

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL

CÂMPUS DOIS VIZINHOS

JEFERSON MALAGI

**DESENVOLVIMENTO DE *EUCALYPTUS UROGRANDIS*
PLANTADOS APÓS USO DE DIFERENTES CORRETIVOS DE
ACIDEZ DO SOLO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2015

JEFERSON MALAGI

**DESENVOLVIMENTO DE *EUCALYPTUS UROGRANDIS*
PLANTADOS APÓS USO DE DIFERENTES CORRETIVOS DE
ACIDEZ DO SOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor

DOIS VIZINHOS

2015

M236d Malagi, Jeferson
Desenvolvimento de *eucalyptus urograndis*
plantados após uso de diferentes corretivos de acidez
do solo / Jeferson Malagi – Dois Vizinhos: [s.n], 2015.
29f.:il.

Orientador: Laercio Ricardo Sartor
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2015.
Bibliografia p.27-29

1.Eucalipto 2.Solos- acidez I.Sartor, Laercio Ricardo,
orient. II.Universidade Tecnológica Federal do Paraná
– Dois Vizinhos. III.Título

CDD: 634.9

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



TERMO DE APROVAÇÃO

Título: Desenvolvimento de *Eucalyptus urograndis* plantados após uso de diferentes corretivos de acidez do solo

Por Jeferson Malagi

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 24 de Junho de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor
Orientador

Eng. Florestal Tiago Luiz Habitzereiter
Membro titular (UTFPR)

Dr. Vitor Cauduro Girardello
Membro titular (UTFPR)

RESUMO

MALAGI, Jeferson. **Desenvolvimento de *Eucalyptus urograndis* plantados após uso de diferentes corretivos de acidez do solo**. 2015. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso II (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos 2015.

A calagem é uma das técnicas mais adequadas para fornecer cálcio e magnésio ao solo e também elevar o pH e reduzir a acidez, Alumínio e Ferro, e consiste na liberação de outros nutrientes. Este trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento do *Eucalyptus urograndis* e verificar a eficácia do calcário sólido, gesso e calcário líquido na correção do solo em profundidade. O experimento foi conduzido no município de Dois Vizinhos, 25°42'52" latitude S e longitude de 53°03'94" W com altitude aproximadamente 560 m. Trata-se de um experimento em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, parcelas de 5 x 5 m, sendo coletadas amostras de solo em 0-2,5; 2,5-5; 5-10 e 10-20 cm de profundidade. Os tratamentos foram: Calcário; Calcário + Gesso; Calcário Líquido; Gesso e a Testemunha. Foram avaliados os atributos químicos do solo como pH, Ca, Mg e AL, e atributos da planta como altura de plantas 180 dias após o plantio e diâmetro de colo. O tratamento com Calcário Calcítico + Gesso foi o que apresentou melhores resultados quanto a pH e aumento dos níveis de Ca no solo, o que refletiu no melhor desenvolvimento das plantas de eucalipto após 6 meses do plantio. Os níveis de Mg no solo não foram influenciados e o uso do calcário líquido não afetou os parâmetros de solo analisados.

Palavras-chave: Tratamentos; calcário líquido; calcário sólido; experimento.

ABSTRACT

MALAGI, Jeferson. **Urograndis Eucalyptus Development planted after using different corrective of soil acidity**. 30f. Work Completion Course II (Diploma in Forestry). Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos 2015.

Liming is one of the most suitable techniques for delivering calcium and magnesium to the soil, and also raise the pH and reduce the acidity, aluminum and iron, and consists in the release of other nutrients. This study aims to assess the development of urograndis Eucalyptus and verify the effectiveness of solid limestone, gypsum and limestone in liquid soil amendment in depth. The experiment was conducted in the municipality of Dois Vizinhos, 25 ° 42'52 " S latitude and longitude of 53 ° 03'94 "W with altitude about 560 m. It is a completely randomized design in an experiment with four replications, plots of 5 x 5 m, soil samples being collected at 0-2.5; 2.5-5; 5-10 and 10-20 cm deep. The treatments were: Limestone; + Lime plaster; Net limestone; Plaster and the Witness. The soil chemical soil properties such as pH, Ca, Mg and Al, and attributes of the plant as plant height 180 days after planting and diameter. Treatment with limestone + Gypsum presented the best results in terms of pH and increased Ca levels in the soil, which resulted in better development of eucalyptus plants after six months of planting. Mg levels in the soil were not affected and the use of liquid lime did not affect the soil parameters analyzed.

Keywords: Treatments; liquid limestone; solid limestone; experiment.

Dedico esse trabalho

Primeiramente a Deus, que sempre me conduziu. A minha família que me apoiou e me deu a oportunidade de estar aqui, principalmente ao meu pai Valdecir Malagi e Leila Berres Malagi, aos meus irmãos Valter Malagi e Viviane Malagi. A minha namorada Mayara Carniel. E a grandes amigos de república e faculdade.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor, pela orientação, ajuda e compreensão.

A banca pelo tempo disponível para correção e contribuições, Eng. Tiago Luis Habitzreiter e Dr. Vitor Cauduro Girardello.

A minha família por acreditar em meus estudos, sempre me apoiando e auxiliando.

A minha fiel companheira Mayara Carniel por me incentivar e apoiar em todos os momentos e aos meus queridos sogros Sadi Carniel e Natalina Matei Carniel por me acolherem em sua casa.

Aos amigos de faculdade pelo companheirismo nessa caminhada, sempre tentando fazer o melhor, especialmente a Douglas Marcolin pela ajuda neste trabalho, aos amigos de república por tantos anos de convivência Ricardo Junior Marangon e Jordan Tiegs Mondardo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12

3.1 A ESPÉCIE: <i>EUCALYPTUS UROGRANDIS</i>	12
3.2 CALCÁRIO SÓLIDO	13
3.3 CALCÁRIO LÍQUIDO	14
3.4 GESSO AGRÍCOLA.....	14
3.5 REAÇÃO DO EUCALYPTUS A CORREÇÃO DE ACIDEZ.....	14
4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	15
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS	15
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
6 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, verificou-se um avanço por parte da silvicultura brasileira, no melhoramento florestal e nos tratos culturais principalmente de espécies exóticas para a exploração de madeira de rápido crescimento e incremento anual. Devemos dar ênfase à esse avanço pela posição que o país ocupa como sendo o maior produtor de celulose de fibras curtas, e também o aumento considerável da produção de carvão vegetal para uso na indústria siderúrgica a partir de florestas plantadas de eucaliptos MAËDA (2000). As florestas cultivadas estão assumindo um grau de importância cada vez maior no cenário florestal brasileiro.

Os movimentos ambientalistas, de um lado, e a crescente necessidade imposta pela própria economia de base florestal, de outro, tem levado o País, nos últimos anos, a promover uma substituição progressiva das matas nativas, pela silvicultura, no suprimento de seus produtos florestais. As florestas cultivadas têm se tornado mais importantes que as florestas nativas, no fornecimento de matéria-prima para quase todos os produtos florestais (PEREIRA 2003).

Para motivos de curiosidade, houve um aumento de quase 8% em relação ao ano anterior no quesito quantidade de lenha da silvicultura, em 2011, atingiu 52 milhões de m³, dos quais 14 milhões foram produzidos no RS. No ranking dos 20 maiores produtores, o PR aparece com quatro municípios, sendo Telêmaco Borba o principal produtor totalizando quase 2 milhões de m³.

É oportuno mencionar que as vantagens comparativas do Brasil, em relação aos demais países concorrentes, quando o assunto é sobre produtos provenientes de florestas plantadas, não são as mesmas verificadas em relação aos produtos provenientes de florestas nativas. Isso porque, a crescente exigência mundial por produtos oriundos do manejo florestal, tem se configurado cada vez mais, como barreira comercial, obrigando muitos empresários ao abandono da exploração não sustentável (PEREIRA 2003).

Devido a restrições territoriais e ecológicas ao aumento da produção florestal por expansão da área cultivada, as atenções nos últimos anos estão voltadas para o aumento da produtividade (SILVA FILHO et al., 2002), nesta ideia, os recursos disponíveis para enfatizar esse aumento, sugerem o melhor preparo do solo, a

adubação adequada para a espécie cultivada, melhoramento genético das plantas e manejos culturais apropriados levando em conta o fim tomado dessa matéria-prima.

Sabemos que a adubação das plantas é decorrente de que nem sempre o solo fornece todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento das mesmas. No entanto, as recomendações para adubação do solo dependem de fatores como a necessidade da espécie a ser plantada, da fertilidade do solo, de como o nutriente vai reagir com o solo e se algum fertilizante pode ser substituído por outro mais em conta, visando a economia (GONÇALVES 1995). É comum que em nossa região, produtores de madeira procurem áreas com solo já intemperizados e lixiviados para o plantio de florestas, sendo assim, um problema evidente na deficiência nutricional do solo, fazendo com que o trabalho para tornar essa área produtiva seja maior.

Algumas espécies florestais se adaptaram a se desenvolver em solos com alta taxa de alumínio e ferro, solos ácidos, como por exemplo o pinus, porém outras espécies não toleram esta situação tão facilmente, onde assim, entra a correção de solo, que se torna uma prática importantíssima para a implantação de culturas, portanto vem com o propósito de melhorar o sistema radicular das plantas, fazendo que explorem maior volume de solo, e a planta absorva maiores quantidades de água e nutrientes, fazendo que haja melhor desenvolvimento (NOLLA, 2004).

A calagem é uma das técnicas mais adequadas para fornecer Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) ao solo, sendo que é também economicamente mais viável (WERNER, 1994). Ela possui outras funções ao solo, como elevar o pH e reduzir a acidez, Al e Ferro (Fe), e consiste na liberação de outros nutrientes, notavelmente o fósforo (P) (FERNANDES et al., 2003).

A calagem também depende praticamente de três fatores para que haja um bom desempenho, dentre eles, aplicação correta, características do produto e dosagem adequada, sendo que a dosagem é estabelecida na análises de solos, assim, e relevado a critérios técnicos de recomendação. Em relação as características dos produtos, há vários tipos no mercado e efeitos diferentes, sendo que cada tem melhor ação em cada caso. Já se não houver uma aplicação correta, nada vai adiantar ter uma boa dosagem e uma boa característica do produto (ALCARDE 1992).

Quando se realiza a calagem, o método mais comum praticado é a aplicação de calcário. Sendo que para a complementação deste, esta sendo utilizado o gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ele também tem como intuito de diminuir o toxicidade do Al e

integrar o Ca ao solo, mas ele tem o diferencial por atuar em maiores profundidades (Ritchey et al., 1980). Sendo que o gesso acarreta a mobilidade vertical dos cátions mas também a maior solubilidade em comparação ao calcário.

Atualmente, no mercado existem vários tipos de calcário, sendo eles, calcário calcítico, calcário dolomítico, e o mais comentado ultimamente, o calcário líquido, que por sua vez não há estudos que comprovem sua eficácia, no entanto é conhecido apenas que é aplicado via pulverizadores, facilitando a mão-de-obra, tendo maior rendimento na aplicação em relação a outros corretivos.

Portanto, o presente trabalho é de grande importância, tendo uma grande dúvida sobre os efeitos do calcário líquido, e terá maior valia na hora da aplicação desses corretivos, tendendo melhorar o desempenho de plantios florestais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Avaliar o desenvolvimento inicial do *Eucalyptus urograndis* em solos com diferentes tratamentos utilizando diferentes corretivos de acidez, sendo o calcário líquido, calcário sólido e gesso. Também avaliando a eficiência desses corretivos em relação a acidez do solo, observando como cada um se comporta em diferentes profundidades.

2.2 Objetivos específicos

Verificar particularmente a introdução de corretivos de acidez do solo e sua influência na planta, observando o desenvolvimento das mesmas em relação a testemunhas. Averiguar a eficiência desses corretivos em diferentes camadas do perfil do solo. Avaliar a potencialidade do calcário sólido na calagem e principalmente, tirar conclusões sobre o efeito do calcário líquido, quais seus benefícios e desvantagens nos resultados das produções de madeira.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A ESPÉCIE: *Eucalyptus urograndis*

O Eucalipto é uma planta que desenvolveu mecanismos de defesa muito específicos para sua adaptação ao meio em que se encontra, inclusive estresses gerados por falta de água, nutrientes e diferentes temperaturas. Assim, explica-se a alta propagação de sua espécie.

O gênero *Eucalyptus* pertence à família das Myrtaceas, com cerca de 700 espécies e subespécies, e apresenta uma ampla plasticidade e dispersão mundial, crescendo satisfatoriamente em diferentes situações edafoclimáticas, extrapolando aquelas das regiões de origem. Menos de 1 % dessas 600 espécies têm sido usadas com propósitos industriais. Assim, o uso do eucalipto na indústria mundial é baseado em espécies, principalmente: *E. globulus*, *E. grandis*, e seus híbridos como *E. urophylla* (Cotterill & Brolin, 1997), *E. viminalis* e *E. dunnii*, predominam na região sul.

Com a evolução da eucaliptocultura no Brasil, ficou clara a necessidade de desenvolvimento de árvores mais adaptadas a diferentes solos e condições climáticas, agregando características de interesse econômico e social, como aumento de produtividade e maior capacidade de adaptação, resistência a algumas doenças e pragas e tolerância a condições de estresse. Uma das grandes vantagens do eucalipto é a facilidade que essa planta oferece para a obtenção de cruzamentos entre diferentes espécies, processo conhecido como hibridação.

Resultante da combinação entre o *Eucalyptus grandis* e o *Eucalyptus urophylla*, o denominado *Eucalyptus urograndis* é um dos híbridos de eucalipto mais conhecidos e usados no Brasil. Essa mistura reúne as melhores características de cada espécie (crescimento e qualidade de madeira, adaptação e resistência a doenças, particularmente ao fungo causador do cancro do eucalipto) (CIB, 2008).

As principais especificações do *E. urograndis* se dão pela ótima resistência à deficiência hídrica. Lembrando que em solos pobres e, principalmente, deficientes de boro, há necessidade de pequena adubação. A madeira é considerada moderadamente leve, com cerne diferenciado, sua regeneração ocorre através da brotação de cepas, e é considerada boa. O ritmo de crescimento e o rendimento volumétrico são, geralmente, superiores, quando comparados a outras espécies

convencionais (crescimento em diâmetro 20% superior a outras espécies), pode chegar até 15% mais do que a altura convencional. Espécie com capacidade comprovada de adaptação em todas as regiões do país, exceto no sul, pois é considerada sensível a geadas severas.

No caso do *E. urograndis*, as principais e relevantes finalidades de sua matéria prima é o uso nas fábricas de caixotarias, também destinadas para indústrias de aglomerados, chapas duras e marcenaria.

3.2 CALCÁRIO SÓLIDO

Quando falamos na produção de madeira, independente do objetivo final, logo ressaltamos o essencial costume de obter a matéria-prima do jeito mais rápido e econômico possível. Porém, quando esta for a necessidade, deve-se alertar que todos os procedimentos durante o ciclo, começando com a correção do solo, até a colheita, são de suma importância para realizar esta façanha.

Para que o material genético (mudas) obtido, mão-de-obra e tratos silviculturais não sejam perdidos, é necessário que o preparo e correção do solo sejam realizados com assistência técnica qualificada, pois a espécie citada não apresenta boa tolerância a solos ácidos. Neste intuito, a calagem resolve a maioria dos problemas de acidez do solo.

Segundo Raij (2011), os calcários são formados de sais alcalinos CaCO_3 e MgCO_3 , sendo que o componente CO_3^{3-} , que é um anión carbonato, apresenta como função de ser um receptor de prótons, convertendo em água e gás carbônico, através do íon H^+ .

A grande maioria dos solos brasileiros são ácidos, apresentam pH inferior a 5,5, não possui uma boa capacidade de troca de cátions e possuem elevada saturação de alumínio (RAIJ, 2011). Isso acarreta a redução de disponibilidade de nutrientes como o cálcio, magnésio e o potássio e aumentando elementos tóxicos para as plantas, como o alumínio e manganês (FRANCHINI et al., 2001).

Na agricultura há praticamente dois tipos de calcários, sendo os calcíticos com maior concentração de óxido de cálcio e baixo teor de óxido magnésio, (abaixo de 5%). Já o domolímite apresenta maior com concentração de óxido de cálcio e magnésio.

3.3 CALCÁRIO LÍQUIDO

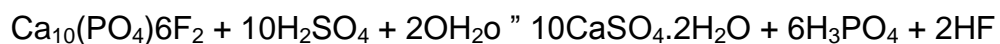
Segundo dados fornecidos pelo fabricante o calcário líquido é fertilizante mineral misto, sendo óxido de cálcio e magnésio, onde possui um diferencial por apresentar nanopartículas na sua composição. Essa característica possui maior superfície de contato, promovendo a melhor reatividade.

Apresenta efeito no solo, como outros corretivos de solo, como neutralizar o alumínio tóxico, elevar pH, aumentar CTC do solo, e disponibiliza Ca e Mg para as plantas. Deve ser aplicado via solo, com pulverizadores, para melhor uniformização, onde deve ser diluído em água conforme recomendações, podendo ser aplicado em qualquer época do ano.

O produto possui uma garantia de 17,5% de cálcio (297,5 g/L), CaO 24,5 %, de magnésio 6,0% (102,0 g/L), MgO 9,95%. Uma densidade de 1,70 Kg/L.

3.4 GESSO AGRÍCOLA

Segundo Papatote & Maciel (2006), o gesso é originado do ácido sulfúrico sobre a rocha fosfatada, realizada com o fim de produzir ácido fosfórico, isto quer dizer que o gesso é subproduto da fabricação do H_3PO_4 conforme a reação:



Ele está sendo recomendado para áreas onde há altos teores de Alumínio e baixos teores de Cálcio, principalmente em camadas sub superficiais, abaixo de 20 cm de profundidade do solo, sendo que dissolve facilmente com água nas camadas aráveis do solo. Segundo Alcarde e Rodella (2003) ele proporciona alta mobilidade no solo, também disponibiliza íons Ca^{2+} e SO_4^{2-} em profundidade, assim diminuindo os teores de Al^{3+} .

3.5 REAÇÃO DO EUCALYPTUS A CORREÇÃO DE ACIDEZ

O cálcio é o segundo elemento mais absorvido pelas espécies florestais, quando a retirada do tronco uma exportação de 75 % do mesmo, portanto quando

há vários anos de cultivo, pode haver a deficiência desse nutriente (SANTANA et al., 2008). Além dessa retirada, quando a falta de Ca e Mg pode ocorrer um desequilíbrio nutricional nas plantas.

O eucalipto no Brasil ocupa áreas em que os solos são de baixa fertilidade (BARROS e NOVAIS, 1996). Sendo a correção indispensável para manter uma boa produtividade, além de proporcionar maiores teores de Ca e Mg nos solos do que a correção do pH, sendo esses nutrientes utilizados pelas planta.

4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

O presente experimento foi implantado utilizando mudas de *Eucalyptus urograndis*, no município de Dois Vizinhos, região Sudoeste do Paraná, nas coordenadas geográficas de 25°42'52" latitude S e longitude de 53°03'94" W com altitude aproximadamente 560 m.

A região apresentada possui clima "Cfa" conforme a classificação de Koppen, que significa Transição Subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes de temperatura média de 22°C, e inverno com geadas pouco frequentes chegando a temperatura média

inferior a 18°C, tendo durante o ano quatro estações bem definidas, com chuvas frequentes totalizando anualmente uma precipitação média de 1800 mm. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (Embrapa 2006) e o terreno apresenta cerca de 20% de declividade média.

4.2 IMPLANTAÇÃO

As plantas *Eucalyptus urograndis* foram implantadas no espaçamento de 3 x 2 metros, chegando ao índice de 1.666 árvores por hectare no momento do plantio.

4.3 TRATAMENTOS

Os tratamentos utilizados estão descritos conforme tabela 1. Antes da aplicação do calcário foi realizada a análise do solo para analisar os valores de pH, Ca e Mg.

Tabela 1: Diferenciação de tratamentos.

Tratamentos		Abreviação	Doses
Tratamento 1	Calcário	CA	5 ton/há
Tratamento 2	Calcário + Gesso	CA+GE	5 ton+2 ton/há
Tratamento 3	Calcário Líquido	CALI	15 litros/há
Tratamento 4	Gesso	GE	2 ton/há
Tratamento 5	Testemunha	TES	-----

Conforme tratamentos utilizou-se: o calcário líquido (Figura 1), calcário calcítico (Figura 2) e gesso agrícola. Trata-se de um experimento em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições.



Figura 1: Calcário líquido e sua composição.

Fonte: Autor

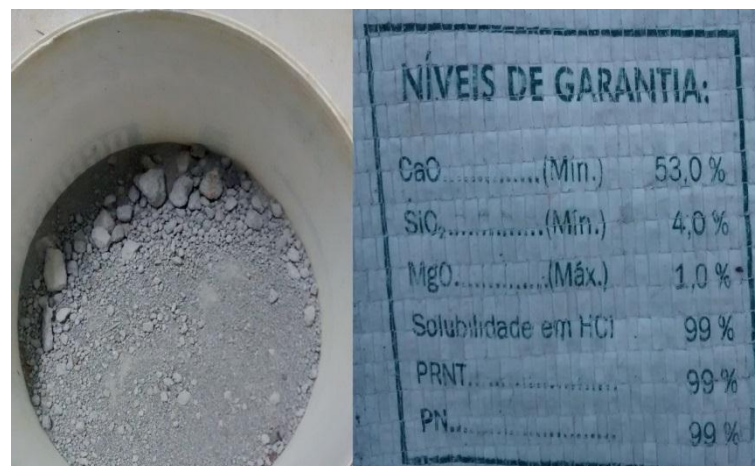


Figura 2: Calcário calcítico com níveis de garantia.

Fonte: Autor

O calcário líquido foi aplicado com pulverizador costal 20 litros (figura 3), com dose de 15 litros ha⁻¹ do produto comercial, recomendado conforme fabricante. O calcário sólido e o gesso agrícola foram aplicados manualmente (Figura 4), buscando maior uniformidade do produto na área com dose de 5 t ha⁻¹ de calcário calcítico, no tratamento calcário + gesso aplicou-se 5 t ha⁻¹ de calcário calcítico mais 2 t ha⁻¹ de gesso agrícola e no tratamento com gesso utilizou-se 2 t ha⁻¹ de gesso agrícola.

As parcelas foram de 5 x 5 m, uma área útil de 25 m², sendo cada tratamento terá 4 repetições (n=4), utilizando estacas para separação das mesma. Na área do experimento o solo estava coberto com acículas e galhos de pinus,

precedente de um plantio que situava no mesmo local, sendo dispostos em todos os tratamentos.



Figura 3: Modelo de pulverizador para aplicação de calcário líquido em toda parcela.



Figura 4: Aplicação de calcário sólido. **Fonte:** O autor.

Em cada parcela foi efetuada uma coleta de solo aleatoriamente, antes das aplicações de cada produto, 3 e 6 meses depois das aplicações, sendo estratificadas nas profundidades de 0-2,5; 2,5-5; 5-10 e 10-20 cm de profundidade, para a coleta deste solo foi utilizada pá de corte (figura 5). Para esse trabalho considerou-se os atributos químicos do solo após 6 meses da aplicação dos tratamentos.

Após a coleta do solo, o mesmo foi secado e levado para o moinho de solo da UTFPR (figura 6), aonde foi moído como a recomendação para as futuras análises. As análises de solo, foram efetuadas na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC – Xanxerê) no laboratório de solos da universidade, para constatar as diferenças entre os tratamento e repetições. Como foi feito a campo, o experimento teve condições climáticas normais da região.



Figura 5: Coleta de solo.

Fonte: Autor



Figura 6: Moinho de Solo. **Fonte:** O autor.



Figura 7: Medição da altura das plantas. **Fonte:** O autor.

Após 6 meses do plantio do eucalipto foi realizada a medição da altura das plantas com régua graduada e a circunferência do colo das plantas foi realizada com trena métrica, logo após, a circunferência foi transformada em diâmetro (Cir/π).

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de significância de 5% de probabilidade e, quando apresentarem significância, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico a ser utilizado será o Statigraphic Plus 4.1.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a aplicação dos tratamentos e avaliando-os após 6 meses, observou-se maior variação nos teores de Ca, Mg, Al e pH na camada superficial do solo (Tabela 2), onde existe maior reação dos materiais aplicados.

Tabela 2. Valores de pH, Ca, Mg e Al no solo em função de diferentes fontes de corretivos da acidez do solo após 6 meses de aplicação. UTFPR-Dois Vizinhos, 2015.

Profundidade 0 – 2,5 cm				
	pH	Ca	Mg	Al
Calcário	5,88 ab	10,63 b	2,4 a	0,1 ab
Calcário + gesso	6,18 a	15,68 a	2,64 a	0,05 b
Calcário líquido	5,49 bc	7,84 bc	2,79 a	0,19 ab
Gesso	4,98 d	5,75 c	2,23 a	0,37 a
Testemunha	5,15 cd	4,78 c	2,12 a	0,37 a
Média				
Profundidade 2,5 - 5 cm				
	pH	Ca	Mg	Al
Calcário	5,37 ab	7,65 b	2,10 ab	0,3 b
Calcário + gesso	5,76 a	10,61 a	2,34 ab	0,1 b
Calcário líquido	4,72 b	6,70 b	2,47 a	0,42 ab
Gesso	5,10 ab	4,85 c	2,15 ab	0,7 a
Testemunha	5,17 ab	3,79 c	1,82 b	0,35 ab
Média				
Profundidade 5 - 10 cm				
	pH	Ca	Mg	Al
Calcário	4,93 b	5,51 b	1,87 b	1,06 a
Calcário + gesso	5,28 a	8,87 a	2,43 a	0,25 b
Calcário líquido	5,1ab	5,67 b	1,99 ab	0,62 ab
Gesso	5,01 ab	4,31 c	2,11 ab	0,85 a
Testemunha	5,01 ab	3,54 c	1,81 b	0,6 ab
Média				
Profundidade 10 - 20 cm				
	pH	Ca	Mg	Al
Calcário	4,83 c	5,51 b	1,60 bc	1,72 a
Calcário + gesso	5,17 a	7,63 a	2,04 a	0,37 b
Calcário líquido	5,05 ab	5,94 b	1,95 ab	0,89 b
Gesso	4,93 bc	4,12 c	1,95 ab	0,77 b
Testemunha	4,91 bc	2,83 d	1,41 c	0,97 b

Média dos tratamentos seguido por letras minúsculas, sendo estas realizadas por teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O tratamento com calcário calcítico mais gesso agrícola proporcionou os maiores valores de pH nas camadas de solo analisadas quando comparado aos demais tratamentos. Da mesma forma, os teores de Ca foram maiores quando utilizados calcário Calcítico mais Gesso agrícola. O pH não foi afetado com uso de gesso e calcário líquido. Para o gesso isso é esperado, uma vez que não é um corretivo da acidez do solo. Já para o calcário líquido, a quantidade de carbonato de cálcio aplicada não foi suficiente para alterar o pH do solo.

Os teores de Mg não foram modificados (Tabela 1), isso se deve aos baixos ou nulos teores de Mg dos produtos aplicados.

Para os teores de alumínio, embora baixos, os resultados se contrapõe aos de pH. Onde o tratamento com calcário mais gesso foi o mais eficiente em todas as profundidades analisadas.

Tabela 3. Valores de pH em água no solo em função da aplicação de diferentes fontes de corretivos da acidez. UTFPR-Dois Vizinhos, 2015.

pH – H ₂ O			
Profundidade 0 – 2,5 cm			
	Antes	Depois	6 meses
Calcário	5,79	5,74	5,88 ab
Calcário + gesso	5,33	5,60	6,18 a
Calcário líquido	5,27	5,55	5,49 bc
Gesso	5,24	5,13	4,98 d
Testemunha	5,33	5,11	5,15 cd
Média	5,40 A	5,43 A	
Profundidade 2,5 - 5 cm			
	Antes	Depois	6 meses
Calcário	5,67	5,38	5,37 ab
Calcário + gesso	5,44	5,61	5,76 a
Calcário líquido	5,33	5,30	4,72 b
Gesso	5,30	5,21	5,10 ab
Testemunha	5,33	5,06	5,17 ab
Média	5,42 A	5,31 A	
Profundidade 5 - 10 cm			
	Antes	Depois	6 meses
Calcário	5,35	5,07	4,93 b
Calcário + gesso	5,43	5,22	5,28 a
Calcário líquido	5,38	5,27	5,1 ab
Gesso	5,24	5,20	5,01 ab
Testemunha	5,38	4,99	5,01 ab
Média	5,36 A	5,15 A	

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna, dentro de cada profundidade, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Como pode-se observar na tabela 3, os valores de pH aumentaram com a aplicação de calcário mais gesso, na profundidade de 0-2,5 cm após 6 meses de aplicação. Também, avalia-se que na profundidade de 2,5-5 cm, os valores não se diferenciam dos tratamentos e praticamente mantendo seus valores após 6 meses de aplicação, exceto o tratamento com calcário+gesso que obteve um acréscimo em seu pH.

O calcário, quando misturado ao solo e com água, dissolve-se e o carbonato de cálcio dissocia-se (Quaggio, 2000). Os produtos da dissolução do calcário reagem com os colóides do solo e, nessa reação, elevam o pH, os teores de Ca e Mg e a saturação por bases, e diminuem o Al e o Mn trocáveis no solo. A reação do calcário é restrita a uma pequena distância do local da aplicação, assim o benefício máximo é obtido com a aplicação antecipada, distribuição uniforme e a incorporação profunda. Isso se aplica a tabela acima, nas profundidades de 5-10 cm, onde os valores de pH após 6 meses de aplicação, não se diferenciaram estatisticamente de tratamento para tratamento, e praticamente os mantiveram desde o dia da aplicação.

Tabela 4. Teores de Ca ($\text{cmo}_c \text{ dm}^{-3}$) no solo em função da aplicação de diferentes fontes de corretivos da acidez. UTFPR-Dois Vizinhos, 2015.

Ca ($\text{cmo}_c \text{ dm}^{-3}$)			
Profundidade 0 – 2,5 cm			
	Antes	Depois	6 meses
Calcário	8,10	8,80	10,63 b
Calcário + gesso	6,49	8,05	15,68 a
Calcário líquido	5,45	5,69	7,84 bc
Gesso	6,08	4,93	5,75 c
Testemunha	6,49	5,28	4,78 c
Profundidade 2,5 - 5 cm			
	Antes	Depois	6 meses
Calcário	5,88	5,72	7,65 b
Calcário + gesso	5,40	6,15	10,61 a
Calcário líquido	4,67	5,08	6,70 b
Gesso	5,15	4,64	4,85 c
Testemunha	4,67	4,55	3,79 c
Profundidade 5 - 10 cm			
	Antes	Depois	6 meses
Calcário	4,81	4,82	5,51 b
Calcário + gesso	5,01	5,59	8,87 a
Calcário líquido	4,25	3,34	5,67 b
Gesso	4,39	4,22	4,31 c
Testemunha	4,25	3,81	3,54 c

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si, dentro de cada profundidade, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os índices de cálcio tiveram um aumento significativo na camada superior do solo após os 6 meses de aplicação, exceto na testemunha onde já era esperado (Tabela 4). Destaque para o tratamento com calcário e gesso, onde seu acréscimo foi superior a outros tratamentos.

Em um trabalho de Rheinheimer et al. (2000), utilizando calcário e gesso em plantio direto, observou que os efeitos da calagem em profundidade somente ocorreram quando o pH (em água), na zona de dissolução do calcário, atingiu valor entre 5,2 e 5,6. Nessa situação, ocorreram a formação e a migração de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ e $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ para camadas mais profundas do solo.

O tratamento com calcário e gesso, obtiveram também resultados mais significativos em teores de cálcio em profundidades maiores, até 10 cm, isso é devido a maior mobilidade do gesso no solo.

Tabela 5. Teores de Mg ($\text{cmo}_c \text{ dm}^{-3}$) no solo em função da aplicação de diferentes fontes de corretivos da acidez. UTFPR-Dois Vizinhos, 2015.

Mg ($\text{cmo}_c \text{ dm}^{-3}$)			
Profundidade 0 – 2,5 cm			
	Antes	Depois	6 meses
Calcário	3,09	2,35	2,4 a
Calcário + gesso	2,04	1,85	2,64 a
Calcário líquido	1,98	1,99	2,79 a
Gesso	1,89	1,61	2,23 a
Testemunha	2,04	1,68	2,12 a
Média	2,21	1,90	
Profundidade 2,5 - 5 cm			
	Antes	Depois	6 meses
Calcário	2,23	2,05	2,10 ab
Calcário + gesso	1,97	1,78	2,34 ab
Calcário líquido	1,92	1,92	2,47 a
Gesso	1,81	1,64	2,15 ab
Testemunha	1,92	1,58	1,82 b
Média	1,97 A	1,79 B	
Profundidade 5 - 10 cm			
	Antes	Depois	6 meses
Calcário	2,06	1,89	1,87 b
Calcário + gesso	1,93	2,07	2,43 a
Calcário líquido	1,82	1,82	1,99 ab
Gesso	1,69	1,45	2,11 ab
Testemunha	1,82	1,43	1,81 b
Média	1,86 A	1,73 A	

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si, dentro de cada profundidade, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O movimento do Mg no perfil do solo pode ser explicado pela formação de complexos orgânicos hidrossolúveis a partir de ácidos orgânicos liberados dos restos vegetais presentes na superfície do solo (Miyazawa et al., 1992, 2002). Assim pode-

se explicar o aumento nos teores de Mg trocável no perfil do solo até 10 cm de profundidade, exceto nos tratamentos apenas com calcário que manteve os teores e na testemunha. Mesmo assim, na camada superior até 2,5 cm de profundidade, os teores não se diferenciaram estatisticamente de tratamento para tratamento.

A lixiviação de Mg trocável tem sido uma resposta freqüente nos estudos com aplicação de gesso em solos (Caires et al., 1999). Assim, quando o gesso é aplicado em doses elevadas no solo, devem ser desenvolvidas estratégias para minimizar as perdas de Mg trocável. Por essa razão, o uso de gesso não tem sido recomendado de forma isolada, mas, sim, em combinação com o calcário dolomítico.

Tabela 6. Média de altura e diâmetro do *Eucalyptus urograndis* nos tratamentos. UTFPR-Dois Vizinhos 2015.

Tratamentos	Média altura (m)	Média diâmetro (cm)
T1- calcário	3,98 a	4,04 a
T2- calcário + gesso	3,97 a	3,84 a
T3- calcário líquido	3,29 b	3,42 b
T4- gesso	4,27 a	4,21 a
T5- Testemunha	2,90 c	3,25 b

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna, dentro de cada profundidade, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os tratamentos com calcário, calcário mais gesso e gesso foram os que proporcionaram maior altura de plantas e DAP do eucalipto com 6 meses de idade.

Nas plantas com sistema radicular profundo, a aplicação de gesso agrícola ajuda a aumentar os teores de Ca e Mg e proporcionar um maior desenvolvimento do sistema radicular da planta. Nos solos ácidos que apresentam baixos teores de Ca e alto Al^{3+} na camada subsuperficial, a aplicação de gesso aumenta o Ca^{2+} na solução do solo da camada subsuperficial e neutraliza o Al^{3+} na camada profunda. Quando se deseja aumentar a relação Ca/Mg de 1:1 para 3 a 5:1 sem alterar o pH, o gesso agrícola pode ser utilizado, pois aumenta o teor do Ca na solução do solo (AGROMID 2014). Assim explica o maior desenvolvimento do *Eucalyptus urograndis*, pois quando as raízes penetram mais profundamente, tem a chance de obter mais água e nutrientes.

6 CONCLUSÃO

O uso de calcário calcítico mais gesso agrícola apresenta elevação nos teores de Ca e pH até 10 cm de profundidade do solo após 6 meses da aplicação.

O calcário líquido não é eficiente na correção do solo quanto a pH, Ca, Mg e Al.

No desenvolvimento do *Eucalyptus urograndis*, o uso de calcário calcítico mais gesso pode ser adotado como corretivo da acidez e fonte de Ca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROMID. **Gessagem: Antes, durante ou após a calagem?**. Blog Gesso Agrícola. 2014. Disponível em: <[www. http://gessoagricola.blogspot.com.br/](http://www.gessoagricola.blogspot.com.br/)>.
- BARROS, Nairam. Félix. e NOVAIS, Roberto. Ferreira. **Eucalypt nutrition and fertilizer regimes in Brazil**. In: ATTIWILL, P.M. & ADAMS, M.A.,eds. Nutrition of eucalypts. Collingwood, CSIRO Publishing,1996. p.335-355.
- BHERING, Silvio Barge, et al. **Mapa de solos do Estado do Paraná**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR. P. 74. 2008.
- BOLETIM CELULOSE ON-LINE. **Internacional Paper**. Disponível em: <<http://www.celuloseonline.com.br/pagina/pagina.asp?IDItem=14512&IDNoticia=11967>>. Acesso em: 07 de maio 2014.
- CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W.A. & MADRUGA, E.F. **Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto**. R. Bras. Ci. Solo, 23:315-327, 1999.
- COTERRIL, P.P.; BROLIN, Agner. **Improving Eucalyptus wood, pulp and paper quality by genetic selections**. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPT, 1997, Salvador. Proceedings. Colombo: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1997. p.1-13.
- FERNANDES, Antonio. Rodrigues. LINHARES, Lilian. Cristiane. Fernandes.; MORAIS, Francisco. Ilton. Oliveira.; SILVA, G. R. da. **Características químicas do solo, matéria seca e acumulação de minerais nas raízes de adubos verdes, em resposta ao calcário e ao fósforo**. Revista de Ciências Agrárias, n. 40, p. 45-54, 2003.
- FRANCHINI, Julio. Cezar.; MEDA, Anderson. Rotter.; CASSIOLATO, Marcelo. Elias.; MIYAZAWA, Mario.; PAVAN, Marco. Antônio. **Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico**. Scientia Agricola, v.58, n.2, p.357-360, 2001.

GONÇALVES, José Leonardo de Moraes. **Efeito do cultivo mínimo sobre a fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes.** In: SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1., 1995, Curitiba. Anais... Piracicaba: CNPFlorenta, IPEF, UNESP, SIF, FUPEF, 1995. P. 43-62.

HIGASHI, Edson Nanita; SILVEIRA, Ronaldo Luiz Vaz de Aruda; GONÇALVES, A. N. **Propagação vegetativa de Eucalyptus: princípios básicos e a sua evolução no Brasil.** Circular Técnica IPEF n. 192, 2000, 11p.

MAÊDA, Jorge Mitiyo; **Avaliação de parâmetros genéticos e de critérios de seleção em *Virola surinamensis* Warb.** Viçosa: UFV, 2000. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, p. 94, 2000.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. & FRANCHINI, J.C. **Avaliação de resíduos vegetais sobre a mobilidade de superfície do calcário aplicado.** Braz. Arch. Biol. Technol., 45:251-256, 2002.

MORAES, Odair. **Efeito do uso de polímero hidroretentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.).** 2001. 73f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Piracicaba, 2001.

NOLLA, Antônio. **Correção da acidez do solo com silicatos.** In: SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA. 3.,Uberlândia, 2004. Palestras. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2004. CD-ROM.

PAPAROTTE, Ivo. MACIEL. Aparecido. CENTURIÓN, Carlos. Antônio. **Efeitos do resíduo de gesso da indústria cerâmica sobre as propriedades químicas do solo.**P 33 -35. Fevereiro 2006.

PEREIRA, Maria do Carmo Silveira. **Produção e consumo de produtos florestais: perspectivas para a região sul com ênfase em Santa Catarina.** Florianópolis : BRDE/AGFLO/GEPLA, 2003. 51p.

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais.** Campinas, Instituto Agrônômico, 2000. 111p.

RAIJ, Bernardo. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** IPNI, 2011. p 420.

RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E.C. & GATIBONI, L.C. **Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural.** R. Bras. Ci. Solo, 24:797-805, 2000.

RITCHEY, K. Dale.; SOUZA, Djalma.M.G.; LOBATO, Edson.; CORREA, Osni. Calcium leaching to increase rooting depth in Brazilian savannah oxisol. **Agronomy Journal**, v.72, p.40-44, 1980.

SANTANA, Reynaldo. Campos. et al. **Alocação de nutrientes em plantios de eucalipto no Brasil.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, v.32,p.2723-2733, 2008.

SILVA FILHO, Germano Nunes; NARLOCH, Charles; SCHARF, Rosana. **Solubilização de fosfatos naturais por microrganismos isolados de cultivos de *Pinus e Eucalyptus* de Santa Catarina.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, n.6, p.847-854, 2002.