

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

CRESCIMENTO INICIAL DE EUCALYPTUS UROGRANDIS COM DIFERENTES
FONTES E FORMAS DE ADUBAÇÃO DE PLANTIO, EM ALÉM PARAÍBA - MG

MARCELO ANGELO FERREIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Sérgio dos Santos Leles

SEROPÉDICA - RJ
MARÇO - 2007

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

CRESCIMENTO INICIAL DE EUCALYPTUS UROGRANDIS COM DIFERENTES
FONTES E FORMAS DE ADUBAÇÃO DE PLANTIO, EM ALÉM PARAÍBA - MG

MARCELO ANGELO FERREIRA

Monografia apresentada ao Instituto de
Florestas da Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, como parte
dos requisitos para obtenção do título
de Engenheiro Florestal

Aprovada em 19 de março de 2007

Banca Examinadora:

Prof. Paulo Sérgio dos Santos Leles - UFRRJ
Orientador

Prof. Sílvio Nolasco de Oliveira Neto - UFRRJ

Prof. Everaldo Zonta - UFRRJ

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar a oportunidade de viver com saúde, iluminando sempre meu caminho com força e discernimento nos momentos de dificuldade e de alegria.

Aos meus pais, que são as pessoas mais importantes da minha vida, e responsáveis por construir a pessoa que sou hoje, compartilhando comigo os momentos de alegria e tristeza, oferecendo suporte para transpor os obstáculos até aqui enfrentados.

Aos meus irmãos, Iô (Márcio) e Conim (Marccone), por representarem juntos com meus pais a importância e o sentido da família.

À UFRRJ, por propiciar aprendizado, experiências e convivências inesquecíveis nestes últimos anos.

Aos Professores Paulo Sérgio e Sílvio Nolasco, pela acolhida no LAPER, orientação e amizade, que tiveram e tem comigo, contribuindo em muito na minha formação pessoal e profissional.

Ao Professor Everaldo Zonta pela atenção e ajuda durante a realização deste trabalho.

Ao Projeto Fazenda Cachoeirão (convênio Fazenda Cachoeirão / FAPUR - UFRRJ), por conceder a oportunidade de experimentação deste trabalho, dando suporte logístico e financeiro para a realização do mesmo, além de concessão da bolsa.

À Fabiana, pela amizade, companheirismo, paciência e carinho, dizendo sempre no momento certo as palavras que precisava ouvir, sendo elas elogios ou críticas.

Aos demais Professores do Instituto de Florestas pelo conhecimento profissional e experiências repassadas que sempre dispuseram-se.

Aos colegas do LAPER, especialmente ao Rodolfo e ao Rodrigo pela ajuda nos trabalhos de campo e pelo companheirismo deles e dos outros no dia a dia vivenciado no laboratório.

Ao Laboratório de Análises químicas de solos, plantas e resíduos do Departamento de fertilidade do Instituto de Agronomia desta Universidade e todos os funcionários e professores que me atenderam com muito zelo.

Aos amigos Evandro e Hérlon, por aprender com vocês a ter mais paciência e garra na vida e em seus acontecimentos.

Á todos outros amigos que não foram citados aqui, mas que de alguma forma contribuíram para minha formação pessoal e profissional.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1 Caracterização da área de estudo.....	8
3.2 O experimento.....	9
3.3 Avaliação e análise de dados.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5. CONCLUSÕES.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
7. ANEXOS.....	31

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo definir a melhor fonte e forma de aplicação de fósforo, usando formas de adubos normalmente encontradas no mercado, para o crescimento de *Eucalyptus urograndis*, em solo com deficiência de fósforo, em Além Paraíba, MG. O experimento foi conduzido no terço médio da paisagem em uma pastagem degradada composta basicamente por *Brachiária* sp. Adotou-se o cultivo mínimo e a análise de solo revelou traço de P em torno de um. Os tratamentos consistiram de diferentes formas de adubo e época de aplicação da dose de 40 g de P_2O_5 / cova, sendo T1: testemunha; T2: N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio; T3: N-P-K (06-30-06) aplicado na cova 20 dias após o plantio; T4: 40% como fosfato de Araxá no fundo da cova e 60% de N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio; T5: N-P-K (04-30-04) + 0,4% Zn misturado no preparo da cova para o plantio, sendo 18% de P_2O_5 solúvel em água e 12% solúvel em ácido cítrico. Como manutenção, realizou-se coroamento aos 3 e 6 meses após o plantio e adubação de cobertura com 70 g de N-P-K (20-05-20), logo após o 1º coroamento. Foram realizadas avaliações de altura e diâmetro ao nível do solo (DNS) a cada dois meses após o plantio, até os 12 meses, exceto para o DNS que foi medido a partir do quarto mês após o plantio. Para determinação da biomassa dos componentes das plantas escolheram-se três árvores de altura e diâmetros médios, aos

10 meses após o plantio, e determinou-se a porcentagem de macronutrientes presentes nas folhas. Verificou-se que houve tendência de maior crescimento das plantas no tratamento que recebeu a adubação 20 dias após o plantio (T3). Neste tratamento, aos 6 meses após o plantio, as plantas apresentaram valores de altura e diâmetro e peso de raízes grossas, finas e médias significativamente superior aos demais tratamentos, bem como valores da relação biomassa da parte aérea : biomassa do sistema radicular. As plantas dos tratamentos T2, T4 e T5 apresentaram comportamento de crescimento intermediário e similar entre si. Não houve diferenças significativas da concentração de N e K nas folhas das plantas dos diferentes tratamentos de adubação. Para P, as plantas dos tratamentos T2 e T4 apresentaram valores significativamente superiores aos dos demais tratamentos. As plantas do tratamento T1 (testemunha) apresentaram as menores médias de crescimento em todas as avaliações, bem como menor concentração de P nas folhas. Conclui-se, que até a idade de 10 meses após o plantio, tecnicamente, o tratamento que proporcionou o melhor crescimento às plantas foi adubação com N-P-K (06-30-06) aos 20 dias após o plantio das mudas.

ABSTRACT

This work had as objective to define the best source and form of match application, usually using forms of fertilizers found in the market, for the growth of *Eucalyptus urograndis*, in soil with match deficiency, in Além Paraíba, MG. The experiment was driven in the medium third of the landscape in a degraded pasture areas composed basically by *Brachiária* sp. The minimum cultivation was adopted and the soil analysis revealed line of P around one. The treatments consisted of different fertilizer forms and time of application of the dose of 40 g of P₂O₅ / hole, being T1: witness; T2: N-P-K (06-30-06) mixed in I prepare it of the hole for the plantation; T3: N-P-K (06-30-06) applied in the hole 20 days after the plantation; T4: 40% as phosphate of Araxá in the fund of the hole and 60% of N-P-K (06-30-06) mixed in I prepare it of the hole for the plantation; T5: N-P-K (04-30-04) + 0,4% Zn mixed in I prepare it of the hole for the plantation, being soluble 18% of P₂O₅ in water and 12% soluble in citric acid. As maintenance, took place crowning to the 3 and 6 months after the plantation and covering fertilization with 70 g of N-P-K (20-05-20), soon after the 1st crowning. Height evaluations and diameter were accomplished at the level of the soil (DLS) to every two months after the plantation, until the 12 months, except for DLS that was measured starting from the fourth

month after the plantation. For determination of the biomass of the components of the plants they were chosen three height trees and medium diameters, to the 10 months after the plantation, and the percentage of present macronutrients was determined in the leaves. It was verified that there was tendency of larger growth of the plants in the treatment that received the fertilization 20 days after the plantation (T3). In this treatment, to the 6 months after the plantation, the plants presented values of height height and diameter and weight of thick, fine rootses and averages significantly superior to the other treatments, as well as you value of the relationship biomass of the aerial part: biomass of the root system. The plants of the treatments T2, T4 and T5 presented behavior of intermediary and similar growth to each other. There were not significant differences of the concentration of N and K in the leaves of the plants of the different fertilization treatments. For P, the plants of the treatments T2 and T4 presented values significantly superiors to the of the other treatments. The plants of the treatment T1 (he/she testifies) they presented the smallest growth averages in all the evaluations, as well as smaller concentration of P in the leaves. It is ended, that until the age of 10 months after the plantation, technically, the treatment that provided the best growth to the plants it was fertilization with N-P-K (06-30-06) to the 20 days after the mute persons plantation.

CRESCIMENTO INICIAL DE EUCALYPTUS UROGRANDIS COM DIFERENTES FONTES E FORMAS DE ADUBAÇÃO DE PLANTIO, EM ALÉM PARAÍBA - MG

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de madeira de eucalipto do mundo. Segundo dados da Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS, 2006), dos 5,5 milhões de hectares de plantações florestais existentes no país, em torno de 80% são de eucalipto, sendo que destas 31% destinam-se ao setor de celulose e papel; 24% ao setor de siderurgia a carvão vegetal; 20% ao setor de madeira processada mecanicamente e 25% a produtores independentes.

Com a crescente demanda por madeira de eucalipto, conforme constantemente anunciado pelos meios de comunicação ligados ao setor florestal, alguns programas de empresas privadas do setor florestal e de órgãos governamentais têm incentivado o plantio de eucalipto em pequenas e médias propriedades rurais, em ações denominadas fomento florestal. Em geral, estes programas enfocam que as áreas da propriedade com menor aptidão para agricultura ou pecuária devem ser utilizadas para o cultivo do eucalipto.

As áreas das propriedades rurais destinadas à implantação de eucalipto, normalmente, são consideradas "marginais" e pobres em nutrientes, principalmente P, e, em determinados locais, também, em K, Ca e Mg. Considerando a baixa

fertilidade dos solos e o alto requerimento de P na fase inicial de crescimento do eucalipto (NOVAIS et al., 1982), a aplicação de P tem sido essencial para o crescimento e obtenção de produtividades satisfatórias das plantações. Segundo MALAVOLTA (1980), o P é um nutriente de mobilidade relativamente baixa no solo, por isso deva ser colocado numa posição que garanta o acesso e sua absorção pelas raízes da planta. SILVEIRA e GAVA (2003) mencionam que para se aumentar a eficiência da adubação fosfatada, é importante que algumas medidas sejam tomadas, tais como selecionar genótipos mais eficientes na absorção e utilização do fósforo; determinar a dose adequada e econômica em função do tipo de solo; estabelecer a melhor fonte de fósforo em função dos aspectos técnicos e econômicos, e, determinar a melhor forma e época de aplicação do adubo fosfatado nos plantios florestais.

Dada a baixa mobilidade de P no solo, os estudos do efeito de fontes de P e de sua localização em relação à planta tem grande significado prático, principalmente em solos com deficiência deste elemento. BARROS et al. (1990) mencionam que a aplicação de adubo fosfatado tem sido realizada na cova, ou no sulco de plantio, para tentar reduzir a área de contato solo-fertilizante e, conseqüentemente, a adsorção de fosfato pelo solo, o que levará a uma maior disponibilidade do nutriente para planta. REZENDE et al. (1982) e LEAL et al. (1988) evidenciam que os fosfatos naturais aplicados como a

única fonte de P na implantação de povoamentos com eucalipto têm mostrado pouco compensadores economicamente, devido à pouca disponibilidade de P para as plantas. Trabalho de Gava (1997) citado por SILVEIRA e GAVA (2003), comparou a eficiência do fosfato natural reativo e de superfosfato simples, em uma mesma dose de P_2O_5 , em Latossolo Vermelho Amarelo de textura argilosa. Os resultados mostraram que, aos 9 meses após o plantio, as plantas que obtiveram melhor crescimento em altura foram as que receberam apenas superfosfato simples, em relação àquelas que receberam superfosfato simples e fosfato reativo e as do tratamento com apenas fosfato reativo.

Este trabalho tem como objetivo definir a melhor fonte e forma de aplicação de P_2O_5 , usando formas de adubos normalmente encontradas no mercado, para o crescimento de *Eucalyptus urograndis*, em solo com deficiência de fósforo, em Além Paraíba, MG.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo BARROS et al. (1990), a efetividade da adubação depende de uma série de fatores tais como a identificação de locais onde haja potencial para que a espécie florestal responda a adubação; a seleção das fontes de nutrientes com base nas características do solo e do clima; a aplicação do fertilizante na forma, modo e época que concorram para a maximização das respostas das plantas; e condições para um retorno econômico satisfatório.

BARROS et al. (1981) testando diferentes tratamentos com combinação de NPK, usando três doses de N (0, 16, e 32 g de N / cova); quatro doses de P (0, 10, 40 e 60 g de P₂O₅ / cova) e três doses de K (0, 16 e 32 g de K₂O / cova) no crescimento de *E. grandis*, na região de Bom Despacho - MG, constataram que, aos 4,5 anos após o plantio, que os menores valores médios de altura e volume (m³/ha) foram observadas no tratamento testemunha e naquele com ausência de P na formulação NPK. Verificaram também, que não houve diferenças estatísticas nos tratamentos com variações de N e K, evidenciando, segundo os autores, que o P foi o fator mais limitante e que para os outros dois nutrientes não aconteceu resposta das plantas, neste ambiente. Neste mesmo trabalho, avaliando os mesmos tratamentos com combinação de NPK, utilizando *E. saligna* no Município de Itamarandiba - MG, verificou-se também, que as

plantas do tratamento testemunha e com ausência apenas de P foram as de crescimento em altura e diâmetro significativamente inferior. Neste local, diferentemente de Bom Despacho, quanto mais completa a adubação, maior foi o crescimento das plantas. Os autores dizem que a maior resposta em Itamarandiba é devido ao solo deste local ser de pior qualidade em relação a Bom Despacho, além de uma menor precipitação e distribuição das chuvas de maneira mais irregular.

REZENDE et al. (1982), avaliaram o efeito de diferentes tratamentos de adubação de plantio, envolvendo três doses de fosfato natural - FN (0, 1 e 2 ton / ha); três doses de NPK 10-26-06 (0, 75 e 150 g / cova) em Bom Despacho (sítio de melhor qualidade) e Carbonita (sítio de pior qualidade) em Minas gerais, sobre o crescimento de *Eucalyptus grandis*, aos 26 meses após o plantio. Constataram, para ambos os locais, que a aplicação de duas toneladas de FN / ha + 150 g / cova e com a mesma dose de FN + 75 g/cova de NPK foram os que apresentaram plantas com valores médios de altura e diâmetro significativamente superiores às plantas dos demais tratamentos, mas não diferindo entre si. Isto evidencia que a diferença de dose de 75 g de NPK não influenciou o crescimento, havendo "desperdício de adubo". Nos tratamentos com apenas fosfato natural, os valores médios de altura e

diâmetro foram estatisticamente iguais às plantas do tratamento testemunha em Bom Despacho.

Já em Carbonita, as plantas do tratamento testemunha apresentaram valores significativamente inferiores às dos tratamentos com aplicação de fofato natural, que não diferiram entre si. A fim de verificar o efeito das doses de fofato natural com a presença de 150 g do NPK, os autores, para ambos os locais, constataram que no tratamento que não foi aplicado fofato natural o crescimento foi inferior aos outros dois tratamentos, e entre estes não houve diferenças significativas do crescimento das plantas. Verificaram, também, que em Carbonita, local de pior qualidade, as respostas entre os tratamentos extremos de adubação foram maiores do que em Bom Despacho. Com base nestes resultados os autores mostraram a importância o uso da adubação de "arranque", para que o estabelecimento das plantas ocorra o mais rápido possível e que a adubação com uma tonelada de fofato natural + 150 g de NPK, provavelmente, é a mais interessante do ponto de vista econômico. Avaliando experimento semelhante, com os mesmos tratamentos, no Município de Martinho Campos - MG, CHICHORRO et al. (1994) observaram, aos 6 anos após o plantio, que os tratamentos com aplicação de fofato natural (1 e 2 ton / ha) + 150 ou 75 g / cova de NPK foram os tratamentos que apresentaram volume de madeira (st / ha) significativamente superior aos demais

tratamentos, no entanto não diferindo entre si e que o tratamento onde aplicou apenas 150 de NPK foi superior apenas ao tratamento testemunha. Os autores deste último trabalho, também verificaram que o tratamento com 2 ton / ha de fosfato natural + 75 g / planta de NPK mostrou-se o mais indicado economicamente.

REIS et al. (1985), avaliando o acúmulo de biomassa de *E. grandis* em uma seqüência de idade, nos Municípios de Bom Despacho (sítio de melhor qualidade) e Carbonita (sítio de pior qualidade) observaram um rápido incremento inicial do caule nas idades de 15 meses em Bom Despacho (sítio melhor) com 275 kg / ha / mês e 21 meses em Carbonita (sítio pior) com 268 kg/ ha / mês. Este crescimento se intensificou a partir destas idades e atingiram 725 e 421 kg/ ha / mês, quando as plantas chegaram aos 26 e 32 meses em Bom Despacho e Carbonita , respectivamente. Os autores constataram que a diferença de crescimento entre os dois locais intensificou-se com o avanço da idade, em função da redução do efeito da fertilização já nos dois primeiros anos após o plantio. Comparando a biomassa dos componentes na idade 73 meses em Bom Despacho e 67 meses em Carbonita, os autores observaram que a distribuição da biomassa entre os componentes da árvore varia com a qualidade do local, exceto para copa e casca. Constataram, também, maior produção de raízes no solo mais pobre. Trabalho de REIS et al. (1987), no mesmo local e condições do experimento de REIS

et al. (1985), determinou acúmulo de nutrientes semelhante ao acúmulo de biomassa dos componentes das árvores de *Eucalyptus grandis* e verificaram que no sítio melhor (Bom Despacho), o N na madeira, P e K na casca e Mg nos galhos e raízes grossas continuam sendo acumulados aos 73 meses de idade. Em Carbonita, pior sítio, observou-se redução na quantidade dos nutrientes por unidade de biomassa entre 32 e 42 meses para os nutrientes: K, Ca e Mg na casca, K e Mg na madeira, Ca e Mg na copa, e P, K, e Mg nas raízes. Os autores observaram que a redução na concentração de elementos móveis como o P, K e Mg, com a idade são, provavelmente, devido à ciclagem interna de nutrientes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Cachoeirão, localizada no Município de Além Paraíba, Estado de Minas Gerais (Figura 1). A precipitação média anual da região é de 1.390 mm, com período seco compreendido entre os meses de junho a setembro (www.simerj.com). A Fazenda Cachoeirão encontra-se na faixa de latitude 21° 55' e longitude 42° 54', com altitude média de 350 m.

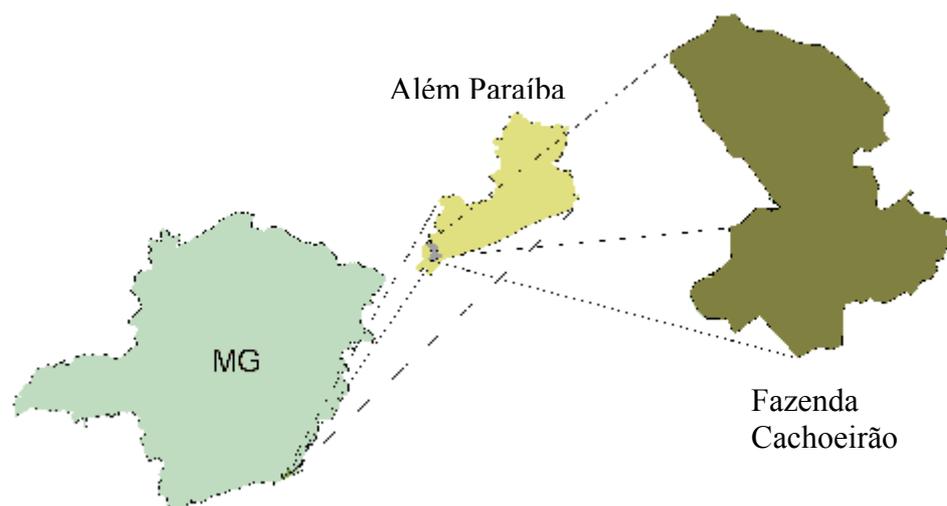


Figura 1: Localização geográfica do Município de Além Paraíba, no Estado de Minas Gerais, onde está localizada a Fazenda Cachoeirão.

A topografia da região é acidentada com relevo forte ondulado e montanhoso. A utilização anterior da área do local do experimento era de pastagem com Braquiária. A análise química do solo da área de estudo encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados da análise química do solo na área experimental, na Fazenda Cachoeirão, em Além Paraíba, MG

Profund. (cm)	pH ¹ (em H ₂ O)	P ² mg / dm ³	K ²	Ca ³	Mg ³	H+Al ³	Al ³	S	V	Corg	Textura
				-----Cmol _c / dm ³ -----				-----%-----			
0-20	4,5	1	20	0,4	0,3	0,5	0,2	0,65	62	1,20	Argilosa
20-40	4,3	1	10	0,3	0,2	0,3	0,1	0,59	57	1,15	Argilosa

¹pH em água relação 1:2,5; ²extrator Mehlich-1; ³extrator de KCl 1,0 N.

3.2 O experimento

Foi utilizado o híbrido *Eucalyptus urograndis*. O experimento foi constituído por cinco tratamentos, sendo que quatro receberam adubação com a aplicação de 40 gramas de P₂O₅

por cova, em diferentes formas de adubos e época de aplicação, mais o tratamento testemunha absoluta, que não recebeu adubação. A descrição dos tratamentos encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2: Descrição dos tratamentos de adubação de plantio de *Eucalyptus urograndis*, na Fazenda Cachoeirão, em Além Paraíba, MG

Denominação	Descrição do tratamento
T1	Testemunha;
T2*	N-P-K (06-30-06); misturado no preparo da cova para o plantio;
T3*	N-P-K (06-30-06); aplicado na cova 20 dias após o plantio em duas covetas de 10 cm de profundidade, a 5 cm da planta;
T4*	40% da dose na forma de fosfato de Araxá no fundo da cova e 60% na forma de N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio;
T5*	N-P-K (04-30-04) + 0,4% Zn misturado no preparo da cova para o plantio - 18% de P ₂ O ₅ solúvel em água e 12% solúvel em ácido cítrico.

* dose de 40 g de P₂O₅ por cova.

O experimento foi instalado no terço médio da paisagem, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, com três repetições, constituindo, assim, 15 unidades amostrais de 24 covas de plantio. O croqui esquemático do experimento no campo é mostrado na Figura 2.

A implantação do experimento ocorreu juntamente com a implantação do povoamento de eucalipto na Fazenda Cachoeirão. As mudas de *Eucalyptus urograndis* foram adquiridas da empresa Aracruz Celulose S.A. Inicialmente, foram marcadas o local das covas, obedecendo-se o espaçamento de plantio de 3 x 2 m e coroamento com aplicação de herbicida com princípio ativo

Glifosato em volta do local das covas. Após 5 dias, foram abertas covas com dimensões 30 x 30 x 30 cm e aplicados os tratamentos, conforme descrição da Tabela 2, sendo o plantio realizado em dezembro de 2004.

Terço superior

T5	T1	T3	T4	T2	Bloco III
T1	T3	T5	T2	T4	Bloco II
T4	T1	T2	T3	T5	Bloco I

Terço inferior

Figura 2: Croqui esquemático do experimento de adubação de plantio de *Eucalyptus urograndis* na Fazenda Cachoeirão, Além Paraíba-MG.

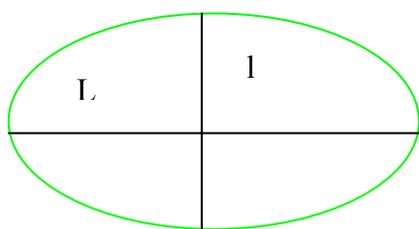
O controle de formigas cortadeiras foi realizado antes do plantio e até de seis meses após o plantio. Aos três meses após o plantio foi realizada a capina, em torno da planta, com raio de aproximadamente 40 cm. Em seguida, logo após precipitação ocorrida no local, foi realizada adubação de cobertura com aplicação de 70 gramas de N-P-K (20-05-20) por planta. Aos seis meses após o plantio (junho de 2005), foi realizado novo coroamento e roçada de toda a área com foice.

3.3 Avaliação e análise de dados

A avaliação de altura foi realizada, bimestralmente, de dois até 12 meses após o plantio, utilizando-se régua

graduada, e o diâmetro ao nível do solo (DNS) foi avaliado nas mesmas épocas, exceto aos 2 meses após o plantio, com o uso de paquímetro analógico.

Na avaliação realizada aos 10 meses foram mensuradas também a largura transversal e longitudinal da copa de todas as plantas, para o cálculo da área de copa, conforme adaptações da metodologia utilizada por ALMEIDA (2003).



$$A = \Pi.(L+l/4)^2$$

onde: $\Pi = 3,1415$; L = comprimento da maior largura da copa; l = comprimento da linha perpendicular à linha de maior largura; A = área da copa.

Em outubro de 2005, quando as plantas estavam no início do período chuvoso foi realizada avaliação mais detalhada dos efeitos dos tratamentos no crescimento das plantas. Com base na avaliação das características de crescimento realizada aos 10 meses de idade, no escritório, foram escolhidas três plantas, por unidade amostral com altura e diâmetro mais próximos dos valores médios, com o objetivo de determinar o teor de macronutrientes nas folhas e, também quantificar a biomassa dos componentes da parte aérea (folhas, galhos e tronco) das plantas. Para atingir este primeiro objetivo, de

cada planta foram retiradas cinco folhas da porção mediana da copa e do galho. Estas folhas foram colocadas em estufa por 72 horas a 65° C até ficarem completamente secas, para em seguida serem moídas. Depois de moídas foram pesadas duas amostras de 0,2 gramas e acondicionadas em tubos de ensaio acrescentando 0,7 gramas de mistura catalisadora, um ml de Peróxido de Hidrogênio e 2 ml de ácido sulfúrico para realização da digestão sulfúrica. Após a digestão acrescentou-se 50 ml de água destilada, seguindo metodologia utilizada na rotina no Laboratório de análises de solo, plantas e resíduos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Para determinação de N, P e K utilizou-se a metodologia de TEDESCO (1985).

Para a determinação da biomassa as plantas escolhidas foram abatidas, cortando-as ao nível do solo, desfolhadas, desgalhadas, e com auxílio de uma balança determinada a massa verde de folhas, galhos e do tronco. Em seguida, de cada planta, foram retiradas amostras de cada componente e acondicionadas em sacos de papel, onde foram pesadas e destinadas para secagem em estufa para determinação da massa seca destes componentes. Para fins de comparação, retirou-se também amostras de solo no perfil 0-20 cm para realização de análise química que foi realizada no Laboratório de Análise de Solos do Instituto de Agronomia desta Universidade.

Das plantas abatidas, escolheu-se uma planta por unidade amostral, de maneira aleatória, para extração das raízes. Com uso de um enxadão foram realizadas escavações em área de 1m de raio ao redor do tronco até a profundidade que só havia presença somente da raiz pivotante. Estas raízes foram destorroadas, lavadas, deixando escorrer o excesso de água para posterior triagem das raízes por tamanho. As raízes foram classificadas em: grossas (diâmetro > 10 mm); médias (diâmetro ≤ 10 mm e ≥ 2 mm); finas (diâmetro < 2 mm). Após este procedimento, as raízes foram acondicionadas em sacos de papel, pesadas para determinar a massa verde e enviadas para estufa para posterior pesagem e determinação da massa seca. As amostras de cada componente foram colocadas em estufa á 65° C, até atingirem peso constante e assim, determinar a massa seca.

Os dados de altura, diâmetro ao nível do solo, área de projeção da copa e peso de matéria seca foram submetidos à análise de variância, e em caso de significância, ao teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, utilizando-se o software SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de avaliação, verificou-se que pela média de altura (Figura 3) e diâmetro ao nível do solo (Figura 4) que as plantas do tratamento T3, apresentaram tendência de

maior crescimento e as do tratamento testemunha (T1) de menor crescimento. As plantas dos demais tratamentos sempre apresentaram altura e diâmetro bem próximos, entre si.

Este menor crescimento das plantas do tratamento T1 foi devido à qualidade do solo, que apresenta baixo nível de fertilidade, principalmente P (Tabela 1). BARROS et al. (1990) mencionam que as espécies de eucalipto são relativamente exigentes em P na fase inicial de crescimento, pois este nutriente, segundo NEVES et al. (1987) é muito importante para estimular o crescimento radicular logo após o plantio das mudas no campo. MARENCO e LOPES (2005) mencionam que o P é um dos nutrientes mais importantes no processo de fotossíntese da planta, auxiliando na produção de energia, especialmente trifosfato de adenosina - ATP, assim na sua deficiência a produção de fotoassimilados pelas plantas diminui significativamente. Dados de trabalho de outros autores (BARROS et al., 1981; REZENDE et al., 1982; CHICHORRO et al., 1994; TEIXEIRA et al., 2000) também observaram menor crescimento das plantas de eucalipto quando não receberam adubação fosfatada.

Verifica-se, também, pelas Figuras 3 e 4 que as diferenças de crescimento em altura e diâmetro entre as plantas do tratamento T3 e dos tratamentos intermediários (T2, T4 e T5) diminuíram à medida que as plantas foram ficando mais velhas, evidenciando que os efeitos das diferentes formas e época de

aplicação da adubação de plantio foram diminuindo. Porém, as diferenças das plantas adubadas em relação às não adubadas (T1) foram aumentando.

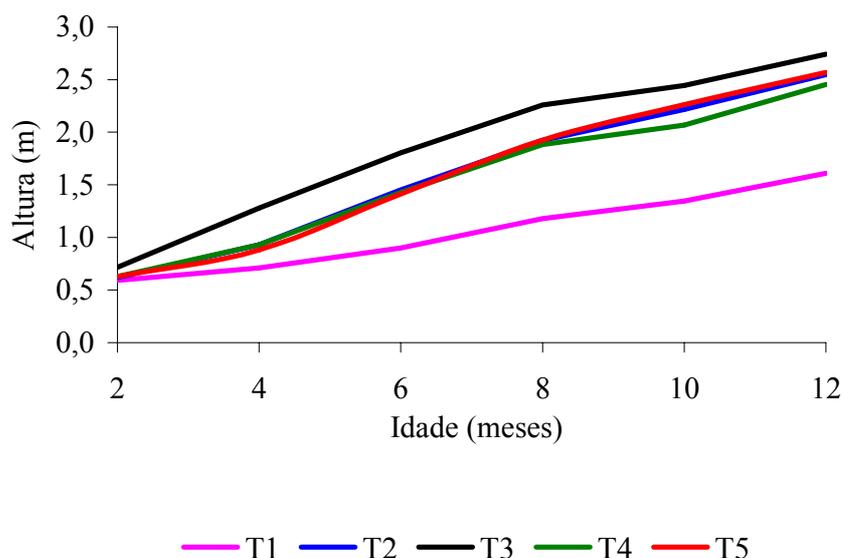


Figura 3: Altura de *Eucalyptus urograndis*, de 2 aos 12 meses após o plantio, sob diferentes tratamentos, na Fazenda Cachoeirão, em Além Paraíba, MG. T1: testemunha; T2: N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio; T3: N-P-K (06-30-06) aplicado na cova 20 dias após o plantio em duas covetas de 10 cm de profundidade distando 5cm da planta; T4: 40% como fosfato de Araxá no fundo da cova e 60% de N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio; T5: N-P-K (04-30-04) + 0,4% Zn misturado no preparo da cova para o plantio, sendo 18% de P_2O_5 solúvel em água e 12% solúvel em ácido cítrico.

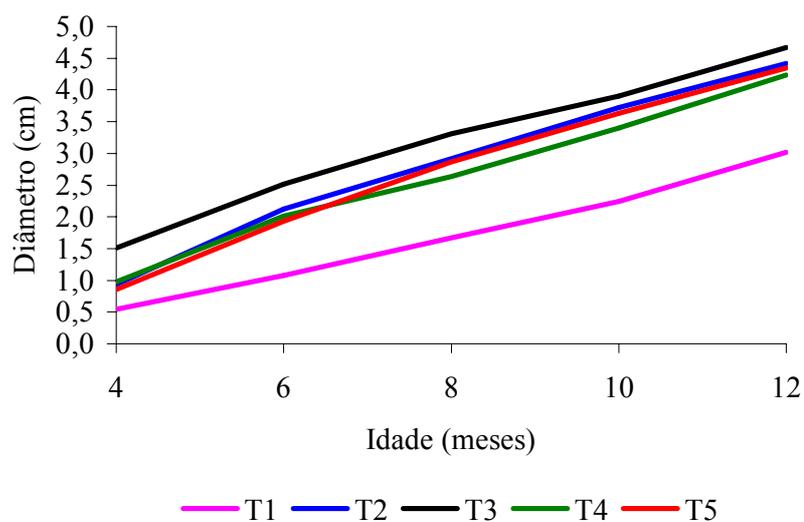


Figura 4: Diâmetro ao nível do solo de *Eucalyptus urograndis*, de 4 aos 12 meses após o plantio, sob diferentes tratamentos, na Fazenda Cachoeirão, em Além Paraíba, MG.: T1: testemunha; T2: N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio; T3: N-P-K (06-30-06) aplicado na cova 20 dias após o plantio em duas covetas de 10cm de profundidade distando 5cm da planta; T4: 40% fosfato de Araxá no fundo da cova e 60% de N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio; T5: N-P-K (04-30-04) + 0,4% Zn misturado no preparo da cova para o plantio, sendo 18% de P_2O_5 solúvel em água e 12% solúvel em ácido cítrico.

Na Tabela 3 são apresentadas às médias de crescimento das plantas, nos diferentes tratamentos, aos 6 e 10 meses após o plantio, com a análise estatística dos dados. O resumo da análise de variância destes dados é apresentado no Anexo 1A. Constata-se que, aos 6 meses após o plantio, houveram mais diferenças significativas no crescimento das plantas dos diferentes tratamentos de adubação do que na avaliação realizada aos 10 meses de idade. Além do fator idade, conforme mencionado anteriormente, a avaliação de 6 meses ocorreu no mês de junho, início do período das secas e a avaliação de 10 meses em outubro, final do período da seca e início das

chuvas. LARCHER (2000) comenta que, normalmente, nas épocas de menos chuvas e temperatura mais baixas, as atividades fisiológicas das plantas, como transpiração e absorção de água e nutrientes, normalmente são menos intensas, conseqüentemente obtendo-se menores respostas à adubação, o que ocorreu na avaliação realizada em outubro de 2005.

Tabela 3: Altura (H), diâmetro ao nível do solo (DNS), altura da copa (HC) e área de copa (AC) de *Eucalyptus urograndis*, aos 6 e 10 meses após o plantio, sob diferentes tratamentos de adubação de plantio em Além Paraíba, MG

Trat*	----- 6 meses -----		----- 10 meses -----			
	H (m)	D (mm)	H (m)	D (mm)	HC (m)	AC10 (m ²)
T3	1,80 a	25,2 a	2,33 a	39,0 a	1,77 a	0,96 a
T5	1,45 b	21,3 b	2,18 a	36,3 a	1,59 ab	0,88 a
T2	1,43 b	20,2 b	2,10 a	37,2 a	1,61 ab	0,60 b
T4	1,41 b	19,3 b	1,92 a	33,9 a	1,40 b	0,65 b
T1	0,90 c	10,8 c	1,36 b	22,4 b	0,95 c	0,26 c

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey (P <0,05).

*T1: testemunha; T2: N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio; T3: N-P-K (06-30-06) aplicado na cova 20 dias após o plantio em duas covetas de 10cm de profundidade distando 5cm da planta; T4: 40% fosfato de Araxá no fundo da cova e 60% de N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio; T5: N-P-K (04-30-04) + 0,4% Zn misturado no preparo da cova para o plantio, sendo 18% de P₂O₅ solúvel em água e 12% solúvel em ácido cítrico.

As plantas do tratamento T3, com adubação de N-P-K (06-30-06), aplicada 20 dias após o plantio, apresentaram crescimento aos 6 meses após o plantio significativamente superior às plantas dos demais tratamentos. Provavelmente, os nutrientes disponíveis no substrato das plantas advindos com as mudas foram suficientes para o arranque inicial das plantas, e assim 20 dias após o plantio, as plantas já haviam emitidas novas

raízes e pêlos radiculares, fazendo melhor uso da aplicação de 133 gramas de N-P-K (06-30-06). Estas estruturas radiculares, segundo ZONTA et al. (2006), são importantes no processo de crescimento das plantas, pois aumentam a superfície de absorção radicular, e, conseqüentemente, a absorção de nutrientes. Assim, com a maior atividade do sistema radicular e da parte aérea das plantas, aos 20 dias após o plantio, provavelmente a adsorção de fósforo no solo foi relativamente menor, bem como maior a absorção de potássio, ocasionando uma menor perda por lixiviação deste último elemento. Em relação ao nitrogênio, por ser um elemento perdido principalmente por volatilização (NOVAIS et al., 1990), acredita-se que não houve efeito da sua época e forma de aplicação.

Na avaliação aos 10 meses praticamente não houve diferenças significativas entre as plantas dos tratamentos com adubação. Esperava-se um maior crescimento das plantas do tratamento T2 em relação ao tratamento T3, pois NEVES et al. (1987) verificaram estreita relação entre o local de aplicação de fósforo e o crescimento das raízes de eucalipto, havendo intensa proliferação de raízes finas e longas nos locais onde havia fósforo na solução do solo em maiores quantidades, e sugeriram a necessidade de fazer uma boa mistura do adubo fosfatado na cova.

Observando as Figuras 3 e 4 e a Tabela 3, constata-se, também que as plantas não responderam ao tratamento com a

aplicação de N e K no momento do plantio, pois as dos tratamentos T2 e T5, que receberam estes elementos, apresentaram crescimento em altura e DNS semelhante ao tratamento T4 que não recebeu N e K. Este fato era esperado, pois conforme mencionado por NOVAIS et al. (1986) a demanda por N e K na fase inicial de crescimento de eucalipto é relativamente pequena, e aumenta com a idade. Assim, os teores de nutrientes destes nutrientes já existentes no solo, principalmente K (Tabela 1), devem ter sido suficientes para o crescimento inicial das plantas, pois NOVAIS et al. (1986) mencionaram como nível crítico para implantação de K é de 10 meq de K_2O / dm^3 de solo. Observou-se, também, que a aplicação de parte da dose de fósforo na forma pouco solúvel (fosfato reativo), separadamente no fundo da cova, não aumentou de maneira significativa o crescimento das plantas, quando comparado ao tratamento T5, onde em único adubo estão presentes as duas formas de fósforo. Assim, não justifica em situação normal de plantio o uso dos dois adubos fosfatados (fosfato natural e 06-30-06) devido não haver diferença quando usa um único adubo com as duas formas de fósforo, além do aumento de mão-de-obra para aplicação dos dois adubos.

Na Tabela 4 são apresentados os dados de biomassa da parte aérea e do sistema radicular das plantas cultivadas sob os diferentes tratamentos de adubação de plantio. O resumo da

análise de variância destas características encontra-se, respectivamente, nos Anexos 2A e 3A.

Apesar das plantas evidenciarem pequenas diferenças de crescimento entre os tratamentos (Tabela 3), a Tabela 4 mostra que o tratamentos T3 se destacou na produção de biomassa, seguido pelo tratamento T5.

Tabela 4: Peso de matéria seca (g/planta) dos componentes da parte aérea e total (Peso PA); e das classes de raízes: raízes grossas (RG), raízes médias (RM) e raízes finas (RF) e totais (Peso raiz); e razão de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular (Razão Raiz:PA) de *Eucalyptus urograndis* sob diferentes tratamentos de adubação de plantio, aos 10 meses de após plantio, em Além Paraíba, MG

Trat*	--componentes parte aérea--			Peso PA	----- classes de raízes -----			Peso Raiz	Razão Raiz: PA
	Folhas	Galhos	Tronco		RG	RM	RF		
T3	297,2 a	167,1 a	382,3 a	846,6 a	380,3 a	105,3 a	59,6 a	547,1 a	0,65 a
T5	300,6 a	158,7 a	269,7 b	729,1 b	203,9 b	50,8 b	42,0 b	295,5 b	0,41 b
T2	232,5 b	132,1 b	255,4 b	620,1 b	250,3 b	45,9 b	37,9 b	333,9 b	0,53 ab
T4	232,2 b	131,4 b	233,2 b	596,8 b	231,6 b	54,6 b	40,8 b	321,5 b	0,54 ab
T1	128,0 c	50,0 c	90,2 c	268,2 c	82,8 c	14,3 c	19,3 c	116,2 c	0,43 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

T1: testemunha; T2: N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio; T3: N-P-K (06-30-06) aplicado na cova 20 dias após o plantio em duas covetas de 10 cm de profundidade distando 5cm da planta; T4: 40% da dose como fosfato de Araxá no fundo da cova e 60% de N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio; T5: N-P-K (04-30-04) + 0,4% Zn misturado no preparo da cova para o plantio, sendo 18% de P_2O_5 solúvel em água e 12% solúvel em ácido cítrico.

O destaque da produção de biomassa pelas plantas do tratamento T3, além da hipótese já mencionada anteriormente, pode ser devido às plantas deste tratamento ao serem plantadas e encontrarem solo extremamente pobre em P (Tabela 1) sofreram

ajustes fisiológicos para estabelecimento. Segundo ARAÚJO e MACHADO (2006), citando outros autores, em determinadas condições, quando as plantas estão em fase inicial de estabelecimento e crescimento, e as mesmas não encontram P disponível na solução do solo, a fisiologia das mesmas induz a alocação dos nutrientes que seriam utilizados para a formação da parte aérea para as raízes, para assim, produzirem maior volume de raízes e, conseqüentemente, a planta explorar um maior volume de solo encontrando as quantidades necessárias do nutriente para realizar suas atividades fisiológicas básicas. Assim, no tratamento T3, pode ter ocorrido que logo nos primeiros dias as plantas tenham alocado maiores partes de fotoassimilados para a produção de raízes, e assim ao aplicar N-P-K aos 20 dias após o plantio, que apresentava na época precipitação farta e bem distribuída na região, as plantas deste tratamento apresentavam maior massa e volume de raízes, do que as plantas que foram adubadas nos demais tratamentos, levando conseqüentemente ao maior crescimento das plantas.

Entre os tratamentos com plantas com produção de biomassa intermediária (T2, T4 e T5), merece destaque o desempenho das plantas do T5, em que a produção de folhas e galhos foi significativamente superior aos demais e semelhante ao T3 (Tabela 4). Nesta idade de avaliação (10 meses), que ocorreu no início do período das chuvas, é interessante a planta produzir o máximo de folhas. Segundo REIS et al. (1985) e

SANTANA (2000), normalmente, a idade de 1 a 3 anos após o plantio é período em que as plantas de povoamentos de eucalipto apresentam maiores taxas de crescimento, e com isso necessitaram de maiores quantidades de fotoassimilados, alocando, proporcionalmente, grande parte da biomassa para a produção de folhas. Esta maior produção pelas folhas das plantas do tratamento T5, em relação ao T2 e T4, pode ser devido ao efeito do Zn que estava presente em concentração de 0,4% no N-P-K (04-30-04), apesar desse crescimento não ter sido significativo nas características de crescimento, avaliadas na Tabela 3. Segundo DECHEN e NACHTIGALL (2006), o Zn atua como co-fator enzimático participando na ativação enzimática da trifosfato-desidrogenase, enzima essencial na glicólise e desenvolvimento dos cloroplastos, podendo afetar o processo fotossintético, bem como os processos de respiração e fermentação, afetando a síntese e conservação de auxinas, contribuindo, dessa maneira, para maior área foliar e conseqüentemente, maior crescimento das plantas.

Em relação ao sistema radicular, observa-se que as plantas do tratamento T3 apresentaram valores significativamente superiores às plantas dos demais tratamentos, e as do tratamento T1 os valores significativamente inferiores (Tabela 4), evidenciando, teoricamente, as diferenças potenciais de absorção de nutrientes das plantas dos diferentes tratamentos de adubação de plantio. Já a relação, peso de matéria seca do

sistema radicular e peso de matéria seca da parte aérea (Razão Raiz: PA) foi significativamente superior nos tratamentos T3, T4 e T2 em relação aos tratamentos T1 e T5. A relação entre a parte aérea e o sistema radicular é de fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas, e segundo REIS et al. (1985) e LARCHER (2000) depende das condições climáticas, da própria espécie e das técnicas adotadas no cultivo. REIS et al. (1985) observaram que para *Eucalyptus grandis*, proporcionalmente, a produção de raízes em relação à biomassa total foi maior em sítio de pior qualidade (Carbonita) do que em sítio de melhor qualidade (Bom Despacho). Estes autores justificam este fato como uma estratégia da espécie de alocação de biomassa dos componentes, em favorecimento as raízes, com o intuito de sobrevivência e crescer no sítio onde a disponibilidade de nutrientes é relativamente baixa e com déficit hídrico no solo, em alguns meses do ano. É importante observar que apenas para a razão Raiz:PA, as plantas do tratamento testemunha apresentaram valores estatisticamente iguais aos tratamentos T2, T4 e T5. Segundo Thornby (1972) e Bloom et al. (1985), citados por GONÇALVES e MELLO (2000), as árvores alocam mais energia para as raízes em solos menos férteis, procurando aumentar, assim, suas aquisições de nutrientes e, conseqüentemente, seus índices de crescimento e eficiência reprodutiva. Por isso maior relação matéria seca do sistema radicular / matéria seca

da parte aérea era esperada no tratamento que não recebeu adubação.

Analisando a Figura 5 e a Tabela 4, observa-se que as plantas do tratamento T3 apresentaram distribuição mais equilibrada de massa seca dos componentes da parte aérea e de raízes, quando comparadas às plantas dos outros tratamentos. Por exemplo, no tratamento T5 a produção de biomassa da parte radicular este valor foi de 46%, evidenciando o desbalanço entre a parte aérea e o sistema radicular nas plantas do T5.

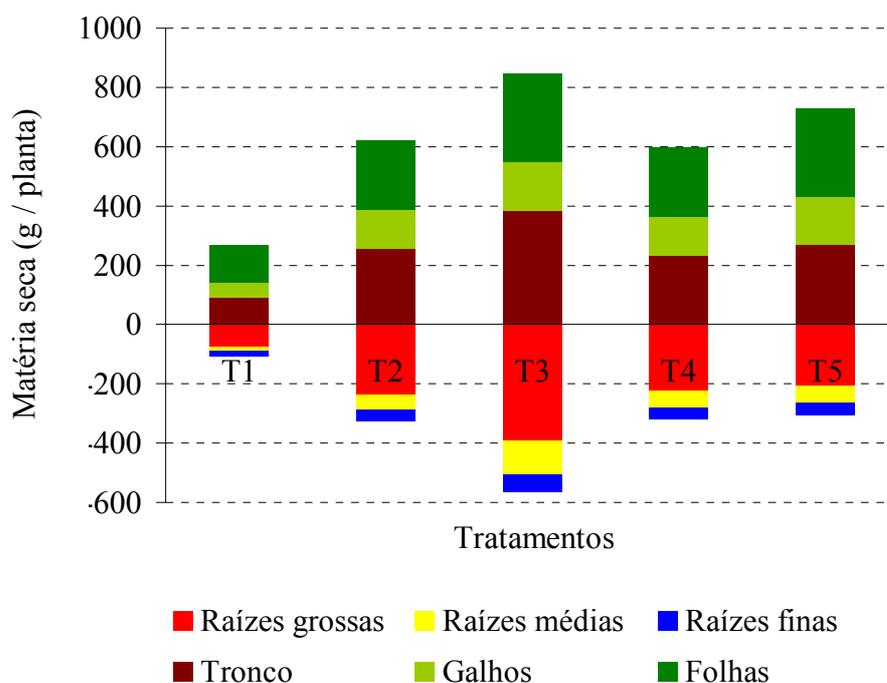


Figura 5: Distribuição de matéria seca nas plantas de *Eucalyptus urograndis*, aos 10 meses de plantio sob os diferentes tratamentos: T1: testemunha; T2: 06-30-06 misturado no preparo da cova para o plantio; T3: 06-30-06 aplicado na cova 20 dias após o plantio em duas covetas de 10 cm de profundidade distando 5 cm da planta; T4: 40% fosfato de Araxá no fundo da cova e 60% de 06-30-06 misturado no preparo da cova para o plantio; T5: 04-30-04 (18% P_2O_5 solúvel em água e 12% solúvel em Ac. Cítrico) + 0,4% Zn misturado no preparo da cova para o plantio, em Além Paraíba, MG.

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios de concentração de N, P e K das folhas das plantas, cultivadas em diferentes formas e épocas de adubação de plantio. Constata-se que apenas para P houve diferenças significativas da concentração destes nutrientes nas folhas, em função dos tratamentos.

Tabela 5: Concentração de N, P e K (g/kg), de *Eucalyptus urograndis*, aos 10 meses após o plantio, sob diferentes tratamentos de adubação de plantio em Além Paraíba, MG

Tratamento*	N	P	K
T2	9,23 a	0,35 a	1,82 a
T4	12,10 a	0,33 a	1,45 a
T5	11,00 a	0,23 b	1,45 a
T3	10,82 a	0,22 b	1,57 a
T1	12,08 a	0,15 c	2,07 a

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$).

T1: testemunha; T2: N-P-K (06-30-06) misturado no preparo da cova para o plantio; T3: N-P-K (06-30-06) aplicado na cova 20 dias após o plantio em duas covetas de 10 cm de profundidade distando 5cm da planta; T4: 40% da dose como fosfato de Araxá no fundo da cova e 60% de N-P-K (06-30-06) misturado ao solo da cova no plantio; T5: N-P-K (04-30-04) + 0,4% Zn misturado à cova no plantio, sendo 18% de P_2O_5 solúvel em água e 12% solúvel em ácido cítrico.

As plantas dos tratamentos T3 e T5 apresentaram concentração média de P intermediária, levando à hipótese de que como foram as plantas que produziram maior biomassa de folhas (Tabela 4), este nutriente ao ser absorvido pelo sistema radicular das plantas foi distribuído em uma maior quantidade de folhas do que os outros tratamentos que receberam adubação e apresentaram menores valores de concentração de P. As plantas do tratamento sem adubação (T1) apresentaram valores de concentração de P significativamente

inferior às dos demais tratamentos. A adubação de N e K das plantas dos tratamentos T2, T3 e T5, provavelmente, conforme já mencionado anteriormente e com base nos dados da Tabela 5, não influenciaram de maneira significativa o crescimento das plantas.

5. CONCLUSÕES

Até a idade de 10 meses após o plantio, o tratamento que proporcionou o melhor crescimento às plantas foi a adubação com N-P-K (06-30-06) aplicada, em forma de covetas, aos 20 dias após o plantio das mudas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.L. **Desrama artificial em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla* com diferenças em arquitetura de copa.** 2003. 116p. Tese (Mestrado em Ciências Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. *In*: FERNANDES, M. S. (ed.) **Nutrição Mineral de Plantas.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.253-280, 2006.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio de Eucalipto. *In*: BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. (eds.) **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: Editora Folha de Viçosa, p.127-186, 1990.

BARROS, N.F.; BRAGA, J. M.; BRANDI, R. M.; DEFELIPO, B. V. Produção de eucalipto em solos de cerrados em resposta à aplicação de NPK e de B e Zn. **Revista Árvore.** v.5, n.1, p.91-103, 1981.

CHICHORRO, J. F.; REZENDE, J. L. P.; CECON, P. R.; BARROS, N. F. Efeito do fertilizante na produtividade e economicidade do *Eucalyptus grandis*, no município de Martinho Campos - MG. **Revista Árvore**. v.18, n.1, p.33-44, 1994.

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

GAVA, J. L.; GONÇALVES, J. L. M.; SHIBATA, F. Y.; CORRADINI, L. Eficiência relativa de fertilizantes fosfatados no crescimento inicial de eucalipto cultivado em solos do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.21, n.3, p.497-504, 1997.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (eds.) **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, p.219-268, 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Editora RiMA, 531p., 2000.

LEAL, P. G. L.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; TEIXEIRA, J. L. Produção de biomassa e absorção de nutrientes em *Eucalyptus grandis* influenciadas pela aplicação de fosfato natural em solos de cerrado. **Revista Árvore**. v.12, n.2, p.165-182, 1988.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 253p., 1980.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fotossíntese**. Viçosa: Editora UFV, 451p., 2005.

NEVES, J. C. L.; CÁRDENAS, A. C.; LANI, A. L.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Efeito de doses e localização de fósforo sobre o crescimento de mudas de eucalipto. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, XXI. **Anais...** SBCS, Recife, p.143-145, 1987.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do Eucalipto. In: BARROS, N.F., NOVAIS, R.F., (eds.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, p.25-98, 1990.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Interpretação de análise química do solo para o crescimento e desenvolvimento

de *Eucalyptus* spp. - Níveis críticos de implantação e de manutenção. **Revista Árvore**. v.10, n.1, p.105-111, 1986.

NOVAIS, R. F.; RÊGO, A. K.; GOMES, J. M. Níveis críticos de fósforo para eucalipto. **Revista Árvore**. v.6, n.1, p. 29-37, 1982.

REIS, M. G, F.; BARROS, N.F.; KIMMINS, J. P. Acúmulo de nutrientes em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis*. W. Hill ex Maiden plantado no cerrado, em duas áreas com diferentes produtividades, em Minas Gerais. **Revista Árvore**. v.11, n.1, p.43-55, 1987.

REIS, M. G. F.; N.F.; KIMMINS, J. P.; REZENDE, G. C.; BARROS, N.F. Acúmulo de biomassa em seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista Árvore**. v.9, n.2, p.149-162, 1985.

REZENDE, G. C.; BARROS, N.F.; MORAES, T. S. A.; MENDES, C.J.; FILHO, W. S. Aplicação de fosfatos naturais em plantios de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**. v.6, n.1, p.75-83, 1982.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 301p. , 2001.

SANTANA, R. C. **Predição de biomassa e alocação de nutrientes em povoamentos de Eucalipto no Brasil**. 2000. 59p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

SILVEIRA, R.L.V.A.; GAVA, J.L. Nutrição e adubação fosfatada em *Eucalyptus*. In: Simpósio sobre fósforo na agricultura brasileira. **Anais...** POTAFOS: Piracicaba, p.1-20, 2003.

Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro - SIMERJ. **Clima**. [15/07/2004] (<http://www.simerj.com>)

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS. **Estatísticas**. [10/11/2006]. (<http://www.ipef.br/sbs/estatisticas>)

TEDESCO, M.J., GIANELLO, C., BISSANI, C.A., BOHNEN, H., VOLKWEISS, S.J., Análises de solo, plantas e outros minerais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p, 1995.

TEIXEIRA, P. C.; NOVAIS, R. F.; VALLE, C. F. Fontes e doses de fertilizantes fosfatados em plantação de *Eucalyptus grandis*. In: Fertbio 2000, 2000, Santa Maria, RS: **Anais...** (CD - ROM).

ZONTA, E.; BRASIL, F. C.; GOI, S. R.; ROSA, M. M. T. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. *In*: FERNANDES, M. S. (ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 7-52, 2006.

7. ANEXOS

ANEXO 1A: Quadrado médio da análise de variância e coeficiente de variação (CV) da altura (H6), diâmetro ao nível do solo (D6), aos seis meses após o plantio e, altura (H10), diâmetro ao nível do solo (D10), altura da copa (HC10) e área de copa (AC10) de *Eucalyptus urograndis* aos 10 meses após o plantio, plantados em diferentes tratamentos de adubação, em Além Paraíba, MG

FV	Gl	H6	D6	H10	D10	HC10	AC10
Bloco	2	0,092*	23,296*	0,064 ^{n.s.}	56,895*	0,041 ^{n.s.}	0,031 ^{n.s.}
Tratamento	4	0,313*	83,649*	0,422*	131,316*	0,303*	0,36 ^{n.s.}
Resíduo	8	0,011	4,003	0,036	7,958	0,041	0,053
CV (%)		7,7	10,3	9,6	8,3	13,8	15,1

Gl = graus de liberdade;

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F;

^{n.s.} – não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

ANEXO 2A: Quadrado médio da análise de variância e coeficiente de variação (CV) da biomassa de folhas, galhos, tronco e total da parte aérea (PA), de *Eucalyptus urograndis* aos 10 meses após o plantio, plantados em diferentes tratamentos de adubação, em Além Paraíba, MG

		Folhas	Galhos	Tronco	PA
Bloco	2	9877,8*	2599,8*	5901,4*	49453,1*
Tratamento	4	14689,5*	6440,8 ^{n.s.}	32747,2 ^{n.s.}	140436,8 ^{n.s.}
Resíduo	8	3896,2	1042,1	5690,1	23767,3
CV (%)		26,2	25,2	30,6	25,2

Gl = graus de liberdade;

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F;

^{n.s.} – não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

ANEXO 3A: Quadrado médio da análise de variância e coeficiente de variação (CV) da biomassa de raízes grossas (RG), raízes médias (RM), raízes finas (RF), peso total de raízes (PR) e razão Raiz:PA (PR:PA), de *Eucalyptus urograndis* aos 10 meses após o plantio, plantados em diferentes tratamentos de adubação, em Além Paraíba, MG

FV	GL	RG	RM	RF	PR	PR:PA
Bloco	2	4242,3*	2236,2*	684,84*	14649,7*	0,10*
Tratamento	4	34018,5 ^{n.s.}	3208,1 ^{n.s.}	693,4*	70410,9 ^{n.s.}	0,29 ^{n.s.}
Resíduo	8	3392,4	691,7	196,6	7171,1	0,23
CV (%)		25,3	48,51	36,13	26,23	9,47

Gl = graus de liberdade;

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F;

^{n.s.} – não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.