apoio financeiro e pela disponibilização de suas áreas para desenvolvimento do projeto.

Aos amigos Felipe U. Nery, Alexandre V. Ferraz, Vinícius S. Diaz, Michele A. Horback, Eduardo Vinícius, Luiz Gustavo Javier e Solange, Leandro, Ranieri, Fava, Ayeska, José Henrique, Thiago, Sara e a todos que tive o privilégio de conhecer, meus sinceros votos de sucesso na vida.

Ao amigo Gilvano E. Brondani pela amizade e auxílio em todas as etapas de elaboração e confecção da Tese.

Ao amigo Beto, técnico do LAFISA, pelo apoio nas análises, instruções e descontrações durante minha pesquisa.

A Alba Valéria Masetto e toda a equipe do Laboratório de Ecologia Aplicada do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP pelo auxílio nas análises de solo e vegetais.

Aos meus pais, Arno e Neuza, e meus irmãos Fernando e Tiago pelos momentos de alegria.

Aos amigos Vanderlei e Antonieta Nery pelo carinho e acolhida em todos os momentos.

Aos meus sogros, Miguel e Lucimar, por me adotarem como filha.

A CAPES, pelo apoio financeiro.

MEU ETERNO

AGRADECIMENTO!

BASTA UM MINUTO

*Um minuto serve para você sorrir:
Sorrir para o outro, para você e para a vida.
Um minuto serve para você ver o caminho,
olhar a flor, sentir o cheiro da flor,
sentir a grama molhada,
notar a transparência da água.*

*Basta um minuto para você avaliar a imensidão
do infinito, mesmo sem poder entendê-lo.
Em um minuto apenas você ouve o som
dos pássaros que não voltam mais.
Um minuto serve para você ouvir o silêncio,
ou começar uma canção.
É num minuto que você dará o sim
que modificará sua vida... e basta.*

*Basta um minuto para você apertar a mão
de alguém e conquistar um novo amigo.
Em um minuto você pode sentir
a responsabilidade pesar em seus ombros:
a tristeza da derrota,
a amargura da incerteza,
o gelo da solidão,
a ansiedade da espera,
a marca da decepção
e a alegria da vitória...*

*Quanta vitória se decide num simples momento,
num simples minuto!
Num minuto você pode amar,
buscar, compartilhar, perdoar,
esperar, crer, vencer e ser...*

*Num simples minuto você pode salvar a sua vida...
Num pequeno minuto você pode incentivar
alguém ou desanimá-lo!
Basta um minuto para você recomeçar
a reconstrução de um lar ou de uma vida.
Basta um minuto de atenção para
você fazer feliz um filho,
um aluno, um professor, um semelhante...
Basta um minuto para você entender
que a eternidade é feita de minutos.*

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT	15
2 HIPÓTESES	20
3 OBJETIVOS.....	20
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
4.1 O gênero Eucalyptus	21
4.2 Sistema de talhadia	21
4.2.1 Vigor das cepas	23
4.3 Fertilização.....	28
4.4 Fitorreguladores de emissão e crescimento de brotos	31
4.4.1 Calciocianamida	32
4.4.2 Thidiazuron	33
4.4.3 Tiouréia	34
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
5.1 Localização e caracterização ambiental das áreas experimentais.....	35
5.2 Manejo das brotações, delineamento e tratamentos experimentais.....	39
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
6.2. Efeito da Omissão de Nutrientes	48
6.2.1. Crescimento e número de brotos	48
6.2.2 Nutrição mineral das brotações	51
6.3 Efeito da adição de fitorreguladores	61
6.3.1 Crescimento e número de brotos	61
6.3.2 Nutrição mineral das brotações	64
7 CONCLUSÃO.....	69
REFERÊNCIA	71

RESUMO

Crescimento de brotações de um clone de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em função da disponibilidade de nutrientes no solo e da aplicação de fitorreguladores na cepa

Este trabalho teve como objetivos avaliar a omissão de nutrientes e a influência de fitorreguladores na emissão e desenvolvimento de brotações de *E. urophylla* x *E. grandis*. Devido a escassez de estudos quanto aos teores e quais nutrientes interferem no desenvolvimento da floresta em segunda rotação e quanto ao uso de fitorreguladores a campo com o objetivo de estimular a emissão de brotação, fez-se necessário este estudo que visa aumentar o leque de conhecimento sobre a silvicultura do eucalipto de segunda rotação e os mecanismos para melhorar seu desenvolvimento. O estudo foi realizado em dois povoamentos localizados em duas áreas da empresa International Paper do Brasil (IP), nos municípios de Brotas e Mogi Guaçu, região Nordeste do Estado de São Paulo. Os solos tanto da área experimental localizada na região de Brotas quanto a de Mogi Guaçu são classificados como Latossolos Vermelho Amarelos. O clima de ambas as áreas é do tipo Cwa. A colheita foi feita nos povoamentos com idade de 6,5 anos. Foram avaliadas sobrevivência das brotações aos três e seis meses, o diâmetro das brotações aos doze meses, a altura das brotações semestralmente e o número de brotos das cepas aos três, seis e doze meses pós-colheita. Para avaliar os efeitos da omissão de nutrientes na indução e desenvolvimento das brotações de um clone de eucalipto, foram aplicados os seguintes tratamentos: T1: controle; T2: fertilização completa; T3: sem fertilização nitrogenada (-N); T4: sem fertilização fosfatada (-P); T5: sem fertilização potássica (-K); T6: sem fertilização com Cálcio e Magnésio (-Ca e Mg); T7: sem fertilização com boro (-B); T8: sem fertilização com cobre (-Cu); T9: fertilização comercial da empresa, aplicada após o colheita da floresta. Na avaliação do efeito dos fitorreguladores na emissão de brotações foram utilizados os seguintes tratamentos: T2: fertilização completa; T10: fert. completa + calciocianamida; T11: fert. completa + thidiazuron (TDZ); T12: fert. completa + tiouréia. Não houve relação entre a sobrevivência e os tratamentos avaliados. Ambas as áreas experimentais apresentaram sobrevivência acima de 90% aos seis meses de avaliação, não apresentando resposta diferenciada entre os tratamentos. Em Brotas, os tratamentos com omissão de K e fertilização comercial foram os tratamentos com menor desenvolvimento em altura e diâmetro para a espécie de *E. urophylla* x *E. grandis*, ressaltando a deficiência deste na formulação da empresa. Já em Mogi Guaçu, P e N e com maior ênfase, o Cu influenciaram negativamente no desenvolvimento em altura e diâmetro. A quantidade e vigor das brotações não foram alteradas em relação à testemunha com o uso de fitorreguladores na cepa. Não houve melhor desenvolvimento quanto ao número e vigor das brotações com o uso de TDZ em relação aos demais fitorreguladores testados.

Palavras-chave: Omissão; Nutrição mineral; Manejo; Segunda rotação; TDZ; Calciocianamida; tiouréia

ABSTRACT

Coppicing of an *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* clone in relation to soil nutrient availability and growth regulators application on the stumps

This study aimed to evaluate the effects of omission of nutrients and the influence of the bioregulators calciocianamide, thidiazuron (TDZ) and thiourea in the coppicing of an *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* clone. Due to lack of studies concerning the contents and nutrients which interfere with the development of second-rotation forest and on the use of growth regulators in the field with the aim of stimulating the emission of budding, it was necessary that this study aims to increase the range of knowledge on forestry eucalyptus and mechanisms to improve their development. The study was carried out two stands located in two areas of the company International Paper of Brazil (IP) in the municipalities of Mogi Guaçu and Brotas, at the northwestern of the state of São Paulo. The soils of the experimental area both located in the region of Brotas and Mogi Guaçu are classified as Oxisols Red Yellow. The climate of both areas is Cwa type. The harvest was done in stands aged 6.5 years. There were evaluated the number of shoots, the stem diameter and height of shoots. To evaluate the effects of nutrient omission in the coppicing a eucalyptus clone, there were applied the following treatments: T1: control, T2: complete fertilization; T3: without nitrogen fertilization (-N) T4: without phosphate fertilization (-P), T5: without potassium fertilization (-K), T6: without calcium and magnesium fertilization (-Ca and -Mg), T7: without boron fertilization (-B), T8: without copper fertilization (-Cu); T9: commercial fertilization, applied after the harvest of the forest. In evaluating the effect of growth regulators in issuing shoots there were used the following treatments: T2: complete fertilization; T10: complete fert. + calciocianamida; T11: complete fert. + TDZ; T12: complete fert. + thiourea. There was no relationship between survival and the treatments. Both experimental areas showed over 90%stump survival at the sixth months of evaluation. On Brotas, the K stood out as being the most limiting nutrient for development in coppice height, stem diameter and shoot number of an *E. urophylla* x *E. grandis* clone. In Mogi Guaçu, N and P, were the limiting nutrients for development of the clone under study. The use of growth regulators did not influence the development of plants as nutrient uptake and shoot induction.

Keywords: Survival; Mineral nutrition; Management; Second rotation; TDZ; Calciocianamida; Thiourea

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o setor florestal tem crescente relevância para o país, sendo que, atualmente, apenas os plantios de eucalipto ocupam uma área de 4,7 milhões de hectares, concentrados principalmente nos estados de Minas Gerais, de São Paulo e da Bahia (ABRAF, 2011).

A silvicultura baseia-se no cultivo intensivo das florestas, objetivando produzir a maior quantidade de madeira, no menor tempo, ao menor custo e com as características adequadas para a sua utilização. Segundo Romero (2008), o eucalipto apresenta elevada mobilização de nutrientes em função do seu rápido crescimento.

Com a colheita, a exportação de biomassa resulta em grandes saídas de nutrientes, reduzindo consequentemente a disponibilidade dos mesmos para as futuras plantações. Sob tais circunstâncias, o plantio sucessivo de espécies florestais com grande capacidade de extração de nutrientes tem grande impacto sobre as pequenas disponibilidades e reservas minerais dos solos, resultando em quedas de qualidade dos sítios, quando não devidamente manejados, necessitando, portanto, de uma estratégia de fertilização para o adequado desenvolvimento das plantas, sem perda de produtividade em rotações subsequentes (PULITO, 2009).

Além de um monitoramento constante sobre a fertilidade dos solos florestais, outro fator importante é o manejo da floresta por talhadia. Segundo Cacau et al. (2008), o manejo dos povoamentos de eucalipto por talhadia pode tornar-se vantajoso, pois a taxa de crescimento inicial de brotações é superior à de povoamentos para alto fuste, com mesma idade, o que pode resultar em antecipação da produtividade máxima.

A sua grande utilização se justifica, dentre outros, pelos seguintes aspectos: produção de madeira de pequenas a médias dimensões, simplicidade de execução do corte, dispensa a produção de mudas, preparo de solo e novo plantio, facilidade de planejamento da produção madeireira a curto e médio prazos, menores custos por volume de madeira produzido, e ciclos de cortes mais curtos com antecipação de retornos financeiros (LAMPRECHT, 1990; EVANS, 1992). Oriani (2009) verificou uma redução nos custos da talhadia em relação a reforma de 50% sendo que apenas no primeiro ano, estes custos foram 65% menores em relação a reforma.

Tais diferenças entre a primeira e a segunda rotação foram encontradas por Sharma (1979), onde observou que o IMA (Incremento Médio Anual) máximo para brotações de

Eucalyptus spp. ocorreu aos 5 e 6 anos, para dois diferentes sítios, enquanto que na primeira rotação o IMA máximo foi atingido aos 8 e 11 anos, respectivamente.

A maior taxa inicial de crescimento da brotação, em comparação à de plantas estabelecidas a partir de mudas, se deve, principalmente, à presença de um sistema radicular já estabelecido, o que facilita a absorção de água e nutrientes e o uso de reservas orgânicas e inorgânicas, presentes na cepa ou nas raízes, o que pode resultar em antecipação da produtividade máxima (TEWARI et. al., 2004; REIS e KIMMINS, 1986; TEIXEIRA et al., 2002; KABEYA e SAKAI, 2005; WALTERS et al., 2005).

Assim, a alocação inicial de foto-assimilados e de nutrientes na formação de raízes é alta, com o favorecimento relativo deste órgão em comparação com a parte aérea. Com o avançar da idade, maior proporção de foto-assimilados é dirigida para a parte aérea, com a consequente queda na relação raiz: parte aérea. (BARROS et al., 1997).

A capacidade das cepas de emitir brotações após a colheita da floresta é uma das grandes vantagens das espécies do gênero *Eucalyptus*. Segundo Klein et al. (1997), isto possibilita a adoção do manejo por talhadia, cujos benefícios vão desde aspectos econômicos até implicações ambientais, decorrentes dos menores níveis de interferência no ambiente.

Os nutrientes constituem elementos obtidos principalmente na forma de íons inorgânicos do solo, os quais após terem sido absorvidos pelas raízes são translocados para diversos órgãos das plantas, onde participam de inúmeras reações bioquímicas essenciais para a sobrevivência e desenvolvimento vegetal. Segundo Taiz e Zeiger (2009), o nutriente mineral tanto pode funcionar como constituinte de uma estrutura orgânica como o Ca e o Mg, ativador de reações enzimáticas, transportador de cargas e osmorregulador como o K, bem como participar de rotas metabólicas que podem resultar na síntese, ativação e/ou inativação de determinados grupos de hormônios vegetais.

Experimentos demonstraram que os nutrientes são preferencialmente transportados e acumulados em tecidos tratados com citocininas, sendo sugerido que o hormônio estimula a mobilização de nutrientes, originando uma nova relação de fonte-dreno (TAIZ e ZEIGER, 2009).

De maneira complementar, os hormônios vegetais e nutrientes inorgânicos atuam em diversas funções fisiológicas de modo interligado, uma vez que ambos influenciam direta ou indiretamente o metabolismo, o crescimento e o desenvolvimento vegetal, os quais por muitas vezes, dependem de sinais químicos que servem como estímulos para que essas reações ocorram.

Qualquer interação entre reguladores vegetais e transporte inorgânico pode modificar o balanço orgânico e, conseqüentemente, tanto a morfologia como a fisiologia da planta podem ser alteradas em maior ou menor grau de complexidade (TAVARES, 1996).

Sabendo-se que um plantio clonal sofre interações tanto climáticas, variando conforme as estações do ano, quanto edáficas, onde cada clone responde de forma diferente aos estímulos externos (fertilização) e internos (hormonais), tem-se como preocupação primordial a manutenção da fertilização em teores adequados para que a espécie possa se desenvolver de forma satisfatória, mesmo com todos os fatores edofoclimáticos interagindo de forma negativa (MORI, 1988).

Muito se tem dado ênfase para os plantios clonais como forma de obter maior rendimento em menor espaço de tempo e que respondam bem as variações climáticas e edáficas conforme os diferentes estímulos externos (fertilização) e internos (hormonais). No entanto, esta preocupação se remete apenas à manutenção da fertilidade em teores adequados para que o eucalipto possa se desenvolver da forma satisfatória, mesmo com todos esses fatores agravantes, na primeira rotação.

Após a crise de 2010, onde várias empresas se sentiram obrigadas a reduzir custos, a talhadia veio como uma opção, pois os custos de se conduzir uma floresta são bem menores que a implantação de uma nova floresta. Em contrapartida, há poucos estudos quanto aos teores e quais nutrientes interferem no desenvolvimento da floresta em segunda rotação, bem como estudos referentes ao uso de fitoreguladores a campo com o objetivo de estimular a emissão de brotação.

A partir disso, faz-se necessário um estudo que venha responder as questões tanto de ordem nutricional como quanto ao uso de fitoreguladores com o interesse em encontrar respostas e assim favorecer a implantação da talhadia como manejo de florestas.

2 HIPÓTESES

Foram postuladas as seguintes hipóteses:

- a) A omissão nutricional proporcionará respostas diferenciadas na sobrevivência e vigor das brotações de cepas de *Eucalyptus*;
- b) O N e o P são os nutrientes que mais interferem no desenvolvimento do *Eucalyptus* (GRACIANO et al., 2006);
- c) A aplicação dos fitorreguladores sobre as cepas após o abate das árvores aumentará a quantidade e vigor das brotações;
- d) O thidiazuron (TDZ) proporcionará melhor desenvolvimento quanto ao número e vigor das brotações, pois segundo Graça et al. (2001), o TDZ é mais potente que outras citocininas e as concentrações requeridas são menores que das demais citocininas para se obter resultados similares de multiplicação.

3 OBJETIVOS

Avaliar os efeitos da omissão de nutrientes e da aplicação de fitorreguladores com ação de citocininas na emissão e no desenvolvimento das brotações clonais de *E. urophylla* x *E. grandis*, sob condições climáticas semelhantes.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 O gênero *Eucalyptus*

A maioria das espécies do gênero *Eucalyptus* possui capacidade de regeneração após o desfolhamento ou colheita da parte aérea. Essa habilidade se deve à presença de lignotubérculos na base da árvore de muitas espécies constituindo estruturas de reserva que permitem o desenvolvimento de gemas adventícias (REIS e REIS, 1997).

As espécies de procedência de regiões de maior precipitação pluviométrica não apresentam lignotubérculos, como por exemplo, o *E. grandis*, enquanto que as espécies provenientes de regiões de baixa precipitação pluviométrica o possuem. Esta característica possivelmente está associada à capacidade de resistir ao fogo e facilitar a emissão de brotação que ocorre com frequência em regiões secas da Austrália (OLIVEIRA, 2006).

No Brasil, especialmente na região sudeste, o eucalipto que vem se destacando no cenário silvicultural é o *E. urophylla* x *E. grandis*, desde a década de 1980 (BRAGA, 2008). O *Eucalyptus* urograndis é um híbrido desenvolvido no Brasil, através do cruzamento do *E. urophylla* x *E. grandis*. Atualmente, mais de 600.000 hectares são cultivados com este híbrido, constituindo a base da silvicultura clonal brasileira. O objetivo do cruzamento destas duas espécies é obter plantas com um bom crescimento, características do *E. grandis* e um leve aumento na densidade da madeira e melhorias no rendimento e propriedades físicas da celulose, características do *E. urophylla*. A rusticidade, amplo espectro de uso e resistência ao déficit hídrico (BRAGA 2008), assim como a fácil adaptação as mais diferentes condições de clima e solo, elevada resistência a doenças e alta plasticidade do *E. urophylla* (VALLE, 2009), também fazem parte deste interesse no cruzamento de *E. urophylla* e *E. grandis*.

4.2 Sistema de talhadia

O sistema silvicultural de talhadia simples se caracteriza por ser aquele no qual, após a colheita das árvores existentes numa floresta, as gemas dormentes ou adventícias das cepas e/ou

raízes que permaneceram na área, se desenvolvem emitindo brotações que iniciam um novo ciclo florestal sendo, portanto, aplicável apenas às espécies florestais que tenham capacidade de brotar após o corte raso (PANCEL, 1993).

A talhadia é o sistema mais antigo manejado pelo homem, existindo desde os tempos da idade do bronze, passando pela idade antiga (gregos e romanos), média (feudos europeus) e contemporânea (Europa e América do Norte), até a substituição energética no início do século 20 (MATTHEWS, 1994). Atualmente, o sistema predomina nos países em desenvolvimento da América, Ásia e África para produção de material lenhoso de pequena a média dimensão, para uso doméstico ou industrial, havendo, no entanto, tendência de ser novamente utilizado nos países desenvolvidos para produção de biomassa para processos industriais (EVANS, 1992).

O regime de talhadia é uma técnica usada em plantios de eucalipto, mas é de pouca importância nas florestas naturais, porque as cepas deixadas são normalmente em pequeno número e muito velhas, e estas, frequentemente não rebrotam. A capacidade das cepas de emitir brotações após a colheita da floresta possibilita a adoção do manejo por talhadia, cujos benefícios vão desde aspectos econômicos como a redução no número de operações, até implicações ambientais, decorrentes dos menores níveis de interferência no ambiente (KLEIN et al., 1997), como por exemplo o preparo do solo e exposição do mesmo acarretando em perda de solo e nutrientes.

Segundo Reis e Reis (1997), a grande vantagem do manejo de florestas por talhadia é a alta taxa de crescimento inicial das brotações, comparada com a de mudas (BARROS et al., 1997). Isto se deve à presença de um sistema radicular já estabelecido que facilita a absorção de água e nutrientes e o uso de reservas orgânicas e inorgânicas, presentes na cepa ou nas raízes (CACAU et al., 2008), e ao estímulo do crescimento promovido pelo desbalanço hormonal, especialmente aquele gerado devido ao colheita da planta (REIS e REIS, 1997).

Outra vantagem é a menor relação custo/benefício da talhadia em relação à reforma. A importância desta análise reside no fato de a reforma ser cerca de 6 vezes mais cara que a condução por talhadia (CAMARGO et al, 1997).

Em contrapartida, existem algumas desvantagens que precisam ser levadas em consideração como, por exemplo, riscos de redução da produtividade florestal (manejo inadequado) e densidade básica e defasagem tecnológica atual comparada com a anterior (clone, preparo de solo, adubação, etc.) (BIZON, 2009).

A talhadia para *Eucalyptus* é um sistema que requer, segundo Matthews (1992): solo com reserva de nutrientes e suprimento hídrico, espécie/procedência adaptada, densidade de plantas suficiente, técnicas de plantio e condução adequadas e controle efetivo de vegetação competidora. Para minimizar estes aspectos foram introduzidas na silvicultura, através da técnica de clonagem, espécies mais responsivas e que apresentem as características necessárias para um melhor desenvolvimento seguindo as necessidades edafoclimáticas de cada região.

O rápido crescimento das brotações clonais, tem se mostrado como um fator importante, pois os povoamentos alcançam a capacidade de sítio em idades mais jovens, em razão do maior índice de área foliar, ao contrário dos povoamentos de sementes (BARROS et al., 1997). Zavitkovski (1982) observou que mudas de *Populus* atingiram 6,6 m de altura aos cinco anos de idade, enquanto a brotação após o primeiro corte atingiu essa mesma altura aos três anos de idade, ressalta-se que essa diferença reduz com o tempo.

Segundo Andrade et al. (1997), a regeneração dos povoamentos é uma característica de grande importância, pois está diretamente correlacionada com a produtividade da segunda rotação. Nestas populações, a mortalidade de árvores e a não brotação das cepas, tornaram-se os principais entraves para a condução de uma segunda rotação produtiva. Assim, as populações de segunda rotação apresentam-se sempre com produtividade inferior a obtida na primeira rotação, o que torna necessário em muitos casos a reforma dos plantios, de forma a torná-los mais produtivos e conseqüentemente com uma melhor relação custo/benefício.

A percepção de todos estes elementos irá garantir maior rentabilidade para a empresa, se manejada de forma correta, conhecendo-se os aspectos que interferem na prática da talhadia.

4.2.1 Vigor das cepas

O vigor das brotações foi definido pela combinação do número e da altura das brotações (GRAÇA e TOTH, 1990), ou seja, é a robustez com que os brotos se desenvolvem (STAPE, 1997). Esse aumento de vigor da brotação com o diâmetro da cepa é atribuído a um maior acúmulo de reservas de carboidratos no sistema radicular à medida que as árvores tornam-se mais grossas (MROZ et al., 1985).

A maioria dos trabalhos desenvolvidos em relação a esse aspecto foi realizada com espécies como *E. grandis*, *E. saligna* e outras comercialmente plantadas objetivando o desenvolvimento de práticas silviculturais. São encontradas referências em relação à capacidade de brotação de várias espécies de eucalipto, mas poucas apresentam dados numéricos e citações da procedência (HIGA e STURION, 1997).

Diversos fatores influenciaram na capacidade e vigor das cepas como, por exemplo, espécie/procedência ou clone, sobrevivência, altura do corte, sombreamento das cepas, face de exposição do terreno, formigas cortadeiras, cupins, tipo do solo, época de colheita, nível de mato competição, época e forma de desbrota, danos às cepas e ao solo durante a colheita, déficit hídrico, precipitação pluviométrica e interplântio. Para melhor compreensão, tais fatores foram subdivididos dentro de três fatores determinantes segundo (STAPE, 1997), sendo caracterizados como fatores genéticos, operacionais e ambientais.

Os fatores genéticos, ou fisiológicos estão relacionados à fase de emissão de brotos, ou seja, à sua capacidade de possuir e desenvolver diferentes tipos de gemas (dormentes, adventícias e do lignotúber). Esses fatores são influenciados pela espécie, procedência, clone, estresse hídrico e estresse nutricional. Já os fatores operacionais estão relacionados com a altura de colheita, formigas, cupins, sombreamento, danos de colheita e densidade de plantas. E por último, destacam-se os fatores ambientais como regime térmico, regime hídrico, condição edafo-fisiográfica e fertirrigação (STAPE, 1997).

Quando analisado o vigor das cepas/brotações quanto a sobrevivência verificou-se que a altura de colheita tem grande influência. O mesmo é ratificado por Rocha (1987), onde cita que a altura de colheita interfere no volume de madeira produzida na segunda rotação em função da sua influência sobre a sobrevivência das cepas do eucalipto.

Ao se elevar a altura de colheita, um maior número de gemas foi mantido nas cepas, segundo experimentos realizados por Stape et al. (1997), aumentando a sobrevivência das mesmas e a probabilidade de emissão de brotação. O mesmo foi observado por Klein et al.,(1997) em experimentos aos 120 dias após o abate, onde constatou que maiores alturas de corte (20cm) resultaram em maior sobrevivência da brotação, especialmente para *E. grandis*, espécie que se destaca pela elevado grau de brotação mesmo sem apresentar lignotubérculos.

Vários trabalhos têm mencionado a influência positiva do diâmetro das cepas sobre o crescimento da brotação (REIS e REIS, 1997; GRAÇA e TOTH, 1990), considerado como um

dos fatores preponderantes no vigor das brotações. Quando se avalia a interação entre o diâmetro da cepa e a idade da floresta, verifica-se que cepas de mesma idade e com diâmetros maiores tendem a possuir maior acúmulo de reservas de carboidratos no sistema radicular (GRAÇA e TOTH, 1990). À medida que as cepas tornam-se mais velhas, com diâmetros maiores, há um declínio no vigor das brotações.

Segundo Proe et al. (2002), em plantio com espaçamentos menores há uma maior competição entre as plantas, favorecendo o aumento do estresse e o ataque por pragas florestais, podendo ocorrer maior mortalidade de cepas do que em espaçamentos maiores. Esta competição entre plantas ocasiona segundo Gomes (1994) e Leles (1995), uma raiz pivotante de pequeno diâmetro e com poucas ramificações laterais, causando redução na quantidade de reservas disponíveis para brotação.

Outro fator importante é a época de colheita, onde segundo Ferrari et al. (2004), esta deve ser programada para evitar períodos secos e geadas fortes, que podem provocar o desprendimento da casca das cepas. Em geral, os melhores resultados em termos de sobrevivência e desenvolvimento das touças foram obtidos quando a colheita foi executada nos meses mais chuvosos, portanto com maior disponibilidade de água no solo. A redução na disponibilidade de água do solo (CHAVES-FILHO e STACCIARINI-SERAPHIN, 2001) é outro fator ambiental que limita o crescimento. O déficit hídrico é conhecido por ser um dos principais limitantes à produtividade do eucalipto, mesmo em áreas consideradas favoráveis ao bom crescimento e desenvolvimento das florestas (HONEYSETT et al., 1992). Segundo Higa e Sturion (1991), um suprimento adequado de água estimula a produção de um número maior de brotos, enquanto que a ocorrência de dois ou três meses excessivamente secos, antes ou após a colheita, promove um aumento da mortalidade.

Em *E. grandis*, quando a colheita foi realizada no período das chuvas, a regeneração foi de 80%, enquanto que no período seco a regeneração diminuiu, no mesmo local para 15% (SHIMIZU, 1978). No entanto, houve um decréscimo acentuado quando realizado em junho onde há uma redução na precipitação e disponibilidade de água juntamente com a diminuição da temperatura. O mesmo foi encontrado por Klein et al. (1997) em teste realizados com *E. grandis* e *E. saligna*, na região de Guaíba-RS, onde constatou que as cepas apresentam uma maior velocidade de brotação em épocas mais quentes do ano, atingindo o máximo em torno de 60 dias após a colheita.

Diferentes processos fisiológicos podem estar envolvidos nesse problema como ajustamento osmótico, maior relação raiz/parte aérea, menor condutância estomática dentre outros acarretando na menor disponibilidade de nutrientes (NUNES, 2010). Segundo Reis e Reis (1997), o vigor bem como a variação estacional na reserva de carboidrato total estão relacionados á variação da umidade do solo que por sua vez influencia na quantidade de carboidratos na planta. Quanto maior for a disponibilidade de água no solo, no período imediatamente posterior a colheita, melhores resultados em termos de sobrevivência e produção poderão ser esperados (FERREIRA e SILVA 1977; SILVA, 1978; SILVA, 1983; FREITAS et al. 1978 citados por FERRARI et al., 2004). Quando a exploração do povoamento ocorre no período de seca, a morte das raízes finas pode ser mais intensa podendo reduzir o vigor das cepas (REIS e REIS, 1997).

Além da disponibilidade de água no solo, o potencial de regeneração de touças de espécies do gênero *Eucalyptus* é afetado pelas condições edafoclimáticas, pelas alternativas de manejo e pela constituição genética dos indivíduos (SILVA, 1983; COUTO e GOMES, 1986). Segundo Daniel (2010), a exploração da floresta em época seca pode resultar em uma queda significativa na sobrevivência das cepas e vigor das brotações, principalmente para o *E. grandis*. Povoamentos bem implantados e bem conduzidos com material genético de boa qualidade tendem a apresentar quantidades pequenas de falhas no momento do primeiro corte. Entretanto, as operações que envolvem a de colheita de madeira (colheita, arraste, transporte) podem acarretar significativas perdas para as áreas a serem conduzidas em regime de talhadia (FERRARI et al., 2004).

Tratos culturais deficientes e ataques de pragas também podem prejudicar a brotação e contribuir para a mortalidade das cepas (SIMÕES, 1981). O mesmo foi comprovado por Klein et al.,(1997) após testar as práticas de limpeza dos tocos, onde observou que há um aumento em até 24% na sobrevivência da brotação, sem o resíduo da colheita sobre as cepas. Ferrari et al. (2004), encontraram falhas na brotação de cepas de até 15% do povoamento devido ao recobrimento das cepas pelos restos da exploração. Os danos causados na casca das cepas acabam por eliminar as gemas potencias para a formação das brotações.

A idade de rotação pode afetar o vigor das cepas. Em rotações mais curtas ocorre grande demanda pelas reservas existentes no sistema radicular em curto período (REIS e REIS, 1997). Segundo Dedecek e Gava (2005), o volume de madeira, em área de rebrota, também é afetado pela compactação causada pelo tráfego de máquinas no talhão durante a colheita, chegando a

reduções de até dois terços no volume total, nas linhas com maiores compactações do solo argiloso.

Outro fator responsável pelo vigor é o sistema radicular, se destacando como um dos principais fatores na fase inicial de crescimento da planta, uma vez que pode haver morte de raízes finas, embora novas raízes possam ser eventualmente formadas (OLIVEIRA, 2006). O maior crescimento inicial das brotações se deve à utilização de reservas orgânicas e inorgânicas nas cepas ou nas raízes, e, posteriormente, quando passam a depender mais diretamente do solo, a existência de um sistema radicular desenvolvido favorece a absorção de água e nutrientes, aumentando a taxa de crescimento da parte aérea das brotações (WALTERS et al., 2005).

Além de um sistema radicular desenvolvido, deve-se dar ênfase a mato competição. Apesar de possuir rápido crescimento inicial e apresentar boa competitividade quanto a seu estabelecimento no campo (PEREIRA, 2012), a cultura do eucalipto é altamente sensível à competição, principalmente na fase de implantação do povoamento (TUFFI SANTOS et al., 2005) e particularmente diante de espécies com rápido crescimento e grande capacidade de colonização, como as gramíneas. Estas interferem diretamente na absorção de nutrientes, competindo com as raízes pelos mesmos recursos. Aparício et al. (2010) estudando a influência da mato competição em clones de *E. urophylla* x *E. grandis*, verificaram que o DAP foi à variável mais sensível nos clones em convivência com a mato competição.

O impacto mais significativo nos atributos físicos do solo sob as florestas ocorre em associação com operações de colheita, baldeio e subsequente preparo do solo para rebrota ou plantio do ciclo seguinte (DEDECEK e GAVA, 2005). Não se pode deixar de citar os danos causados pelas ferramentas de colheita sobre a rebrota das cepas. Ferrari et al (2004) cita que o importante não é o equipamento utilizado mas o cuidado com que se processa o colheita bem como a afiação da ferramenta utilizada.

Os danos causados na casca dos tocos acabam por eliminar as gemas potenciais para a formação das brotações. Neste sentido, a exploração florestal deve ser planejada cuidadosamente. Os equipamentos modernos, de grande porte e elevada produtividade também precisam estar regulados para a altura de colheita adequada e estar bem afiados, para que suas lâminas cortem a casca e não a “masque”, o que reduz drasticamente a capacidade de brotação das cepas (FERRARI et al., 2004).

Pesquisas feitas por Dedecek e Gava (1997), em áreas de rebrota de *Eucalyptus spp.* plantado em solos arenosos, relatam alterações na densidade do solo devido à colheita florestal, tendo como consequência uma redução de até 66% na produção florestal nas áreas mais atingidas.

A variação na capacidade de brotação, resultante das diferenças inerentes ao material genético é amplamente conhecida, quando se utiliza o sistema de manejo por talhadia (KLEIN et al., 1997). Todavia, essa variação verificada entre espécies, procedências e clones, deve ser observada sob a ótica da interação dos genótipos com o ambiente, em virtude de que, do ponto de vista fisiológico, toda planta de eucalipto tem a capacidade de brotar. O que ocorre na prática são variações provenientes das diferentes capacidades dos genótipos de suportar as condições ambientais às quais são submetidos.

Oliveira (2006) em estudo com decepta de clones de eucalipto, a distribuição dos resíduos da colheita promoveu crescimento das brotações 86% superior ao tratamento sem a influência da galhada.

A manutenção do vigor das cepas, segundo Reis e Reis (1997), deve ocorrer através de uso de técnicas adequadas na primeira rotação como espaçamento, adubação e idade de rotação, bem como cuidados quanto a danos mecânicos causados durante a colheita.

4.3 Fertilização

Segundo Miranda (1998), após a desbrota, inicia-se uma nova fase de crescimento para os brotos remanescentes, ocasião em que a planta requer maior quantidade de nutrientes do solo. Não havendo variação nas propriedades físicas do solo e nas condições climáticas de uma rotação para a outra, segundo Faria et al. (2002), a redução da produtividade pode ser atribuída à deficiência de nutrientes, decorrente da exportação destes por meio da colheita dos troncos e também conforme Miranda (1998), devido a possíveis perdas do sistema via, por exemplo, lixiviação e erosão. No que diz respeito ao acúmulo de nutrientes, toma-se o potássio como exemplo, por ser este o nutriente no qual se tem constatado maiores respostas de crescimento pelos povoamentos conduzidos por brotação (BARROS et al., 1997). Para se conhecer o estado

nutricional do solo, faz-se necessário uma análise química seguida de uma interpretação (Tabela 1).

Tabela 1- Classe de interpretação¹ da fertilidade do solo (camada 0 – 20 cm) para plantações de eucaliptos

Característica	Teor			
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
Matéria orgânica ² (g dm ⁻³)		0 - 15	15 - 30	≥ 31
P - resina ³ (mg dm ⁻³)	0 - 2	3 - 4	5 - 7	≥ 8
K trocável ³ (mmol _c dm ⁻³)	0 - 0,5	0,6 - 0,9	1,0 - 1,5	≥ 1,6
Ca trocável ³ (mmol _c dm ⁻³)		0 - 4	5 - 6	≥ 7
Mg trocável ³ (mmol _c dm ⁻³)		0 - 2	3 - 4	≥ 5
B ⁴ (mg dm ⁻³)		0 - 0,2	0,3 - 0,6	≥ 0,7
Zn ⁵ (mg dm ⁻³)		0 - 0,5	0,6 - 1,2	≥ 1,3
Cu ⁵ (mg dm ⁻³)		0 - 0,2	0,3 - 0,8	≥ 0,9
Mn ⁵ (mg dm ⁻³)		0 - 1,2	1,3 - 5,0	≥ 5,1
Fe ⁵ (mg dm ⁻³)		0 - 4	5 - 12	≥ 13
Soma de bases (mmol _c dm ⁻³)		0 - 7	8 - 12	≥ 13
CTC efetiva (mmol _c dm ⁻³)		0 - 10	11 - 30	≥ 31

Fonte: Gonçalves. (2011)

⁽¹⁾ Para os teores muito baixo, baixo e médio a alto, alto e baixo a moderado potencial de resposta à fertilização, respectivamente. Se o teor é alto, não há resposta à fertilização; Extratores: ² dicromato de potássio e ácido sulfúrico; ³ resina trocadora de íons; ⁴ água quente; ⁵ DTPA.

De outra forma, melhores respostas à fertilização devem ser esperadas quando se faz a desbrota mais cedo possível com a adubação, ou quando a fertilização é parcelada. Com exceção de Fósforo, há uma grande quantidade de nutrientes contidos na manta orgânica e no resíduo florestal. É significativa a contribuição da casca na disponibilização de K, Ca e Mg. A concentração de nutrientes na casca é maior do que na madeira, variando de 2,2 vezes, para fósforo, até 34,8 vezes para Cálcio (KLEIN et al. 1997).

Há, portanto, segundo Reis e Reis (1997), que se considerar que as reservas nas raízes são importantes para a manutenção do crescimento inicial, havendo, porém, necessidade de suprimento de fertilizante para a manutenção da taxa elevada de crescimento, o que favorecerá atingir a produção máxima em idades mais jovens, implicando em maior taxa de retorno da floresta manejada por brotação. A existência de um sistema radicular já desenvolvido, quando os

brotos passam a depender mais diretamente do solo, é muito importante no processo de absorção de água e nutrientes e, certamente, esta é uma das razões de se ter produção mais elevada na segunda rotação, desde que não existam fatores limitantes ao crescimento (REIS e REIS, 1997). No entanto, é preciso além da avaliação do solo, conhecer os níveis aceitáveis e críticos dos nutrientes na planta (Tabela 2).

Tabela 2 - Faixas adequadas e deficientes dos nutrientes minerais em folhas de eucalipto

Elemento	Faixa adequada	Faixa deficiente
	Gonçalves (1995) ⁽¹⁾	Malavolta et al. (1997) ⁽¹⁾
-----Macronutrientes (g kg ⁻¹)-----		
N	13,5 – 18	8 – 13
P	0,9 – 1,3	0,4 – 0,8
K	9 – 13	6 – 8
Ca	6 – 10	2 – 4
Mg	3,5 – 5	1,5 – 2,0
S	1,5 – 2	0,8 – 1,2
-----Macronutrientes (mg kg ⁻¹)-----		
B	30 – 50	15 – 20
Cu	7 – 10	4 – 6
Fe	150 – 200	75 – 100
Mn	400 – 600	< 100
Zn	35 – 50	20 – 30

⁽¹⁾ Dados médios para espécies de *Eucalyptus* mais plantadas no Brasil.

Fonte: Silveira et al. (2005)

Esta tabela foi formulada a partir de estudos realizados com eucalipto e tem servido como referência para a interpretação dos dados de análise de folhas para eucalipto. Segundo Stape (1997), a operação de fertilização em áreas com sérias restrições hídricas e baixa densidade de árvores seria desaconselhada, ao passo que em áreas com bom suporte hídrico, boa sobrevivência e solo de baixa fertilidade, a fertilização seria altamente desejável.

Quando a exploração do povoamento ocorre no período de seca, a morte das raízes finas pode ser mais intensa podendo reduzir o vigor das cepas (REIS e REIS, 1997). REZENDE et al. (1980) verificaram que a aplicação de NPK (10:28:06) contendo boro e zinco, imediatamente após o colheita, promoveu maior crescimento das brotações de eucalipto em

comparação com áreas onde o adubo foi aplicado mais tarde. A aplicação de fertilizantes antes da colheita, em sulco nas entrelinhas, foi positivo para o crescimento das brotações em relação à adubação em outras idades.

Desta forma, a adoção da adubação pré-colheita é de suma importância, pois segundo Barros et al. (1997), há uma demanda antecipada e uma pressão nutricional sobre o solo destes povoamentos devido a existência de um sistema radicular já parcialmente estabelecido nos povoamentos de brotações, o que torna o problema uma mera questão de tempo e de quantidade.

4.4 Fitorreguladores de emissão e crescimento de brotos

O uso de fitorreguladores para estimular a emissão de brotações a campo ainda está em estudo, apresentando pouquíssimos trabalhos principalmente na silvicultura do eucalipto. Alguns estudos feitos por Paula Neto et al. (1982), proporcionaram maior número de brotos por cepa contribuindo para aumentar a taxa de sobrevivência da cepa. Segundo o autor, caso parte dos brotos sofra alguma forma de injúria como ação de ventos fortes, ataque de pragas e doenças ou morte natural, as chances de sobrevivência de pelo menos um broto são maiores.

Quando avaliamos o desenvolvimento aéreo de plantas observamos a atuação predominante de dois hormônios vegetais, a auxina e a citocinina (TAIZ e ZIEGER, 2009), sendo os fitorreguladores análogos a estes hormônios, os mais utilizados na cultura de tecidos (CALDAS et al., 1990). A auxina transportada de forma polar a partir da gema apical suprime o crescimento das gemas axilares e em contrapartida, a citocinina estimula a atividade de divisão celular e o brotamento quando aplicada diretamente às gemas axilares de diversas espécies (TAIZ e ZIEGER, 2009).

O crescimento ou não de uma gema é uma resposta à combinação de fatores relativos ao ambiente (ecodormência), à influência de outro órgão do vegetal (paradormência) ou a eventos bioquímicos e fisiológicos que acontecem no interior da gema (endodormência) (CARVALHO et al., 2010).

Reguladores vegetais são substâncias sintéticas que aplicadas exogenamente possuem ações similares aos grupos de hormônios vegetais conhecidos (auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno) (DAVIES, 2004). Os reguladores vegetais podem atuar

diretamente nas diferentes estruturas celulares e nelas provocar alterações físicas, químicas e metabólicas (CASTRO e VIEIRA, 2001).

Experimentos demonstraram que os nutrientes são preferencialmente transportados e acumulados em tecidos tratados com citocininas, sendo sugerido que o hormônio estimula a mobilização de nutrientes, originando uma nova relação de fonte-dreno (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Um dos principais nutrientes com os quais as citocininas interagem é o nitrogênio. A deficiência de N associada a baixos níveis de citocinina causa clorose bem como a aceleração da senescência das folhas (KERBAUY, 2008). Na cultura de ápices caulinares, esses fitorreguladores são utilizados principalmente para a proliferação de gemas axilares, através da capacidade de modificação da dominância apical (BHOJWANI e RAZDAN, 1996). A rápida diferenciação e desenvolvimento das gemas que se encontram nas cepas, podem ser relacionados com o elevado nível de citocinina que se acumula após a colheita (PHILLIPS, 1969; LEOPOLD e KRIEDMANN, 1975). Ao surgir a brotação, este hormônio exerce ainda a função de carreador de nutrientes e outros hormônios para o ápice da planta. Segundo Caldas et al. (1990), a composição e concentração dos hormônios são fatores determinantes do crescimento e no padrão de desenvolvimento da maioria dos sistemas.

4.4.1 Calciocianamida

A calciocianamida é um regulador pertencente ao grupo das citocininas, servindo segundo Taiz e Zieger (2009), como estimulante da divisão celular e no brotamento, pois segundo Perussi (2009), o produto leva à brotação de gemas mais precoce e mais uniformemente, aumentando a porcentagem total de brotações de gemas. Também conhecida como cianamida hidrogenada (H_2CN_2) ou cianamida cálcica, é um regulador de crescimento que serve para romper a dormência das gemas de várias espécies de plantas decíduas como maçã, amêndoa, figo, uva, pêssigo, caqui e ameixa (CAMILI, 2007). O mesmo foi verificado por Perussi (2009), onde constatou que além dos aspectos fitohormonais, cianida e cianamida, tiouréia, coumarim, entre outros, quando aplicados em concentrações adequadas, mostram um efeito de quebra de dormência em sementes ou gemas. Atualmente, é encontrado como fertilizante nitrogenado orgânico comercializado na forma de pó. Quando hidrolisada, como primeira transformação, reage, resultando em cianamida hidrogenada e hidróxido de cálcio, os quais são a forma ativa. No

Brasil, de modo geral, a literatura recomenda a utilização de uma solução aquosa a 20%, aplicada através do pincelamento das gemas remanescentes ou de interesse, após a poda (TERRA et al., 1988).

A calciocianamida é adquirida com o nome comercial de DORMEX ULTRA SC, possuindo em sua composição cianamida hidrogenada na proporção de 52,0% m/v (520 g/L) e 54.5% (545 g/L) de ingrediente inerte. A cianamida hidrogenada é rapidamente absorvida e metabolizada (GOLDBACK et al., 1988) causando diminuição da atividade da catalase, sem modificar a da peroxidase (SHULMAN et al. 1986), o que resulta num aumento da concentração de água oxigenada (H₂O₂) nos tecidos das gemas. Este aumento poderia ser responsável pela ativação do ciclo das pentoses e conseqüente indução da quebra de dormência das gemas (OMRAN, 1980). A ação da cianamida hidrogenada segundo Perussi (2009), não é sistêmica e sim localizada, sendo necessário que os produtos aplicados atinjam as gemas das plantas para que se obtenha efeito.

A calciocianamida, aplicada por pulverização ou pincelamento em varas e/ou colheita foi recomendada para promover brotações precoces, mais vigorosas e maior uniformidade da produção de uva (LEÃO e SILVA, 2005).

4.4.2 Thidiazuron

Uma das últimas inovações na micropropagação de espécies lenhosas tem sido a introdução do thidiazuron (TDZ) (N-fenil-N-1,2,3-tiadiazol-5-tiuréia) como regulador de crescimento no meio de cultura (GRAÇA et al., 2001). Este também é denominado de: 5-Phenylcarbamoylamino-1,2,3-thiadiazole; Urea de Phenyl-3- (1,2,3-thiadiazol-5-yl); N-phenyl-N'-1,2,3-thiadiazol-5-yl-urea. Segundo Petri et al. (2001), thidiazuron é uma feniluréia que mostra atividade citocinínica. É encontrado no mercado sob a designação de DROP ULTRA SC, apresentando 95% de grau de pureza. Ainda, segundo Petri et al. (1992), o (TDZ) é uma citocinina sintética utilizada na cultura do algodoeiro para provocar desfolhamento, e em cultura de tecidos para induzir brotação *in vitro*. Embora tenha sido desenvolvido para ser utilizado como desfoliante para o algodão, o TDZ possui alta atividade de citocinina em cultivos *in vitro*, quando utilizado em pequenas concentrações (MOK et al., 1982).

Segundo Graça et al. (2001), por ser o TDZ mais potente que outras citocininas, as concentrações requeridas são menores que das demais citocininas para se obter resultados similares de multiplicação. Por outro lado, o número de brotações obtidas de *Rhododendron simsii* “Hellmut Vogel” foram menores em relação a outras citocininas, e necessitaram de um período de alongamento quando o TDZ foi utilizado.

Na maioria dos casos, o TDZ tem apresentado resultados superiores em relação às outras citocininas na indução e multiplicação de brotos de várias espécies (SALGADO et al., 2001). Segundo Petri et al. (2001), o Thidiazuron foi 20 vezes mais efetivo que uma citocinina na quebra de dormência de gemas laterais de macieira quando aplicado em altas concentrações.

4.4.3 Tiouréia

A tiouréia pode ser encontrada pelo nome de thiourea e comercialmente por POLO 500 SC. Apresenta quimicamente 1-tert-butyl-3-(2,6-di-isopropyl-4-phenoxyphenyl) thiourea (Diafentiurom) com 500 g/L (50% m/v) de ingrediente ativo e 545 g/L (54,5% m/v) de ingrediente inerte (ABNT, 2008). São substâncias não-específicas como nitratos, nitritos e derivados de ureia, sendo denominadas como promotoras da germinação (DELATORRE et al., 1997). Porém, quando em altas concentrações, a tiouréia inibe a germinação e o crescimento de plântulas (ADKINS et al., 1984).

Segundo Delatorre et al. (1997), os resultados apresentados indicam que a tiouréia estimula a germinação de sementes de estíloso, principalmente através da produção de etileno. Processo esse, alcançado em período inferior a doze horas. Sabe-se que a tiouréia age sobre a entrada de potássio no eixo embrionário, altera o mecanismo respiratório, atua sobre a remobilização de reservas, inibe o requerimento por luz (HERNANDEZ-NISTAL et al., 1983) e interage com ABA (ácido abscísico) reduzindo seus efeitos inibitórios (MAYER e POLJAKOFF-MAYBER, 1984). A tiouréia parece apresentar também, um efeito semelhante às citocininas, porém há inferências de que a ação se dê via estímulo à síntese de etileno, pelo menos em sementes de *Xanthium pensylvanicum* (DELATORRE et al., 1997).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização ambiental das áreas experimentais

O estudo foi realizado em dois povoamentos comerciais de um clone de *E. urophylla* x *E. grandis* (H15), localizados nos municípios de Brotas (22°17'03" sul de latitude, 48°07'36" oeste de longitude e altitude média de 647 m) e Mogi Guaçu (22°22'20" sul de latitude, 46°56'32" oeste de longitude e altitude média de 591 m), região nordeste do estado de São Paulo, em áreas da empresa International Paper do Brasil (IP).

Os solos das duas áreas foram classificados como Latossolo vermelho amarelo distrófico textura média, ambos localizados em um relevo suave-ondulado (DEMATTE, 2000). São solos profundos e bem drenados. Embora a maior parte dos solos de Brotas é classificada como Neossolo Quartzarênico, as análises laboratoriais feitas com coletas de solos nas parcelas experimentais demonstraram ser neste sítio, Latossolo vermelho amarelo, sendo portanto adotadas para as avaliações seguintes.

A área localizada em Brotas, denominada Horto Santa Fé, apresentou um incremento médio anual (IMA) de 40 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de madeira com casca e índice de sítio de 27,8 m (7 anos de idade). A área de Mogi Guaçu, denominada Horto Treze de Maio, apresentou um IMA de 45 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ e um índice de sítio de 29,1 m (7 anos de idade).

Nas Figuras 1A e 1B estão representadas as localizações das áreas experimentais de Brotas e Mogi Guaçu, respectivamente.

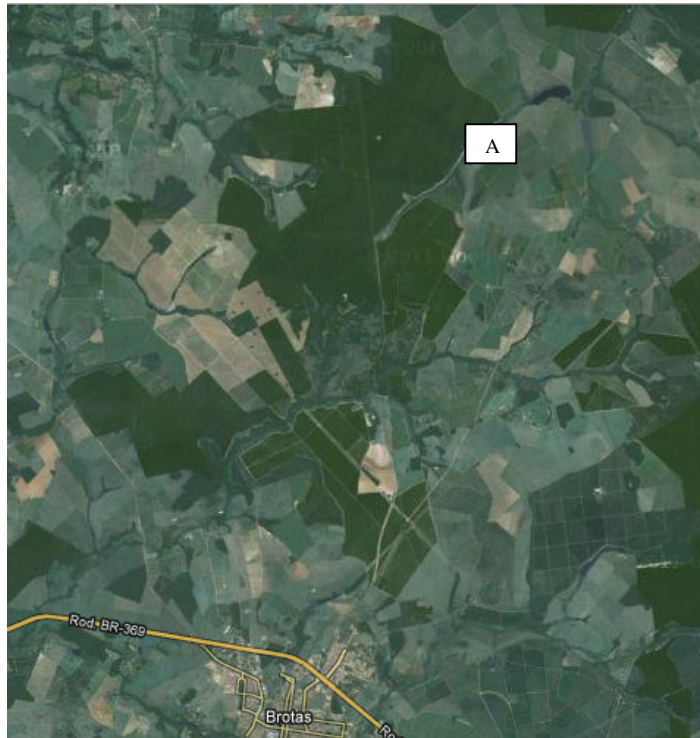


Figura 1A – Localização da área experimental do município de Brotas, SP

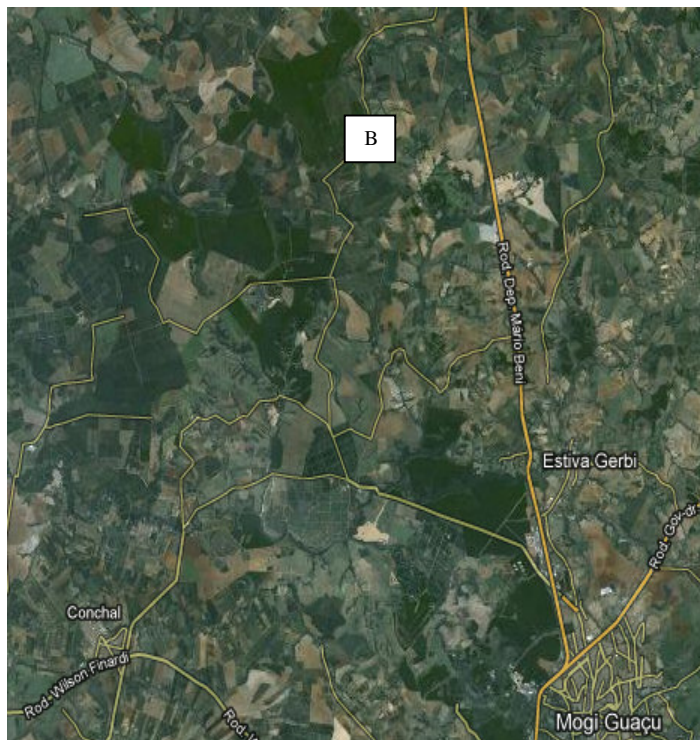


Figura 1B – Localização da área experimental do município de Mogi Guaçu, SP

Na Figura 2, podem ser visualizados os valores de precipitação pluviométrica média mensal, evapotranspiração potencial e temperaturas máximas, médias e mínimas avaliadas mensalmente durante janeiro de 2010 a dezembro de 2011 em Brotas, SP.

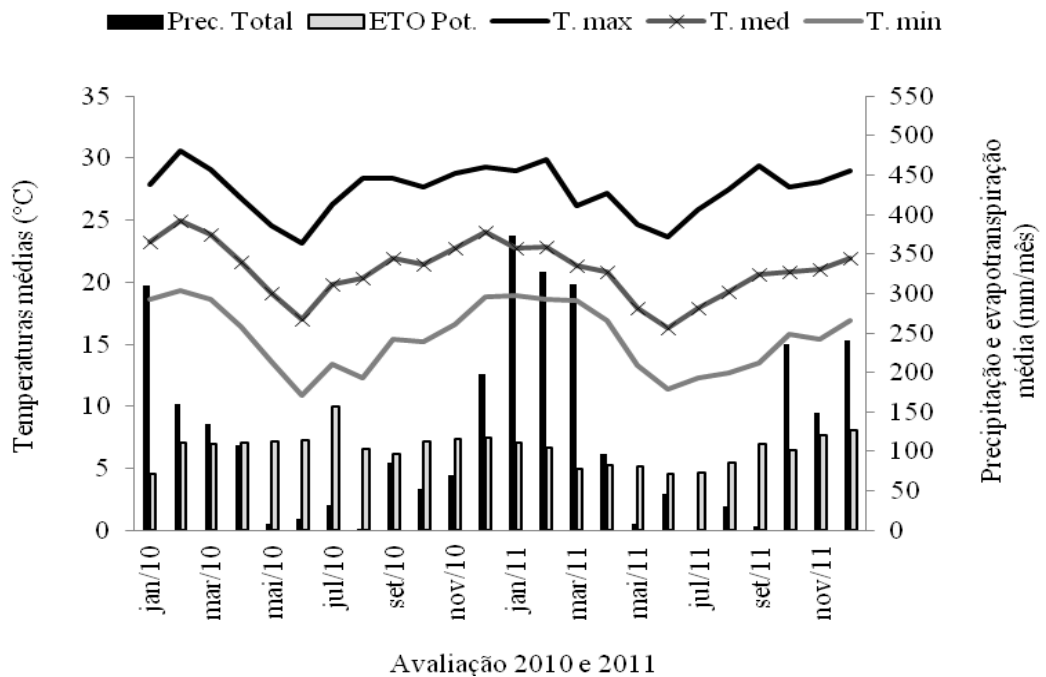


Figura 2 – Dados climáticos em Brotas, SP, durante 2010 e 2011: Prec. total- precipitação pluviométrica total mensal; ETO Pot.- Evapotranspiração potencial mensal; T. Max.- temperatura máxima mensal; T. min.- temperatura mínima mensal; T. média- temperatura média

O clima da região de Brotas é do tipo Cwa (subtropical úmido, com verão úmido e inverno seco), segundo a classificação de Köppen. No período de experimentação, constataram-se temperaturas médias anuais de 21°C. A precipitação pluviométrica média em 2010 foi de 106 mm, enquanto que em 2011 este valor chegou a 152 mm, concentrando-se entre os meses de outubro e março.

Na Figura 3, são apresentados os dados de precipitação pluviométrica média, evapotranspiração potencial, temperaturas máximas, médias e mínimas observadas mensalmente durante 2010 e 2011 em Mogi Guaçu, SP.

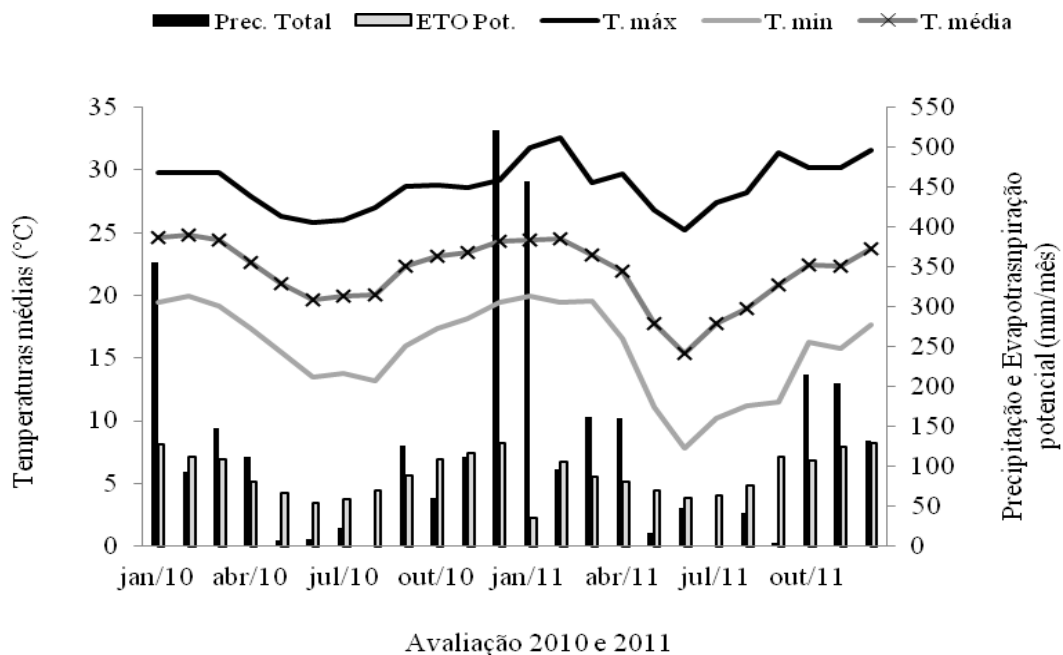


Figura 3 - Dados climáticos em Mogi Guaçu, SP, durante 2010 e 2011: Prec. total- precipitação pluviométrica total mensal; ETO Pot.- Evapotranspiração potencial mensal; T. Max.- temperatura máxima mensal; T. min.- temperatura mínima mensal; T. média- temperatura média

O clima de Mogi Guaçu é do tipo Cwa (classificação de Köeppen), com temperatura anual média de 21°C (Moraes et al., 1995). No período de janeiro de 2010 a dezembro de 2011, foram verificadas temperaturas médias anuais de 22°C, precipitação pluviométrica média de 131 mm em 2010 e 88 mm em 2011, concentrando-se entre os meses de outubro e abril.

Para as caracterizações químicas e físicas do solo, foram coletadas dez amostras simples de solo, por parcela, em um transecto diagonal à área útil de cada parcela (Tabelas 3 e 4). Essas amostras originaram uma amostra composta por parcela, que foi seca ao ar, homogeneizada, destorroada e peneirada a 2 mm. A amostragem foi feita antes da aplicação dos fertilizantes, nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm.

Tabela 3 – Análise granulométrica do solo das áreas experimentais em Brotas e Mogi Guaçu

Solo ¹	Prof. (cm)	Argila	Silte	Areia Total
		g kg ⁻¹		
Brotas				
LVA	0 - 5	90	10	900
	5 - 10	90	20	890
	10 - 20	90	10	900
	20 - 40	100	10	900
Mogi Guaçu				
LVA	0 - 5	120	10	870
	5 - 10	100	20	880
	10 - 20	100	10	890
	20 - 40	100	10	890

¹ LVA - Latossolo Vermelho Amarelo.

Tabela 4 – Análise química do solo das áreas experimentais de Brotas e Mogi Guaçu, SP

Prof.	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H	Al	SB	S-SO ₄ ²⁻	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	mmolc dm ⁻³					mg dm ⁻³						
Brotas															
0 - 5	6,3	24,3	4,2	0,7	11,3	2,0	52,0	8,0	13,7	9,3	0,2	0,4	118,3	6,0	0,3
5 - 10	5,3	21,3	4,2	0,7	11,7	1,3	50,7	7,7	13,7	6,3	0,2	0,4	87,3	4,4	0,3
10 - 20	7,7	17,0	4,0	0,7	3,3	0,7	48,0	8,7	4,3	7,3	0,2	0,4	62,7	2,5	0,3
20 - 40	7,3	11,3	3,9	0,7	2,7	0,3	39,7	8,0	3,7	12,3	0,2	0,4	38,7	1,5	0,2
Média	6,7	18,5	4,1	0,7	7,3	1,1	47,6	8,1	8,8	8,8	0,2	0,4	76,8	3,6	0,3
Mogi Guaçu															
0 - 5	6,3	22,7	4,0	0,7	5,7	6,0	41,0	5,3	12,7	6,7	0,3	0,2	83,3	14,0	0,9
5 - 10	5,7	17,7	3,9	0,6	5,3	4,3	40,3	6,3	10,0	7,3	0,3	0,2	101,3	8,0	0,5
10 - 20	5,3	15,7	3,9	0,5	2,7	3,3	39,3	8,0	6,3	4,3	0,2	0,2	97,3	5,4	0,3
20 - 40	2,7	9,3	3,9	0,5	2,3	1,7	35,3	7,7	4,7	4,0	0,2	0,2	65,7	2,5	0,1
Média	5,0	16,3	3,9	0,6	4,0	3,8	39,0	6,8	8,4	5,6	0,3	0,2	86,9	7,5	0,5

5.2 Manejo das brotações, delineamento e tratamentos experimentais.

O plantio das mudas no campo foi efetuado no espaçamento de 3,00 m x 2,75 m. O primeiro corte raso do povoamento foi feito com uso de sistema Feller-Buncher em maio de 2010, com a idade de 6,4 anos em Brotas e 6,8 anos em Mogi Guaçu. Após a colheita da floresta

os resíduos foram bem distribuídos sobre o solo em toda a área com a finalidade de facilitar o deslocamento de veículos e a posterior aplicação dos tratamentos de adubações parceladas e a aplicação de fitorreguladores. Todos os resíduos sobre as cepas foram retirados, de modo a não prejudicar a emergência das brotações.

Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
T6	T4	T7	T9
T2	T3	T6	T3
T1	T7	T1	T2
T5	T6	T5	T1
T9	T9	T4	T5
T8	T5	T2	T4
T4	T8	T3	T7
T7	T1	T8	T6
T3	T2	T9	T8
T11	T10	T12	T11
T10	T11	T10	T12
T12	T12	T11	T10

Figura 4 – Localização parcelas dos diferentes tratamentos - T1: controle; T2: Fert. completa; T3: -N; T4: - P; T5: - K; T6: - Ca e Mg; T7: - B; T8: - Cu; T9 – Fert. comercial; T10: Calciocianamida; T11: TDZ; T12: Tiouréia. As parcelas em tom escuro fazem parte dos tratamentos com fitorreguladores e, as demais, com omissão de nutrientes

Os tratamentos foram instalados no delineamento blocos casualizados com quatro repetições (Figura 4). Cada parcela experimental apresentava bordadura dupla e era composta por 64 plantas ao total. Destas, 16 plantas formaram a unidade experimental, em um espaçamento 3,00 m x 2,75 m. Ao todo, cada experimento ocupou 2,5 ha. Nos sítios a serem manejados por talhadia com avaliação da fertilização foram instalados tratamentos contendo fertilização completa com todos os macro e micronutrientes usualmente aplicados as culturas florestais, e fertilização com omissão de um nutriente por tratamento. Foram aplicados 9 tratamentos (Tabela 5). A aplicação da fertilização foi feita de forma parcelada em quatro épocas, para diminuir os riscos de perda de nutrientes por lixiviação e maximizar a absorção destes pelo sistema radicular.

A primeira aplicação foi realizada uma semana antes da colheita da floresta, nas parcelas já demarcadas a campo, com aplicação de 1/3 das doses. Uma semana após a colheita realizou-se a aplicação da fertilização contendo os 2/3 restantes de fosfato (P_2O_5) e Ca e Mg. Um mês após a colheita, foram feitas a fertilização completa e a fertilização com omissão de nutrientes, com aplicação de mais 1/3 da dosagem estipulada. Sete e oito meses pós-colheita, aplicou-se o restante da formulação (33,3%) contendo N, K_2O e B (Tabela 5). A aplicação da fertilização foi feita manualmente, com o uso de um copo dosador.

Tabela 5 – Doses aplicadas de cada nutriente em experimento com omissão de nutrientes em brotações clonais de *E. urophylla* x *grandis* instalados em Brotas e Mogi Guaçu, SP

Tratamento	Pré-colheita (7 dias antes)					1 semana pós-colheita	1 mês pós-colheita				7-8 meses pós-colheita		
	N	P_2O_5	K_2O	CAL*	B	P_2O_5	N	K_2O	B	Cu	N	K_2O	B
	kg ha ⁻¹												
T1- Controle**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T2- Fert. Completa	33	30	50	2000	1,6	60	33	50	1,7	2	33	50	1,7
T3- Sem fert. N	10	30	50	2000	1,6	60	-	50	1,7	2	-	50	1,7
T4- Sem fert. P_2O_5	33	-	50	2000	1,6	-	33	50	1,7	2	33	50	1,7
T5- Sem fert. K_2O	33	30	-	2000	1,6	60	33	-	1,7	2	33	-	1,7
T6- Sem fert. Ca e Mg	33	30	50	-	1,6	60	33	50	1,7	2	33	50	1,7
T7- Sem fert. B	33	30	50	2000	-	60	33	50	-	2	33	50	-
T8- Sem fert. Cu	33	30	50	2000	1,6	60	33	50	1,7	-	33	50	1,7
T9- Fert. Comercial	20,8	78	26	2000	1,3	30	20,8	61	1,5	-	20,8	51	1,5

* CAL – calcário dolomítico; ** Controle = sem fertilização.

O experimento com aplicação de fitorreguladores consistiu na adição destes sobre as cepas para indução da brotação dois dias após a colheita da floresta na parte da manhã, período em que os vasos condutores ainda estavam em plena atividade de translocação de seiva. Como os fitorreguladores foram aplicados principalmente na região próxima à casca onde estão localizadas as gemas adventícias dormentes as perdas por volatilização foram mínimas.

O delineamento utilizado foi blocos casualizados, com 4 tratamentos e 4 repetições por tratamento, com 16 plantas úteis por parcela. As parcelas possuíam bordadura dupla, perfazendo um total de 36 plantas por tratamento. Para a condução da brotação com adição de fitorreguladores, aplicaram-se os seguintes tratamentos: T2 – Fertilização completa; T10 -

Fertilização completa com aplicação de calciocianamida; T11 - Fertilização completa com aplicação de thidiazuron; T12 - Fertilização completa com aplicação de Tiouréia. Foram aplicados sobre as cepas cerca de 200 ml de solução com concentração de cada fitoregulador igual a $0,5 \text{ mg L}^{-1}$, conforme resultados encontrados por Ribeiro et al. (2006). Devido ao alto grau de viscosidade, as aplicações de TDZ, tiouréia e calciocianamida foram feitas por pincelamento, na parte externa da cepa, abrangendo as regiões cambiais ativas e próximas à casca, onde se encontram as gemas epicórmicas, responsáveis pela emissão de brotos.

As parcelas experimentais foram mantidas livres da mata competição usando capinas químicas com herbicidas pós-emergentes.

5.3 Avaliações experimentais

Nos experimentos com aplicação da fertilização e fitoreguladores, foram avaliados a sobrevivência das brotações, o diâmetro das brotações, a altura das brotações e o número de brotos das cepas. Foram feitas aos três e seis meses pós-colheita a contagem do número de cepas brotadas bem como o número de brotos em cada cepa para a estimativa da sobrevivência das cepas. As medições do diâmetro ocorreram após o desbaste das cepas, aos doze meses, com o uso de uma trena de bolso. A altura foi medida semestralmente, iniciando-se aos seis meses pós-colheita, nos meses de junho e dezembro, abrangendo as duas estações do ano (inverno e verão). As medições se estenderam até o 18^o mês pós-colheita e foram feitas com o uso de uma régua graduada. A contagem do número de brotos por cepa foi feito manualmente, aos 3, 6 e 12 meses pós-colheita, conforme procedimento adotado pela empresa. Foram coletados os dados de precipitação pluviométrica, temperatura e evapotranspiração potencial junto às estações de coleta de dados, localizadas próximas aos experimentos.

Para as análises foliares, foram coletadas em cada ponto cardeal cinco folhas do terço superior da copa, no antepenúltimo lançamento de folhas dos galhos, de quatro árvores por parcela, gerando um total de 20 folhas por árvore. As amostras deram origem a uma amostra composta por parcela e foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos. As amostras foram secadas em estufa com circulação forçada de ar a 65° C até massa constante e em seguida processadas em Moinho tipo Willey (modelo MA680/1). No laboratório, a concentração de N foi determinada por destilação (semimicro - Kjeldhal) após digestão sulfúrica. As concentrações de

Ca e Mg foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica, as de K e Na por espectrofotometria de chama e a de P por espectrofotometria em extrato nítrico - perclórico, conforme descrito por Malavolta et al. (1997). Essas amostras foram coletadas aos seis, doze e dezoito meses após a colheita.

5.4 Análises estatísticas dos dados

Após as avaliações, os resultados foram processados com software estatístico SAS 9.1 for Windows (SAS INSTITUTE, 2002-2003). Para avaliar o efeito dos tratamentos (variáveis independentes) sobre as variáveis dependentes, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparações de médias por meio do teste Tukey, adotando-se o nível de significância de 5% (STORCK et al., 2000).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Sobrevivências das brotações

Verificou-se que não houve efeito significativo quanto à sobrevivência das cepas entre os tratamentos aos três e seis meses de avaliação tanto em Brotas como em Mogi Guaçu (Tabela 6). A sobrevivência das brotações se manteve alto durante todo o período de avaliação, mesmo com a colheita tendo sido feita no mês de maio de 2010, período de baixa precipitação pluviométrica (8 mm em Brotas e 7 mm em Mogi Guaçu). Aos seis meses pós-colheita, o número de cepas brotadas foi superior ao verificado três meses antes, em ambas as áreas. Resultados semelhantes foram encontrados por Higa e Sturion (1991), em estudos com *E. grandis*, e por Oliveira (2006), em estudos com *E. grandis* e *E. citriodora*. Ambos também encontraram percentuais de emissão da brotação acima de 88% aos seis meses. Segundo Silva (1983), um dos principais fatores que afetam o potencial de regeneração das cepas de eucalipto é a disponibilidade de água no solo. Segundo este autor, o suprimento adequado de umidade no solo estimula a produção de um alto número de brotos por cepa de eucalipto, enquanto que a ocorrência de períodos excessivamente secos, antes ou após a colheita das árvores, promove aumento de mortalidade.

No presente estudo, as altas taxas de brotação das cepas foram propiciadas em grande parte pelos períodos de boa precipitação pluviométrica antes da colheita. Nos meses de março e abril de 2010 choveu 133 mm em Brotas e 129 mm em Mogi Guaçu.

Outro fator determinante é a presença de reservas orgânicas. Segundo Souza et al. (2012), a maior emissão de brotação e a elevada sobrevivência dos brotos de eucalipto têm sido observadas a partir de meados do inverno, possivelmente em razão do aumento de reservas quando a planta está em dormência. Nelson e Dickson (1981) observaram aumento na concentração de carboidrato em *Populus deltoides* com a indução de dormência (dias curtos). Esses autores observaram, ainda, que a sobrevivência das cepas após o corte em agosto e novembro foi elevada, embora a planta tenha experimentado um período de seca de três meses.

Freitas et al. (1979) observaram sobrevivência de cepas de 60% para *E. grandis* seis meses após o corte realizado em maio, sendo que, nos três meses que antecederam o corte, a precipitação foi relativamente elevada e as plantas certamente apresentaram elevada taxa de crescimento nesse período, o que promoveu a exaustão das reservas da planta. Esses autores

observaram, ainda, que a sobrevivência das cepas após o corte em agosto e novembro foi elevada, embora a planta tenha experimentado um período de seca de três meses.

Cabe ressaltar que, embora a colheita tenha sido feita por feller-buncher, uma máquina que tem por característica agredir as cepas, causando o descascamento e possíveis danos às gemas potenciais, os danos pós-colheita foram mínimos. O percentual de falhas pré-existentes e de falhas por morte das cepas aos três e aos seis meses, respectivamente, foi bem maior em Brotas (5,2%, 22,0% e 12,3%) comparativamente a Mogi Guaçu (2,4% 6,1% e 4,0%). Estudos feitos por Paula (2010) apontaram que a colheita feita com feller-buncher + skider proporciona um percentual de sobrevivência de 78,3% enquanto que no corte feito com motosserra este percentual sobe para 96,84%.

Daniel (2010), após avaliar os danos pós-colheita em *E. alba* verificou-se que aproximadamente 15% das cepas atingidas durante o arraste florestal com guincho não brotaram. Além disso, foi também registrado que um incremento de 10% na variável dano de topo de cepa proporcionou uma redução de até 4,5% em altura dos brotos analisados aos 10 meses de idade, enquanto que com relação à variável danos laterais na cepa, esta redução foi de 3,3%.

A falta de cuidados antes, durante e após o corte da floresta faz com que a mortalidade de árvores e a não brotação das cepas se tornam os principais entraves para a condução de uma segunda rotação produtiva. Segundo Andrade et al. (1997), este é um dos fatores que fazem com que a produtividade seja inferior a obtida na primeira rotação, o que torna necessário em muitos casos a reforma dos plantios, de forma a torná-los mais produtivos e conseqüentemente com uma melhor relação custo/benefício.

Tabela 6 – Média do número de plantas por parcela, falhas pré-colheita e sobrevivência das touças aos três e seis meses pós-colheita de madeira, em brotações clonais de *E. urophylla* x *grandis* em Brotas e Mogi Guaçu, SP, nos diferentes tratamentos experimentais

Tratamentos	Nº plantas/ parcela	Falhas			Sobrevivência ¹		
		Pré-colheita	3m	6m	3m	6m	
—————%—————							
Brotas							
T1	Controle	15,5	3,1	11,2	6,3	14,3 (92)	15,0 (97)
T2	Fert. Completa	14,8	7,8	31,5	18,0	11,3 (76)	13,3 (90)
T3	Sem fertilização N	15,0	6,3	26,3	14,6	12,0 (80)	13,8 (92)
T4	Sem fertilização P	14,8	7,8	29,8	18,0	11,5 (78)	13,3 (90)
T5	Sem fertilização K	14,8	7,8	24,7	18,0	12,3 (83)	13,3 (90)
T6	Sem fertilização Ca	15,5	3,1	16,0	7,9	13,5 (87)	14,8 (95)
T7	Sem fertilização B	15,5	3,1	17,6	7,9	13,3 (85)	14,7 (95)
T8	Sem fertilização Cu	15,5	3,1	16,0	7,9	13,5 (87)	14,8 (95)
T9	Fertilização comercial	15,0	6,3	26,3	13,0	12,0 (80)	14,0 (93)
T10	Calciocianamida	15,3	4,7	21,1	12,9	12,8 (84)	14,0 (92)
T11	TDZ	15,5	3,1	19,2	9,6	13,0 (84)	14,5 (94)
T12	Tiouréia	15,0	6,3	24,6	13,0	12,3 (82)	14,0 (93)
Média		15,2	5,2	22,0	12,3	12,6 (83)	14,1 (93)
Mogi Guaçu							
T1		15,8	1,6	7,9	1,6	14,8 (94)	15,8 (100)
T2		15,8	1,6	4,8	3,2	15,3 (97)	15,5 (98)
T3		16,0	0,0	3,1	1,6	15,5 (97)	15,8 (98)
T4		15,3	4,7	6,3	9,6	15,0 (98)	14,5 (95)
T5		16,0	0,0	4,7	1,6	15,3 (95)	15,8 (98)
T6		16,0	0,0	1,6	1,6	15,8 (98)	15,8 (98)
T7		15,8	1,6	9,5	3,2	14,5 (92)	15,5 (98)
T8		15,8	1,6	4,8	3,2	15,3 (97)	15,5 (98)
T9		15,4	3,8	7,0	3,8	14,9 (97)	15,4 (100)
T10		15,3	4,7	8,0	4,7	14,8 (97)	15,3 (100)
T11		15,3	4,7	9,6	8,0	14,5 (95)	14,8 (97)
T12		15,3	4,7	6,3	6,3	15,0 (98)	15,0 (98)
Média		15,6	2,4	6,1	4,0	15,0 (96)	15,4 (98)

¹Número de cepas brotadas aos três e seis meses após colheita. () percentual de sobrevivência em relação as cepas vivas no pré-colheita.

6.2. Efeito da Omissão de Nutrientes

Muito se tem discutido sobre fertilizar ou não a floresta em segunda rotação e a importância desta fertilização para o rendimento das brotações futuras. Paula (2010) após seus estudos com condução de eucalipto em segunda rotação constatou que ao se fertilizar, deixando um broto por cepa, o IMA foi de 44,84 m³ ha⁻¹ano⁻¹ enquanto que em uma floresta sem fertilização, o IMA foi de 18,67 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Estes dados justificam a importância da fertilização em florestas bem como os resultados encontrados abaixo salientam a interferência de cada nutriente.

6.2.1. Crescimento e número de brotos

Após a análise de variância dos dados de altura, de diâmetro e de número de brotos dos diferentes tratamentos, verificou-se efeito significativo para as interações entre altura, diâmetro aos doze e dezoito meses e número de brotos aos três, seis e doze e meses em relação aos tratamentos avaliados ($P < 0,05$). A partir desses resultados, realizou-se o teste de comparação de médias, nas duas áreas experimentais (Tabela 7).

Em Brotas, a altura dos brotos, aos seis meses pós-colheita, não apresentou diferença entre tratamentos. Nessa fase, as brotações estão em plena renovação radicular e as raízes pré-existentes são suficientes para absorver e promover uma absorção satisfatória, uma vez que a área foliar, nesse estágio, é mínima.

No entanto, aos doze e dezoito meses pós-colheita, o desenvolvimento em altura e em diâmetro de colo foi afetado negativamente pelo tratamento-controle, pela omissão de K e pela adubação comercial. Aliado aos baixos teores de K presentes no solo (Tabela 4), há o efeito de diluição desse elemento numa área foliar em pleno desenvolvimento. Tal fato faz com que haja uma redução do K presente na serrapilheira, pois ele é translocado para as folhas, onde exerce papel fundamental no controle de abertura e de fechamento dos estômatos (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Tabela 7 – Valores médios para altura aos seis, doze e dezoito meses, diâmetro do colo aos doze e dezoito meses e número de brotos aos três, seis e doze meses em brotações de um clone de *E. urophylla* x *grandis* com omissão de nutrientes, instalados em Brotas e Mogi Guaçu, SP

N°	Tratamentos Descrição	Altura			Diâmetro		N° de Brotos		
		6 m.	12 m.	18 m.	12 m.	18 m.	3 m.	6 m.	12 m.
		-----m-----			-----cm-----				
Brotas									
T1	Controle	1,8	6,3 b	8,0 c	4,3 c	6,1 d	9,8 a	3,4	3,0
T2	Fert. Completa	1,7	7,7 a	9,4 a	5,5 a	7,7 a	7,9 a	3,0	2,6
T3	Sem fertilização N	1,7	7,3 ab	9,1 a	5,1 b	7,5 a	8,5 a	3,1	2,9
T4	Sem fertilização P	1,7	7,1 ab	9,0 ab	5,2 a	7,5 a	8,8 a	3,0	2,5
T5	Sem fertilização K	1,7	6,4 b	8,2 c	4,8 c	6,7 c	9,7 a	3,0	2,6
T6	Sem fertilização Ca	2,0	7,9 a	9,3 a	5,4 a	7,5 ab	10,2 a	3,4	3,3
T7	Sem fertilização B	1,9	7,8 a	9,3 a	5,5 a	7,6 a	9,5 a	3,3	2,8
T8	Sem fertilização Cu	1,9	7,7 a	8,7 bc	5,5 a	7,2 a	6,4 b	2,8	2,9
T9	Fertilização comercial	1,6	6,5 b	8,4 bc	4,6 c	6,8 bc	8,4 a	2,8	2,7
	Média	1,8	7,2	8,8	5,1	7,2	8,8	3,1	2,8
Mogi Guaçu									
T1		2,2	8,4 c	9,2 c	4,3	7,2	8,0	4,0	4,5
T2		2,3	9,2 a	9,6 ab	4,8	7,7	10,0	3,8	4,3
T3		2,3	8,8 b	9,7 a	4,7	7,8	9,9	4,0	4,5
T4		2,3	8,9 b	9,7 a	4,7	8,0	9,0	3,7	3,8
T5		2,3	9,3 a	9,6 ab	4,7	7,8	9,4	3,7	3,9
T6		2,4	8,8 b	9,7 a	4,9	7,8	11,0	3,8	4,7
T7		2,3	8,5 c	10,0 a	4,9	8,2	8,3	3,6	4,1
T8		2,3	9,5 a	9,7 a	4,9	7,9	10,3	3,6	4,3
T9		2,2	9,1 ab	9,4 bc	4,6	7,6	6,8	3,3	4,1
	Média	2,3	8,9	9,6	4,7	7,8	9,2	3,7	4,2

Nas colunas, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Já os tratamentos com a omissão de Ca, B e Cu e fertilização completa proporcionaram melhor desenvolvimento em altura e em diâmetro nas duas idades, demonstrando que no solo arenoso da área experimental estes elementos não são limitantes ao crescimento da cepa. FARIA et al. (2002) verificaram que, com a aplicação de K em plantio de *Eucalyptus grandis*, a produção volumétrica e o incremento médio anual da segunda rotação foram 54% superiores aos do tratamento-controle, enquanto a diferença entre esses dois tratamentos para matéria seca total foi de 63,7%, com o aumento da copa e o consequente aumento da área foliar dos brotos.

Ao avaliar o número de brotos para o experimento em Brotas, verificou-se que a omissão de Cu constituiu o único tratamento a interferir negativamente nos primeiros três meses de brotação. Aos dezoito meses, verificou-se que apenas o tratamento com a omissão de P causou redução no número de brotos.

Mesmo com bom desenvolvimento em altura e em diâmetro, os baixos teores de Cu poderão causar problemas relacionados à estrutura e à estabilidade das brotações com o passar do tempo, uma vez que esse metal se liga, diretamente, à lignificação dos vasos (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Os tratamentos com a omissão de nutrientes não interferiram significativamente no desenvolvimento em altura aos seis meses bem como no desenvolvimento em diâmetro e número de brotações nas épocas avaliadas, em Mogi Guaçu. No entanto, esses tratamentos afetaram negativamente o desenvolvimento em altura, tanto aos doze como aos dezoito meses. Independente dos tratamentos aplicados, todas as avaliações feitas em Mogi Guaçu apresentaram um desenvolvimento em altura superior em relação a Brotas. O mesmo foi verificado quanto ao número de brotos, principalmente aos doze meses. Isto pode ser explicado pelo fato de Mogi Guaçu ter apresentado maior teor nutricional presente no solo e maior índice de sítio em relação a Brotas. Tais fatores favoreceram diretamente no desenvolvimento em altura bem como na emissão de brotos e manutenção destes até doze meses sem apresentar morte por competição ou sombreamento.

Aos seis meses, as menores alturas foram verificadas no tratamento com a fertilização comercial. Na mesma época, o tratamento com a omissão de Ca proporcionou maior desenvolvimento na altura das brotações. Aos doze meses, o baixo crescimento em altura deveu-se, principalmente, à omissão de B, seguida da omissão de N e de Ca, em menor proporção (Tabela 6). Segundo Reddy (2001), o Ca tem efeito indireto sobre as respostas aos diversos níveis

de estresse, inclusive o hídrico. A maior importância do Ca para a planta, conforme Stefanuto (2002) é como nutriente, sendo também indispensável nos pontos de crescimento (meristemas), onde se processa a divisão mitótica contínua, bem como no desenvolvimento radicular, atuando nos processos de (i) alongamento celular; de (ii) desintoxicação dos íons hidrogênio e de (iii) divisão celular.

Aos dezoito meses, a menor altura dos brotos de *E. urophylla* x *E. grandis* foi verificada nos tratamentos com omissão de K, controle e fertilização comercial. No entanto, segundo Vezzani et al. (2001), a omissão de N foi o tratamento que mais afetou o desenvolvimento em altura, pois esses povoamentos demandam altas quantidades de N, principalmente até o estágio de formação da copa. Para os autores, a omissão de K foi pouco significativa. Ao contrário do encontrado pelos autores, neste estudo foi verificada uma redução no desenvolvimento das brotações em altura e em diâmetro, no tratamento com omissão de K, durante todo o período de avaliação, em Brotas e, aos dezoito meses, em Mogi Guaçu. desta forma, é preciso dar maior ênfase na dosagem de K na formulação dos fertilizantes, principalmente o comercial, uma vez que o número de parcelamento deste em nada influencia pois, estudos já demonstraram que as perdas por lixiviação são mínimas mesmo em maiores profundidades do solo, sendo captadas pelas raízes ali existentes.

6.2.2 Nutrição mineral das brotações

De acordo com a análise de variância e o teste de médias das análises foliares, verificou-se efeito significativo para todos os macronutrientes nos tratamentos testados, com exceção do N e S nas três épocas e do Ca, aos doze e dezoito meses (Tabela 8).

Em Brotas, os teores de N nas folhas não variaram entre os tratamentos, nas três idades avaliadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Gomes (2009), em estudos com *E. grandis* e *E. grandis* x *E. urophylla* com idades de até dois anos, onde também constatou que não houve diferença entre os teores foliares de N nos tratamentos com e sem a adição de N. Aos seis meses, os teores de N requeridos pelas brotações foram supridos pela mineralização desse elemento, presente na serrapilheira oriunda da colheita da madeira. Aos doze e dezoito meses, os teores de N foram supridos pela serrapilheira gerada pela própria brotação.

Tabela 8 - Teores foliares médios de N, P, K, Ca, Mg e S em brotações de um clone de *E. urophylla* x *E. grandis* aos seis, doze e dezoito meses, nos diferentes tratamentos do experimento instalado em Brotas

Tratamentos		N			P			K		
Nº	Descrição	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m
g kg ⁻¹										
T1	Controle	20,9	16,5	13,7	1,3ab	0,8 b	0,7a	4,4b	2,8b	3,2c
T2	Fert. Completa	22,6	17,8	12,9	1,3ab	0,9a	0,7a	8,7a	5,6a	5,0ab
T3	Sem fertilização N	22,6	16,7	13,3	1,4a	0,9a	0,7a	8,9a	5,2a	5,9a
T4	Sem fertilização P	22,1	18,0	13,0	1,2b	0,9a	0,6c	8,7a	5,8a	5,5ab
T5	Sem fertilização K	23,4	18,6	14,3	1,3ab	0,9a	0,7a	4,6b	2,8b	4,1b
T6	Sem fertilização Ca	22,5	18,1	13,4	1,3ab	0,8b	0,6b	9,0a	5,9a	5,8a
T7	Sem fertilização B	22,6	17,5	13,0	1,4a	0,9 a	0,6b	8,7a	5,2a	5,7a
T8	Sem fertilização Cu	21,9	17,4	13,2	1,4a	1,0a	0,7a	9,5a	5,4a	4,6b
T9	Fert. Comercial	22,0	17,2	13,5	1,4a	1,0a	0,7a	4,5b	3,7b	4,3b
Média		22,3	17,5	13,3	1,3	0,9	0,7	7,4	4,7	4,9
Nº		Ca			Mg			S		
T1		6,2a	7,1	5,8	3,3a	2,6a	3,0a	1,0	0,8	0,7
T2		4,0c	6,3	5,3	2,3c	2,3ab	2,3bc	1,3	0,7	0,6
T3		5,2bc	5,8	5,4	2,7bc	2,4ab	2,4bc	1,1	0,9	0,7
T4		4,4bc	5,9	5,0	2,4c	2,2c	2,3c	1,2	0,8	0,7
T5		5,4bc	6,4	5,8	3,1a	2,7a	2,8a	1,4	0,8	0,7
T6		3,9c	6,3	4,8	2,4c	2,1c	2,0c	1,3	0,7	0,6
T7		4,4bc	5,9	5,0	2,4c	2,3ab	2,3bc	1,5	0,7	0,7
T8		4,0c	6,0	5,0	2,4c	2,3 ab	2,3bc	1,3	0,7	0,7
T9		5,8a	6,5	5,1	3,2a	2,6a	2,7ab	1,1	0,7	0,7
Média		4,8	6,3	5,2	2,7	2,4	2,5	1,2	0,8	0,7

Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Apenas os tratamentos com a omissão de P e de K afetaram negativamente os teores desses nutrientes, apresentando o mesmo comportamento nas três idades. De fato, este estudo denota a importância da aplicação de adubação com K em quantidades suficientes para que as brotações de eucalipto tenham bom desenvolvimento. Segundo Faria et al. (2002), ao aumentar-se a dose de K na implantação, de modo geral, as árvores acumulam maior quantidade de N, P, Ca e Mg na copa e no tronco.

Aos seis meses, os maiores teores de Ca foram encontrados no tratamento-controle, provavelmente devido ao efeito concentração, pois as árvores deste tratamento apresentaram menor crescimento. Os menores teores do nutriente foram verificados nos tratamentos com sua omissão, seguidos pelo tratamento com a omissão de Cu e a fertilização completa. Nas demais idades de avaliação, doze e dezoito meses, não se verificou diferença nos teores de Ca entre os

tratamentos. A realização da calagem pré-colheita explica, em parte, esse efeito, indicando que a prática foi eficaz no suprimento de Ca às árvores.

Os maiores teores de Mg, aos seis meses, foram verificados no tratamento controle, com omissão de K e fertilização comercial. No tratamento com a omissão de Ca, em que não se aplicou o calcário dolomítico, foram encontrados os menores teores de Mg, aos doze e dezoito meses. Além do Ca, aos dezoito meses, os tratamentos com a omissão de P também apresentou redução nos teores de Mg.

Os maiores teores de Ca e Mg foram observados no tratamento com a omissão de K. Aparentemente, devido ao efeito de concentração, pois as árvores cresceram menos. Secundariamente, pode ter havido efeito antagônico dos cátions Ca e Mg na absorção de K (RAIJ, 1982; ORLANDO FILHO et al., 1996). Este efeito é pouco provável, pois as concentrações desses três nutrientes são baixas em solos distróficos, como os usados neste estudo.

Aos seis meses, os maiores teores de N foram encontrados no tratamento com a omissão de B. Já os menores teores foram encontrados nos tratamentos com a adubação completa, a adubação comercial e a omissão de N, respectivamente. Nas demais idades não se constatou variação nos teores de S entre os tratamentos testados.

Com relação aos micronutrientes encontrados na análise foliar, em Brotas, verificou-se efeito significativo nos teores foliares dos micronutrientes, com exceção do Zn (Tabela 9). Os menores teores de B nas folhas, aos seis meses de idade, foram encontrados no tratamento com a omissão desse elemento. Nos demais tratamentos ocorreram poucas variações.

Aos doze meses, os teores foliares de B não apresentaram efeito significativo entre os tratamentos. Aos dezoito meses, a menor absorção e o acúmulo de B nas folhas foram provenientes da omissão de Cu na fertilização. Apesar do menor teor neste tratamento, não se observaram, no campo, sintomas de deficiência de B e Cu.

Os teores de B no solo (Tabela 4) apresentaram níveis limítrofes, tanto para Brotas como para Mogi Guaçu (0,20 e 0,25 mg dm⁻³, respectivamente), pois os níveis adequados variam entre 0,6 e 1,2 mg dm⁻³ (Tabela 1), (GONÇALVES, 2011).

Tabela 9 - Teores foliares médios de B, Cu, Fe, Mn e Zn em brotações de um clone de *E. urophylla* x *E. grandis*, aos seis, doze e dezoito meses, nos diferentes tratamentos do experimento instalado em Brotas

Tratamentos		B			Cu			Fe		
Nº	Descrição	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m
mg kg ⁻¹										
T1	Controle	45ab	26	40ab	8,5a	3,4 a	3,4 a	49b	64c	176c
T2	Fert. Completa	52a	32	37ab	7,6abc	3,7abc	2,3 abc	60a	80ab	202bc
T3	Sem fertilização N	57a	26	38ab	9,0ab	3,4 ab	2,7 ab	54ab	75ab	214ab
T4	Sem fertilização P	45ab	33	42a	8,3ab	4,0 ab	2,7 ab	54ab	69bc	224a
T5	Sem fertilização K	56a	34	45a	7,4abc	3,7abc	2,8 abc	37c	74ab	177c
T6	Sem fertilização Ca	47a	36	46a	9,0bc	3,5 bc	2,3 bc	53ab	77ab	215ab
T7	Sem fertilização B	32b	27	34ab	9,0abc	3,5 abc	2,5 abc	58a	77ab	213ab
T8	Sem fertilização Cu	53a	33	29b	6,7c	3,0 c	2,5 c	57a	89a	235a
T9	Fertilização comercial	47a	27	33ab	8,0abc	4,1abc	2,7 abc	51c	68bc	167c
Média		48	31	38	7,9	3,6	2,6	54	75	202
Nº		Mn			Zn					
T1		355	388ab	344	12,2	8,3	9,1			
T2		323	303bc	277	10,8	7,5	5,7			
T3		388	262bc	281	13,7	7,1	6,0			
T4		362	286bc	288	11,3	6,5	5,2			
T5		363	252c	252	12,0	7,4	6,9			
T6		370	465a	353	12,8	6,7	5,1			
T7		361	292bc	266	13,8	5,9	5,8			
T8		310	277bc	251	11,4	5,7	5,8			
T9		339	279bc	243	13,6	6,7	7,0			
Média		352	312	284	12,4	6,8	6,3			

Médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Com relação ao Cu, os menores teores foram verificados no tratamento com a omissão desse nutriente, enquanto o maior teor, a maior absorção e o maior acúmulo foram verificados no tratamento controle tanto aos doze como aos dezoito meses. O Zn, por sua vez, não apresentou efeito significativo nos teores foliares entre os tratamentos, durante as três idades avaliadas. Constatou-se uma nítida relação entre os teores de Cu acumulados nas folhas e os teores dos demais nutrientes: os maiores teores de Cu ocorreram, principalmente, quando a assimilação dos demais nutrientes se encontrava em nível crítico.

Verificaram-se os menores teores foliares de Fe no tratamento controle, com fertilização comercial e com omissão de K nas três idades avaliadas. Não se verificou efeito significativo nos teores de Mn, aos seis e aos dezoito meses, entre os diferentes tratamentos; porém houve diferença em relação aos teores de Mn nas folhas, aos doze meses. Nesse período, a omissão de K

na adubação promoveu o menor acúmulo de Mn nas folhas, enquanto a omissão de Ca interferiu positivamente nesses teores.

Em Mogi Guaçu, assim como em Brotas, não ocorreu efeito significativo nos teores de N entre os tratamentos; resultado semelhante foi verificado para os teores de Ca e S (Tabela 10).

Tabela 10 - Teores foliares médios de N, P, K, Ca, Mg e S em brotações de um clone de *E. urophylla* x *E. grandis* aos seis, doze e dezoito meses, nos diferentes tratamentos do experimento instalado em Mogi Guaçu

Tratamentos		N			P			K		
Nº	Descrição	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m
g kg ⁻¹										
T1	Controle	20,8	17,7	16,3	1,3b	0,8	0,7	6,5cd	4,3cd	4,9c
T2	Fert. Completa	22,4	17,9	15,6	1,4ab	0,9	0,9	7,9ab	4,9bcd	6,3a
T3	Sem fertilização N	21,8	17,9	15,3	1,3ab	0,9	0,9	8,2a	5,6abc	6,1a
T4	Sem fertilização P	21,4	19,2	15,4	1,3ab	0,9	0,9	7,8abc	5,5abc	6,2a
T5	Sem fertilização K	22,6	18,9	16,6	1,3ab	0,9	0,9	6,0d	4,9bcd	5,3bc
T6	Sem fertilização Ca	22,3	18,6	15,3	1,4ab	0,9	0,8	8,4a	6,1ab	6,4a
T7	Sem fertilização B	22,8	18,7	15,0	1,4ab	0,9	0,8	8,3a	5,7ab	6,2a
T8	Sem fertilização Cu	22,2	18,3	15,8	1,3ab	0,8	0,9	8,2a	6,3a	6,5a
T9	Fertilização comercial	21,6	18,1	15,3	1,5a	1,0	0,8	6,8bcd	3,8d	5,8ab
Média		21,8	19,3	18,0	1,6	0,9	0,8	7,6	5,3	6,0
Nº		Ca			Mg			S		
T1		4,7	7,3	7,6	1,6b	1,5b	1,5b	1,0	0,9	0,5
T2		4,4	6,7	7,3	1,5b	1,6b	1,6b	1,2	0,8	0,5
T3		4,4	7,5	7,8	1,6b	1,7b	1,5b	1,0	0,9	0,5
T4		4,2	7,0	8,0	1,6b	1,6b	1,6b	1,2	0,9	0,6
T5		4,9	7,4	7,6	1,8a	1,8a	1,8a	1,1	0,8	0,7
T6		4,5	7,3	8,0	1,4c	1,3b	1,1b	1,2	0,9	0,5
T7		4,9	7,6	8,6	1,6b	1,6b	1,4b	1,2	0,8	0,6
T8		4,5	7,1	8,6	1,7ab	1,6b	1,5b	1,1	0,8	0,5
T9		4,3	7,0	7,1	1,8a	1,7a	1,6a	1,0	0,9	0,5
Média		4,5	7,2	7,8	1,6	1,6	1,5	1,2	0,9	0,6

Médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A variação do teor de N nas folhas, ao longo do tempo, em Mogi Guaçu, foi semelhante à ocorrida em Brotas. Esses teores diminuíram com o desenvolvimento das brotações, assim como os de S e P, dos seis aos dezoito meses, e de K, entre seis e doze meses. O maior teor de N aos seis meses deveu-se à maior taxa de absorção desse nutriente, comparativamente à taxa de crescimento.

Resultados semelhantes foram verificados por Rocha et al. (2004), em experimentos com o uso de biossólido aos 24 e 36 meses de idade. Os autores verificaram que os teores foliares de

N foram menores que os iniciais, em decorrência de uma ou mais destas causas: (a) diluição das quantidades de N numa maior biomassa foliar, ou seja, a assimilação de N não se manteve proporcional à formação de folhas, ao longo do tempo, decorrente da velocidade de crescimento foliar maior do que a da absorção de N, ou da queda da disponibilidade de N no solo com o tempo (causa mais provável); (b) diminuição da demanda de N pela árvore, graças ao fechamento de copas e à queda do metabolismo foliar, ocasionada por maior auto e intercompetição foliar por luz e água, sobretudo nas porções mais velhas das copas, e (c) retranslocação interna de N.

Após o fechamento de copas, a captação de luz e de água passam a ser fatores mais limitantes do que o próprio N. Mesmo com variações decrescentes de N, tanto em Brotas como em Mogi Guaçu, seus teores estão acima do recomendado por Gonçalves (2011) como o adequado ao eucalipto (entre 13 e 18 g kg⁻¹). Esses dados assemelham-se aos obtidos por Pulito (2009), que constatou, na fase inicial de crescimento, o acúmulo relativo de N maior do que o relativo de biomassa, fase em que há maior proporção de biomassa na forma de folhas, ramos novos e raízes finas, componentes com concentrações mais elevadas de N (REIS et al., 1987).

Aos seis meses, os maiores teores de P foram verificados nas folhas de eucalipto do tratamento comercial; já aos doze e dezoito meses, o teor de P não foi significativamente diferente entre os tratamentos.

Aos seis meses, os maiores teores de K foram verificados nos tratamentos com a omissão de N, Ca, B e Cu, com valores variando de 8,25 a 8,40 g kg⁻¹ (Tabela 10). Aos dezoito meses, o tratamento-controle, a omissão de K e a adubação comercial foram os únicos em que ocorreu a redução de K nos teores foliares. Dessa forma, foi possível verificar nas duas áreas de estudo, principalmente até os doze meses de idade, uma relação inversa nos teores de N, Ca, B e Cu, em relação aos teores de K nas folhas de eucalipto. Em solos com pH ácido como os estudados neste trabalho, o Ca²⁺ destas ligações é substituído por H⁺, o que aumenta drasticamente a permeabilidade das membranas pelo uso de agentes quelantes e promove o mesmo efeito e o efluxo (vazamento) de íons e compostos orgânicos de baixo peso molecular é observado.

Além das perdas devido ao pH ácido do solo, os teores de K assimilado nas folhas sofreram um efeito de diluição, proporcionado pelo desenvolvimento das brotações. Até os seis meses de avaliação, a área foliar das brotações era significativamente pequena e suprida, sem grandes deficiências, pelos teores de K presentes no solo, mesmo que em baixíssimas quantidades (Tabela 1).

Após os doze meses e, principalmente, aos dezoito meses, as quantidades absorvidas eram as mesmas, mas com um agravante: as brotações encontravam-se no estágio de incremento na área foliar, para aumentar a fotossíntese e a conseqüente absorção de seiva e para desenvolver-se em altura. O potássio, absorvido como íon cátion (K^+), é um nutriente que não faz parte de qualquer composto nas plantas, mas, de forma livre, regula muitos processos essenciais, tais como a fotossíntese, a abertura e o fechamento de estômatos, a absorção de água do solo, as atividades enzimáticas, a formação de amido e a síntese proteica (SENGIK, 2003).

Os teores de Ca não variaram entre os tratamentos; porém, mesmo sem efeito significativo, seus teores aumentaram ao longo das avaliações para todos os tratamentos, nas duas áreas experimentais. Tal aumento nos teores também foi verificado para o B em Brotas (Tabela 11).

Tabela 11 - Teores foliares médios de B, Cu, Fe, Mn e Zn em brotações de um clone de *E. urophylla* x *E. grandis*, aos seis, doze e dezoito meses, nos diferentes tratamentos do experimento instalado em Mogi Guaçu

Tratamentos		B			Cu			Fe		
Nº	Descrição	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m
mg kg ⁻¹										
T1	Controle	25b	37a	17ab	7,9abc	4,3	5,0a	55b	104b	157b
T2	Fert. Completa	35ab	28abc	17ab	7,9abc	4,3	4,3abc	54ab	119ab	183a
T3	Sem fertilização N	35ab	38a	15ab	8,2abc	3,9	3,4d	64ab	117ab	178a
T4	Sem fertilização P	31ab	35ab	15ab	8,5ab	4,9	4,6ab	67ab	110 ab	171a
T5	Sem fertilização K	39a	32ab	20ab	7,3c	3,8	3,8cd	62ab	106ab	173a
T6	Sem fertilização Ca	36ab	27abc	19ab	7,5bc	4,5	4,1bc	73a	125a	180a
T7	Sem fertilização B	28ab	17 c	12b	7,9abc	4,4	3,7cd	71ab	121ab	158a
T8	Sem fertilização Cu	36ab	29abc	16ab	8,6ab	4,1	4,1bc	70ab	113ab	175a
T9	Fertilização comercial	24b	22bc	21a	9,0a	4,2	3,7cd	58b	97b	158b
Média		32,0	29,5	17,0	8,1	4,3	4,1	63,8	112,3	170,3
Nº		Mn			Zn					
T1		414a	473a	438 ^a	11,6	7,0	8,5			
T2		397b	322b	324b	10,0	7,7	7,6			
T3		398b	317b	320b	9,1	9,1	7,6			
T4		390b	315b	316b	9,8	7,7	7,9			
T5		378b	303b	308b	10,1	7,3	7,9			
T6		481a	436a	432a	9,4	7,9	7,6			
T7		382b	274b	290b	9,5	8,0	7,7			
T8		403b	303b	305b	10,7	7,5	7,4			
T9		381b	310b	286b	11,7	8,9	7,2			
Média		402,7	339,4	335,7	10,3	7,9	7,7			

Médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A aplicação de calcário antes da colheita pode ter sido a fonte principal de Ca no solo para as brotações, pois os teores no solo eram limítrofes e, segundo Faquin (2005), a manutenção de um nível adequado de cálcio no solo é necessário para garantir, entre outras coisas, a absorção adequada de nutrientes.

Todos os micronutrientes apresentaram efeito significativo em relação aos tratamentos, com exceção do Zn. Os maiores teores foliares de B, aos seis meses, foram verificados no tratamento com a omissão de K, enquanto a fertilização comercial revelou-se a responsável pelos menores acúmulos desse elemento nas folhas. Aos doze meses, a fertilização com omissão de N e o tratamento controle promoveram um maior acúmulo de B nas folhas, em comparação aos demais tratamentos. Os menores teores foram verificados no tratamento com omissão de B, tanto aos doze como aos dezoito meses.

A quantidade média de Cu encontrada no solo foi de 0,41 mg dm⁻³ em Brotas e de 0,22 mg dm⁻³ em Mogi Guaçu (Tabela 4), enquanto o ideal, segundo Malavolta et al., (1988) se situa entre 1,3 e 1,8 mg dm⁻³.

Os teores de Cu encontrados nas folhas, a partir dos doze meses, são muito inferiores aos encontrados por Haag et al. (1976), em experimento com cinco espécies de eucalipto, na região de Mogi Guaçu. Os autores encontraram valores que variaram de 5 mg kg⁻¹ para *E. resinífera* até 7 mg kg⁻¹ para *E. robusta*, enquanto, neste experimento, os valores encontrados foram inferiores a 5 mg kg⁻¹. Segundo Silveira et al. (1999), valores abaixo de 4 mg kg⁻¹ denotam deficiência nutricional. Os teores ideais de Cu em *E. grandis* em alta produtividade situam-se entre 7 e 10 mg kg⁻¹ (MALAVOLTA et al.,1997).

Os baixos teores de Cu e Zn, encontrados na análise de solo (Tabela 4), podem ter sido ocasionados pela aplicação de calagem com a finalidade de elevar o pH do solo, favorecendo a sua retenção (DENNIS, 1982), principalmente em solos com elevado grau de intemperização, nos quais os grupos funcionais de superfície dos componentes coloidais são, na sua maioria, pH-dependentes (SODRÉ et al., 2001). Segundo Abreu et al. (2007), o aumento do pH pode diminuir a presença de Cu e Zn na solução do solo e nos pontos de troca catiônica.

Além do pH, a matéria orgânica também exerce importante papel na disponibilidade de Cu. Segundo Silva e Mendonça (2007), o Cu é um dos metais pesados menos móveis no solo, devido a sua forte adsorção nos coloides orgânicos e inorgânicos do solo. O acúmulo de Cu e Zn

no solo ocorre em formas biodisponíveis, acumulando-se o Cu mais nas frações orgânicas e minerais, enquanto o Zn, nas frações minerais no solo (GIROTTI, 2007).

Esses mecanismos são, muitas vezes, irreversíveis, mais lentos do que a formação de complexos de esfera externa, e são pouco afetados pela força iônica da solução (SPARKS, 1995). Com o tempo, a tendência é que metais adsorvidos especificamente na superfície dos coloides se difundam para o interior das partículas, dificultando a posterior dessorção (BARROW, 1985).

Após todas as análises feitas em Mogi Guaçu, constatou-se que os nutrientes a interferirem mais no desenvolvimento das brotações foram N, P, Ca e, principalmente, B. A influência do P no desenvolvimento aéreo das brotações em Mogi Guaçu é ratificada pela maioria dos experimentos realizados por Soares (2003), Almeida (2009) e Silveira et al (2009), entre outros autores, em estudos com *E. urograndis*; eles ressaltam ser o N e o P os nutrientes que mais afetam o desenvolvimento em altura e em diâmetro.

Reis e Kimmins (1986) observaram redução significativa na quantidade de P e N nas raízes de *E. grandis*, até 2,5 meses após o colheita da parte aérea de plantas crescendo em casa de vegetação. A partir dessa idade, os autores verificaram o aumento na quantidade de nutrientes nas raízes, o que também coincidiu com o reinício do crescimento de raízes finas. Ou seja, a partir dessa idade, a planta, possivelmente, passou a utilizar maior quantidade de nutrientes provenientes do solo.

No entanto, em Brotas, a omissão de K na adubação foi o tratamento que mais interferiu negativamente no desenvolvimento das brotações clonais de *E. urophylla* x *E. grandis*. Outro fator que explica essa diferença entre as duas áreas, com relação ao teor de K, foi principalmente, à variação no teor de água retido no solo. A região de Mogi Guaçu apresenta um déficit hídrico menor que a região de Brotas por apresentar solo mais argiloso, o que favorece a retenção de água por períodos mais longos em relação ao solo arenoso. Sempre que o solo seca, diminui a difusão do potássio (OLIVEIRA et al., 2004), pois o coeficiente de difusão varia conforme o conteúdo volumétrico de água: quanto mais seco estiver o solo, mais tortuoso será o caminho da difusão.

O aumento do conteúdo volumétrico de água no solo reduz a tortuosidade do caminho de difusão (COSTA et al., 2009), aumentando o fator de impedância e, conseqüentemente, o fluxo difusivo, fazendo que, em Mogi Guaçu, o K esteja mais disponível para as plantas.

Dessa forma, mesmo com teores médios de K maiores nos solos de Brotas do que nos de Mogi Guaçu (Tabela 4), o efeito residual tende a ser menor. Com a omissão de K, de modo geral, ocorreu a tendência de maior acúmulo de N, P, Ca e Mg na copa e no tronco das árvores. Esta relação onde a presença de um elemento em quantidade superiores elimina outro elemento é chamada de sinergismo. Tal relação também foi verificada entre Cu, Fe e Mn onde o excesso de Fe e Mn proporcionaram uma menor absorção e acúmulo de Cu nas folhas durante as épocas de avaliação para a área experimental de Mogi Guaçu, principalmente.

Os teores médios de K, encontrados nos solos de Brotas e de Mogi Guaçu (Tabela 04), são inferiores aos recomendados (Tabela 1), devendo estar acima de $1,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (GONÇALVES, 2011). Okado (2010) constatou que o eucalipto tem apresentado resposta à aplicação de K em solos com teor de 0,2 a $1,0 \text{ mmol}_c \text{ de K dm}^{-3}$. No entanto Barros et al. (1981), Scatolini et al. (1996) e Gava (1997), após estudos com eucalipto, verificaram que, em solos com valores próximos, ou acima, de $1,0 \text{ mmol}_c \text{ de K dm}^{-3}$, os resultados são contraditórios, não se encontrando, na maioria das vezes, respostas quanto à aplicação do nutriente; quando ocorrem, são justificadas pela estreita relação Ca:Mg (<1 unidade), ou pelo elevado valor de Ca^{++} e Mg^{++} no solo ($>8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Estudos feitos por Faria et al. (2002), com a aplicação de K em experimento com plantio de *E. grandis*, demonstraram que a produção volumétrica e o incremento médio anual da segunda rotação foram 54% superiores aos da dose de fertilizante da testemunha.

O K em Brotas assim como o N, o P e o B em Mogi Guaçu, foram os elementos limitantes ao desenvolvimento das brotações naquelas áreas. Segundo a lei do mínimo, o crescimento de uma planta está limitado por aquele nutriente que se encontra em menor proporção no solo, em relação à necessidade das plantas (RAIJ, 1981).

Com relação a qualidade da madeira em relação a fertilização neste experimento, ainda não foram feitos teste. Porém Raymond e Muneri (2000), em um estudo de aplicação de N e P em *E. globulus* em 4 locais diferentes, concluíram que os efeitos do fertilizante aplicado em crescimento e propriedades de madeira eram dependentes do local e relacionados à chuva. Parece não haver nenhuma resposta clara à pergunta de se a adição de fertilizante resultará em madeira de baixa qualidade. O estudo sugere que a adição de fertilizante pode ser prejudicial a algumas propriedades da madeira em locais mais secos, mas podem não ter nenhum efeito principal em locais mais úmidos. Porém, a presença ou ausência de uma resposta de crescimento para o

fertilizante aplicado não proverá nenhuma orientação sobre efeitos potenciais na qualidade da madeira.

Ao avaliar a fertilização adotada pela empresa em todos os plantios, percebeu-se que a aplicação de fertilizantes nas dosagens empregadas não está suprindo as necessidades desta espécie, nas regiões de estudo, principalmente quanto aos teores de K e Fe. Isto pode ser verificado na Tabela 7, onde ficou claro o baixo desenvolvimento em altura e diâmetro no tratamento com fertilização comercial.

6.3 Efeito da adição de fitorreguladores

6.3.1 Crescimento e número de brotos

Avaliou-se o efeito da adição de fitorreguladores no desenvolvimento em altura aos seis, doze e dezoito meses, diâmetro aos doze e dezoito meses e número de brotos aos três, seis e doze meses (Tabela 12). Foram verificadas diferenças entre blocos o que ressalta a importância deste experimento ter sido alocado em blocos ao acaso, pois a área apresenta pequena declividade podendo resultar em diferenças na fertilidade.

No experimento em Brotas a aplicação de fitorreguladores interferiu apenas no diâmetro e no número de brotos, não apresentando efeito sobre a altura até os dezoito meses da avaliação. Apenas o diâmetro aos dezoito meses e o número de brotos aos três meses de idade apresentaram efeito significativo quanto aos tratamentos aplicados. A aplicação de calciocianamida e de TDZ nas cepas proporcionou menor desenvolvimento em diâmetro, enquanto que o uso de TDZ e tiouréia influenciou negativamente no número de brotos aos três meses. Fransozi et al. (2010), em estudos com uso de calciocianamida, verificou que a aplicação desta proporcionou aumento no número de brotos. Nas avaliações seguintes, os tratamentos não apresentaram diferença entre si (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores médios para altura (em metros) aos seis, doze e dezoito meses, diâmetro (em centímetro) aos doze e dezoito meses e número de brotos aos três, seis e doze meses em brotações clonais de *E. urophylla* x *E. grandis* com aplicação de fitorregulador, instalados em Brotas e Mogi Guaçu, SP

Tratamentos		Altura			Diâmetro		Nº de Brotos		
Nº	Descrição	6 m.	12 m.	18 m.	12 m.	18 m.	3 m.	6 m.	12 m.
		-----m-----			-----cm-----		-----		
Brotas									
T2	Controle	2,5	7,6	9,4	2,1	7,7 a	9,5a	3,0	2,6
T10	Calciocianamida	2,5	7,7	9,2	1,7	7,2 b	8,4ab	3,3	3,0
T11	TDZ	2,3	7,6	9,3	1,6	7,4 b	7,3b	3,2	2,7
T12	Tiouréia	2,4	7,7	9,3	1,6	7,5 ab	7,6b	3,2	3,1
	Média	2,4	7,7	9,3	1,8	7,4	8,2	3,2	2,9
Mogi Guaçu									
T2	Controle	1,8	9,2 a	9,6	1,1	7,7	2,5b	3,8 a	4,3
T10	Calciocianamida	1,9	8,7 ab	10,1	1,0	8,1	4,4a	3,5ab	4,1
T11	TDZ	1,7	8,4 b	9,6	1,3	7,7	4,4a	3,3 b	4,1
T12	Tiouréia	1,8	8,8 ab	9,8	1,4	7,8	5,0a	3,6ab	4,0
	Média	1,8	8,8	9,8	1,2	7,8	4,1	3,6	4,1

Nas colunas, médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Embora não haja diferença entre as médias dos tratamentos com relação à altura até os dezoito meses e ao diâmetro aos doze meses de avaliação, os maiores valores foram encontrados na testemunha, seguida pela calciocianamida. Leão e Silva (2005) estudando o uso de calciocianamida na quebra de dormência em videira verificaram um aumento substancial nas porcentagens de brotação e de fertilidade de gemas, número de cachos e rendimento por planta.

Já na área em Mogi Guaçu, houve diferença entre os tratamentos para altura aos doze meses bem como para o número de brotos aos seis meses. A aplicação de TDZ sobre as cepas foi o tratamento que apresentou maior interferência quanto à altura, proporcionando o menor desenvolvimento em relação aos demais tratamentos. Ao contrário do TDZ, a aplicação de calciocianamida sobre as cepas, aos seis meses, proporcionou maior desenvolvimento em altura. No entanto, aos doze meses o tratamento controle gerou melhores resultados. Mesmo não havendo efeito significativo aos dezoito meses, as maiores alturas foram verificadas novamente no tratamento com aplicação da calciocianamida.

Não houve efeito significativo quanto aos tratamentos avaliados e o diâmetro das brotações nas duas idades de avaliação. No entanto é possível constatar que houve um incremento significativo em seis meses de avaliação com diâmetro médio de 1,2 cm aos doze meses para 7,8 cm aos dezoito meses. Tal desenvolvimento também foi verificado em Brotas, mas com incremento menor, de 1,8 cm aos doze meses para 7,4 cm aos dezoito meses. A partir dos seis meses, o efeito dos fitorreguladores não foi significativo para o número de brotos.

Em Brotas principalmente, houve uma redução significativa no número de brotos dos três para os doze meses, isto se deve ao fato de aos três meses todos os brotos presentes na cepa terem sido contabilizados. Aos doze meses, houve uma desbrota onde só os melhores brotos se desenvolveram, sendo estes então contabilizados.

Em Mogi Guaçu o desenvolvimento das brotações aos dezoito meses foi superior ao de Brotas em altura e no número de brotos. Tal desenvolvimento este intimamente ligado à qualidade de sitio, pois em Mogi Guaçu o IMA é superior ao de Brotas ($45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e 40 m^3 , respectivamente).

De maneira geral, as brotações em Mogi Guaçu possuem maior sintonia na relação altura e diâmetro (H/D) que, segundo Carneiro (1995), é denominado de vigor e representa o equilíbrio de desenvolvimento das mudas.

O uso principalmente de TDZ na indução da brotação, influenciou negativamente no crescimento em altura e diâmetro e no número de brotos durante as avaliações. Estudos feitos por Graça et al. (2001) constataram que o TDZ em concentrações muito inferiores as utilizadas neste experimento ($0,5 \text{ mg L}^{-1}$), promoveram a multiplicação das brotações de *E. dunnii*, aumentando também a calosidade, sendo portanto, detrimental para o desenvolvimento das brotações.

A falta de resposta por parte das brotações pode ter sido influenciada por fatores externos ou ambientais como temperatura, período do ano, idades de aplicação, espécie menos responsiva, vigor da planta, precipitação pluviométrica e etc. No ano de 2010, época de instalação do experimento, houve uma seca severa, comprometendo vários plantios florestais (Figuras 2 e 3).

Estes fatores podem interferir de forma significativa na elaboração dos metabólitos secundários (COSTA, 2010; LEÃO e SILVA, 2005; PASQUAL e PETRI, 1985; STEFANINI et al., 2002). Tais metabólitos poderiam inibir a atuação dos fitorreguladores como estimuladores de emissão de brotos. Embora não tenha havido respostas a campo até um ano, estudos feitos por Florentino et. al (2011) com uso de BAP em explantes de *Tectona grandis* cultivados “*in vitro*”,

verificaram que o desenvolvimento dos mesmos foi diretamente proporcional ao aumento da concentração do fitorreguador.

6.3.2 Nutrição mineral das brotações

Após a análise do desenvolvimento em altura, diâmetro e do número de brotos avaliou-se a interferência dos tratamentos nos teores dos macro e micronutrientes acumulados nas folhas de eucalipto (Tabela 13).

Tabela 13 - Teores foliares médios de N, P, K, Ca, Mg e S em brotações de um clone de *E. urophylla* x *E. grandis*, aos seis, doze e dezoito meses, nos diferentes tratamentos do experimento instalado em Brotas

Nº	Tratamentos Descrição	N			P			K		
		6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m
		g kg ⁻¹								
T2	Controle	22,6	17,8	12,9	1,3	0,9	0,7	8,7	5,6	5,0
T10	Calciocianamida	24,8	18,7	12,9	1,5	0,9	0,7	8,4	5,4	4,8
T11	TDZ	23,2	17,8	12,7	1,4	0,9	0,6	9,0	5,3	5,3
T12	Tiouréia	22,3	16,8	12,2	1,3	0,9	0,6	8,7	5,1	4,7
Média		23,2	17,7	12,7	1,4	0,9	0,7	8,7	5,3	4,9
Nº		Ca			Mg			S		
T2		4,0b	6,3	5,3	2,3b	2,3	2,3	1,3	0,7	0,6
T10		5,6a	6,1	5,5	3,1a	2,4	2,4	1,5	0,5	0,7
T11		4,6ab	6,7	4,9	2,6ab	2,4	2,2	1,4	0,7	0,7
T12		4,0b	6,4	5,2	2,4b	2,4	2,3	1,3	0,7	0,7
Média		4,5	6,4	5,2	2,6	2,4	2,3	1,4	0,7	0,6

Médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Em relação aos tratamentos testados, apenas o Ca e o Mg apresentaram efeito significativo quanto aos teores foliares das brotações. Ao se avaliar os teores de Ca e de Mg entre os tratamentos, verificou-se que apenas aos seis meses houve diferença, onde se verificou que os maiores teores encontraram-se nos tratamentos com adição de calciocianamida nas cepas. A tiouréia interferiu negativamente nos teores de Ca e Mg e o TDZ não apresentou diferença entre os demais fitorreguladores.

Não houve diferença entre os teores dos micronutrientes presentes nas folhas entre cada tratamento. Após a análise, chegou-se a conclusão de que o uso de fitorreguladores para indução da brotação não interferiu na absorção e acúmulo de micronutrientes nas folhas. No entanto, com relação aos micronutrientes, o uso de calciocianamida promoveu maior acúmulo destes nas folhas (Tabela 14).

Tabela 14 - Teores foliares médios de B, Cu, Fe, Mn e Zn em brotações de um clone de *E. urophylla* x *E. grandis*, aos seis, doze e dezoito meses, nos diferentes tratamentos do experimento instalado em Brotas

Nº	Tratamentos Descrição	B			Cu			Fe		
		6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m
		mg kg ⁻¹								
T2	Testemunha	51,8	32,0	36,7	7,6	3,7	2,3	60,1	80,4	202,5
T10	Calciocianamida	57,9	29,9	38,7	9,4	3,6	2,4	57,5	77,3	193,9
T11	TDZ	57,4	31,7	32,7	9,0	3,7	2,0	57,9	79,2	203,3
T12	Tiouréia	56,0	31,3	35,9	7,2	4,6	2,3	56,5	76,2	189,9
	Média	55,7	31,2	36,0	8,3	3,8	2,2	58,0	78,3	197,4
Nº		Mn			Zn					
T2		323,3	303,5	277,0	10,8	7,5	5,7			
T10		491,9	313,0	275,8	15,3	6,2	5,5			
T11		395,4	327,7	267,5	12,3	6,5	4,9			
T12		354,1	322,0	281,1	11,0	6,3	5,1			
	Média	391,2	316,6	275,3	12,3	6,6	5,3			

Médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A Tabela 15 contem os valores médios dos macronutrientes avaliados em brotações clonais de *E. urophylla* x *E. grandis* aos seis, doze e dezoito meses, instalados em Mogi Guaçu, SP.

Após as análises, constatou-se que tanto os macronutrientes avaliados na área experimental em Mogi Guaçu assim como os micronutrientes em Brotas não apresentaram efeito significativo entre estes e os fitorreguladores testados. A falta de efeito entre os tratamentos pode ter sido proveniente da ação dos fitorreguladores estudados, pois uma das funções destes é a regulação do estoque e da mobilização de materiais nutritivos (LARCHER, 2006). Essa propriedade dos fitorreguladores, ao detectar a deficiência deste no solo, promove na planta um melhor aproveitamento dos nutrientes redirecionando os mesmos para funções essenciais a sobrevivência e manutenção fisiológica da mesma.

Estudos feitos por Camili (2007) com uso de fitorreguladores na brotação demonstraram não haver efeito significativo sobre a fertilidade. Estes dados corroboram com os apresentados anteriormente, onde os produtos utilizados para quebra de dormência e indução de brotações clonais de *E. urophylla* x *E. grandis*, não apresentaram diferença entre si.

Tabela 15 - Teores foliares médios de N, P, K, Ca, Mg e S em brotações de um clone de *E. urophylla* x *E. grandis*, aos seis, doze e dezoito meses, nos diferentes tratamentos do experimento instalado em Mogi Guaçu

Tratamentos		N			P			K		
Nº	Descrição	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m
———— g kg ⁻¹ ————										
T2	Controle	22,4	17,9	15,6	1,4	0,9	0,9	7,9	4,9	6,3
T10	Calcicocianamida	21,9	18,9	17,4	1,3	0,9	0,8	7,8	5,5	5,8
T11	TDZ	21,5	18,1	17,7	1,4	1,0	0,8	8,4	5,2	5,8
T12	Tiouréia	22,0	18,9	16,8	1,4	0,9	0,8	7,8	5,1	5,9
Média		21,9	18,5	17,6	1,4	0,9	0,8	8,0	5,1	5,9
Nº		Ca			Mg			S		
T2		4,4	6,7	7,3	1,5	1,6	1,6	1,3	0,9	0,5
T10		4,8	6,9	8,0	1,5	1,5	1,5	1,1	0,8	0,6
T11		4,2	6,6	7,2	1,6	1,6	1,6	1,2	0,9	0,7
T12		4,5	6,5	7,7	1,6	1,5	1,6	1,2	0,8	0,6
Média		4,5	6,7	7,6	1,5	1,6	1,6	1,2	0,8	0,6

Médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Todos os micronutrientes apresentaram efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para os tratamentos testados, com exceção do Zn. Tanto o B aos seis, doze e dezoito, como o Cu aos seis e doze meses apresentaram os maiores teores foliares no tratamento com aplicação de TDZ sobre as cepas (Tabela 16).

A partir dos doze meses, o uso de fitorreguladores inibiu o acúmulo de Cu nas folhas. Os menores teores tanto para o B como para o Cu foram verificados após aplicação de tiouréia. O Mn por sua vez, apresentou maior acúmulo no tratamento sem aplicação de fitorreguladores enquanto que a aplicação de calcicocianamida reduziu os teores foliares.

Tabela 16 - Teores foliares médios de B, Cu, Fe, Mn e Zn em brotações de um clone de *E. urophylla* x *E. grandis*, aos seis, doze e dezoito meses, nos diferentes tratamentos do experimento instalado em Mogi Guaçu

Tratamentos		B			Cu			Fe		
Nº	Descrição	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m	6 m	12 m	18 m
—————mg kg ⁻¹ —————										
T2	Testemunha	35,1a	28,3b	17,6a	7,9b	4,3a	4,3a	54,4b	118,7	183,5
T10	Calciocianamida	34,1a	27,5b	16,8a	8,4ab	4,2a	4,2a	74,0ab	111,0	173,3
T11	TDZ	34,7a	35,7a	18,5a	9,3a	4,5a	4,2a	74,5ab	97,6	165,6
T12	Tiouréia	29,4b	27,5b	15,9b	8,6ab	4,1b	2,7b	88,0a	113,5	176,1
Média		33,3	29,7	17,2	8,5	4,3	3,9	72,7	110,2	174,6
Nº		Mn			Zn					
T2		396,0a	322,0a	324,5a	10,0	7,7	7,6			
T10		365,5b	261,6b	289,8b	9,8	7,6	7,2			
T11		388,7ab	271,7ab	294,6ab	10,5	8,5	7,1			
T12		376,3ab	262,4b	307,3ab	10,2	7,5	7,4			
Média		391,3	279,6	304,0	10,1	7,8	7,4			

Médias seguidas por mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O Zn foi o único micronutriente que não apresentou variação em seus teores entre o uso dos fitorreguladores e a testemunha. Mesmo com o aumento nos teores foliares de B e Cu com aplicação de TDZ na área experimental de Brotas, o uso de fitorreguladores para indução da brotação sobre as cepas de *E. urophylla* x *E. grandis* não proporcionou maior desenvolvimento em altura e diâmetro bem como no número de brotos.

7 CONCLUSÃO

Não houve resposta diferenciada entre os tratamentos com relação à sobrevivência e o vigor das brotações de cepas de Eucalyptus, apresentando sobrevivência superior a 90% aos seis meses de avaliação, não havendo, portanto corroboração com as hipóteses.

Em Brotas o desenvolvimento das brotações foi afetado negativamente tanto em altura como em diâmetro pela omissão de K e pela fertilização comercial, retratando deficiência deste nutriente nas formulações adotadas pela empresa.

Em Mogi Guaçu, houve interferência negativa do N e o P como já encontrado por outros autores o que corrobora com as hipóteses, porém verificou-se também a interferência do Cu de forma mais expressiva em relação ao N e o P. Esses efeitos foram verificados nas brotações apenas aos doze meses.

As hipóteses com relação ao uso de fitorreguladores não foram corroboradas.

A quantidade e vigor das brotações não foram alteradas em relação à testemunha, com o uso de fitorreguladores na cepa.

Não houve melhorias no desenvolvimento com as hipóteses quanto ao número e vigor das brotações com o uso de TDZ em relação aos demais fitorreguladores testados.

REFERÊNCIA

- ABNT. **Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)** em acordo com a NBR-14725. CB-10, 2º PROJETO ABNT, NBR 14725, JULHO: 2008. Disponível em: http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1220294487.pdf. Acesso em: 20 jan.2012.
- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**. 2011 ano base 2010 / ABRAF. – Brasília: 2011. 130p.
- ABREU, C.A.; LOPES, A.S.; SANTOS, G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R.F. et al., (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 645 – 736.
- ADKINS, S.W.; SIMPSON, G.M.; NAYLOR, J.M. The physiological basis of seed dormancy in *Avena fatua*. III. Action of nitrogenous compounds. **Physiologia Plantarum**, Wiley, v. 60, p.227-233, 1984.
- ALFENAS, A.C., ZAUZA, E A V., MAFIA, R G., ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442p.
- ALMEIDA, J. C. R. **Nutrição, crescimento, eficiência de uso de água e de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus grandis* fertilizados com potássio e sódio**. 2009. 112p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- ANDRADE, H. B.; BENEDETTI, V.; MADASCHI, J. C.; BERNARDO, V. Aumento da produtividade da segunda rotação de eucalipto em função do método de desbrota. **Série Técnica do IPEF**. Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 105-116, mai., 1997.
- ANDRADE, A.C.; MIRANDA, D.; FONSECA, D.S.Q.; SALGADO, L.T.; CECON, P.R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. Edição Especial, p.1643-1651, dez., 2003.
- APARÍCIO, P.S. Controle da matocompetição em plantios de dois clones de *Eucalyptus × urograndis* no Amapá. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 381-390, jul.-set, 2010.
- BARROS, N.F. BRAGA, J.M.; BRANDI, R.M.; DEFELIPO, B.V. Produção de eucalipto em solos de cerrado em resposta à aplicação de NPK e de B e Zn. **Revista Árvore**, Viçosa, v.5, n.1, p. 90 -103, 1981.
- BARROS, N.F.; TEIXEIRA, P.C.; TEIXEIRA, J.L. Nutrição e produtividade de povoamentos de eucalipto manejados por talhadia. UFV. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.30, p.79-88, abr. de 1997.
- BARROW, N.J. Reaction of anions and cations with variable-charge soils. **Advances in Agronomy**, v.38, p.183-230, 1985.

BHOJWANI, S.S.; RAZDAN, M.K. **Plant Tissue Culture: theory and practice**, a revised edition. Usevier, 1996. 767p.

BIZON, J.M.C. Manejo de brotações na Votorantim Celulose e Papel. In: XXXVII REUNIÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DO PROGRAMA DE SILVICULTURA E MANEJO. 2009. **Anais...** Piracicaba, SP. PTSM/IPEF, 2009. CD-ROM.

BRAGA, J.L.P. **Estabilidade fenotípica de clone de Eucalyptus urograndis, na fazenda Bom Jardim – Aparecida, SP**. 2008. 27p. Monografia (Engenheiro Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) – Campus Seropédica, Rio de Janeiro, 2008.

CACAU, F.V.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; LEITE, H.G.; ALVES, F.F.; SOUZA, F.C. Decepa de plantas jovens de Eucalipto e manejo de brotações, em um Sistema Agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.11, p.1457-1465, nov. 2008.

CALDAS, L.S.; HARADASAN, P.; FERREIRA, M.E. Meios nutritivos. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S. (Ed.). **Técnicas e Aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília: ABCTB/EMBRAPA - CNPH, 1990. p. 37-70.

CAMARGO, F.R.A; SILVA, C.R.; STAPE, J.L. Resultados experimentais da fase de emissão de brotação em Eucalyptus manejado por talhadia. **Série Técnica IPEF**. v. 11, n. 30, p. 115-122, mai., 1997.

CAMILI, E.C. **Ação de biorreguladores na brotação, produção e algumas características físico-químicas de uva do cultivar superior Seedless**. 2007. 220p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2007.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudas Florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 45p.

CARVALHO, R.I.N; BIASI, L.A.; ZANETTE, F.; SANTOS, J.M.; PEREIRA, G.P. Estádios de brotação de gemas de fruteiras de clima temperado para o teste biológico de avaliação de dormência. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 93-100, jan./mar. 2010.

CASTRO, P.R. ; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

CHAVES FILHO, J.T.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.199-204, jun. 2001.

COSTA, J.P.V.; BARROS, N.F.; BASTOS, A.L.; ALBUQUERQUE, A.W. Fluxo difusivo de potássio em solos sob diferentes níveis de umidade e de compactação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.1, p.56-62, 2009.

- COSTA, N.L. Bioestimulante como Fator de Produtividade da Cana-de-Açúcar. Disponível em: <http://www.clicnews.com.br/impresao.htm?117129>. Nov. 2010. Acesso em: 07 jan.2012.
- COUTO, L.; GOMES, J.M. Regeneração de povoamentos de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n.141, p.31-35, 1986.
- COUTO, H.T.Z.; MELLO, H.A.; SIMÕES, J.W.; VENCOVSKY, R. Condução da brotação de *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, Piracicaba, n.7, p.115-123, 1973.
- DANIEL, O. **Silvicultura Sustentável - Métodos e Práticas**. UFGD- FCA, DOURADOS. 2010. 180p.
- DAVIES, P. J. **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action**. 3rd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. 750p.
- DEDECEK, R.A.; GAVA J.L. Compactação do solo pela colheita de eucalipto: sua avaliação e efeito na produtividade da rebrota. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT EUCALYPTS=CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. v. 3. p. 63-68.
- DEDECEK, R.A.; GAVA, J.L. Influência da compactação do solo na produtividade da rebrota de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.383-390, 2005.
- DELATORRE, C.A.; BARROS, R.S.; VIEIRA, H.D. Germinação de sementes de *Stylosanthes humilis* em resposta a tiouréia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.9, n.1, p. 49-53, 1997.
- DEMATTÊ, J.A.M. **Levantamento semi-detalhado dos solos da Champion Papel e Celulose**. Mogi Guaçu: Champion Papel e Celulose, 2000. 85p.
- DENNIS, E.J. **Micronutrientes**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 124p.
- EVANS, J. *Plantation forestry in the clarendon press*, 1992. 403p.
- FAO. **Global forest resources assessment 2000 – Main report**. FAO Forestry paper. ISSN 0258-6150, 2000. 479 p. Disponível em: www.fao.org/forestry/fo/fra/main/index.jsp. Acesso em: 20 DEZ. 20012.
- FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. 186p.
- FARIA, G.E.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; LIMA, J.C.; TEIXEIRA, J.L. Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p.577-584, 2002.

FERRARI, M.P.; FERREIRA, C.A.; DA SILVA, H D. Condução de Plantios de *Eucalyptus* em Sistema de Talhadia. **Embrapa Florestas**, doc 104. Dez. 2004. Disponível em: Site: <http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc104.pdf> Acesso em: 17 out. 2011.

FLORENTINO, A.L.; FREITAG, A.S.; NERY, F.U.; GONÇALVES, A.N. Indução da brotação em *Tectona grandis* Linn f. in vitro com uso de 6-benzilaminopurina (BAP). SIICUSP – SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., 2011. Piracicaba., **Anais...**Piracicaba., de 21 a 25 nov.,2011.p1.

FRANSOZI, A.A.; BRONDANI, G.E.; VENDEMIATTI, A.; ROMANINI, J.R.; GONÇALVES, A.N. Ação de herbicida, inseticida e regulador de crescimento na indução de brotação em *E. urograndis*. **In:** SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 2010. Piracicaba, **Anais...** Piracicaba, 16 - 19 nov. 2010. p.1.

GAVA, J.L. Efeito da adubação potássica em plantios de *E. grandis* conduzidos em segunda rotação em solos com diferentes teores de potássio trocável. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 84-94, 1997.

GIROTTI, E. **Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquidos de suínos**. 2007. 121p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GOLDBACK, H.; THALER, C.; WÜNSCH, A. Decomposition of ¹⁴C- labelled cyanamide in *Vitis vinifera* cuttings. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v.133, n., p.299-303, 1988.

GOMES, S.S. **Predição da disponibilidade de nitrogênio e potencial de resposta à fertilização nitrogenada em plantações de eucalipto**. 2009. 80p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

GOMES, R.T. **Efeito do espaçamento no crescimento e relações hídricas de *Eucalyptus* spp. na região de cerrado de Minas Gerais**. 1994. 85p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

GONÇALVES, J.L.M. Fertilização de Plantação de Eucalipto. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 2., 2010. Campinas., **Anais...** Campinas 11-12 abril2011.p. 85-114.

GONÇALVES, J.L.M.; VAN RAIJ, B.; GONÇALVES, J.C. Florestais. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, Fundação IAC, 1997. p.245-260. (Boletim Técnico, 100).

GRAÇA, M.E C.; KALIL FILHO, A.N.; MEDEIROS, A.C.S.; TAVARES, F.R. Efeitos das citocininas benzilamino purina e thidiazuron, na multiplicação “in vitro” de Brotações de *eucalyptus dunnii* maid. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.43, p.107-112, jul./dez. 2001.

- GRAÇA, M.E.C; TOTH, V.B.R. Rebrotas de *Eucalyptus dunnii*: A influência da altura, diâmetro e procedência no vigor das brotações. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 20, p.49-57, jun. 1990.
- GRACIANO, C.; GOYA, J. F.; FRANGI, J. L.; GUIAMET, J. J. Fertilization with phosphorus increases soil nitrogen absorption in young plants of *Eucalyptus grandis*. **Forest Ecology and Management**, v.236, p.202-210. 2006.
- HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D.; POGGIANI, F.; FERREIRA, C.A. **Análise foliar de cinco espécies de eucaliptos**. Piracicaba: IPEF, v.13,p.99-116,1976.
- HERNANDEZ-NISTAL, J.; ALDASORO, J.; RODRIGUEZ, D.; MATILLA, A.; NICOLAS, B. Effect of thiourea on the ionic content and dark fixation of CO₂ in embryonic axes of *Cicer arietinum* seeds. **Physiologia Plantarum**, Wiley, USA, v.57p. 256-278, 1983.
- HIGA, R.C. ; STURION, J.A. Efeito do espaçamento na capacidade de brotação de *Eucalyptus viminalis*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 40, jan./jun. 2000. p.77-83.
- HIGA, R.C.V; STURION, J.A. Capacidade de brotação em subgêneros e espécies de *Eucalyptus*. Embrapa/CNPQ. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 23-30, mai, 1997.
- HIGA, R.C.V; STURION, J.A. Avaliação da brotação de treze espécies de *Eucalyptus* na região de Uberaba-MG. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 22/23, p.79-86, jan./dez. 1991.
- HONEYSETT, J.L.; BEADLE, C.L.; TURNBULL, C.R.A. Evapotranspiration and growth of two contrasting species of eucalyptus under non-limiting water availability. **Forest Ecology**, Amsterdã, v. 50, p.203-216, 1992.
- KABEYA, D.; SAKAI, S. The relative importance of carbohydrate and nitrogen for the resprouting ability of *Quercus crispula* seedlings. **Annals of Botany**, Oxford University Press, USA, v.96, p.479-488, 2005.
- KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 432p.
- KLEIN, J.E.M.; BORTOLAS, E.P.; ASSIS, T.F; PERRANDO, E. . Fatores operacionais que afetam a regeneração do *Eucalyptus* manejado por talhadia **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, Edição,v.º 30, Abril 1997.
- LAMPRECHT, H. Silvicultura nos trópicos. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. p.295-338.
- LEÃO, P.C.S; SILVA, E.E.G. Eficiência de cianamida hidrogenada, espalhante adesivo e torção de ramos para a quebra de dormência de gemas da videira cv. Itália no Vale do São Francisco. **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.172-177, 2005.

LELES, P.S.S. **Crescimento, alocação de biomassa e distribuição de nutrientes e uso de água em *E. camaldulenses* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos.** 1995. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

LEOPOLD, A.C.; KRIEDEMANN, P.E. - Plant growth and development. London:, McGraw Hill, . 1975 p.249-259

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:Princípios e Aplicações.** 2.ed.rev.atual. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. p. 76-77.

MALAVOLTA, E.; BOARETTO, A.E.; PAULINO, V.T. Micronutrientes – uma visão geral. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1988. Jaboticabal. **Anais...** JABOTICABAL:FACAV/UNESP; IAC; ANDA; POTAFOS; 1988. p.1-73.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds.** 4th ed. Oxford: Pergamon Press, 1984. 270p.

MATTHEWS, J.D. **Silvicultural systems.** Oxford: Clarendon Press, 1994. 283p.

MIRANDA, G.A. Produtividade de Povoamentos de Eucalipto em Regime de Talhadia, em função da Adubação Parcelada, no Vale do Jequitinhonha – MG. **Revista Árvore**, Viçosa – Minas Gerais, v. 22, n.1, p. 51-59, 1998.

MOK, M.C.; MOK, D.W.S.; ARMSTRONG, D.J.; SHUDO, K.; ISOGAI, Y.; OKAMOTO, T. Cytokinin activity of N- phenyl-N'-1,2,3-thiadiazol-5-ylurea (Thidiazuron). **Phytochemistry**, Philidelphia, v.21, n. 7, p. 1509-1511, 1982.

MORAES, M.H.; CARVALHO, A.M. de; ZIMBACK, C.R.L.; LIMA, S L. de. **Levantamento semidetalhado dos solos de parte do Horto Santa Fé - B.** Botucatu: FEPAF; FCA, 1993. 161p.

MORAES, M.H.; CARVALHO, A.M. de; ZIMBACK, C.R.L.; LIMA, S.L. de. **Levantamento semidetalhado dos solos do Horto Mogi Guaçu.** Botucatu: FEPAF; FCA, 1995. 293p.

MORI, E.S. Pomares de Sementes Florestais. **Série Técnica – IPEF**, Piracicaba, v.5, n.16, p. 1 – 27 Set. 1988.

MOURA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do eucalipto no Brasil.** São Paulo: SBS, 2000. 112p.

MROZ, G.D.; FREDERICK, D.J.; JURGENSEN, M.F. Site and fertilizer effects on northern hardwood stump sprouting. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 15, n.3, p.535-43, 1985.

NELSON, E.A.; DICKSON, R.E. Accumulation of food reserves in cottonwood stems during dormancy induction. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, 1981; 11 (1): 145- 154. <http://dx.doi.org/10.1139/x81-020>

- NUNES, F.N. **Crescimento e expressão gênica em clones de eucalipto influenciados pelo boro e déficit hídrico**. 2010. 65p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- OKADO, K. **Adubação com N, P₂O₅ e K₂O apenas em cobertura no crescimento de Eucalyptus urograndis, na região do Pontal do Paranapanema- SP**. 2010. 35p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, Presidente Prudente, 2010.
- OLIVEIRA, R.H.; ROSOLÉM, C.A.; TRIGUEIRO, R.M. Importância do fluxo de massa e difusão no suprimento de potássio ao algodoeiro como variável de água e potássio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.28, p.439-445, 2004.
- OLIVEIRA, C.H.R. **Decepa de plantas jovens de clone de Eucalipto e Condução da Brotação em um Sistema Agroflorestal**. 2006. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- OMRAN, R.G. Peroxide levels and the activities of catalase, peroxidase, and indoleacetic acid oxidase during and after chilling of cucumber seedlings. **Plant Physiology**, Lancaster, v.65, p. 407-408, 1980.
- ORIONI, C. Manejo de brotações na Conpacel. In: XXXVII REUNIÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DO PROGRAMA DE SILVICULTURA E MANEJO. 2009. **Anais...** Piracicaba, SP. PTSM/IPEF, 2009. CD-ROM.
- PANCEL, L. **Tropical forestry handbook**. New York: Springer-Verlag, 1993. v.1-2. 1738p..
- PAULA NETO, F.; PEREIRA, A. R.; BRANDI, R. M.; PAIVA, H.N. Fatores que influenciam no desenvolvimento de brotações em povoamentos de eucaliptos. **Revista Árvore**, Viçosa, 1982; 6 (2): 133-139.
- PASQUAL, M.; PETRI, J. L. Quebra de dormência de fruteiras de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 124, p. 56-62, 1985.
- PAULA, R. N. Condução de rebrota em eucaliptos em segunda rotação. In: IV semana de atualização para Técnicos Florestais, 2010. **Anais...** Viçosa, MG. DEF-UFV, 2010. 1 CD-ROM.
- PEREIRA, F.C.M. **Métodos de controle de plantas daninhas e níveis de adubação de cobertura na cultura do eucalipto**. 2012. 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2012.
- PERUSSI, G.P.G. **Quebra de dormência de macieira com uso de alho em Guarapuava – PR**. 2009. 60p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná, 2009.

PETRI, J.L.; ARGENTA, L.C.; SUZUKI, A. Efeitos do thidiazuron no tamanho e desenvolvimento dos frutos da macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.2, p.127-134, 1992.

PETRI, J.L.; SCHUCK, E.; LEITE, G.B. Efeito do Thidiazuron (TDZ) na frutificação de fruteiras de clima temperado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP. v. 23, n.3, p. 513-517, Dec. 2001.

PHILLIPS, I. D. J. - Apical dominance. In: WILKINS, M.B - **Physiology of plant growth and development**, London, McGraw Hill, 1969.

PROE, M.F.; GRIFFITHS, J.H.; CRAIG, J. Effects of spacing, species and coppicing on leaf area, light interception and photosynthesis in short rotation forestry. **Biomass e Bioenergy**, Amsterdã. v. 23, p. 315-326, 2002.

PULITO, A.P. **Resposta à fertilização nitrogenada e estoque de nitrogênio biodisponível em solos usados para plantações de *Eucalyptus***. 2009. 59p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RAIJ, B. VAN. **Avaliação da fertilidade do solo**. Instituto de Potassa e Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, Piracicaba, 1981. 142 p.

RAYMOND C. A.; MUNERI A. Effect of fertilizer on wood properties of *Eucalyptus globulus*. **Canadian Journal of Forest Research**. Ottawa. v.30, n. 1;p. 136-144,2000.

REDDY, A.S.N. Calcium: silver bullet in signaling. **Plant Science**, Amsterdã, v.160, p.381- 404, 2001.

REIS, M.G.F.; KIMMINS, J.P. Importância do sistema radicular no crescimento inicial de brotos de *Eucalyptus spp*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.10, n.2, p. 196-201, 1986.

REIS, M.G.F.; BARROS, N.F.; KIMMINS, J.P. Acúmulo de nutrientes em uma sequencia de idade de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex - Maiden) plantado no cerrado, em duas áreas com diferentes produtividades, em Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.11, p.1-15, 1987.

REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas. UFV. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 9-22, mai, 1997.

REZENDE, G.C.; SUITER FILHO, W.; MENDES, C.J. Regeneração dos maciços florestais da Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara. **Boletim Técnico SIF**, Viçosa, n.1, p.24, 1980.

RIBEIRO, F. de A.; MACEDO, P.R. de O.; MENDES, C.J.; FILHO, W.S. PROJETO: “**Segunda rotação de eucaliptos**”. Cia . Agrícola e Florestal Santa Bárbara. Belo Horizontes – MG. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.11, p.23-29, Jun.1987.

RIBEIRO, C.S.N.; SILVA, H.; SANTOS, J.W. dos; CARVALHO, J.M.F.C. Efeito do thidiazuron na micropropagação *in vitro* de dois genótipos de mamona via organogênese. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n.4, p. 366-371. 2006.

ROCHA, D. Projeto: “Resultados parciais dos experimentos de manejo da brotação de *Eucalyptus spp.* da Acesita Energética na região do Vale do Jequitinhonha”. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.11, p.33-39, Jun. 1987.

ROCHA, G.N.; GONÇALVES, J.L.M.; MOURA, I.M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.28, n.4, p.623-639, 2004.

ROMERO, R.R. **Resposta fisiológica de plantas de *Eucalyptus grandis* à adubação com potássio ou sódio**. 2008. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SALGADO, S.M.L.; CUNHA, R.L.; NIELLA, G.R.; TEIXEIRA, H.; PASQUAL, M. Efeito da utilização de TDZ e Benomyl na micropropagação do crisântemo (*Dendranthema morifolium*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.2, p.274-280, mar./abr., 2001.

SCATOLINI, F.M.; FIRME, D.J.; GARCIA, C.H.; GOMES, F.P.; CAMARGO, F.R.A. Parcelamento da adubação potássica em *E. grandis* em áreas de reforma da Votorantim celulose e papel S.A. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Lindóia. **Solo-Suelo 96**: Anais eletrônicos... Piracicaba: SBCS; SLCS, 1996. 1 CD-ROOM.

SENGIK, E.S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2003. Disponível em <http://www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf> Acesso em: 20fev. 2013.

SHARMA, R.P. Production potential and other crop characters of the first generation coppice of *Eucalyptus* hybrid. **Indian Forester**, Uttarakhand, Índia, v.105, n.2, p. 89-100, 1979.

SHIMIZU, J.Y. Aspectos da atividade florestal e de pesquisas correlatas na Austrália e Páua Nova. **Brasil Florestal**, Brasília, v.9, n.36, p.42 - 57. 1978.

SHULMAN, Y. NIR, G.; LAVEE, S. Oxidative processes in bud dormancy and the use of hydrogen cyanamide in breaking dormancy. **Acta Horticulture**, Leuven, v.179, p.141- 148, 1986.

SILVA, A.P. **Estudo do comportamento da brotação de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex. Maiden a nível de progênies de polinização livre**. 1983. 77p. Tese (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.

SILVA, I.R.; SÁ MENDONÇA, E. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. n. 1, p. 275 – 374.

SILVEIRA, R.L.V.A.; GAVA, J.L.; MALAVOLTA, E. Efeito da omissão de macronutrientes, boro e zinco na rebrota do *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26. 1999. **Anais...**Rio de Janeiro, RJ. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 1 CD-ROM.

SIMÕES, J.W. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento**. Brasília: IBDF, 1981. 131p.

SOARES, M.A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho (*Zea mays* L.)**. 2003. 112p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

SODRÉ, F.F.; LENZI, E.; COSTA, A.C. Utilização de modelos físico-químicos de adsorção no estudo do comportamento do cobre em solos argilosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 324-330, 2001.

SOUZA, F. C.; DOS REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; ALVES, F. F.; FARIA, R. S.; PEREIRA, M. M. Sobrevivência e Diâmetro de Plantas Intactas e Brotações de Clones de Eucalipto. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, 2012; 19(1):44-54.

SPARKS, D.L. **Environmental soil chemistry**. San Diego: Academic Press, 1995. 267p.

STAPE, J.L. Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais da talhadia simples em *Eucalyptus*. **Série Técnica IPEF.**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 51-62, mai., 1997.

STEFANINI, M.B.; RODRIGUES, S.D.; MING, L.C. Ação de fitorreguladores no crescimento da erva-cidreira-brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 18-23, mar. 2002.

STEFANUTO, V.A. **Efeito do cálcio na homeostase de brotações de um clone de *Eucalyptus grandis* hill (ex Maiden) sob condições de deficiência hídrica induzida *in vitro***. 2002. 65p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação Vegetal**. Santa Maria: Ed. UFSM, 198 p. 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. SANTARÉM, E.R.; ASTARITA, L.V.; DILLENBURG, L.R.; ROSA, L.M.G.; OLIVEIRA, P.L. (Trad.). Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

TAVARES, A.R. **Avaliação nutricional de *Zea mays* L. e *Crotalaria juncea* L. sob o efeito de reguladores vegetais**. 1996. 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TEIXEIRA, P.C.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. de; NEVES, J.C.L.; TEIXEIRA, J.L. *Eucalyptus urophylla* root growth, stem sprouting and nutrient supply from the roots and soil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.160, p.263-271, 2002.

TERRA, M.M.; Pires, E.J.P.; POMMER, C.V.; BOTELHO, R. V. Comportamento de porta-enxertos para o cultivar de mesa Niagara Rosada em Jundiaí, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987. Campinas. **Anais...** Campinas: SBF, 1988. v. 2, p. 721-725.

TEWARI, S.K.; KATIYAR, R.S.; BALAK RAM, P.N.M. Effect of age and season of harvesting on the growth, coppicing characteristics and biomass productivity of *Leucaena leucocephala* and *Vitex negundo*. **Biomass and Bioenergy**, Philadelphia v.26, p.229-234, 2004.

TUFFI SANTOS, L.D.; FERREIRA, F.A.; BARROS, N.F.; SIQUEIRA, C.H.; SANTOS, I.C.; MACHADO, A.F.L. Exsudação radicular do glyphosate por *Brachiaria decumbens* e seus efeitos em plantas de eucalipto e na respiração microbiana do solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p.143- 152, jan. 2005.

VALLE, M.L.A. Propriedades da madeira de eucalipto de primeira e segunda rotação, visando a utilização como madeira preservada. 2009. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciên, Fisiologia ias Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

VEZZANI, F.M.; TEDESCO, M.J.; BARROS, N.F. Alterações dos nutrientes no solo e nas plantas em consórcio de Eucalipto e Acácia Negra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Minas Gerais, v.25, p.225-231, 2001.

YAMADA, T. **Potássio**: funções na planta, dinâmica no solo, adubos e adubação potássica. Uberlândia: UFU, 1995. Notas de Aula.

WALTERS, J.R.; BELL, T.L.; READ, S. Intraspecific variation in carbohydrate reserves and sprouting ability in *Eucalyptus obliqua* seedlings. **Australian Journal of Botany**, Washington, DC, v.53, n.3, p.195-203, 2005.

ZAVITKOVSKI, J. Juvenile coppice growth and production of several hybrid poplars in Northern Wisconsin. In: **North am. poplar council meeting**, Rhinelader, Wisconsin, July 20-22, 1982. Proceedings. Manhattan, Kansas State, University, 1982.