

Uso de remineralizador de basalto no crescimento inicial de *Pinus taeda*

Replacement of soluble mineral fertilizers by basalt remineralizer in the initial growth of *Pinus taeda*

Amanda Aparecida Manerich⁵
Antônio Lunardi Neto⁶
Heloisa Maria de Oliveira⁷

RESUMO

O *Pinus* é muito importante economicamente em Santa Catarina. O uso de fertilizantes minerais para produção tem elevados custos ao produtor. Os remineralizadores são opções econômicas e visam a substituir os adubos solúveis. O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o desempenho de um remineralizador de basalto no desenvolvimento inicial de *Pinus taeda*. Os tratamentos foram: Testemunha (T1), fertilizante mineral + calcário (T2), 5 Mg ha⁻¹ de pó de basalto (T3), 10 Mg ha⁻¹ de pó de basalto (T4) e 20 Mg ha⁻¹ de pó de basalto (T5). Mediram-se a altura e o diâmetro das mudas ao final de 152, 304 e 456 dias, durante 16 meses. O tratamento de 10 Mg ha⁻¹ do remineralizador apresentou crescimento em altura de plantas ao longo do tempo. Os resultados apresentaram-se promissores na utilização de remineralizadores como meio de fertilização de solos em culturas perenes. Tal prática pode contribuir para maior crescimento inicial das plantas cultivadas, com enfoque em conservação ambiental.

Palavras Chaves: Pó de rocha; Rochagem; Método alternativo.

ABSTRACT

Pinus is very important economically in Santa Catarina State. The use of mineral fertilizers for production has high costs for the producer. Remineralizers are economical options and aim to replace soluble fertilizers. The objective of this work was to evaluate the performance of a basalt remineralizer in the initial development of *Pinus taeda*. The treatments were: Control (T1), mineral fertilizer + limestone (T2), 5 Mg ha⁻¹ of basalt powder (T3), 10 Mg ha⁻¹ of basalt powder (T4) and 20 Mg ha⁻¹ of basalt powder (T5). The height and diameter of the seedlings were measured at the end of 152, 304 and 456 days, during 16 months. The treatment of 10 Mg ha⁻¹ of the remineralizer showed plant height growth over time. The results were promising in the use of remineralizers as a means of soil fertilization in perennial crops. This practice can contribute to greater initial growth of cultivated plants with a focus on environmental conservation.

Keywords: Rock dust; Rocking; Alternative method.

Introdução

O *Pinus*, no Brasil, vem sendo cultivado há mais de um século, mas somente a partir da década de 1960 é que se iniciou o plantio em escala comercial, principalmente nas regiões Sul e Sudeste (SHIMIZU, 2008). Para esse autor, a sociedade brasileira passou a conviver mais intensamente com essa espécie a partir dos anos 1960, quando extensas áreas começaram a ser cultivadas com *Pinus elliottii*

⁵ Universidade Federal de Santa Catarina, manda.manerich@hotmail.com

⁶ Universidade Federal de Santa Catarina

⁷ Universidade Federal de Santa Catarina

e *Pinus taeda*, nas regiões Sul e Sudeste. Essas plantas sequestram gás carbônico (BALBINOT et al., 2008) e amenizam a necessidade de madeira das essências florestais nativas, por fornecerem também a madeira, além de outros produtos como papel e celulose. A silvicultura, ou o cultivo de árvores para produção de madeira, é uma das atividades mais importantes para a economia catarinense (DALLA MARIA, et. al., 2017).

Os solos brasileiros, nas regiões de clima úmido, de forma geral, são quimicamente pobres em nutrientes para as plantas. De acordo com Ernani (2008) são naturalmente ácidos, em função do alto grau de intemperização e da intensa lixiviação de bases. Para que se maximizem as produtividades no cultivo de plantas é necessário que neles sejam adicionados os elementos nutrientes essenciais às plantas, fornecidos principalmente pelo uso de calcário e de fertilizantes minerais à base de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK). Tais insumos representam investimentos elevados na implantação de reflorestamentos, pois geralmente utilizam-se de áreas consideráveis para plantio e o retorno é em longo prazo, devido ao tempo necessário para o crescimento das árvores até os pontos ideais de cortes.

Na região Sul do Brasil há pouca pesquisa com fertilização mineral de solos para *Pinus*. Ferreira et al. (2001) sustentam que os *Pinus* podem apresentar incrementos em volume de 20% ou mais, em solos quimicamente pobres, quando fertilizados adequadamente. Também relatam que melhores resultados foram obtidos com a aplicação de fertilizantes fosfatados e potássicos e também o fornecimento de cálcio e magnésio na forma de calcário. Moro et al. (2014) concluíram que *Pinus taeda* apresentou incremento no volume de madeira em resposta à adubação NPK em todas as idades avaliadas no experimento.

Somente no ano de 2021, o Brasil importou 41.549.099 toneladas de adubos. Os elevados custos desses insumos, com valores cotados em dólares, representam aumentos significativos nos custos de produção das diversas culturas. Com os recentes acontecimentos envolvendo Rússia e Ucrânia, desde 24 de fevereiro deste ano, houve aumentos nos preços dos adubos e temem-se cotações ainda mais expressivas nos valores, de vez que grande parte dos fertilizantes importados para uso no Brasil é proveniente da Rússia (23,3%) e Belarus (3,36%) (COMEX STAT, 2022).

Alternativamente, em propriedades localizadas próximas a mineradoras, há a possibilidade de fertilização dos solos com pós de rochas, representando diminuição no custo de produção, por serem resíduos no processo de moagem. Na agricultura a técnica da utilização do pó de rocha é muito difundida, porém em culturas florestais há poucos trabalhos que abordam o tema, em especial em relação a *Pinus taeda*. Até mesmo estudos de fertilização mineral, nos solos onde estão os povoamentos florestais de *Pinus* no Sul do Brasil, são escassos e relativamente antigos, tendo em vista o desenvolvimento do melhoramento genético desde então (MORO et al., 2014).

A técnica da rochagem (prática da aplicação do remineralizador ou pó de rocha no solo) tem despertado a atenção de pesquisadores em todo o mundo como alternativa às fontes convencionais de nutrientes (PÁDUA, 2012). A rochagem pode reduzir ou eliminar o uso de fertilizantes minerais, além de atuar de forma restituidora de nutrientes, recuperando e renovando o solo (COLA; SIMÃO, 2012). Sendo de liberação lenta dos nutrientes, a remineralização atua no sentido oposto ao dos fertilizantes minerais. O contato dos fertilizantes com a água do solo promove a disponibilização dos nutrientes às plantas, ficando mais facilitada a lixiviação de

alguns elementos químicos para camadas mais profundas dos solos cultivados, com possibilidade de atingirem águas subterrâneas e águas correntes.

Pouco mais de 50% da área catarinense encontra-se recoberta por rochas de magmatismo fissural intracontinental, incluídos no Grupo Serra Geral com diversas Formações Geológicas, constituída por sequência vulcânica, compreendendo desde rochas de composição básica até rochas com elevado teor de sílica e baixos teores de ferro e magnésio. A sequência básica (teor de SiO₂ entre 45 e 52%) ocupa a maior parte do planalto catarinense, sendo constituída predominantemente por basaltos (POTTER *et al.*, 2004).

O basalto é material de origem de solos, e quando aplicado na forma de pó, serve como condicionador de solos, em função da existência de grandes quantidades de minerais relativamente fáceis de se intemperizarem e ricos em cátions. Os feldspatos cálcicos e os piroxênios (RESENDE *et al.*, 2002), minerais essenciais do basalto, são fontes expressivas dos nutrientes essenciais cálcio, magnésio e ferro para as plantas. Ehlers e Arruda (2014), utilizando pó de basalto como substrato para mudas de *Eucalyptus grandis*, obtiveram resultado positivo adicionando-o em substratos com misturas de vermiculitas e compostos à base de turfa na produção de mudas.

Apesar da legislação atual exigir vários requisitos para a classificação e o registro dos pós de rochas como remineralizadores (BRASIL, 2013; BRASIL, 2016), existem poucos estudos sobre a quantidade mínima de nutrientes que devem ser liberados num determinado tempo e sua correlação com a produção vegetal, com o intuito de validar-se a utilização adequada do remineralizador como um fertilizante apropriado ao uso. Considera-se que esses insumos, após a aplicação aos solos, promoverão a liberação de nutrientes de forma gradual, possibilitando

a manutenção da fertilidade e da produtividade por períodos longos.

Uma das principais limitações dessa prática alternativa é a lenta solubilização dos minerais e conseqüentemente da disponibilização dos nutrientes para as plantas (RIBEIRO *et al.*, 2016). Especialmente para culturas perenes, a remineralização de solos apresenta-se indicada, dado o longo período de permanência no solo dessas espécies, combinado com a lenta liberação de nutrientes dos pós de rochas. Até o momento não se conhecem trabalhos de pesquisas publicados no Brasil com o uso de remineralizadores em povoamentos florestais de *Pinus taeda*.

Em função do acima exposto, no sentido de contribuir para com os estudos de uso de fontes alternativas na fertilização dos solos, este trabalho objetivou usar um remineralizador de basalto, em um Cambissolo Húmico, com doses diferenciadas, para se avaliarem o crescimento e desenvolvimento inicial de *Pinus taeda* em comparação com o uso de calcário e de fertilizantes minerais.

1. Metodologia

1.1 Área de estudo

O experimento foi conduzido em um viveiro com tela de sombreamento na Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, entre os meses de fevereiro de 2020 até junho de 2021. A Universidade está localizada nas coordenadas geográficas 27°17'05" S, 50°32'05" O, à altitude de 1.096 m. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfb: subtropical úmido com verões amenos, com precipitação média anual em torno de 1.480 mm, temperatura máxima média de 22,0°C e mínima média de 12,4°C (WREGE *et al.*, 2012).

1.2 Instalação e condução do experimento

Como substrato, foram coletadas amostras superficiais (0-20 cm) de um Cambissolo Húmico do campus sede da UFSC

de Curitiba. Uma mistura amostral desse solo foi encaminhada para análise química em laboratório regional antes da implementação do experimento. As doses de calcário e de fertilizante mineral solúvel seguiram a orientação contida no Manual de Calagem e Adubação para os Estados de SC e RS (CQFS, 2016). A dose de calcário, com PRNT ajustado para 100%, correspondeu a 8,75 Mg ha⁻¹. Como fonte de fertilizante fosfatado utilizou-se superfosfato triplo na dose de 130 kg ha⁻¹; como fonte de potássio foi utilizado o cloreto de potássio na dose de 217 kg ha⁻¹; como fonte de nitrogênio foi utilizada uréia na dose de 30 kg ha⁻¹, dividida em duas parcelas de aplicação, sendo a primeira no plantio das mudas e a segunda 5 meses após.

O pó de rocha utilizado foi originado de basalto, apresentando na análise química 13,5 % de soma de óxidos de: cálcio (8,94%), magnésio (3,08%) e potássio (1,5%), bem superior ao valor mínimo exigido pela atual legislação, que é de 9%, sendo que o teor de K₂O deve ser de no mínimo 1%. Optou-se pelo basalto por ser uma rocha rica em elementos químicos essenciais para as plantas e abundante na região. Identificaram-se também na análise química a presença de fósforo e enxofre, além de micronutrientes como ferro, zinco, cobre e manganês. Desta forma, a análise química do pó da rocha demonstra que o mesmo é um remineralizador, atendendo aos critérios definidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento na IN Nº 05 de 10 de março de 2016 (MAPA). Para

SiO₂ foi obtido o valor de 52,79%, sendo que esse pode variar entre 45 e 52% para ser considerado basalto, estando basicamente no limite. As mudas de *Pinus taeda* foram provenientes de sementes geneticamente melhoradas, adquiridas em viveiro florestal comercial.

1.3 Delineamento Experimental

Para verificar o desempenho do crescimento das mudas de *Pinus taeda* foram utilizados os tratamentos: Testemunha (T1), fertilizante mineral + calcário (T2), 5 Mg ha⁻¹ de remineralizador de basalto (T3), 10 Mg ha⁻¹ de remineralizador de basalto (T4), e 20 Mg ha⁻¹ de remineralizador de basalto (T5), com 5 repetições. Os vasos, com volume de 0,005 m³, foram preenchidos com solo até a profundidade de 20 cm para dosagem. Posteriormente, o solo de cada vaso foi colocado sobre lona e incluído o tratamento nas dosagens mencionadas; em seguida o substrato uniformemente misturado ao tratamento foi repostado novamente no vaso.

No centro de cada vaso foi transplantada uma muda de *Pinus taeda*. Os vasos com os tratamentos foram levados ao viveiro e, por sorteio, dispostos sobre uma bancada, seguindo a metodologia do Delineamento Inteiramente Casualizado, conforme croqui da Tabela 1. A umidade foi mantida nos solos pela irrigação periódica ao longo de todo o experimento.

Tabela 1. Croqui da aleatorização dos tratamentos/vasos no viveiro.

Legenda: Repetição (R), Testemunha (T1), fertilizante mineral + calcário (T2), 5 Mg ha⁻¹ de remineralizador de basalto (T3), 10 Mg ha⁻¹ de remineralizador de basalto (T4), e 20 Mg ha⁻¹ de remineralizador de basalto (T5).

T2 R1	T2 R2	T5 R1	T5 R3	T4 R4
T1 R1	T3 R2	T3 R3	T4 R3	T5 R4
T3 R1	T4 R2	T1 R4	T3 R5	T1 R5
T1 R2	T1 R3	T5 R2	T2 R4	T2 R5
T4 R1	T2 R3	T3 R4	T4 R5	T5 R5

Fonte: Elaborado pelos autores

1.4 Análise Estatística

As plantas de cada tratamento foram avaliadas aos finais de 152, 304 e 456 dias contados a partir do plantio. A altura das plantas foi medida com a utilização de trena do solo até a parte mais alta da planta, e o diâmetro a partir da altura de 3,5 cm do solo com paquímetro. A análise das variáveis altura (em cm) e diâmetro (em mm) para cada tratamento foi realizada ao longo do tempo (152, 304 e 456 dias) e no tempo fixo de 456 dias após o plantio das mudas no substrato. Verificou-se que as variáveis altura e diâmetro não apresentaram a normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) ao nível de 5% de significância. Nessa situação, para avaliar o efeito dos tratamentos e do tempo nas variáveis altura e diâmetro, aplicou-se a metodologia de Modelos Lineares Generalizados (GLM).

Os Modelos Lineares Generalizados são utilizados quando os pressupostos de normalidade não são satisfeitos. Esta modelagem considera a componente aleatória, que estabelece qual a distribuição de probabilidade da família exponencial a que pertence a variável resposta (Normal, Gama, Normal Inversa, Binomial, Poisson ou Binomial Negativa), e a componente sistemática, definida pelo conjunto de variáveis explicativas

com estrutura linear e função de ligação que relaciona os componentes aleatórios e sistemáticos por meio das funções inversa, logarítmica e identidade. Em seguida, escolheu-se o melhor modelo para o ajuste dos dados a partir do Critério de Informação de Akaike (PAULA, 2013). As análises foram realizadas por meio do *software* estatístico R (CORE TEAM R, 2017).

2. Resultados e discussão

Foi possível observar que o tratamento T4 que utilizou 10 Mg ha⁻¹ de remineralizador apresentou o melhor desempenho para a altura do *Pinus taeda* ao longo do tempo (152, 304 e 456 dias), conforme ilustra a Tabela 2. Além disso, notou-se também que o tratamento T3 que utilizou 10 Mg ha⁻¹ de remineralizador foi o segundo melhor tratamento para o crescimento da altura das plantas em comparação com os demais. O tratamento T5, em que houve a maior dosagem do remineralizador, não apresentou um maior desenvolvimento da altura da planta em comparação com o tratamento T4.

Tabela 2. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da variável altura (cm) em cada tratamento nos intervalos de avaliação, em dias.

Legenda: Coeficiente de variação (CV) Testemunha (T1), fertilizante mineral +calcário (T2), 5 Mg ha⁻¹ de remineralizador de basalto (T3), 10 Mg ha⁻¹ de remineralizador de basalto (T4), e 20 Mg ha⁻¹ de remineralizador de basalto (T5).

Tempo (dias)	Tratamento	Média	Desvio Padrão	CV (%)
152	T1	20,5	2,99	14,64
	T2	20,9	0,76	3,6
	T3	21,0	1,27	6,04
	T4	22,0	2,70	12,2
	T5	21,2	1,42	6,69
304	T1	56,5	5,55	9,83
	T2	58,0	6,55	11,29
	T3	58,9	6,25	10,6
	T4	61,4	8,77	14,3
	T5	58,6	9,78	16,69
456	T1	68,3	6,71	9,82
	T2	67,6	9,04	13,38
	T3	73,0	7,41	10,14
	T4	75,1	12,05	16,04
	T5	71,3	9,65	13,54

Fonte: Elaborado pelos autores

A Análise de Variância para a variável altura foi obtida através da seleção do Modelo Linear Generalizado que melhor se ajusta aos dados do experimento, por meio do Critério de Informação de Akaike (AIC), como ilustra a

Tabela 3. Desta forma, percebe-se que para a variável altura o melhor ajuste dos dados foi fornecido pela Distribuição Normal Inversa com a função de ligação logarítmica.

Tabela 3. Critério de Informação de Akaike (AIC) para a variável altura (cm).

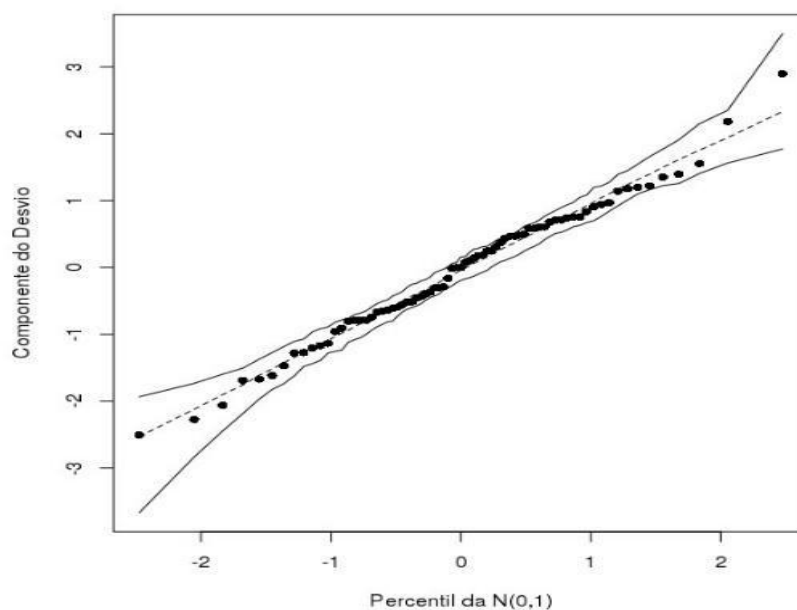
Modelo	Família exponencial	Função Ligação	AIC
M1	Normal	Inversa	503,52
M2		Logarítmica	503,70
M3		Identidade	505,12
M4	Normal Inversa	Inversa	461,65
M5		Logarítmica	461,13
M6		Identidade	462,48
M7	Gama	Inversa	462,13
M8		Logarítmica	462,07
M9		Identidade	464,07

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a seleção do modelo, verificou-se através do gráfico de envelope (Figura 2) que o modelo proposto ajusta-se adequadamente aos dados, uma vez que os pontos

observados estão dentro da faixa de confiança.

Figura 2. Gráfico de envelope para a variável altura (cm).



Assim, através da Análise de Variância apresentada na Tabela 4, foi possível constatar novamente que o tratamento 4 (10 Mg ha⁻¹ de remineralizador) apresentou um crescimento significativo na altura das mudas de *Pinus taeda*, considerando um nível de 5% de significância. Esse tratamento forneceu o incremento de aproximadamente 0,08 cm na

altura em comparação ao tratamento T1 (sem adição de fertilização). Além disso, não houve diferenças estatísticas significativas nos demais tratamentos analisados e as mudas apresentaram também crescimento significativo com o passar dos dias (valor-p<5%).

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros referentes ao modelo Normal Inversa ajustado para a altura (cm).

Coefficiente	Estimativa	Valor-p
Intercepto	3,0157	0,0001
Tratamento 2	0,0162	0,6649
Tratamento 3	0,0357	0,3444
Tratamento 4	0,0794	0,0398
Tratamento 5	0,0374	0,3213
Tempo 304	1,0219	0,0001
Tempo 456	1,2133	0,0001

Fonte: Elaborado pelos autores

Para a análise da variável diâmetro (em mm), percebe-se que o tratamento T4 apresentou uma melhor resposta após 152 dias em comparação aos outros tratamentos analisados (Tabela 5). No entanto, a

efetividade do tratamento T4 com o passar dos dias ficou reduzido e o tratamento T3 indicou melhores resultados para o crescimento do diâmetro para as mudas.

Tabela 5. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da variável diâmetro (mm) em cada tratamento nos intervalos de tempo.

Legenda: Coeficiente de variação (CV), Testemunha (T1), fertilizante mineral +calcário (T2), 5 Mg ha⁻¹ de pó de basalto (T3), 10 Mg ha⁻¹ de pó de basalto (T4), e 20 Mg ha⁻¹ de remineralizador de basalto (T5).

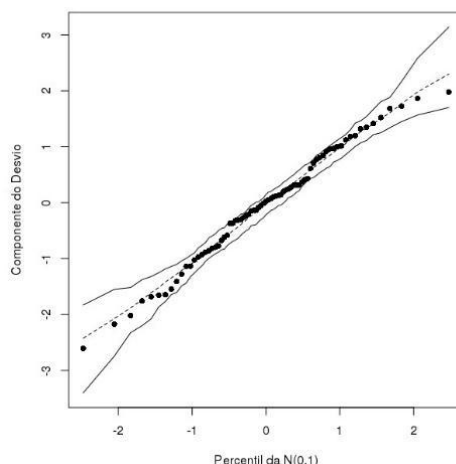
Tempo (dias)	Tratamento	Média	Desvio Padrão	CV (%)
152	T1	2,9	0,50	16,90
	T2	3,2	0,40	12,5
	T3	2,8	0,36	12,9
	T4	3,3	0,31	9,34
	T5	3,2	0,66	20,38
304	T1	7,4	1,10	14,81
	T2	7,3	0,78	10,78
	T3	7,8	0,61	7,77
	T4	7,7	0,76	9,8
	T5	7,9	0,73	9,3
456	T1	10,2	1,72	16,87
	T2	10,2	1,99	19,44
	T3	11,1	0,92	8,3
	T4	10,5	0,90	8,4
	T5	10,9	1,21	11,1

Fonte: Elaborado pelos autores

De forma análoga, foi encontrado o melhor modelo para se avaliar o desempenho do diâmetro das mudas de *Pinus taeda*. Nessa análise de seleção de modelo, o melhor proposto para o diâmetro foi fornecido pela Distribuição Gama e Função Ligação Identidade (AIC=189,35). Em seguida,

avaliando-se o gráfico de envelope (Figura 3), observa-se que o modelo proposto acima fornece um ajuste adequado para os dados, visto que todos os pontos observados estão dentro da faixa de confiança.

Figura 3. Gráfico de envelope para a variável diâmetro (mm).



Fonte: Elaborado pelos autores

Pela Análise de Variância para o crescimento do diâmetro (mm) dada pela Tabela 6, observa-se que o tempo é um fator significativo para o crescimento do diâmetro (valor- $p < 5\%$). Contudo, nenhum tratamento foi

significativo ao nível de 5% de significância, ou seja, apresentaram crescimentos idênticos ao longo do tempo.

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros referentes ao modelo Gama ajustado para o diâmetro (mm).

Coeficiente	Estimativa	Valor-p
Intercepto	2,9113	0,0001
Tratamento 2	0,1723	0,4311
Tratamento 3	-0,0345	0,8706
Tratamento 4	0,3867	0,0896
Tratamento 5	0,3471	0,1247
Tempo 304	4,5339	0,0001
Tempo 456	7,5080	0,0001

Fonte: Elaborado pelos autores

3. Conclusões

O tratamento com o uso de 10 Mg ha^{-1} do remineralizador de basalto promoveu aumento significativo da altura de plantas ao longo do período de avaliação, diferindo estatisticamente em relação ao tratamento sem adição de fertilizante. Desta forma, a utilização de remineralizadores em solos ácidos e deficientes em nutrientes essenciais para as plantas fornece um excelente resultado na recuperação da sua fertilidade ao longo do tempo, sendo importante sua

aplicação em culturas perenes e com enfoques agroecológicos.

4. Agradecimentos

Agradecimentos à Cultivar Distribuidora de Insumos Agrícolas Ltda pela doação do pó de basalto com as análises químicas.

Referências

BALBINOT, R.; et. al. Estoque de carbono em plantações de *Pinus spp.* em diferentes idades no sul do estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 317-324, abr. a jun. 2008. Trimestral. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/11626/8160>. Acesso em: 12 maio 2022.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 5, de 10 de março de 2016**. 2016. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21393137/do1-2016-03-14-instrucao-normativa-n-5-de-10-de-marco-de-2016-21393106. Acesso em: 13 maio 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013**. 2013. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=12890&ano=2013&ato=995kXQq50MVpWTF93>. Acesso em: 13 maio 2022.

COLA, G.P.A.; SIMÃO, J.B.P. Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio na agricultura agroecológica. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 1, p. 15-27, jan. a mar. 2012. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1132/1269>. Acesso em: 13 maio 2022.

COMEX STAT. Ministério da ind. Com exterior e serviços. 2022. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis>. Acesso em 13.05.2022.

CQFS. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: SBRS/NRS, 2016.

DALLA MARIA, G.M; et al. **Manual de Silvicultura: cultivo de florestas plantadas**. Florianópolis: Epagri, 2017. 72p (Boletim Didático, 136).

EHLERS, T.; ARRUDA, G.O.F.S. Utilização do Pó de Basalto em Substratos para Mudanças de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente** 2014; 21(1):37-44.

ERNANI, P.R. **Química de solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages, 2008. 230p

FERREIRA, C.A.; et al. **Nutrição de Pinus no Sul do Brasil: diagnóstico e propriedades de pesquisa**. Colombo, Embrapa Florestas, 2001. 23p. (Documentos, 60).

MORO, L.; et al. Resposta de *Pinus taeda* com diferentes idades à adubação NPK no Planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** (impresso), v.38, p. 1181-1189, 2014.

PÁDUA, E. J. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas**. 91p. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

PAULA, G. A. **Modelos de Regressão com apoio computacional**. São Paulo: Instituto de Matemática e Estatística, 2013. 434p.

POTTER, R. O. et al. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 721p (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).

R CORE TEAM (2017.) **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

RESENDE, M. et al.; **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4 ed. Viçosa: Editora UFLA, 2002. 338p.

RIBEIRO, G. M. et al. Solubilização de fonolito, basalto e olivina melilitito em ácido cítrico de ácido acético. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3, 2016, Lages, SC. **Anais ... Lages, SC: Embrapa, 2016. p. 41-44.**

SHIMIZU, J. Y. **Pinus na silvicultura brasileira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 223 p.

WREGE, M. S. et al. **Atlas climático da região sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Brasília: Embrapa, 2012. 333p.