



**CURSO DE AGRONOMIA**

**COMPARAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE CLORETO DE POTÁSSIO NO  
DESENVOLVIMENTO DO DIÂMETRO E ALTURA DAS PLANTAS DE  
EUCALIPTO**

COMPARISON OF DIFFERENT DOSES OF POTASSIUM CHLORIDE IN THE  
DEVELOPMENT OF DIAMETER AND HEIGHT OF EUCALYPTUS PLANTS

Guilherme Rohrer de Oliveira

DESCALVADO

2017



## **CURSO DE AGRONOMIA**

### **COMPARAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE CLORETO DE POTÁSSIO NO DESENVOLVIMENTO DO DIÂMETRO E ALTURA DAS PLANTAS DE EUCALIPTO**

Orientador: Dr. Luiz Carlos Pizetta

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Graduação em Agronomia.

DESCALVADO

2017

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela oportunidade de viver.

À família, pelo apoio durante os cinco anos de faculdade.

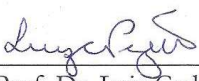
Ao professor Dr. Luiz Carlos Pizetta, pelas orientações.


**CURSO DE AGRONOMIA****CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

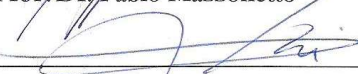
**Acadêmico (a):** Guilherme Rohrer de Oliveira

**Título do Trabalho:** Comparação de Diferentes Doses de Cloreto de Potássio no Desenvolvimento do Diâmetro e Altura das Plantas de Eucalipto

**Data da avaliação pela Banca Examinadora:** 13 de novembro de 2017.

**Orientador (a):**   
Prof. Dr. Luiz Carlos Pizetta

**Examinador 1:**   
Prof. Dr. Fábio Mazzone

**Examinador 2:**   
Prof.ª Msc. Vera Lúcia Monelli Sossai

APROVADO(A) em 13/11/2017 com **Nota:** 9,0

## SUMÁRIO

RESUMO.....	V
ABSTRACT .....	VI
LISTA DE FIGURAS .....	VII
LISTA DE TABELAS .....	VIII
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 OBJETIVOS .....	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 O Eucalipto .....	4
3.2 O Setor Florestal Brasileiro .....	5
3.3 O Uso da Madeira do Eucalipto.....	7
3.4 Potássio.....	8
3.5 Sintomas de Deficiência de Potássio .....	9
3.6 Adubação Potássica no Eucalipto.....	10
3.7 Fontes de Potássio para a Agricultura .....	11
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
6 CONCLUSÕES .....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	19

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar crescimento e diâmetro, em função da aplicação de diferentes doses de cloreto de potássio em plantas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, também conhecida como *Urograndis I144*. O experimento foi conduzido no período de 25/03/2017 a 30/06/2017, 90 dias, na Fazenda Capão do Óleo (Luís Antônio- SP). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, constituído de quatro tratamentos e quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por 16 plantas, totalizando 64 plantas por tratamento e 256 plantas na área experimental. As doses de cloreto de potássio avaliadas foram: 10, 20, 30 gramas por planta e avaliou-se sem aplicação de cloreto de potássio (testemunha). Foi medida a altura e o diâmetro a cada 30 dias, até 90 dias de ciclo. Com aplicação de cloreto de potássio no solo (0; 10; 20 e 30 g.planta<sup>-1</sup>) nas mudas de eucalipto, as médias de crescimento das mudas não foram afetadas significativamente. A maior média de altura das mudas foram obtidas sem aplicação de cloreto de potássio. O diâmetro das mudas de eucalipto em relação às doses de cloreto de potássio aplicados no solo, não foram significativamente afetadas, obtendo os diâmetros semelhantes.

A análise estatística indicou que as doses aplicadas não obteve efeito significativo sob a altura e diâmetro do eucalipto.

**Palavras Chaves:** Eucalipto, Potássio, Crescimento.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate growth and diameter, as a function of the application of different doses of potassium chloride in plants of *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, also known as Urograndis I144. The experiment was conducted in the period from 03/25/2017 to 06/30/2017, 90 days, at Fazenda Capão do Óleo (Luís Antônio - SP). The experimental design was a randomized block design, consisting of four treatments and four replications. Each experimental unit was composed of 16 plants, totaling 64 plants per treatment and 256 plants in the experimental area. The doses of potassium chloride evaluated were: 10, 20, 30 grams per plant and evaluated without the application of potassium chloride (control). The height and diameter were measured every 30 days, up to 90 days of cycle. With the application of potassium chloride in the soil (0, 10, 20 and 30 g.plant<sup>-1</sup>) in the eucalyptus seedlings, the growth averages of the seedlings were not significantly affected. The highest average height of the seedlings were obtained without application of potassium chloride. The diameter of the eucalyptus seedlings in relation to the doses of potassium chloride applied to the soil were not significantly affected, obtaining similar diameters.

The statistical analysis indicated that the applied doses did not have a significant effect under the height and diameter of the eucalyptus.

**Key Words:** Eucalyptus, Potassium, Growth.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Demarcação da área.....	13
Figura 2 - Avaliação de crescimento e desenvolvimento. ....	14
Figura 3 - Avaliação final.....	14



**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo, realizada pelo Riber Solo, Laboratório de Análise de Solo e Foliar. ....	12
Tabela 2 - Altura (cm), diferença de altura (cm), diferença relativa de altura (%), em relação as doses de K aplicados ao solo (0; 10; 20 e 30 g.planta-1) e intervalos de aplicações (0; 30; 60 e 90 dias de ciclo) em mudas de eucaliptos.....	16
Tabela 3 - Diâmetro (mm), diferença de diâmetro (mm), diferença relativa de diâmetro (%), em relação as doses de K aplicados ao solo (0; 10; 20 e 30 g.planta-1 e intervalos de aplicações (0; 30; 60 e 90 dias de ciclo) em mudas de eucaliptos.....	17

## 1 INTRODUÇÃO

Para atender a crescente demanda por produtos de base florestal, a área com florestas plantadas para fins comerciais tem aumentado gradativamente. Em vários países, em especial no Brasil, essas florestas têm sido estabelecidas com espécies do gênero *Eucalyptus*, cujos materiais genéticos apresentam alta produtividade e possuem a capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais. Desta forma, o cultivo do *Eucalyptus* pode diminuir a exploração de árvores em florestas naturais e tornar-se uma opção para o uso em áreas degradadas (FERREIRA e GALVÃO, 2000), por apresentar crescimento rápido e adaptação às diferentes situações edafobioclimáticas brasileiras.

O Brasil possui aproximadamente 7,1 milhões de hectares de florestas plantadas. O gênero *Eucalyptus* é a principal espécie plantada no Brasil, contando com aproximadamente 5.102.030 hectares de áreas plantadas, correspondendo a 0,5% do território nacional (ABRAF, 2013).

No Brasil, o eucalipto foi introduzido com finalidade comercial em 1904, por Edmundo Navarro de Andrade. Inicialmente o propósito dos plantios era a produção de dormentes, postes e lenha para as locomotivas das estradas de ferro paulistas. Entretanto, várias pesquisas desde então têm demonstrado a versatilidade de uso da madeira de eucalipto (WILCKEN, 2008).

Pode-se utilizar a madeira produzida para energia (lenha e carvão vegetal), postes e mourões, para construção civil (pontaletes e madeiramento para telhados e pisos), para chapas de fibras, para celulose e papel e até móveis finos. Além disso, como produto não-madeireiro, é possível a extração de óleos essenciais das folhas do eucalipto, plantio para quebra-ventos, produção de mel, entre outras utilidades (WILCKEN, 2008).

O potássio não faz parte de nenhum composto orgânico, não desempenhando função estrutural na planta. Este macronutriente atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (MARSCHNER, 1995).

Depois do nitrogênio, o potássio é o nutriente requerido em maiores quantidades pelas plantas para funções metabólicas e de crescimento (HSIAO e LAUCHLI, 1986).

É bem sabido que, o potássio é um dos elementos mais deficitários para a maioria dos solos do Brasil, onde está estabelecida a cultura do eucalipto (SGARBI, 2002). Portanto há a necessidade de adubação em altas quantidades deste elemento no solo.

## **2 OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho foi avaliar crescimento e diâmetro das plantas de eucalipto, em função da aplicação de diferentes doses de cloreto de potássio.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 O Eucalipto

A origem do nome Eucalipto vem do Grego (eu=bem, Kalipto=cobrir) refere-se à estrutura globular arredondada de seu fruto. Pertence à família Myrtaceae e é nativo da Austrália, cuja área ocupada pelo eucalipto é de 90%, formando densos maciços florestais nativos. Existem, cerca de 670 espécies, e apenas duas delas, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus deglupta*, tem ocorrência fora do território australiano. Além do elevado número de espécies, existe um grande número de variedades e híbridos (MARTINI, 2004).

Os primeiros eucaliptos chegaram ao Brasil como planta ornamental em 1825, no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Quarenta e três anos depois, no Rio Grande do Sul, a espécie começou a ser plantada para a produção de lenha e formação de barreiras contra o vento. Só nos primeiros anos do século XX é que começou a expansão do cultivo do eucalipto, graças aos estudos do silvicultor brasileiro Edmundo Navarro de Andrade, que promoveu o plantio de árvores de eucalipto para outras finalidades. Mas no segmento papeleiro, a produção intensiva do eucalipto para a produção de celulose de fibra curta se deu por volta de 1957, na fabricação de guardanapos, papel higiênico, papéis para imprimir e escrever, entre outros (BRACELPA, 2009).

Edmundo Navarro de Andrade foi fundamental nas pesquisas relacionadas ao eucalipto no Estado de São Paulo, e encontrou a melhor espécie florestal para fornecimento do carvão utilizado nas locomotivas, e da madeira para dormentes. Em 1941 quando Navarro faleceu, cerca de 100 milhões de árvores de *Eucalyptus* de 75 espécies se desenvolviam nos hortos florestais ao longo da ferrovia (SILVA, 2010).

Além das condições edáficas e climáticas favoráveis, os plantios de eucalipto no Brasil obtiveram bom desempenho graças ao elevado grau de melhoramento genético ao qual algumas espécies foram submetidas. Através disto foi possível o desenvolvimento de clones com qualidades desejáveis aos mais variados fins (FANTUZZI NETO, 2012).

A área plantada com espécies do gênero *Eucalyptus* em 2012, no Brasil, era de 5.102.30 ha, correspondendo a 77% do total de florestas plantadas com

*Eucalyptus* e *Pinus* no País. Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Bahia e Mato Grosso do sul foram os Estados com maior concentração de plantios florestais com este gênero (ABRAF, 2013).

Devido às características de rápido crescimento, produtividade, ampla diversidade de espécies, grande capacidade de adaptação e por ter aplicações para diferentes finalidades, o eucalipto tem sido extensivamente utilizado em plantios florestais, e reconhecido em todo o mundo pela madeira de excelente fibra para produção de papel de melhor qualidade, e por ser economicamente viável pela velocidade de seu crescimento, permitindo maior produtividade sem prejuízos à natureza (MORA e GARCIA, 2000).

Os plantios de eucaliptos do Brasil estão entre os mais produtivos do mundo em consequência dos fatores ambientais favoráveis do país, do progresso de técnicas silviculturais e do melhoramento genético dos gêneros, fazendo com que maiores investimento financeiros de empresas florestais sejam empregados em programas de melhoramento genético (TONINI et al., 2004).

De acordo com Longue Júnior e Colodette (2013), o eucalipto é a espécie florestal que mais se destaca no Brasil quando comparada ao pinus e a teca, sendo a região Sudeste do País a maior produtora da espécie em função da concentração de empresas dos setores de celulose e papel e energia, respondendo por 59,3% da área ocupada por florestas plantadas.

O eucalipto é uma excelente opção para o agronegócio brasileiro, por apresentar fatores como diversidade, adaptabilidade, potencial de produção e características da madeira para inúmeras utilizações. Além da celulose, atende também aos setores de serraria, movelaria, postes, moirões, energia, indústria química e farmacêutica (FREITAS, 2007).

### **3.2 O Setor Florestal Brasileiro**

O Brasil detém cerca de 7,2 milhões de hectares de florestas plantadas, principalmente com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, que representam 92,8% do total. Esta área corresponde a apenas 0,84% da área do país e a 1,55% da área total das florestas. O Eucalipto possui área equivalente a 5.102.030

hectares, 71% do total de 7.185.943 hectares totais no território nacional de florestas plantadas (SFB, 2013).

As espécies de eucalipto possuem diversas vantagens em comparação com outras espécies florestais, inclusive as nativas. Além do clima propício do Brasil, o avanço alcançado pelas pesquisas em melhoramento e tecnologia florestal permite que o eucalipto possua tempo de corte entre cinco e sete anos para produção de celulose, quando atinge até 35 metros de altura e produtividade que supera 50m<sup>3</sup>/ha/ano (BAESSO et al, 2010). Segundo Batista et al. (2010) as florestas plantadas do gênero *Eucalyptus* que abastecem a indústria madeireira nacional, possuem grande valor, devido à velocidade de desenvolvimento de suas árvores, facilidade de implantação em grandes maciços e versatilidade de aplicação de sua madeira, entre outras vantagens.

A cadeia produtiva do setor brasileiro de base florestal associado às florestas plantadas caracteriza-se pela grande diversidade de produtos, compreendendo a produção, a colheita e o transporte de madeira, além da obtenção dos produtos finais nos segmentos industriais de celulose e papel, painéis de madeira, madeira processada mecanicamente, siderurgia a carvão vegetal e biomassa, entre outros (ABRAF, 2013).

Em 2014, a receita bruta associada às florestas plantadas correspondeu a cerca de 61 bilhões de reais, a área plantada foi de 7 milhões e 600 mil hectares e as exportações de produtos oriundos destas, somaram 8 bilhões e 400 milhões de dólares americanos, o equivalente a 3,7% das exportações brasileiras. Ademais, 63% do total plantado em 2014 receberam certificação de compatibilidade a critérios socioambientais de produção (IBA, 2015).

O eucalipto se tornou a cultura florestal mais empregada em reflorestamentos no Brasil, as características de rápido crescimento e por ter encontrado no Brasil condições edafoclimáticas ideais passou a ser utilizado em diversos seguimentos na indústria do país (ABRAF, 2013).

As maiores áreas reflorestadas do Brasil estão nas Regiões Sul e Sudeste o equivalente a 72,3%, o que pode ser explicado pela proximidade com as principais indústrias tanto do setor de Celulose e Papel como também pela proximidade com as indústrias de painéis de madeira industrializadas, em contrapartida os estados que estão em mais expansão são o Mato Grosso do Sul (18,4%) e o Tocantins (39,6%) esse avanço foi responsável por um maior investimento de empresas

nacionais do seguimento de papel e celulose; já a Bahia, Paraná e Goiás são os que apresentaram os piores resultados, tiveram redução de suas áreas, respectivamente, -2,0%, -3,6% e -29,1%. (ABRAF, 2013).

A simulação das projeções futuras do setor florestal brasileiro, estima a necessidade de reflorestar mais 6,72 milhões de hectares para atender a demanda prevista de madeira, alcançando assim uma área total de 13,50 milhões de hectares até 2020. Das poucas espécies arbóreas adequadas para a demanda de madeira em produtos laminados, celulose e energia, o eucalipto merece, são fortemente utilizados comercialmente há quase um século na silvicultura brasileira (PAINEL FLORESTAL, 2016).

### 3.3 O Uso da Madeira do Eucalipto

De acordo com o Anuário da ABRAF (2013), as espécies do gênero *Eucalyptus* são as que mais se aplica em reflorestamentos chegando a mais de 76,6% do total de florestas plantadas no Brasil o que corresponde a 5,1 milhões de hectares. As madeiras deste gênero têm diversos usos sendo a maior parte plantada para suprir a indústria de papel e celulose passando dos 72,5% do que se é plantado; o segundo destino em que são mais utilizados é nas siderúrgicas a carvão vegetal, equivalente a 19,5% e 7,3% vão para o setor de painéis de madeira industrializada.

Além do uso tradicional, a madeira de eucalipto apresenta forte tendência para finalidades mais nobres como fabricação de casas, móveis e estruturas, sobretudo nas regiões Sudeste e Sul do Brasil em função da carência de florestas naturais (PEREIRA et al., 2000).

Lopes et al. (2011) após testar as espécies de *E. grandis*, *E. dunnii* e *E. urophylla*, para uso na indústria moveleira, concluíram que a espécie *E. grandis* apresentou maior estabilidade, sendo sua madeira comparada às principais espécies nativas utilizadas pela indústria do setor moveleiro, necessitando apenas de controle no desdobro, secagem e acabamento da madeira.

Prim e Piovesan (2011) compararam a madeira da espécie *E. grandis* com a madeira da espécie nativa Angelim pedra (*Hymenolobium paetrum*), esta última já conhecida por ser uma madeira nobre usada na construção civil. Os



componentes analisados pelos autores foram umidade, densidade, estabilidade e resistência, e concluíram que a madeira do gênero *Eucalyptus* quando utilizada com conhecimento do material e sendo as peças sem defeito, possui grande potencial para aplicação na construção civil.

### 3.4 Potássio

O potássio não faz parte de nenhum composto orgânico, não desempenhando função estrutural na planta. Este macronutriente atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (MARSCHNER, 1995).

O potássio está ainda envolvido na síntese de proteínas: plantas com baixos teores de potássio apresentam baixo teor protéico, com acúmulo de compostos de baixo peso molecular como aminoácidos, amidas, amins e nitratos (SILVEIRA, 2000).

O potássio está envolvido na fotossíntese. Na carência de K, verifica-se redução na taxa fotossintética por unidade de área foliar, e também maiores taxas de respiração. A combinação desses fatores pode reduzir as reservas de carboidratos da planta (PRETTY, 1982). O potássio atua no controle osmótico das células. Plantas deficientes em potássio apresentam menor turgor, pequena expansão celular, maior potencial osmótico, abertura e fechamento dos estômatos de forma irregular (MENGEL e KIRKBY, 1978).

O potássio assume papel importante no transporte da sacarose e dos fotossintetizados das folhas para os órgão de armazenamento. Nesse caminho, os produtos assimilados passam por três sistemas; a) difusão no simplasto e espaço livre; b) transporte ativo através da membrana citoplasmática para o floema; c) fluxo passivo pelos tubos crivosos. O potássio influencia os três processos, em particular os dois últimos (HEADER, 1977).

De acordo com SILVEIRA, GAVA e MALAVOLTA (2005), o potássio está envolvido também nos mecanismos de defesa das plantas a pragas e doenças. As plantas bem nutridas em potássio apresentam tolerância na incidência, severidade e danos causados por insetos e fungos. A explicação é que as plantas bem nutridas em potássio apresentam maior síntese de material para a formação da parede

celular. As paredes são mais espessas devido a maior deposição de celulose e compostos relativos, promovendo maior estabilidade e um aumento da resistência das plantas ao acamamento e as infestações de doenças e pragas (BERINGER e NOTHDURFT, 1985).

### 3.5 Sintomas de Deficiência de Potássio

O potássio tem alta redistribuição nos tecidos, por isso, os sintomas de carência surgem nas folhas mais velhas (MALAVOLTA et al., 1997). No estágio inicial da deficiência aparecem manchas cloróticas nos espaços entre as nervuras e espalhadas irregularmente por toda a superfície foliar. Com a evolução dos sintomas, as manchas se unem formando faixas cloróticas ou avermelhadas nas margens das folhas velhas, com posterior necrose dos tecidos (SILVEIRA et al., 1966, 1999).

A deficiência de K normalmente reduz o tamanho dos internódios, a dominância apical e o crescimento das plantas, retarda a frutificação e origina frutos de menor tamanho e com menor intensidade de cor. Como o K é um nutriente móvel no floema, os sintomas de deficiência, normalmente são caracterizados por clorose nas bordas das folhas seguida de necrose e surgem inicialmente nas folhas mais velhas das plantas (ERNANI et al., 2007).

Em relação a sintomas de deficiência de em algumas espécies de *Eucalyptus*, há algumas variações de coloração e de intensidade e alguns genótipos apresentam clorose marginal como sintoma característico, enquanto em outros, o sintoma de avermelhamento das bordas das folhas é o mais marcante (SILVEIRA et al., 2005).

Vários trabalhos apresentam o conteúdo de potássio nas diferentes partes das plantas de várias espécies de eucalipto. Os valores médios mostram que cerca de 24% do conteúdo total encontram-se nas folhas, 16% nos ramos, 20% na casca e 40% na madeira (SILVEIRA e MALAVOLTA, 2000).

### 3.6 Adubação Potássica no Eucalipto

Um dos elementos que mais limitam a produtividade do *Eucalyptus* no Brasil é o potássio (SILVEIRA e MALAVOLTA, 2000). Segundo Silveira et al. (2001), a ocorrência de deficiências nutricionais em florestas plantadas com eucalipto, têm convergido nos levantamentos para uma maior frequência de deficiência de K, P e B. De acordo com Malavolta et al. (1997), o teor foliar de K associados a altas produtividades de *Eucalyptus grandis* encontra-se entre 9 a 10 g kg<sup>-1</sup>.

Os teores de potássio trocável existentes em muitos solos são baixos, em muitos casos inferiores a 20 mg dm<sup>3</sup>, valor que ainda seria suficiente para o crescimento adequado de mudas no viveiro, ou no campo, nos seus primeiros meses de crescimento. Com o crescimento da árvore e consequente exaustão do potássio inicialmente, passa-se de fase de suficiência para outra de insuficiência deste nutriente. Desse modo, parece que ao contrário do fósforo, o nível crítico do potássio no solo, para o crescimento do eucalipto, aumenta com a idade da planta (BARROS et al., 1990).

Segundo Teixeira et al. (2006), dentre os nutrientes demandados pelas diferentes espécies de *Eucalyptus*, o K tem sido um dos que tem tido maior resposta à adubação e limitado à produtividade.

A adubação potássica tem possibilitado aumentos significativos de produtividade em grande parte das áreas plantadas com *Eucalyptus* spp no Brasil. Esses resultados são decorrentes dos baixos teores de K encontrados nos solos, além de estarem diretamente relacionados ao fato desse elemento atuar no processo de abertura e fechamento dos estômatos, que por sua vez regulam o processo de assimilação de C e perda de água, afetando a turgescência e a expansão foliar, o que propicia melhor aproveitamento da radiação solar (ALMEIDA et al., 2007).

Em trabalho desenvolvido por Piazon Neto et al. (2010) constatou-se que o aumento das doses de K proporcionou aumento na massa seca da parte aérea e na concentração foliar de K de plantas de eucalipto, e a absorção de K pelas plantas foi favorecida pela aplicação da maior dose de Ca+Mg. No trabalho desenvolvido por Gava et al. (1997), a aplicação de 256 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O proporcionou aumentos de 118% em volume de madeira em relação à testemunha sem aplicação do nutriente.

Segundo Valeri et al. (2001), a adubação potássica aumentou a concentração de potássio na casca, nas folhas e na manta florestal, sendo um dos nutrientes mais limitantes para o crescimento das árvores. A baixa concentração de potássio na manta florestal explica a grande mobilidade deste elemento no interior da planta, que se desloca dos órgãos mais velhos para os mais jovens.

De acordo com Valeri et al. (2001), o efeito da adubação potássica no crescimento das árvores é melhor compreendido pela comparação entre os valores de incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA) do volume cilíndrico das árvores que receberam e das árvores que não receberam o potássio. O IMA das árvores que receberam potássio tendeu a aumentar com a idade, principalmente aos 6,75 e 7,58 anos. Árvores que receberam potássio apresentaram ICA de 62,7% maior do que as árvores que não o receberam com base nos dados de volume cilíndrico de 6,75 e 7,58 anos.

Segundo Almeida et al. (2007), o *Eucalyptus grandis* responde à fertilização potássica, podendo dobrar a produtividade em volume de madeira na idade de três anos.

### **3.7 Fontes de Potássio para a Agricultura**

As principais fontes potássicas minerais utilizadas na agricultura são o cloreto de potássio (KCl), o sulfato de potássio ( $K_2SO_4$ ), o sulfato duplo de potássio e magnésio ( $K_2SO_4.MgSO_4$ ) e o nitrato de potássio (RAIJ, 2011).

Dos fertilizantes potássicos produzidos no mundo, 90% são na forma de cloreto de potássio (KCl), que é o fertilizante mais utilizado na agricultura (DNPM, 2012), por causa da alta concentração de  $K_2O$ , 58 a 62% de  $K_2O$  e devido ao menor custo por unidade de potássio (YAMADA e ROBERTS, 2005).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 25/03/2017 a 30/06/2017 na Fazenda Capão do Óleo, que se situa à latitude 21°33'04.93"S, longitude 47°38'50.93"O e altitude de 784 m no município de Luís Antônio, São Paulo.

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições, totalizando 16 parcelas. A espécie escolhida para o estudo foi o híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, também conhecida como 1144.

Para que o experimento fosse iniciado foi necessário realizar coleta de solo da área, para realizar análise química. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo, realizada pelo Riber Solo, Laboratório de Análise de Solo e Foliar.

RESULTADO DE ANÁLISE DE SOLO – FR. 510 – VER. 02																			
EXPRESSOS POR VOLUME DE TERRA FINA SECA AO AR																			
Amostra	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	Na	SB	CTC	V%	m%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
011964	EUCALIPTO	EUCALIPTO	0-20																
	4,9	17	8	1,9	9	7	20				17,9	38	47		0,12	1,2	21	8,7	0,3
011965	EUCALIPTO	EUCALIPTO	20-40																
	4,5	13	6	1,3	4	2	20				7,3	27	27		<0,12	1,2	23	6,4	<0,1

Os tratamentos foram compostos por quatro tipos de diferentes doses de Cloreto de Potássio utilizados no desenvolvimento de mudas de eucalipto, os mesmos foram representados pelas doses de 10g/planta, 20/planta, 30g/planta e um grupo como testemunha sem nenhuma dose aplicada.

A proposta para este experimento era analisar durante 90 dias o crescimento e desenvolvimento de cada planta, qual era a dose de Cloreto de Potássio recomendada para um resultado significativo.

No dia 25/03/2017, foi iniciada a demarcação da área experimental, com trena, estacas e barbantes para a sinalização. Neste foram separados 4 blocos com 4 parcelas tendo 16 mudas de eucalipto em cada, no total de 256 plantas. (Figura 1)



Figura 1 - Demarcação da área.  
Fonte: Arquivo pessoal.

No dia 26/03/2017, deu início a aplicação de Potássio em cada planta, como citado acima, doses diferentes em cada parcela com 16 mudas. Em seguida realizou-se a medição de cada planta, utilizando um paquímetro para analisar o diâmetro de cada uma e com o uso de uma trena foi comparado à altura das mesmas.

Nos dias 27/04/2017 e 28/05/2017, foi feito um novo acompanhamento, uma nova medição de cada planta, nestes foi observado o crescimento e desenvolvimento no período de 30 dias e 60 dias após a aplicação das doses de Potássio. (Figura 2)



Figura 2 - Avaliação de crescimento e desenvolvimento.  
Fonte: Arquivo pessoal.

No dia 30/06/2017 realizou-se a última avaliação e análise da aplicação relacionada ao crescimento das plantas. (Figura 3)



Figura 3 - Avaliação final.  
Fonte: Arquivo pessoal.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com aplicação de K no solo (0; 10; 20 e 30 g.planta<sup>-1</sup>) nas mudas de eucalipto, as médias de crescimento das mudas não foram afetadas significativamente. A maior média de altura das mudas foram obtidas sem aplicação de K (83,11 cm). Conforme ocorreram o aumento de doses aplicadas de até 30 g.planta<sup>-1</sup>, nas mudas, o desenvolvimento das mesmas, na média foram menores; atingindo 79,33 cm de altura, ou seja, 4,55% inferior as médias das que não foram aplicadas o K, ou seja 3,78 cm inferior, podendo ter ocorrido um antagonismo entre os nutrientes, ou até mesmo fitoxidade devido ao excesso de K aplicados em uma única vez, havendo um retardamento no desenvolvimento das mudas de eucaliptos (Tabela 2). NOVAIS et al. (1979) não observaram efeito significativo da aplicação de potássio sobre o crescimento de mudas de *E. grandis*, aos 70 dias após a semeadura. NOVAIS et al. (1980) verificaram que *E. grandis*, na fase de muda, aos 75 dias de idade, não respondeu a aplicação de potássio; o contrário foi observado para *E. cloeziana* aos 100 dias.

A altura das mudas de eucalipto em relação aos intervalos de aplicação do plantio aos 90 dias (0; 30; 60 e 90 dias de ciclo), obteve efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 2).

No início do ciclo (plantio), as mudas estavam com 35,30 cm de altura. Com a aplicação de K no solo aos 30 dias, as mudas atingiram 59,02 cm ou seja, 23,72 cm de diferença em relação ao início e 67,20% superior a altura inicial (Tabela 2).

Com o K aplicado no solo aos 60 dias após o plantio, as mudas atingiram 90,82 cm de altura, com diferença de 45,52 cm e 157,28% superior a época do plantio (Tabela 2).

Aos 90 dias de ciclo das mudas e última aplicação de K, as mudas atingiram 140,97 cm de altura, com diferença de 105,67 cm e 299,35% superior a época do plantio.



Tabela 2 - Altura (cm), diferença de altura (cm), diferença relativa de altura (%), em relação as doses de K aplicados ao solo (0; 10; 20 e 30 g.planta<sup>-1</sup>) e intervalos de aplicações (0; 30; 60 e 90 dias de ciclo) em mudas de eucaliptos.

Doses (g.planta <sup>1</sup> )	Altura mudas (cm)	Diferença altura (cm)	Diferença relativa (%)	Intervalo aplicação (dias)	Altura mudas (cm)	Diferença de altura (cm)	Aumento relativo (%)
0	83,11	0	0	0	35,30	0	0
10	82,51	- 0,6	- 0,72	30	59,02	23,72	67,20
20	81,16	- 1,95	- 2,35	60	90,82	45,52	157,28
30	79,33	- 3,78	- 4,55	90	140,97	105,67	299,35
F	4,26ns	-	-	-	1157,47**	-	-
c.v. (%)	10,60	-	-	-	6,59	-	-

n.s. = não significativo

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade

O diâmetro das mudas de eucalipto em relação às doses de K aplicados no solo, não foram significativamente afetadas, obtendo os diâmetros semelhantes. Conforme o aumento de doses de K, os diâmetros das mudas variaram de 0,39 mm para mais ou para menos, ocorrendo um aumento relativo de 1,50% com aplicação de 20 g.planta<sup>-1</sup> e -3,08% no diâmetro com aplicação de 30 g.planta<sup>-1</sup> em relação onde não houve aplicação de K.

Em relação aos intervalos de aplicação, aos 30 dias, o diâmetro foi afetado significativamente ao nível de 1% de probabilidade, medindo 8,73 mm, com 5,47 mm de diferença e 167,79% superior ao valor inicial (plantio), que foi de 3,26 mm. Aos 60 dias após o plantio o diâmetro foi de 15,19 mm, com 11,93 mm de diferença e 365% superior ao valor inicial. Aos 90 dias, o diâmetro das mudas estavam com 23,73 mm, diferença de 20,47 mm e 627,91% superior ao valor medido inicialmente (Tabela 3). BARROS et al. (1990) relataram que a resposta de espécies florestais a adubação potássica é rara, e que o eucalipto apresenta baixa exigência inicial nesse nutriente e possivelmente maior exigência com a idade da planta.

Tabela 3 - Diâmetro (mm), diferença de diâmetro (mm), diferença relativa de diâmetro (%), em relação as doses de K aplicados ao solo (0; 10; 20 e 30 g.planta<sup>-1</sup> e intervalos de aplicações (0; 30; 60 e 90 dias de ciclo) em mudas de eucaliptos.

Doses (g.planta <sup>1</sup> )	Diâmetro mudas (mm)	Diferença diâmetro (mm)	Diferença relativa (%)	Intervalo aplicação (dias)	Diâmetro mudas (mm)	Diferença diâmetro (mm)	Aumento relativo (%)
0	12,68	0	0	0	3,26	0	0
10	13,07	+ 0,39	+ 0,38	30	8,73	5,47	167,79
20	12,87	- 0,19	+ 1,50	60	15,19	11,93	365,95
30	12,29	- 0,39	- 3,08	90	23,73	20,47	627,91
F	0,54ns	-	-	-	768,43**	-	-
c.v. (%)	14,24	-	-	-	9,99	-	-

n.s. = não significativo

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

## 6 CONCLUSÕES

O desenvolvimento das mudas de eucalipto (altura) em relação às doses de K (0; 10; 20 e 30 g.planta<sup>-1</sup> não obteve respostas significativas.

A altura das mudas em relação aos intervalos de aplicação de K ao solo, foram afetadas significativamente ao nível de 1% de probabilidade, atingindo 140,97 cm com aplicação de K aos 90 dias após o plantio.

O diâmetro das mudas de eucalipto não foram afetadas significativamente com as dose de K e foram afetadas significativamente ao nível de 1% de probabilidade com intervalos de aplicação de K até 90 dias após o plantio, chegando atingir 23,73 mm, com 20,47 mm de diferença ao diâmetro inicial e atingindo 627,91% em relação a testemunha.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2013, ano base 2012** ABRAF (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas). Brasília, 142 f. 2013. Disponível em: <[www.abraflor.org.br](http://www.abraflor.org.br)>. Acesso em: 06nov. 2017.

ALMEIDA, J. C. R.; LACLAU, J. P.; GONÇALVES, J. L. M.; MOREIRA, R. M.; ROJAS, J. S. D. Índice de área foliar de *Eucalyptus grandis* em resposta à adubação com potássio e sódio. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL, 1., Taubaté, 2007. **Anais...** Taubaté: UNITAU, 2007. P. 1-7.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF 2013**. Brasília: ABRAF, 2013. 149p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília: ABRAF, 2013.146p.

BAESSO, R. C. E.; RIBEIRO, A.; SILVA, M. P. Impacto das mudanças climáticas na produtividade do eucalipto na região norte do Espírito Santos e sul da Bahia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.2, p.335-344, abr.-jun. 2010.

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, MG, Folha de Viçosa, 1990. p. 127-186.

BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.4, p. 665-674, out.-dez. 2010.

BRACELPA. **Associação Brasileira de Celulose e Papel**. Eucalipto. Disponível em:<<http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/136>> 2009. Acesso em novembro de 2017.

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**. Ed. Folha de Viçosa, Viçosa. 1990. Cap.4, p. 127-86.

BERINGER, H.; NOTHDURFT, F. Effects of potassium on plant and cellular structures. In: MUNSON, R.D. (Ed.) **Potassium in agriculture**: American Society of Agronomy. Madison: Crop Science Society of America, 1985.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral** 2012.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N.F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. P. 551-594.

FANTUZZI NETO, H. **Qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose Kraft**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2012.

FERREIRA, C. A.; GALVÃO, A. P. M. Importância da atividade florestal no Brasil. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.) **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 15-18.

FREITAS, T.A.S. de. **Produção de mudas de eucalipto em recipiente aberto e fechado**: 2007. 91f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goitacazes, 2007.

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.

HSIAO, T.; LAUCHLI, A. Role of potassium in plant-water relations. **Advances in Plant Nutrition**, Connecticut, v. 2, p. 281-312, 1986.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Anuário Estatístico da Indústria Brasileira de Árvores: ano base 2014**. Brasília, DF: IBA, 2015. 97p. Disponível em: [http://www.iba.org/shared/iba\\_2015.pdf](http://www.iba.org/shared/iba_2015.pdf). Acesso: 06 nov. 2017.

LONGUE JÚNIOR, D.; COLODETTE, J.L. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal, **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.33, n.76, p.429-438, 2013.

LOPES, C.S.D.; NOLASCO, A.M.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C.T. dos. S.; PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v.21, n.2, p.315-322, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, E. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas (princípios e aplicações)**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. Funções do potássio na planta. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N. R. (Eds.). **Potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1982. p.95-162.

MARTINI, A. J. **O plantador de eucaliptos: a questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade**. 2004. 320f. Mestrado. Dissertação apresentada ao programa de pós graduação em história. São Paulo, USP. 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Presse. 1995. 889p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of Plant Nutrition**. Berna: International Potash Institute, 1978. 593p.

MORA, A. L.; GARCIA, C.H. **A Cultura do Eucalipto no Brasil**: 1.ed. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, p12, 2000.

NOVAIS, R. F., REGO, A. K., GOMES, J. M. Nível Crítico de potássio no solo e na planta para o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 4, n., p14-23, 1980.

NOVAIS, R. F.; GOMES, J. M., ROCHA, D., BORGES, E. E. L. Calagem e adubação mineral na produção de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden). I- Efeito da calagem e os nutrientes N, P e K. **Revista Árvore**, Viçosa, v.3, n.1, p.121-134, 1979.

PAINEL FLORESTAL. **Aspectos socioeconômicos, ambientais e legais da eucaliptocultura**. Disponível em: <[www.painelflorestal.com.br](http://www.painelflorestal.com.br)>. Acesso em: 06 novembro 2017.

PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo, Embrapa Florestas, p.113, 2000.

PIAZON NETO, M.; GUERRINI, I. A.; LEITE, R. M.; GARCIA, E. A.; BERTOZZO, F.; FIORI, M.S.; SILVA, G.S. Crescimento de *Eucalyptus spp.* Sob diferentes doses de cálcio, magnésio e potássio. In: ANAIS REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS – FERTBIO, 19., 2010, Guarapari. **Anais...** Guarapari: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. P. 1-4.

PRETTY, K.M. O potássio na qualidade dos produtos agrícolas. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N.R. (Eds.) **Potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato (EUA), 1982. p. 177-194.

PRIM, J.A.; PIOVESAN, A.Z. Estudo sobre as propriedades de duas espécies de madeiras utilizadas na construção civil. **Unoesc & Ciência**. Joaçaba, v.2, n.1, p.77-86, 2011.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes**. Piracicaba-SP, International Plant Nutrition Institute, 2011, 420p.

SFB (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO). **Florestas do Brasil em resumo – 2013**: dados de 2007-2012. Serviço Florestal Brasileiro, Brasília, 2013. 188p.

SGARBI, F. **Produtividade do *Eucalyptus sp* em função do estado nutricional e da fertilidade do solo em diferentes regiões do Estado de São Paulo**. 2002. 114 p.

SILVA, C.M. da. **Reposição florestal: estudo de caso no Estado de São Paulo**, 2010. 27f. Monografia (Título de Engenheiro Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

SILVEIRA, R. L. V. A.; GAVA, J. L.; MALAVOLTA, E. O potássio na cultura do eucalipto. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2005. P. 523-590.

SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; MOREIRA, A. Monitoramento Nutricional na Lwarcel. **Relatório de Assessoria e Pesquisa**, Piracicaba, 62p. 1999.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. **Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus***. Piracicaba: POTAFOS, 2000. 12 p. (Informações Agronômicas, n. 91).

TEIXEIRA, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; ARTHUR JUNIOR, J. C. Crescimento e partição de matéria seca de mudas de eucalipto em função da adubação potássica e água do solo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 53, n. 310, p. 662-671, 2006.

TONINI, H.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento de clones de *Eucalyptus saligna* Smith, na Depressão Central e Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n.2, p.61-77,2004.

VALERI, S. V.; FERREIRA, M. A.; MARTINS, M. I. E. G.; BANZATO, D. A.; ALVARENGA, S. F.; CORRADINI, L.; VALLE, C. F. Recuperação de povoamento de *Eucalyptus urophylla* com aplicações de nitrogênio, potássio e calcário dolomítico. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.60, p.53-71, dez. 2001.



WILCKEN, F. C. **Guia prático de manejo de plantações de eucalipto**. Botucatu: FEPAF, 2008. 7p.

YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. Potássio na agricultura brasileira. Associação Brasileira da Potassa e do Fosfato, Piracicaba-SP, 2005.841p.