



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS DE IPAMERI
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal



**NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA BROTAÇÃO DE
EUCALIPTO EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE
FÓSFORO**

DÁLTON RIBEIRO

MESTRADO

Ipameri-GO
2016

DÁLTON RIBEIRO

**NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA BROTAÇÃO DE
EUCALIPTO EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE FÓSFORO**

Orientadora: Prof^a Dr^a Gláucia de Mello Pelá

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus de Ipameri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri – Goiás

2016

Ribeiro, Dálton.

Nutrição e desenvolvimento da brotação de eucalipto em função de fontes e doses de fósforo / Dálton Ribeiro – 2016.

31 f.

Orientador: Prof^a Dr^a Gláucia de Mello Pelá

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri, 2016.

Bibliografia.

1. Eucalipto. 2. Nutrição. 3. Talhadia.

I. Título.



Câmpus Ipameri
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal
Rodovia GO 330, Km 241, Anel Viário, 75780-000 Ipameri-GO
www.ppgpv.ueg.br e-mail: ppgpv.ipameri@gmail.com
Fone: (64)3491-5219



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA BROTAÇÃO DE EUCALIPTO EM FUNÇÃO DE FONTES E DOSES DE FÓSFORO".

AUTOR: Dálton Ribeiro

ORIENTADORA: Gláucia de Mello Pelá



Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

Profa. Dra. GLÁUCIA DE MELLO PELÁ
Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

Prof. Dr. MÁRCIO DA SILVA ARAÚJO
Universidade Estadual de Goiás/Ipameri-GO

Prof. Dr. VITOR CORRÊA DE MATTOS BARRETTO
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/Dracena-SP

Data da realização: 19 de abril de 2016

AGRADECIMENTOS

À empresa Anglo American Fosfatos Brasil Ltda., unidade de Ouvidor Goiás, representadas pelos gerentes, Fausto Jose Goulart, Aldo José Duarte Ferrari e Hugo Cliger Santos Nadler, pelo apoio e incentivo a minha participação no mestrado na Universidade Estadual de Goiás - UEG.

À professora orientadora Dra. Gláucia de Mello Pelá, pelo apoio na elaboração do projeto.

Aos professores: Dr. Adilson Pelá, Dr. Ednaldo Cândido Rocha, Dr. Márcio da Silva Araújo, pelos ensinamentos e ajuda técnica/científica, durante as aulas da pós-graduação e na execução do experimento de adubação.

Aos funcionários do setor de reflorestamento da Anglo American, Rômulo de Oliveira Barbosa e Wassil Carrero de Melo Júnior, no apoio durante a condução do experimento de campo, na fazenda Olhos D'água.

À secretária da pós-graduação, Aparecida de Fátima Vaz, que sempre esteve pronta a ajudar os alunos, enviando e-mails, orientando sobre prazos e várias outras demandas.

À minha noiva Ágatha Cristine Florêncio, por me passar tranquilidade nos momentos de correria de cada semestre e pela ajuda na fase de desenvolvimento da dissertação.

À UEG, pela oportunidade de participar do programa de pós-graduação, com estruturas e corpo docente de ótima qualidade.

A toda minha família, em especial a minha mãe, que sempre me incentivou a estudar e não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO	4
2. MATERIAL E MÉTODOS	8
2.1. Caracterização da área experimental.....	8
2.2. Delineamento e tratamentos	9
2.3. Caracterização das amostras de material orgânico.....	9
2.4. Caracterização das amostras de solo	11
2.5. Adubação Fosfatada	13
2.6. Adubação complementar de nitrogênio.....	13
2.7. Aplicação de corretivos agrícola.....	13
2.8. Adubação com NK + micronutrientes.....	14
2.9. Reposição nutricional.....	14
2.10. Desbrota e desrama.....	15
2.11. Controle de plantas daninhas.....	15
2.12. Avaliações	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
3.1. Crescimento.....	19
3.2. Análise foliar.....	23
4. CONCLUSÕES.....	28
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

RESUMO

O manejo de florestas de eucalipto por meio da talhadia tem sido mencionado como mais viável em relação às reformas, uma vez que há a redução nos custos de produção, porém pouco se sabe sobre a influência da adubação fosfatada nesse sistema. O objetivo desta dissertação foi avaliar a influência das fontes e das doses do fertilizante fosfatado, no desenvolvimento inicial da brotação de *Eucalyptus*, em adubações pós-colheita, na região de Catalão-GO. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Olhos D'água, projeto de reflorestamento Copebrás 26, pertencente à Anglo American Fosfatos Brasil Ltda., localizada no mesmo município. O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico. O experimento foi instalado com delineamento de blocos ao acaso, em arranjo fatorial incompleto, com seis repetições e 32 plantas por parcela. Os tratamentos foram realizados com duas fontes de fósforo: fosfato monoamônico (MAP) e superfosfato simples amoniado (SSGA), com quatro doses (50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅), um tratamento testemunha sem adubação fosfatada e uma testemunha adicional, com superfosfato triplo (TSP) na dose padrão de 120 kg ha⁻¹ P₂O₅. A aplicação dos fertilizantes foi realizada em cobertura, a lanço, sem incorporação. Aos 19 meses de idade, foi avaliado o crescimento das plantas, as características ligadas à produtividade, bem como os teores foliares de nutrientes. Os fertilizantes fosfatados MAP e SSGA, utilizados na reposição nutricional de florestas sob manejo de talhadia, aos 19 meses de idade, apresentaram maior Índice de Eficiência Agronômica - IEA do que o superfosfato triplo. Os melhores resultados foram obtidos entre as doses de 117 kg ha⁻¹ a 145 kg ha⁻¹. A partir da análise foliar foi possível constatar que houve absorção do fósforo aplicado em conformidade com as doses, concluindo-se que, o nutriente estava disponível para a planta e na proporção necessária para o seu desenvolvimento.

Palavras-chave: *Eucalyptus*, talhadia, brotação, superfosfato triplo, fosfato monoamônico, superfosfato simples amoniado.

ABSTRACT

The management of eucalyptus forests through the chisel has been the most viable in relation to the reforms, due to the decrease in the production costs, however the knowledge regarding the influence of the phosphated fertilization on the system is still limited. The objective of this dissertation was to evaluate the influence of the source and dosages of phosphated fertilizer on the initial development of *Eucalyptus* spp sprouting in postharvest fertilization, in the region of Catalao-GO. The experiment was developed on Fazenda Olhos D'agua, Copebras 26 reforestation project, belonging to Anglo American Fosfatos Brasil Ltda., located in the same municipality. The soil of the experimental area is classified as dystrophic red-yellow latosol. The experiment was installed with random block delineation in incomplete factorial arrangement with six repetitions, and 32 plants per part. The treatments were conducted with two phosphorus sources: monoammonium phosphate (MAP) and ammoniac single superphosphate (SSGA), in four dosages (50; 100; 150 and 200 kg ha⁻¹ of P₂O₅), a testimony treatment without phosphated fertilization and an additional testimony, with triple superphosphate (TSP) at standard dosage of 120 kg ha⁻¹ P₂O₅. The fertilizers application conducted was in top-dressing and sowing, without incorporation. At the age of 19 months, the plants' growth, the characteristics related to the productivity, as well as the content of leaf nutrients, were analyzed. The MAP and SSGA phosphated fertilizers used on the nutritinal reposition of the forests through the management of chisel, at the age of 19 months, presented a greater Agronomic Efficiency Index – IEA than the triple superphosphate. The best results were obtained between the dosages of 117 kg ha⁻¹ and 145 kg ha⁻¹. From the leaf analyzis was possible to verify that there was absorption of the phosphorus applied according to the dosages, reaching the conclusion that the nutrient was available to the plant and at the right proportion to its development.

Keywords: *Eucalyptus*, chisel, sprouting, triple superphosphate, monoammonium phosphate, ammoniac single superphosphate.

1. INTRODUÇÃO

Originário da Austrália e da Indonésia, o eucalipto é atualmente uma das principais fontes de matéria-prima para produzir papel e bioenergia. Pertence ao gênero *Eucalyptus*, que reúne mais de 600 espécies diferentes. Em território brasileiro, o eucalipto encontrou ótimas condições de clima e solo para se desenvolver, com alto índice de produtividade e crescimento mais rápido comparado a países com outro tipo de clima (BRACELPA, 2010).

Acredita-se que os primeiros plantios deste gênero para comercialização aconteceram no início do século XVIII, na Ásia, na África e Europa. E apenas no século XIX começou a ser cultivado em países da América do Sul, como Argentina e Brasil (CABEZAS, 2012).

Segundo Gonçalves et al. (2008), o eucalipto se destaca por apresentar espécies de alta produtividade, ciclo reduzido e alta flexibilidade às condições edafoclimáticas, sendo o mais plantado em todo mundo. Atualmente, devido aos trabalhos de melhoramento genético, realizado principalmente pelas grandes empresas do setor, existem vários clones disponíveis e adaptados às várias condições de clima e solo do Brasil.

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ (2015), o Produto Interno Bruto (PIB) do setor brasileiro de árvores plantadas aumentou 1,7% em 2014, o que é 17 vezes maior que o crescimento do PIB brasileiro (0,1%). A participação deste setor no PIB fechou o ano de 2014 correspondendo 5,5% de toda riqueza industrial produzida no país. O aumento do volume de exportações de celulose foi um dos grandes responsáveis por este desempenho, comprovando a importância do setor florestal na economia nacional.

Em 2014, o Brasil possuía 7,74 milhões de hectares de florestas plantadas, correspondendo a 0,9% do território brasileiro. Deste total, 5,56 milhões de hectares são florestas de eucalipto, representando 72% da área de reflorestamento para utilização industrial. Os estados com as maiores áreas de florestas plantadas são: Minas Gerais (25,2%), São Paulo (17,6%) e Mato Grosso do Sul (14,5%). Goiás ocupa a 13ª colocação, com 124.297 hectares de florestas de eucalipto (IBÁ, 2015).

Os solos destinados a plantios florestais no Brasil, geralmente são solos ácidos, arenosos e de baixa fertilidade, portanto dependentes de um manejo adequado, de corretivos e fertilizante para garantir boa produtividade (FERREIRA e STAPE, 2009; SILVA et al. 2013). Segundo Braga (2010), um dos nutrientes essenciais à nutrição das plantas é o fósforo (P), ele é absorvido do solo por meio das raízes e sua entrada nas rotas de assimilação ocorre durante a formação da ATP, desempenhando funções como armazenador de energia, acelerador de atividades das enzimas e também exerce influência no processo de fotossíntese. Assim como diversas outras espécies de plantas, o eucalipto possui grande exigência de fósforo (P) na fase

de implantação do povoamento. Por isso, o seu nível crítico é mais alto na fase inicial de desenvolvimento, reduzindo com o aumento da idade (DIAS et al., 2015). O conhecimento dos níveis críticos dos nutrientes nas plantas e no solo permite uma adubação correta e sustentável. Em solos tropicais, devido à baixa mobilidade do fósforo (P), o nível crítico deste nutriente pode ser influenciado pelo teor de argila e pelo tipo de extrator analisado (ISMAEL et al., 1998).

O fósforo apresenta dinâmica complicada nos solos altamente intemperizados, o manejo do nutriente possui alguns desafios como baixa concentração na solução do solo, a maioria dos compostos de fósforo, presentes no solo estão em formas indisponíveis e o fósforo aplicado reage com os minerais de argila do solo, tornando-o indisponível para as plantas (BRADY e WEIL, 2013). Além disso, é um mineral pouco móvel e de baixa absorção, quando a planta sofre deficiência deste elemento a mesma apresenta um baixo desenvolvimento do sistema radicular, especialmente nas raízes secundárias da muda, diminuição do potencial de absorção de nutrientes e água, o que atinge diretamente o seu desenvolvimento causando redução do crescimento e produção, devido à carência nutricional (FAQUIN, 2002; CABEZAS, 2012).

As fontes de fósforo utilizadas interferem tanto na produtividade do eucalipto, quanto na eficiência econômica da adubação. Dias et al. (2015) encontraram eficiências semelhantes entre as fontes Bayovar, Gafsa e Djebel e superfosfato triplo. Já conforme os resultados obtidos por Gava et al. (1997), a eficiência agrônômica com o termofosfato magnesiano foi superior ao superfosfato simples e ao fosfato parcialmente acidulado, tanto em Neossolo Quartzarênico quanto em Latossolo Vermelho.

Uma importante ferramenta para avaliação do estado nutricional das plantas é a diagnose foliar, pois avalia a capacidade do solo ou das adubações de suprirem as necessidades das mesmas, bem como as concentrações dos elementos químicos das folhas coletadas da planta e os relaciona com o padrão da cultura, a idade ou fase de vida (MALAVOLTA, 1992). Segundo Malavolta et al. (1997) isso ocorre porque é na folha onde ocorrem os processos fisiológicos mais importantes. Assim é possível obter respostas a respeito da eficiência das adubações antes mesmo do ponto de colheita. Os resultados de pesquisa na condução da rebrota para determinar a resposta à aplicação de fósforo (dose, fonte e forma) em brotação ainda são escassos.

A avaliação química das folhas indica o estado nutricional da planta, a necessidade de adubos e adequação de programas de adubações. Para a cultura do eucalipto recomenda-se amostrar as duas primeiras folhas completamente desenvolvidas dos ramos localizados no

terço superior da copa da árvore, coletando-se entre 40 e 80 folhas por hectare, de 10 plantas (SILVEIRA, 2001).

Segundo Silva et al. (2011), os plantios de eucalipto mobilizam grande quantidade de nutrientes em função do rápido crescimento e a exploração total da parte aérea da planta, pode comprometer a produtividade das futuras rotações, em decorrência de perdas de nutrientes pela remoção da biomassa, além de perdas associadas ao solo e água. De acordo com Mazurana et al. (2011) no sistema de talhadia, após a desbrota inicia-se uma nova fase de crescimento para os brotos remanescentes sendo importante uma adubação para manter ou elevar a produtividade do sistema.

A habilidade do *Eucalyptus* em regenerar por brotação de cepas é uma das características de grande importância silvicultural e econômica do gênero, facilitando o sistema de talhadia, o qual se caracteriza por ser aquele que após a colheita das árvores existentes na 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 o manejo talhadia aplicável apenas às espécies florestais que tenham capacidade de brotar após o corte raso. O *Eucalyptus* necessita de um sistema, com solo com reserva de nutrientes e suprimento hídrico, espécie adaptada, densidade de plantas adequada, técnica de plantio, condução e controle periódico de vegetação competidora (FREITAG, 2013).

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, que se deve à presença de um sistema radicular já estabelecido que facilita a absorção de água e nutrientes, além de servir como fonte armazenadora de reservas orgânicas e inorgânicas. Este fato demonstra que a capacidade de brotação está diretamente associada às características da planta de origem e dentre estas características, o potencial genético do clone. Além disso, apresenta menor relação custo/benefício, pois os custos com planejamento de plantio, preparo do solo, adubação, novas mudas entre outras atividades podem superar em até 6 vezes o custo com a condução via talhadia (FREITAG, 2013; CAMARGO et al., 1997), aumentando a competitividade de produção de madeira para energia de plantios de eucalipto (SOUZA et al., 2012).

Poucos são os trabalhos realizados no Brasil sobre adubação de brotação. Stape e Benedetti (1997) relataram ganho de 4,45 m³/ha/ano para produção de *E. grandis* pela adubação, com a aplicação de NK, no entanto, esses autores, não avaliaram em relação ao P.

O sucesso para a produtividade da cultura depende dos estudos de manejo de fertilizantes para os tipos de solo e das exigências nutricionais das diferentes espécies (STAPE et al., 2010; SILVA et al., 2013), além de conhecimento do potencial produtivo do sítio, da taxa de crescimento da floresta, da eficiência de utilização de nutrientes, determinar a dose adequada e econômica em função do tipo de solo e do material genético; estabelecer a melhor fonte de fósforo em função dos aspectos técnicos e econômicos, e da disponibilidade de nutrientes no solo (BARROS et al., 1997).

Portanto este trabalho teve como objetivo avaliar a nutrição, o crescimento inicial da rebrota do *Eucalyptus* spp., além da eficiência agrônômica de duas fontes solúveis de fósforo aplicadas em diferentes doses, comparadas ao adubo padrão “superfosfato triplo”.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Olhos D'água (Figura 1), projeto de reflorestamento Copebrás 26, pertencente à Anglo American Fosfatos Brasil Ltda., localizada no município de Catalão – GO, na coordenada geográfica 18°23'58'' S; 47°55'35'' W e altitude de 720 metros. O clima, segundo a classificação de Köppen é definido como Tropical Úmido (Aw), constando temperaturas elevadas com chuvas no verão e seca no inverno. A região possui temperatura média anual de 22,5° C (média máxima de 28,1° C e média mínima de 17,3° C). A pluviosidade anual registrada no primeiro ano de condução do experimento foi de 1.320 mm. A área total do experimento foi de 19.792 metros quadrados. O solo da área é classificado LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (SANTOS et al. 2013).



Figura 1 - Localização do experimento no interior do talhão.

A floresta de *Eucalyptus* que deu origem a brotação foi plantada em 15 de novembro de 2005 e colhida em maio de 2014, aos 8,5 anos de idade de forma mecanizada com Harvester, sem descascar a madeira e o corte realizado a 0,10 m do solo. A produtividade da floresta foi de 422 m³ ha⁻¹ e incremento médio anual – IMA de 49,6 m³ ha⁻¹. O material

genético utilizado foi o clone GG 100, Urograndis, híbrido de *Eucalyptus Grandis* e *Eucalyptus Urophylla*.

A remoção da madeira de dentro do talhão foi realizada na sequência da colheita, a fim de não atrapalhar o vigor da brotação. Devido à baixa quantidade de resíduo de colheita, nas linhas de plantio, não foi preciso realizar a remoção deste material de cima da cepa (toco).

2.2. Delineamento e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 2x5 (duas fontes e cinco doses de P) mais um tratamento adicional, com seis repetições. As doses de cada fertilizante fosfatado foram de 0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅. As fontes utilizadas foram fosfato monoamônico (MAP), superfosfato simples amoniado (SSGA) e com a dose de 120 kg ha⁻¹ P₂O₅ do fertilizante padrão para fósforo Superfosfato Triplo (TSP).

Cada parcela experimental tinha quatro linhas de plantio, com 3,5 m de espaçamento entre elas, totalizando 14 m de largura; por 9 plantas em cada linha, espaçamento de 2,38 metros entre planta, totalizando 21,42 m de comprimento (Figura 2). Foi considerada área útil da parcela as duas linhas centrais, descartando-se em cada linha a planta da extremidade, portanto composta por 36 plantas e 299,88 m².



Figura 2 - Detalhes da brotação aos 19 meses de idade.

2.3. Caracterização das amostras de material orgânico

Foi realizada a coleta da serapilheira sobre o solo (Figura 3), composta principalmente por folhas e galhos das árvores de eucalipto, que sofreram desrama natural e senescência. Para a coleta, utilizou-se um gabarito de ferro com 1 m² de área, sobre a superfície do solo, para

definição da área de amostragem da serapilheira. Foi coletado material em 12 pontos, na linha de plantio, divididos sistematicamente na área do experimento, sendo duas amostras por bloco. O material foi identificado, pesado, embalado e encaminhado ao laboratório para análise química.



Figura 3 - Detalhes do tipo de material que forma a serapilheira.

A quantidade de serapilheira encontrada no solo foi 26.290 kg ha⁻¹. Parte deste material já se encontrava em avançado estado de decomposição. A Tabela 1 mostra as características do material a partir dos resultados da análise química, que foi realizada de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (2009).

Tabela 1. Características químicas da serapilheira, do clone GG100, logo após a primeira colheita.

Elemento	Teor	Elemento	Teor	Elemento	Teor (g kg⁻¹)
N	18 g kg ⁻¹	S	1,2 g kg ⁻¹	Zn	32 mg kg ⁻¹
P	0,9 g kg ⁻¹	Na	150 mg kg ⁻¹	Co	0,14 mg kg ⁻¹
K	3,2 g kg ⁻¹	Cu	27 mg kg ⁻¹	Mo	0,50 mg kg ⁻¹
Ca	11 g kg ⁻¹	Fe	2.500 mg kg ⁻¹	B	18 mg kg ⁻¹
Mg	1,4 g kg ⁻¹	Mn	440 mg kg ⁻¹	-	-

2.4. Caracterização das amostras de solo

A amostragem do solo na área do experimento foi realizada logo após a locação do experimento em campo e foram composta por 20 sub-amostras coletadas em duas camadas distintas, a primeira de 0 a 0,20 m e a segunda de 0,20 a 0,40 m. As amostras simples foram coletadas entre as árvores, na faixa da linha de plantio, onde se concentra o maior volume do sistema radicular e depois de misturadas dando origem a duas amostras compostas (0-20 e 20-40 cm), que foram submetidas à análise química e granulométrica (Tabela 2).

Tabela 2. Características químicas e granulométrica do solo (0-20 e 0-40 cm de profundidade). Catalão, GO, 2015.

Amostra	Profundidade	cmolc dm ⁻³						mg dm ⁻³		
		Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P (resina)	
01	0 – 20	0,8	0,5	0,3	0,5	3	0,06	23	6	
02	20 – 40	0,7	0,4	0,3	0,2	2,4	0,04	15	4	

Amostra	Profundidade	Micronutrientes mg dm ⁻³							
		S	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn	
01	0 – 20	7,1	12	0,9	0,15	6,3	30,0	7,6	
02	20 – 40	22,1	12	0,4	0,23	2,4	34,5	4,2	

Amostra	Profundidade	Dados Complementares - %								g dm ⁻³	
		CTC	Sat. Bases	Sat.Al	Ca/Mg	Ca/ CTC	Mg/ CTC	K/ CTC	H+Al/CTC	Mat.Org.	C
01	0 -20	3,9	23,3	36,8	1,7	12,8	7,7	1,5	76,7	19	11
02	20 – 40	3,2	24,8	21,3	1,3	12,5	9,4	1,3	75,2	16	9,3

Amostra	Profundidade	pH		Textura (g kg ⁻¹)		
		CaCl ₂		Argila	Silte	Areia
01	0 – 20	4,6		420	100	480
02	20 – 40	4,8		440	110	450

2.5. Adubação Fosfatada

A aplicação dos fertilizantes fosfatados ocorreu após a colheita e remoção da lenha, levando em consideração a análise da serapilheira existente na área e análise química do solo. Ela foi realizada de forma manual, por meio de copos dosadores, com volumes previamente estabelecidos, em função da dose de fertilizante de cada tratamento.

Os copos dosadores foram dimensionados antes de serem levados para campo, após checagem da densidade x volume de cada produto comercial, a ser usado. Os produtos fosfatados (Tabela 3) foram aplicados entre as plantas, sobre a linha de plantio, a lanço sobre a serapilheira e sem incorporação.

Tabela 3. Características químicas do fosfato monoamônico (MAP), superfosfato simples amoniado (SSGA) e superfosfato triplo (SFT).

Produto Comercial	Nutrientes totais (%)				P ₂ O ₅ solúvel (%)	
	P ₂ O ₅	N	Ca	S	Cit. neutro de amônio + água	Água
MAP	52,0	11,0	-	-	52	48
SSGA	17,0	3,0	18,0	12,0	17	-
SFT	46,0	0,0	14	-	46	40

2.6. Adubação complementar de nitrogênio

Com o objetivo de igualar a dose de nitrogênio aplicada entre os tratamentos, devido a diferença de concentração de N, entre as fontes SSGA, MAP e superfosfato triplo, foi aplicado nitrogênio na forma de sulfato de amônio (21% de N). A aplicação foi realizada logo após a adubação fosfatada e seguindo a mesma forma de aplicação da adubação fosfatada. A quantidade de N aplicado em cada tratamento variou em função da concentração de N disponível no produto fosfatado, utilizado no tratamento, até atingir a mesma concentração de N do tratamento utilizando MAP na dose de 200 kg ha⁻¹.

2.7. Aplicação de corretivos agrícola

Com o objetivo de fornecer cálcio, magnésio e de elevar o valor de pH do solo, foi realizada a calagem em janeiro de 2015. A constituição química e física do produto foi de 82 % de PRNT, 28% de cálcio e 12% de magnésio. A forma de aplicação do produto foi

mecanizada, a lanço e sem incorporação, por meio de esparramadeira, na dose de 2,68 toneladas por hectare, com base na análise de solo e pelo método de neutralização do alumínio e elevação dos teores de cálcio e magnésio.

O gesso agrícola constituído por 16% de cálcio e 13% de enxofre, foi aplicado de forma mecanizada, a lanço sem incorporação, com esparramadeira. A dose aplicada foi de uma tonelada por hectare, de forma a tamponar os possíveis efeitos de Ca e S das fontes de P testadas. O produto foi aplicado em dezembro de 2014.

2.8. Adubação com NK + micronutrientes

Com base na análise de solo e demanda de nutrientes da cultura do eucalipto, visando altas produtividades, foi realizada a adubação de NK+ micronutrientes, utilizando a fórmula 12-00-20+1,5%B+0,5%Zn+0,5%Cu. A dose aplicada foi de 250 kg ha⁻¹, de forma mecanizada, sem incorporação, em filete contínuo, localizada a 0,4 metros da linha de plantio.

Foram realizadas três adubações de cobertura, mantendo-se a mesma dose por hectare e forma de aplicação. As adubações ocorreram em dezembro de 2014 (7 meses idade), março de 2015 (10 meses de idade) e outubro de 2015 (17 meses de idade).

2.9. Reposição nutricional

Considerando as aplicações de calcário, gesso agrícola, adubação de NK+ micro nutrientes e adubação complementar de N, segue na Tabela 4 com a quantidade de nutrientes aplicados na área, separada por elemento químico.

Tabela 4. Quantidade total de nutrientes aplicado na brotação, através das adubações e corretivos agrícola, separada por elemento químico.

Elemento	kg ha ⁻¹	Elemento	kg ha ⁻¹
N	132,3	S	130,0
K	150,0	Zn	3,8
Ca	910,4	Cu	3,8
Mg	321,6	B	11,2

2.10. Desbrota e desrama

Devido à natureza do material genético, o vigor da brotação foi alto. Em algumas cepas foram contabilizadas mais de 12 brotos.

A altura média da brotação, no momento da primeira desbrota realizada em outubro de 2014 era de 2,5 m. O espaçamento na floresta é de 2,38 m entre plantas e 3,5 m entrelinhas, resultando numa população de 1.200 plantas ha⁻¹.

A atividade foi realizada de forma manual, utilizando foice. Os cortes dos brotos indesejados foram realizados a 0,1 m de altura da cepa, sendo a brotação indesejada descartada sobre o solo para se decompor, deixando apenas um broto por cepa.

Além da desbrota, de forma conjunta, foi realizada a desrama dos galhos laterais, que estavam abaixo de 1,0 m de altura do solo, visando facilitar futuras aplicações de herbicidas.

O critério utilizado para escolha do único broto a ser conduzido foi: maior altura; maior diâmetro; tronco retilíneo; broto localizado na parte mais basal da cepa; mais centralizado no toco, em relação à linha de plantio; sem presença de doenças ou ataque de pragas e sem presença de injúrias.

2.11. Controle de plantas daninhas

Foi necessária a aplicação de herbicida para controle de mato-competição, no mês de setembro de 2015. A planta daninha em convivência com a cultura do eucalipto era a *Brachiaria decumbens*, que oferece competição principalmente por água, luz e nutrientes.

A aplicação de herbicida (Scout – 79,25%) foi realizada de forma mecanizada, na dose de 1,5 kg ha⁻¹, utilizando trator agrícola equipado com uma barra protegida, para evitar deriva da calda de aplicação com as plantas de eucalipto e volume de calda por hectare foi de 200 litros.

O trator percorreu todas as linhas do experimento, realizando aplicação numa faixa de 2,50 m de largura. Não foi necessária aplicação de herbicida na faixa da linha de plantio.

O produto comercial utilizado foi o Scout, herbicida não seletivo de ação sistêmica do grupo químico glicina substituída.

2.12. Avaliações

A mensuração do experimento foi realizada em dezembro de 2015, quando o experimento completou 19 meses, onde foram avaliados a altura, diâmetro, volume de plantas

e o Índice de Eficiência Agronômica - IEA. O teor de P, Ca, S e N dos tecidos foliares foram avaliados aos 9 meses após a colheita.

Foram medidas as alturas de plantas das duas linhas centrais, das quatro linhas existentes por parcela, com exceção da primeira e da última árvore de cada linha, por estarem no limite da parcela e maior contato com outro tratamento. As alturas das árvores de eucalipto foram medidas com auxílio de um clinômetro Haglof. O operador deste aparelho ficou posicionado a uma distância superior à altura da planta, para evitar problemas de angulação e tendências amostrais.

Foi realizada a medida da circunferência na altura do peito- CAP (Figura 4), das mesmas árvores que tiveram alturas medidas, utilizando a fita métrica, a 1,30 m de altura do nível do toco. Quando existia a presença de nós, bifurcações, desprendimento de casca, dentre outras anomalias, a medida foi realizada abaixo ou acima de 1,30 m de altura.



Figura 4 - Ponto de medição da circunferência da brotação.

Através dos dados de altura e circunferência, que foram transformados em diâmetro, utilizando a Equação 1, foi calculado o volume individual de cada planta, volume médio do tratamento e extrapolando para hectare.

$$V = \frac{\pi \cdot DAP^2}{40000} \cdot H \cdot 0,45 \quad (1)$$

Onde:

V – Volume (m³);

DAP – Diâmetro a altura do peito;

H – Altura (m);

0,45 – Fator de forma.

As amostras de folha foram coletadas no terço superior da copa de cada árvore (posição da vertical), sendo um galho (Figura 5) em cada quadrante da copa (posição na horizontal), utilizando um podão, devido à altura da brotação. Foram coletados galhos de quatro árvores, localizadas na parte central, em cada parcela. Dos galhos coletados, foram retiradas as folhas recém-maduras dos ramos primários, secas em estufa de circulação forçada de ar por 48 horas, moídas em moinho tipo Willuy, submetidas à digestão sulfúrica, sendo o P determinado colorimetricamente pelo método do Azul de Molibdênio (EMBRAPA, 2009).



Figura 5 - Exemplo de galho coletado.

O Índice de Eficiência Agronômica (IEA), que indica a porcentagem de aumento de crescimento obtida com a fonte testada em relação ao adubo padrão, foi calculado com base nas diferenças das variáveis de crescimento das fontes testadas e o superfosfato triplo, com a dose estimada ou aplicada de 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 , conforme a seguinte fórmula, adaptada de Goedert et al. (1986):

$$\text{IEA} = \left[\frac{\text{Valor com a fonte testada} - \text{valor sem P}}{\text{Valor com super triplo} - \text{valor sem P}} \times 100 \right] - 100$$

Os dados coletados de altura, diâmetro, produtividade de madeira e o teor de fósforo nos tecidos foliares foram submetidos à análise de variância e nos casos em que o teste F foi significativo, realizou-se o teste de Scott-Knott para comparação múltipla das médias dos tratamentos. Adicionalmente, procedeu-se à análise de regressão linear ou polinomial para

avaliar as doses de fósforo (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹). As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o *software* SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Crescimento

Após a análise de variância dos dados de altura, diâmetro altura peito - DAP e volume de madeira da brotação de eucalipto (clone GG100), verificou-se que não ocorreu efeito significativo ($P>0,05$) quanto às fontes de P_2O_5 (Tabela 5). Isso demonstra que quando aplicadas nas mesmas doses, baseadas nos teores solúveis, apresentam a mesma eficiência em relação ao desenvolvimento da brotação de eucalipto, aos 19 meses de idade, desde que os demais elementos presentes na formulação, estejam em quantidade equilibrada. Para as doses testadas o efeito foi significativo a 1% de probabilidade, para altura de plantas, DAP e volume de madeira, o que significa que a rebrota responde a adubação fosfatada. Já em relação a interação entre fontes e doses não houve significância.

Tabela 5. Análise de variância para altura de plantas, DAP e volume de madeira, em função de fontes e doses de fósforo na adubação da rebrota do clone GG100, em Catalão – Goiás.

Fontes de variação	Quadrado médio			
	G.L.	Altura (m)	DAP (cm)	Volume (m ³)
Fontes de P_2O_5	1	0,00017	0,21	15,00
Doses de P_2O_5	4	0,71634**	1,16**	121,94**
Fontes x Doses	4	0,02852	0,06	2,97
Bloco	5	0,54588**	0,24*	25,55**
Erro	45	0,10336	0,10	7,29
CV %		3,02	3,48	7,15

G.L. = graus de liberdade; * e ** = Teste F significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. CV = Coeficiente de variação.

As menores alturas de plantas foram verificadas na dose 0 (testemunha) e na dose 50 kg ha⁻¹. Ambas diferiram significativamente em relação a todas as outras doses, independente da fonte. Chegaram a atingir 10,9 metros de altura (Tabela 6). Resultados estes superiores ao encontrado por Freitag (2013), que observou a altura da brotação de eucalipto Urograndis aos 18 meses de idade com 8 metros, no tratamento testemunha e 9,4 metros no tratamento com adubação completa.

Para altura de plantas o índice de eficiência agronômica (IEA) foi de 250% em relação ao STP, para ambas as fontes (Tabela 6). Provavelmente, isto pode ter ocorrido pela presença do N junto ao P. Beltrán et al. (1998) também encontraram melhores resultados com MAP e super simples, em relação ao STP, na produção de massa seca de arroz. Embora a eficiência dos adubos fosfatados seja considerada a partir da concentração solúvel de cada fonte. Resultados diferentes, porém foram obtidos por Braga et al. (1977), que encontraram maiores valores de altura de plantas em mudas de eucalipto, aos 115 dias de germinação, adubada com SFT, em relação ao super simples e ao fosfato diamônico.

Tabela 6. Altura de plantas, DAP e volume de madeira produzido pela rebrota do eucalipto, clone GG100, aos 19 meses de idade, em função de fontes e doses de P_2O_5 aplicadas, em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, no município de Catalão – Goiás.

Fontes	SSGA	MAP	SSGA	MAP	SSGA	MAP
Doses	___Altura média (m)___		___DAP médio (cm)___		___Volume (m^3/ha^{-1})___	
0	10,3 b	10,3 b	8,42 b	8,42 b	32,81 b	32,81 b
50	10,6 b	10,5 b	8,88 b	8,68 b	37,17 a	35,54 b
100	10,8 a	10,9 a	9,16 a	9,20 a	40,45 a	40,49 a
150	10,7 a	10,7 a	9,11 a	8,98 a	39,61 a	38,39 a
200	10,9 a	10,9 a	9,25 a	8,95 a	41,16 a	38,96 a
Média	10,7	10,7	8,96	8,85	38,24	37,24
IEA (%)	250	250	583	766	259	318

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. MAP – Fertilizante Mono-Amônio Fosfato; SSGA – Super Simples Granulado Amoniado; IEA - Índice de Eficiência Agronômica.

O DAP foi menor na dose 0 (testemunha) e na dose de 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 , não ocorrendo diferença significativa pelo teste de Scott-knott entre as demais doses. A diferença entre a dose de 0 kg ha^{-1} e 100 kg ha^{-1} usando SSGA, como fonte, gerou um acréscimo de apenas 0,74 cm no DAP. Este resultado revela que o solo, as reservas nutricionais dos tocos e o sistema radicular, além do resíduo florestal da primeira rotação, não são suficientes para proporcionar bom desenvolvimento. Stape et al. (2010), afirma que a aplicação de fertilizantes acima de doses adequadas e requeridas pelas plantas pode não promover incremento significativos em produção volumétrica, conforme também foi observado neste experimento, ao comparar as doses de 100 kg ha^{-1} e 200 kg ha^{-1} . Silva (2013) constatou em brotação de eucalipto, porém aos 60 meses, em decorrência da adubação, aumento de 22,5% do DAP, quando comparando com tratamentos sem adubação.

A diferença de volume de madeira da brotação, aos 19 meses de idade, entre a dose 0 (testemunha) e a 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 , usando SSGA como fonte, foi de $8,35 \text{ m}^3$, e usando MAP a diferença foi de $7,68 \text{ m}^3$. Independente da fonte, a produtividade atingida com dose de

100 kg ha⁻¹, não diferiu da maior dose. Silva (2013) observou que a fertilização do sistema talhadia aumentou o volume da árvore em comparação às testemunhas sem adubação, aos 60 meses de idade, mostrando que a fertilidade do solo é insuficiente para atender a demandas da brotação de eucalipto.

Na Figura 6 é apresentado o comportamento da altura de plantas em relação às doses de P₂O₅, com as fontes MAP (a) e SSGA (b). Para a primeira fonte o ajuste foi quadrático, com altura máxima de 11,0 metros, obtida com a dose de 117 kg ha⁻¹. Para o SSGA o ajuste foi linear. Na mesma dose usada para MAP, a altura atingida com SSGA foi de 10,7 metros. Estes resultados mostram que o MAP proporcionou uma altura 2,8% superior a SSGA, usando a mesma dose.

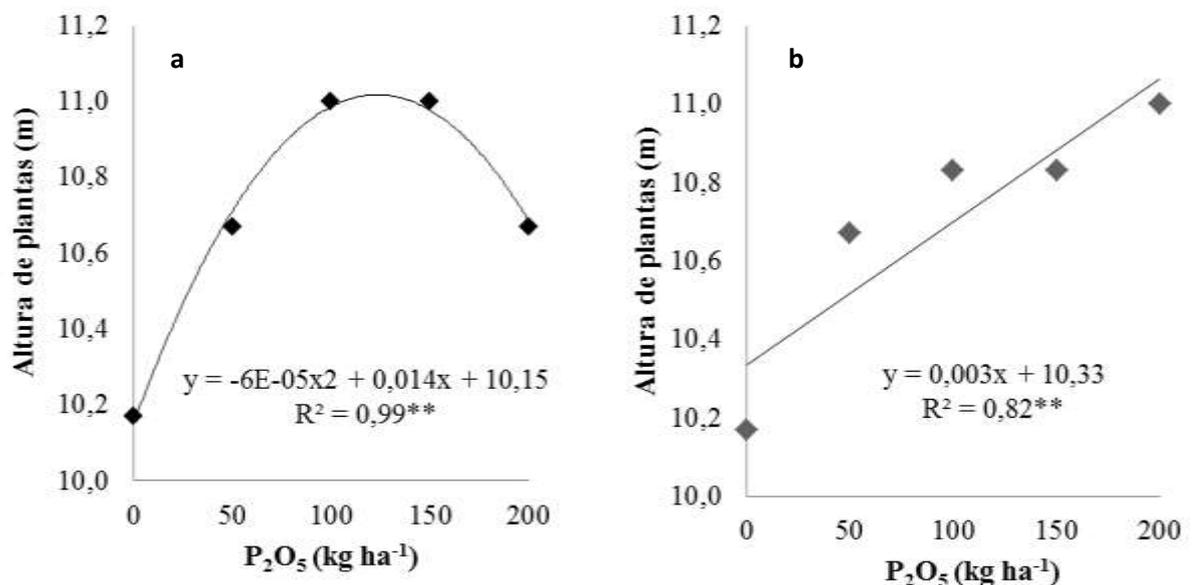


Figura 6 - Altura média das árvores de primeira rebrota de eucalipto, clone GG100, aos 19 meses de idade em função das doses de P₂O₅ com a fonte fosfato monoamônico – MAP (a) e com a fonte superfosfato simples amoniado – SSGA (b).

Constatou-se, que o DAP aumentou até a dose de 133 kg ha⁻¹ de P₂O₅, usando MAP e a diferença para a testemunha foi de 9,03 centímetros (Figura 7a). Com a fonte SSGA, o aumento foi linear, de 8,63 centímetros na testemunha até 9,23 centímetros com 200 kg ha⁻¹ P₂O₅.

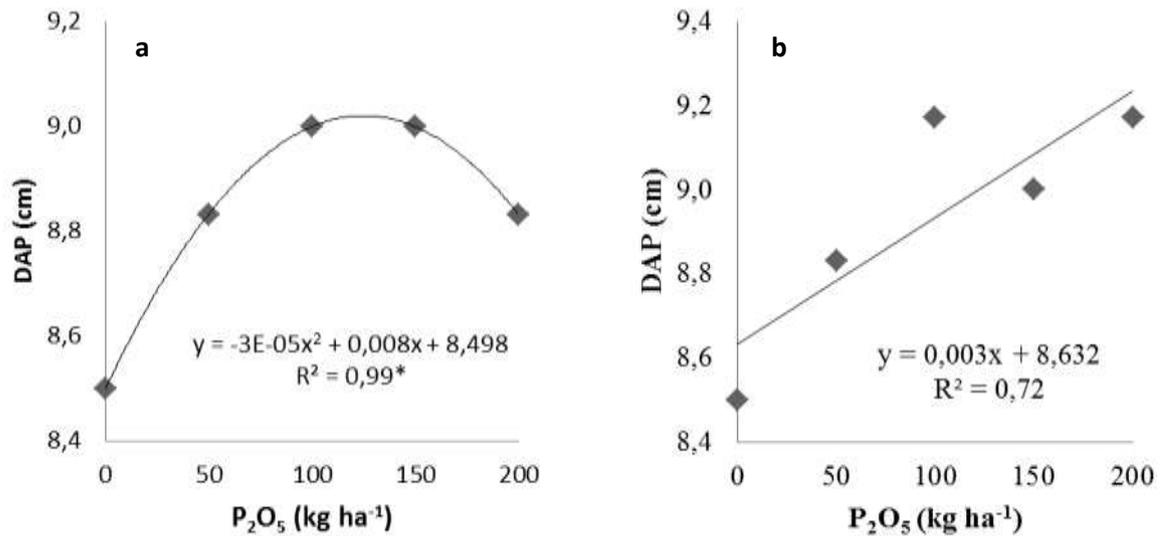


Figura 7 - Diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores de primeira rebrota de eucalipto, clone GG100, aos 19 meses de idade em função das doses de P₂O₅ com a fonte fosfato monoamônico (a) e com a fonte superfosfato simples amoniado (b).

O volume de madeira da brotação, aos 19 meses (Figura 8) apresentou comportamento semelhante em relação às fontes testadas. Usando MAP o volume de madeira aumentou de 32,63 m³ ha⁻¹ na testemunha, até 39,55 m³ ha⁻¹ com a dose de 144 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já para o SSGA o volume máximo foi de 40,85 m³ ha⁻¹, aplicando 170 kg ha⁻¹ de P₂O₅. O incremento da menor para a maior dose foi de 6,92 m³ ha⁻¹ e 7,81 m³ ha⁻¹ usando respectivamente MAP e SSGA. Em trabalho semelhante com aplicação de P (68 kg ha⁻¹ de P₂O₅) em solos arenosos proporcionou um aumento no volume de madeira de *E. grandis* de 5 para 10 m³ ha⁻¹ no primeiro ano e de 55 m³ ha⁻¹ para 70 m³ ha⁻¹ no segundo ano em comparação as plantas não adubadas (SILVA et al., 2013), o que é bem inferior se considerar o ciclo completo.

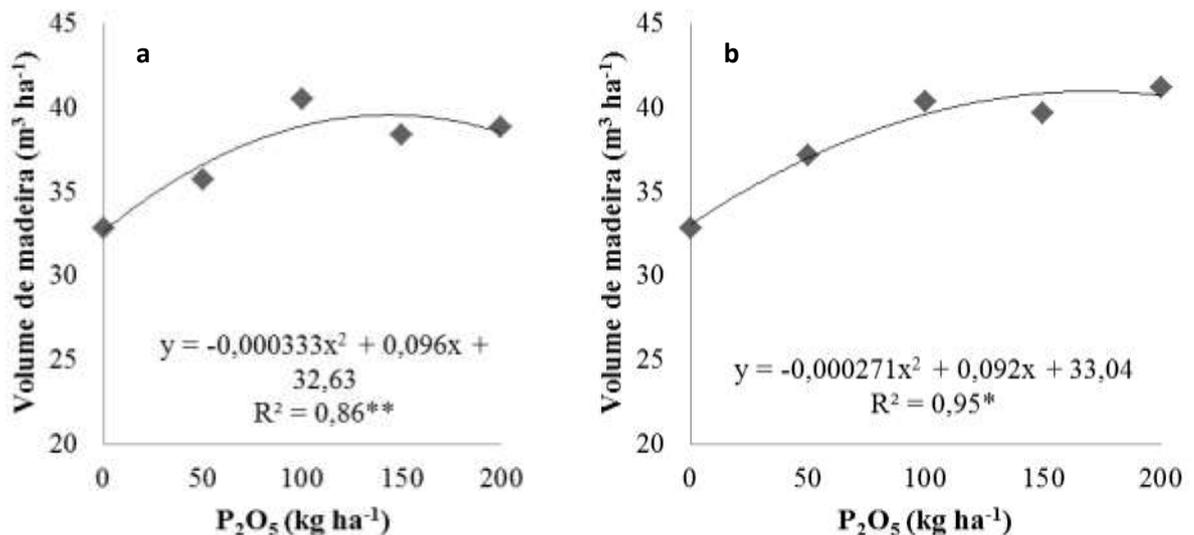


Figura 8 - Volume de madeira da primeira rebrota de eucalipto, clone GG100, aos 19 meses de idade em função das doses de P₂O₅ com a fonte fosfato monoamônico (a); com a fonte superfosfato simples amoniado (b).

Para volume de madeira o IEA foi de 259% aplicando SSGA e 318% usando MAP. Ambos muito superiores ao super triplo. Estes resultados divergem dos obtidos por Santos et al. (2012), que obtiveram maior índice de eficiência agrônômica do STP em relação ao MAP e outros fosfatos naturais reativos na média de três cortes da cana de açúcar. Provavelmente porque a eficiência das fontes seja influenciada pelas espécies de plantas e/ou condições edafoclimáticas.

Faz-se necessário o desenvolvimento de um trabalho de análise econômica, levando em consideração, as doses de fósforo, o custo do produto comercial utilizado, o ganho em produtividade e o preço obtido pela venda da madeira, para obtenção da dose ideal a ser aplicada de forma econômica e nutricionalmente viável.

O efeito quadrático observado para as doses crescentes de adubação indica que existe tendência de decréscimo do crescimento com doses muito elevadas, fato observado por Oliveira Neto et al. (2010), também, na região de Cerrado.

3.2. Análise foliar

Assim como os dados de crescimento (altura, DAP e volume) os resultados médios de P e Ca dos tecidos foliares, gerados a partir de análises químicas da brotação de eucalipto, diferiram significativamente entre si, em relação às doses de P₂O₅, mas não diferiram entre si, em relação à fonte de P (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância da concentração de fósforo, nitrogênio, cálcio e enxofre nas folhas de eucalipto clone GG100, coletada aos 10 meses após a rebrota, em função das fontes e doses de P_2O_5 em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, no município de Catalão – GO.

Fontes de variação	Quadrado médio				
	G.L.	Fósforo	Nitrogênio	Cálcio	Enxofre
Fontes de P_2O_5	1	0,0002	0,1815	0,1927	0,0135
Doses de P_2O_5	4	0,0450**	0,7181	1,3429**	0,0798
Fontes x Doses	4	0,0035	0,0528	0,4306	0,0289
Bloco	5	0,0094	6,6090**	1,4071**	0,0851
Erro	45	0,0077	1,1351	0,3778	0,0521
CV (%)		7,56	5,53	9,73	14,13

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. CV = Coeficiente de variação.

Observou-se um ajuste linear na concentração de P foliar (Tabela 7), independente da fonte, em decorrência da dose de P_2O_5 , porém os valores não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott (Tabela 8). Ocorreu variação em função das doses aplicadas, sendo encontrada baixa concentração de P nas folhas dos tratamentos que não recebeu adubação fosfatada e o valor máximo para o tratamento que recebeu 200 kg ha^{-1} de MAP.

Tabela 8. Concentrações foliares de fósforo, nitrogênio, cálcio e enxofre em plantas eucalipto, clone GG100, em rebrota aos 19 meses de idade, em função de fontes e doses de P_2O_5 aplicadas, em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, no município de Catalão - Goiás.

Doses	Fontes							
	SSGA	MAP	SSGA	MAP	SSGA	MAP	SSGA	MAP
	P (g kg^{-1})		N (g kg^{-1})		Ca (g kg^{-1})		S (g kg^{-1})	
0	1,08 a	1,08 a	19,20 a	19,20 a	5,9 b	5,9 b	1,6 a	1,6 a
50	1,12 a	1,12 a	19,00 a	19,32 a	6,3 b	5,9 b	1,9 a	1,7 a
100	1,18 a	1,15 a	19,53 a	19,58 a	6,6 a	6,6 a	1,5 a	1,6 a
150	1,20 a	1,18 a	19,33 a	19,50 a	6,2 b	6,8 a	1,6 a	1,6 a
200	1,22 a	1,27 a	18,92 a	18,93 a	6,4 a	6,7 a	1,6 a	1,6 a
Média	1,16	1,16	19,20	19,31	6,3	6,4	1,6	1,6
IEA	0	0	NS	NS	293	293	NS	NS

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; MAP – Fertilizante Monoamônico Fosfato; SSGA – Super Simples Granulado Amoniado.

Comparando o menor teor de P foliar (Tabela 8) encontrado dentre os tratamentos (1,08 g kg⁻¹), considerando o teor de P presente no solo (Tabela 2), sistema radicular da brotação já consolidado, presença de resíduo florestal (folhas e galhos da rotação anterior, não extraídos da área) e ciclagem de nutrientes, com a faixa de teor adequada de P, indicado por Gonçalves (1997), que é de 0,9 g kg⁻¹ a 1,3 g kg⁻¹, conclui-se que não existe necessidade de adubação fosfatada para esta floresta até o presente momento.

O aumento crescente nas doses aplicadas de P, não causou diminuição na absorção e concentração dos demais elementos químicos encontrados nas folhas (Tabela 8).

Não houve diferença significativa nas concentrações foliares de N, em função de fontes e doses de P₂O₅. Isto provavelmente ocorreu em função da aplicação de N adicional e separada no solo para igualar a concentração de N, devido à diferença existente entre as fontes utilizadas (MAP, SSGA, Super Triplo), e também em função da adubação com 132,3 kg ha⁻¹ de N, além dos 473 kg de N, presentes da serapilheira, por isto, todas as concentrações estão acima da faixa considerada adequada 14 a 16 g kg⁻¹ (ALVES, 1999).

Para Ca, foi observada maior concentração na dose de 150 kg ha⁻¹, usando MAP como fonte de P.

Considerando a calagem realizada na área, o teor de cálcio contido na formulação de SSGA e a variação de teor de cálcio entre os produtos MAP e SSGA (Tabela 8), sendo o MAP a fonte com maior média de cálcio foliar, para doses acima de 100 kg ha⁻¹, acredita-se que a presença de cálcio na formulação do SSGA, não proporcionou maior concentração de cálcio nas folhas.

Os resultados de S mostram que a fonte de SSGA e MAP não influencia nas suas concentrações foliares (Tabela 8). Apenas o tratamento usando SSGA, na dose de 50 kg ha⁻¹ proporcionou aumento na concentração de S.

Para as concentrações de nitrogênio, cálcio e enxofre, apresentados na (Tabela 8), pode-se observar, que não houve relação diretamente proporcional entre a dose disponibilizada no solo e a concentração encontrada na análise foliar. A diferença de concentração dos elementos químicos na folha, da dose 0,0 kg ha⁻¹ para a dose de 200,0 kg ha⁻¹, usando MAP, foi de 1%, 13% e 0%, para nitrogênio, cálcio e enxofre, respectivamente, e usando SSGA foi de 1%, 9% e 3%, para nitrogênio, cálcio e enxofre, respectivamente.

Assim como a calagem, a aplicação do gesso agrícola, como fonte de enxofre, contribuiu para o equilíbrio deste elemento no solo (Tabela 8).

Freitag (2013) observou em brotação clonal híbrida de *Urograndis*, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico, textura média, aos 18 meses de idade, sem adubação

(controle), os seguintes concentrações foliares de P, N, Ca e S: $0,7 \text{ g kg}^{-1}$, $13,7 \text{ g kg}^{-1}$, $5,8 \text{ g kg}^{-1}$ e $0,7 \text{ g kg}^{-1}$ respectivamente. Nas mesmas condições, porém, usando fertilização completa, obteve as seguintes concentrações de P, N, Ca e S: $0,7 \text{ g kg}^{-1}$, $12,9 \text{ g kg}^{-1}$, $5,3 \text{ g kg}^{-1}$ e $0,6 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. E usando fertilização comercial encontraram-se os seguintes resultados de P, N, Ca e S: $0,7 \text{ g kg}^{-1}$, $13,7 \text{ g kg}^{-1}$, $5,1 \text{ g kg}^{-1}$ e $0,7 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente.

A concentração dos nutrientes N e Ca nas folhas (Tabela 8) apresentam teores, superiores a faixa adequada proposta por Gonçalves (1997) de $13,5$ a $18,0 \text{ g kg}^{-1}$, 6 a 10 g kg^{-1} , respectivamente, o que reflete uma maior disponibilidade destes nutrientes na solução do solo, independente da fonte e da dose de P_2O_5 . Já o S apresentou teor inferior ao mínimo proposto ($1,5 \text{ g kg}^{-1}$ a $2,0 \text{ g kg}^{-1}$), mesmo com a realização da gessagem e da presença de S na formulação do SSGA. Okado (2010) observou que o eucalipto é pouco exigente em nutrientes, quando comparado com outras culturas, devido a sua capacidade de ciclar nutrientes.

Segundo Costa (1998), quando se aumenta a dose de fósforo aplicada ao solo, ocorre aumento da difusão do elemento, devido à saturação progressiva da superfície de adsorção, o que resulta no aumento da concentração de P na solução do solo e consequente aumento da absorção do nutriente.

Na Figura 9 pode-se observar que a concentração de fósforo nas folhas de eucalipto (clone GG100) para a fonte fosfato monoamônico (a); e a fonte super simples amoniado (b), em que houve um ajuste linear na concentração de fósforo (P) foliar independente da fonte, em decorrência da dose de P_2O_5 . Ocorreu variação em função das doses aplicadas, sendo encontrado o valor mínimo nas folhas do tratamento que não recebeu adubação fosfatada e o valor máximo para o tratamento que recebeu 200 kg ha^{-1} de MAP.

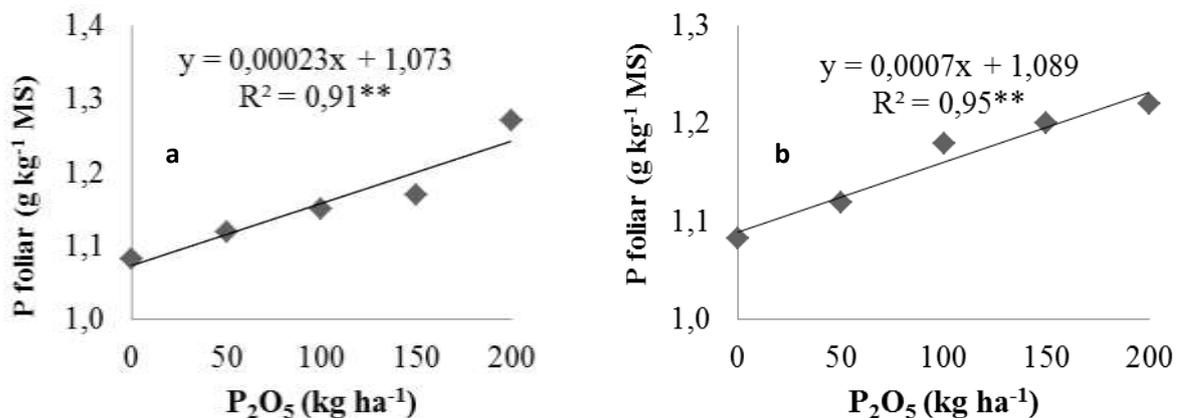


Figura 9 - Concentração de fósforo nas folhas de brotação de eucalipto clone GG100, coletada aos 9 meses após a colheita, em função das doses de P_2O_5 com a fonte fosfato monoamônico (a); e com a fonte superfosfato simples amoniado (b).

Para os teores de cálcio da Figura 10, pode-se observar que houve relação diretamente proporcional entre a dose disponibilizada no solo e o teor encontrado na análise foliar, pois a medida que aumentou a dose de P aumentou a concentração de Ca.

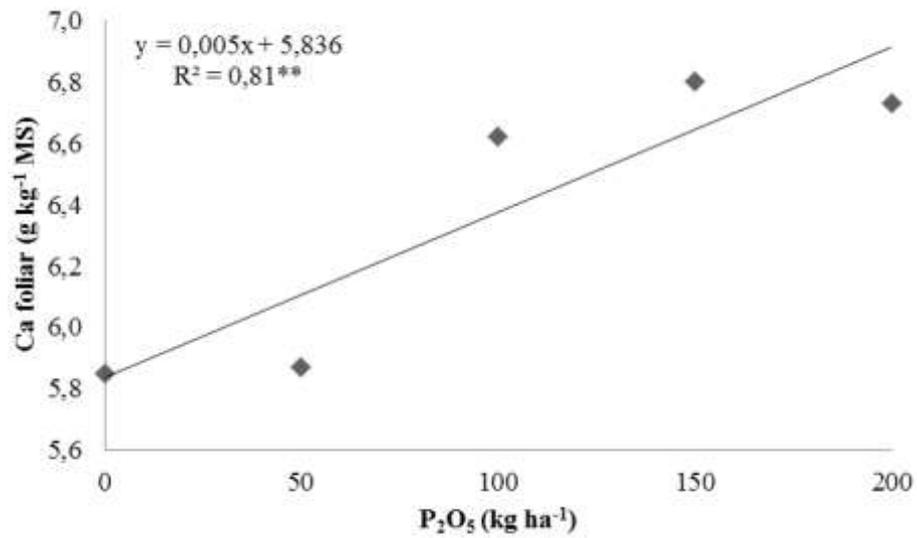


Figura 10 - Concentração de Cálcio nas folhas de eucalipto clone GG100, coletada após a rebrota, em função da aplicação de diferentes doses de P_2O_5 .

4. CONCLUSÕES

Os fertilizantes fosfatados MAP e SSGA, utilizados na reposição nutricional de eucalipto sob manejo de talhadia, aos 19 meses de idade, apresentaram maior IEA do que o Super Triplo.

Os melhores resultados foram obtidos entre as doses de 117 kg ha⁻¹ a 144 kg ha⁻¹, utilizando SSGA e MAP, porém a aplicação de 50 kg ha⁻¹ P₂O₅ utilizando SSGA como fonte de fósforo, apresentou resultado volumétrico de madeira satisfatório.

A análise foliar demonstrou que houve absorção do fósforo aplicado de acordo com as doses, ou seja, o nutriente estava disponível para a planta e na proporção necessária para o desenvolvimento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M.; PITTA, G. V. E.; FRAÇA, G. E.; RODRIGUES FILHO, A.; ARAÚJO, J. M.; VEIRA, J. R. e LOUREIRO, J. E. Milho. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 314-316.

BARROS, N.F.; TEIXEIRA, P.C.; TEIXEIRA, J.L. Nutrição e produtividade de povoamentos de eucalipto manejados por talhadia. **Série Técnica IPEF**. Universidade Federal de Viçosa- UFV. v. 11, n. 30, 1997. p. 79-87.

BRADY, N.C.; WEIL,R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. p. 686.

BRAGA, J.M.; COUTO, L.; NEVES, M.J.B.; BRANDI, R.M. Comportamento de mudas de *Eucalyptus* spp. em viveiro, em relação à aplicação de N, P, K e diferentes fontes de fósforo. **Revista Árvore**. v.1, p. 135-148, 1977.

BRAGA, G.N.M. Na sala com Gismonti – Assuntos sobre agronomia. **As Funções do Fósforo para as Plantas**. 2010. Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2010/04/as-funcoes-do-fosforo-para-as-plantas.html>> Acesso em: 10 de out. 2015.

CABEZAS, W.P.V. **Desenvolvimento e qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em função da adubação fosfatada em substratos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Câmpus de Botucatu. Botucatu, 2012. p. 6-12.

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**, Viçosa, v. 11, n.30, p. 115-122, 1997.

COSTA, J.P.V. **Fluxo difusivo de fósforo e de potássio em Latossolos**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa – UFV. Viçosa, 1998. p. 67.

DIAS, L.P.R.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO; G.; SIMONETE, M.A.; BICARATTO, B. Eficiência relativa de fosfatos naturais na adubação de plantio de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Eucalyptus benthamii* Maiden et cambage em solo sem e com calagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 37-48, 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Solos. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Brasília, DF: Embrapa Solos, 2009. p. 627.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Dissertação de Especialização. Universidade Federal de Lavras – UFLA. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão - FAEPE. Lavras, 2002. p. 8-28

FERREIRA, D.F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **R. Sympos**, 2008. p. 36-4.

FERREIRA, A.; STAPE, J. L. Productivity gains by fertilisation in *Eucalyptus urophylla* clonal plantations across gradients in site and stand conditions. **Southern Forests**, Grahamstown, v. 71, p. 253–258, 2009.

FREITAG, A.S. **Crescimento de brotações de um clone de Eucalyptusurophylla x Eucalyptusgrandis em função da disponibilidade de nutrientes no solo e da aplicação de fitorreguladores na cepa.** Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2013. p. 17-26.

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**, Viçosa, MG, v. 21, n. 3, p. 497-504, 1997.

GONÇALVES, J.L.M.; BARROS, N.F.; NAMBIAR, E.K.S.; NOVAIS, R.F. Soil and stand management for short-rotation plantations. In: NAMBIAR, E.K.S.; BROWN, A.G. **Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forests**. Canberra: ACIAR, 1997, p. 379-418.

GONÇALVES, J. L. M.; WICHERT, M. C. P.; GAVA, J. L.; SERRANO, M. I. P. Soil fertility and growth of *Eucalyptus grandis* in Brazil under different residue management practices. In: NAMBIAR, E. K. (Ed.). **Site management and productivity in tropical plantation forests**. Bogor: CIFOR, 2008. p. 51-62.

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. 2015. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/eugenio1958/a-industria-brasileira-de-arvores-ib-2015>>. Acesso: 30 de out. 2015.

ISMAEL, J. J.; VALERI, S. V.; CORRADINI, L.; ALVARENGA, S. F.; VALLE, C. F.; FERREIRA, M. E.; BANZATTO, D. A. Níveis críticos de fósforo no solo e nas folhas para a implantação de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em quatro tipos de solos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 54, p. 29-40, 1998.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. 2^a ed. Piracicaba: Potafós. 1997.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. Editora Agronômica CERES Ltda. São Paulo, 1992. p. 75-85.

MAZURANA, M.; BAPTISTA, J.; LEVIEN, R.; CONTE, O. Balanço de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus saligna* implantado sobre Cambissolo Háptico no RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.9, p. 924-930, 2011.

OKADO, K. **Adubação com N, P₂O₆ e K₂O apenas em cobertura no crescimento de Eucalyptus Urograndis, na região do Pontal do Paranapanema-SP.** Dissertação de Mestrado. Universidade do Oeste Paulista. Presidente Prudente, 2010. p.14.

OLIVEIRA NETO, S. N. REIS, G. G. REIS, M.G. F. LEITE, H. G. JÚLIO CÉSAR LIMA NEVE. Crescimento e distribuição diamétrica de *Eucalyptus camaldulenses* em diferentes espaçamentos e níveis de adubação da região de Cerrado de Minas Gerais. **Floresta**, Curitiba, v.40, n.4, p 755-765, 2010.

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

SANTOS, G.A. **Interação genótipos x ambientes para produtividade de híbridos multi espécies de eucalipto no Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba, 2012. p. 78-94.

SANTOS, H.G. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. ver. Ampl., Brasília, DF; Embrapa, 2013. p. 353.

SILVA, M. A.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; AVANZI, L. C.; LEITE, F. P. Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do Vale do Rio Doce. **Ciência Florestal**, v. 21, n.4, p. 776-795, 2011.

SILVA, P. H. M.; POGGIANI, F. LIBARDI, P. L.; GONÇALVES, A. N. Fertilizer management of eucalypt plantations on sandy soil in Brazil: Initial growth and nutrient cycling. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 301, p. 67- 78, 2013.

SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; SGARBI, F.; MUNIZ, M.R.A. **Seja o doutor do seu eucalipto**. **Arquivo do Agrônomo** – nº12. Potafos, 2001. p. 20.

SOUZA, F.C.; 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**. v. 19 , n. 1, p. 44-54, 2012.

STAPE, J. L.; BENEDETTI, V. Decréscimo de produtividade e resposta da brotação do *Eucalyptus grandis* à fertilização com macronutrientes em areia quartzosa no estado de São Paulo. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, v. 3, p. 112-117, 1997.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, S.; LOOS, R. A.; TAKAHASHI, E. N.; SILVA, C. R.; SILVA, S. R.; HAKAMADA, R. E.; FERREIRA, J. M. A.; LIMA, A. M. N.; GAVA, J. L.; LEITE, F. P.; ANDRADE, H. B.; ALVES, J. M.; SILVA, G. G. C.; AZEVEDO, M. R. The Brazil Eucalyptus potential productivity project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, p. 1684 - 1694, 2010.