

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO *LATO SENSU* EM MEIO AMBIENTE**

CLÁUDIA GONÇALVES FERNANDES

**EFEITO DO SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA EMERGÊNCIA
DE MUDAS DE *Cedrela fissilis* Vell.**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2018**

CLÁUDIA GONÇALVES FERNANDES

**EFEITO DO SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA EMERGÊNCIA
DE MUDAS DE *Cedrela fissilis* Vell.**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Aderlan Gomes da Silva

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

F345e
2018

Fernandes, Cláudia Gonçalves.

Efeito do silicato de cálcio e magnésio na emergência de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. / Cláudia Gonçalves Fernandes. – 2018.
27f. ; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação Lato Sensu em Meio Ambiente) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2018.

Orientador: Dr. Aderlan Gomes da Silva.

1. Produção de mudas. 2. Meliáceas. 3. Substrato.
4. Índice de velocidade se emergência. I. Fernandes, Cláudia Gonçalves.
II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais –
Campus São João Evangelista.
III. Título.

CDD 631.52

Elaborada pela Biblioteca Professor Pedro Valério

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais
Campus São João Evangelista

CLÁUDIA GONÇALVES FERNANDES

**EFEITO DO SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA EMERGÊNCIA
DE MUDAS DE *Cedrela fissilis* Vell.**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em Meio Ambiente.

Aprovado em 29 / 06 / 2018

BANCA EXAMINADORA



Orientador Prof. Dr. Aderlan Gomes da Silva
IFMG - ITABIRITO



Prof.^a Ma. Ana Carolina Ferraro
IFMG - SJE



Prof. Ms. Alisson José Eufrásio de Carvalho
IFMG – SJE

“Ponha DEUS no início e ele cuidará do final”

Autor Desconhecido

“Nos dias de hoje, cada vez mais, acentua-se a necessidade de ser forte. Mas não há uma fórmula mágica que nos faça chegar à força sem que antes tenhamos provado a fraqueza.”

Pe. Fábio de Melo

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por todas as bênçãos derramadas sobre mim e pela oportunidade de ter conhecido pessoas tão especiais, que por vezes estiveram ao meu lado e das quais jamais me esquecerei.

A minha mãe Agostinha Ana dos Santos Fernandes, uma guerreira, de quem me orgulho imensamente poder chamar de mãe, que mesmo sentindo minha falta, sempre me deu força para continuar a caminhada e acreditou em mim desde o início, incentivando-me a nunca desistir, mesmo em meio às dificuldades.

Ao meu namorado Júlio César Vieira Lopes, pelo companheirismo, pela paciência, pela compreensão e pelo carinho, estando ao meu lado em todas as minhas vitórias e derrotas, em meus momentos de fraqueza me dava força e me ajudava a me reerguer.

Aos meus irmãos, especialmente ao Rubens Geraldo dos Santos Fernandes (*in memoriam*), que já não se encontra entre nós, mas mesmo sem saber me ajudou a melhorar como pessoa.

Ao professor Aderlan Gomes da Silva pela paciência, pela orientação e pelos ensinamentos passados, sem ele talvez todo meu esforço teria sido em vão, tudo que eu aprendi com ele será levado por toda minha vida.

E ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE) pela oportunidade de realização do presente trabalho.

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido na casa de vegetação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista com o objetivo de avaliar e verificar o efeito da aplicação do silicato de cálcio e magnésio ao substrato, na emergência de mudas de *Cedrela fissilis*. Foram utilizados dois substratos distintos, sendo um composto pela moinha de carvão e o outro pela moinha de carvão com Plantmax[®], foram doze tratamentos no total sendo seis com o substrato moinha de carvão e seis com o substrato moinha de carvão com Plantmax[®], cada tratamento com cinco repetições e cinco plantas por parcela, os tratamentos foram os seguintes: (T₁) sem aplicação de silicato de cálcio (testemunha), (T₂) aplicação de 900 mg planta⁻¹, (T₃) aplicação de 1800 mg planta⁻¹, (T₄) aplicação de 3600 mg planta⁻¹, (T₅) aplicação de 7200 mg planta⁻¹, (T₆) aplicação de 14400 mg planta⁻¹. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso. As sementes foram plantadas em tubetes de plástico, a emergência foi analisada até os 35 dias após a instalação do experimento. Constatou-se que doses elevadas de silicato de cálcio prejudicaram a emergência das mudas.

Palavras chaves: Produção de mudas. Meliáceas. Substrato. Índice de velocidade de emergência.

ABSTRACT

The present work was carried out in the greenhouse of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus São João Evangelista, with the aim of evaluating and verifying the effect of the application of calcium silicate to the substrate in the emergence of *Cedrela fissilis* seedlings. Two different substrates were used, one compound by the charcoal mill and the other by the charcoal mill plus Plantmax®. Were done twelve treatments in total, six with the substrate coal mill and six with the substrate coal mill plus Plantmax®. Each treatment were done with five replicates and five plants per plot. Treatments were as follows: (T1) without application of calcium silicate (control), (T2) application of 900 mg plant⁻¹, (T3) application of 1800 mg plant⁻¹, (T4) application of 3600 mg plant⁻¹, (T5) application of 7200 mg plant⁻¹, (T6) application of 14400 mg plant⁻¹. The design used was randomized design. The seeds were planted in plastic tubes, the emergency was analyzed until the 35 days after the installation of the experiment. It was found that high doses of calcium silicate impaired the emergence of seedlings.

Keywords: Seedling production. Meliaceae. Substrate. Index of emergency speed.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de cedro rosa submetidas a diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio utilizando moinha de carvão como substrato e curva ajustada para IVE em função da dose de silicato de cálcio e magnésio. 20
- Figura 2.** Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de cedro rosa submetidas a diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio utilizando moinha de carvão em mistura com Plantmax[®] como substrato e curva ajustada para IVE em função da dose de silicato de cálcio e magnésio. 21
- Figura 3.** Médias correspondentes à altura das mudas de cedro rosa em função do tempo e da dose de silicato de cálcio e magnésio no substrato moinha de carvão. 22
- Figura 4.** Médias correspondentes à altura das mudas de cedro rosa em função do tempo e da dose de silicato de cálcio e magnésio no substrato moinha de carvão com Plantmax[®]. 23
- Figura 5.** Médias correspondentes ao diâmetro do coleto das mudas de cedro rosa em função da dose de silicato de cálcio e magnésio e do tempo no substrato moinha de carvão. 24
- Figura 6.** Médias correspondentes ao diâmetro do coleto das mudas de cedro rosa em função da dose de silicato de cálcio e magnésio e do tempo no substrato moinha de carvão com Plantmax[®]. 24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	12
1.1.2	Objetivo Especifico	13
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	14
2.1	A ESPÉCIE	14
2.2	O SUBSTRATO	14
2.3	SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO	15
2.4	QUALIDADE DAS MUDAS	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas florestais de qualidade em quantidade para atender a diversas demandas é uma das mais importantes atividades da silvicultura, pois representa o início de uma cadeia de operações que visam o estabelecimento de bons povoamentos florestais sejam para fins de produção ou de recuperação de áreas degradadas (SCHORN e FORMENTO, 2003). Duas das grandes demandas de mudas florestais de espécies nativas são para a recuperação de áreas degradadas e matas ciliares.

Entretanto, para o sucesso dos programas de recuperação a utilização de mudas de qualidade é fundamental, pois influencia a percentagem de sobrevivência, a velocidade de crescimento e conseqüentemente no sucesso do plantio.

Dentre os fatores que influenciam na qualidade das mudas destacam-se características tais como, a qualidade das sementes, os substratos, os recipientes a serem utilizados, a fertilização e as técnicas de manejo.

O substrato é de fundamental importância para produção de mudas de espécies florestais. Além de sustentar as plantas e fornecer-lhes nutrientes, cumpre a função de atender às suas necessidades de água e de oxigênio (CARNEIRO, 1995).

Um substrato ideal deve possuir boa consistência, porosidade e boa drenagem do excesso de água para que se mantenha uma adequada aeração no sistema radicular, de forma a proporcionar a muda sustentação para que a mesma não tenha injúrias (WENDLING 2012).

Em se tratando da fertilização de espécies florestais, encontramos na literatura estudos de Carvalho et al.,(2000, 2001 e 2003) e Lopes et. al.,(2007) onde foram utilizadas espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, devido a sua atratividade com relação ao rápido crescimento e das várias finalidades dadas à madeira, tais como papel e celulose, carvão para abastecimento de fornos siderúrgicos, madeira para construção civil, movelaria. Todavia, estudos dessa natureza para produção de mudas de espécies nativas ainda são pouco encontrados.

Dessa forma, pesquisas que venham adicionar informações acerca das proporções e da utilização de fertilizantes para a produção de mudas de espécies florestais são fundamentais. Isso permitirá a obtenção de mudas de alta qualidade técnica que favorecerá o sucesso dos plantios de povoamentos florestais e de recuperação de áreas.

De acordo com Korndörfer (2015), o uso do Si tem sido considerado benéfico na produção de diversas plantas devido ao fato de poder atuar reduzindo a transpiração nas plantas, reduzindo a incidência de doenças e aumentando a produção.

Com o intuito de uma produção de mudas com alta qualidade e procurando uma alternativa para a fertilização do substrato, apresenta-se o uso de escórias de siderurgia que representam uma alternativa recomendável em substituição às fontes tradicionais de corretivos ou fertilizantes, uma delas é o silicato de cálcio, “escória de alto forno, resíduo da indústria do aço e ferro que apresentam em sua composição constituintes neutralizantes” (ALCARDE, 1992), “especialmente Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio (Mg^{2+}), e metais não prejudiciais às plantas e ao solo” (PIAU, 1995).

O uso desta nova opção em termos de adubação de mudas em viveiros florestais nos chamou atenção pelo fato de não haverem muitas pesquisas a este respeito, o que ao mesmo tempo em que nos dificulta em termos de conhecimentos sobre o tema, nos intriga a perguntar: Qual reação à planta irá ter na presença do silicato de cálcio?

O uso de Si na adubação tem mostrado inúmeros benefícios para as plantas, incluindo aumentos na produtividade e na resistência contra pragas e doenças e redução dos efeitos do excesso de metais potencialmente tóxicos, do estresse salino e da deficiência hídrica, dentre outros.

Na literatura não se encontra muitas referências sobre o uso do silicato de cálcio em espécies florestais, muitos pesquisadores mencionam seu uso na agricultura como, por exemplo, Korndörfer (1999), Castro e Crusciol (2007), Crusciol, Pulz, Lemos e Spratto (2007), o que contribui para que essa pesquisa tenha um caráter inovador e que possa, diante de seus possíveis resultados, despertar o interesse para outras pesquisas virem a ser feitas posteriormente.

Diante dessa situação, testou-se o uso do silicato de cálcio e magnésio aplicado ao substrato como fertilizante, na produção de mudas da espécie nativa de Cedro Rosa (*Cedrela fissilis*), espécie esta que pertence à família das Meliáceas, no intuito de avaliar a quantidade adequada de silicato de cálcio e magnésio na emergência.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Verificar a possível influência do silicato de cálcio, aplicado ao substrato, na emergência de mudas de *Cedrela Fissilis* na casa de vegetação do IFMG- *Campus* São João Evangelista.

1.1.2 Objetivo Especifico

Indicar a melhor dose de silicato de cálcio e magnésio para a produção de mudas de cedro rosa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A ESPÉCIE

Dentre as inúmeras espécies florestais nativas do Brasil de alto valor econômico tem-se o cedro-rosa (*Cedrela fissilis Vell.*), devido à sua larga utilização para os mais diversos fins (XAVIER et al., 2003).

O cedro rosa pertencente da família Meliaceae, é uma árvore de grande porte, com até 40 m de altura, que se desenvolve no interior de florestas primárias, bordas de matas e também em capoeiras. Suas folhas são ligeiramente peludas e quando desprendidas do galho exalam um cheiro semelhante ao do alho. Os frutos quando secos se parecem com flores de madeira, de onde saem sementes finas e leves facilmente dispersas pelo vento (LORENZI, 1998).

De acordo com Sakuragui et al. (2018), a espécie é naturalmente encontrada nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica. Ocorre tanto na floresta primária, principalmente nas bordas da mata ou clareiras, quanto em floresta secundária, sendo indicada em procedimentos de revegetação de áreas degradadas.

Sua madeira é muito valiosa, com alta durabilidade o que faz com que ela seja utilizada em diversas finalidades tais como, produtos madeireiros (construção civil, janelas e venezianas, construção naval, carvão, lenha, carpintaria e marcenaria), produtos não madeireiros (apícola, ecológico, medicinal, ornamental, óleo).

Em alguns lugares do país a planta é considerada sagrada, sendo muito utilizada na fabricação de artigos religiosos tais como crucifixos, cruzeiros e festejos.

2.2 O SUBSTRATO

Para a produção de mudas de qualidade é importante utilizar um substrato bem equilibrado tanto na parte química como física (CALDEIRA et al., 2008).

O substrato deve ser suficientemente poroso, a fim de permitir trocas gasosas eficientes, favorecendo a respiração das raízes e a atividade dos microrganismos do meio. Essa característica é importante, pois o pequeno volume da embalagem leva a uma alta concentração de raízes exigindo elevado suprimento de oxigênio e rápida remoção do gás carbônico (KAMPF, 2000).

Dentre os substratos mais utilizados para a produção de mudas em viveiro, destacam-se: a vermiculita, composto orgânico comercial, esterco bovino, resíduo urbano orgânico, húmus de minhoca, turfas, moinha de carvão, terra de subsolo, serragem, bagaço de cana, acícula de

Pinus e casca de arroz carbonizada (GOMES e PAIVA, 2004; GONÇALVES e POGGIANI, 1996).

Difícilmente encontra-se um material com todas as características positivas para uso como substrato, sendo necessário melhorar as propriedades do meio de cultivo. Isso é possível pela utilização de condicionadores de substratos, entre eles a areia, o húmus e a casca de arroz carbonizada (KAMPF, 2000). Além desses substratos, Mendonça et al. (2004) relataram a utilização de um substrato disponível comercialmente, denominado Plantmax®, comum em algumas regiões do país.

A moinha de carvão é a parte fina que compõe a mistura de grãos do carvão (padrão granulométrico atual até 9,52mm), consiste no resíduo gerado do carvão vegetal após sua manipulação em siderurgias e usinas de produção de biorredutores sólidos.

2.3 SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO

O uso silicato de cálcio como corretivo na acidez do solo se mostra mais eficiente do que o uso do calcário em profundidade. O silicato de Ca é 6,78 vezes mais solúvel que o carbonato de cálcio, apresentando, portanto, um maior potencial para a correção da acidez do solo em profundidade que o calcário (ALCARDE e RODELLA, 2003).

Pesquisas realizadas com escórias, na sua grande maioria, têm demonstrado o poder das mesmas de aumentar os teores de cálcio e magnésio do solo assim como de neutralizar a acidez do solo (PRADO e FERNANDES, 2000; ASSIS et al., 2007; REZENDE et al., 2007).

Esta neutralização ocorre porque os silicatos, presentes nas escórias, promovem a reação dos ânions SiO_3^{2-} com a água, liberando hidróxidos (OH^-) para a solução do solo (KORNDÖRFER et al., 2018).

Estudos relacionados às práticas silviculturais nem sempre têm grandes pesquisas em certos aspectos como na agricultura, as informações disponíveis sobre a utilização de silicatos em diversas culturas, onde se observa a ação do silício na dessorção de fósforo, poucos esforços têm sido dedicados em estudos sobre o seu efeito em espécies arbóreas (CARVALHO et al., 2000, 2001 e 2003).

A aplicação dos silicatos atua também de forma preventiva contra ataques de pragas e doenças, a deposição de Si na cutícula das folhas confere maior proteção às plantas contra o ataque de pragas e doenças e ameniza os efeitos de estresses de natureza biótica e abiótica (EPSTEIN, 1999).

Devido aos tantos benefícios, o Si passou a ser considerado como elemento essencial para os vegetais, porém, a absorção de Si pelas plantas traz além dos benefícios já citados outros, tais como: diminuição da transpiração, melhora da arquitetura da planta ao tornar as folhas mais eretas e conseqüente melhora da taxa fotossintética (DEREN et al., 1994), características estas que fazem com que a planta sobreviva melhor em condições adversas.

Todavia o Si é considerado elemento útil ou benéfico para as plantas (MALAVOLTA, 2005 e MARSCHNER, 1995) e segundo Epstein, plantas em ambiente enriquecido com silício diferem das cultivadas com deficiência do elemento, principalmente, quanto à composição química, resistência mecânica das células, características de superfície foliar, tolerância ao estresse abiótico (EPSTEIN, 1999).

Levando em consideração todas as informações sobre o silicato de cálcio, Korndörfer et al., (2003) cita que se deve analisar fatores como as propriedades físicas adequadas, facilidade para a aplicação mecanizada, pronta disponibilidade para as plantas, baixo custo, relações e quantidades de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) equilibradas e ausência de metais pesados. Segundo o mesmo autor, muitas escórias de siderurgia possuem tais características, e algumas delas são fontes promissoras de Si disponível (KORNDÖRFER et al., 2003).

2.4 QUALIDADE DAS MUDAS

A fim de se avaliar o desenvolvimento e a qualidade de mudas florestais em diferentes substratos em nível de viveiro, Gomes et al. (2002) indicam os parâmetros morfológicos e fisiológicos adequados, os quais se baseiam em aspectos fenotípicos e internos das plantas, respectivamente. As qualidades morfológicas e fisiológicas das mudas dependem da carga genética e da procedência das sementes, das condições ambientais e do manejo no viveiro, dos procedimentos das técnicas de produção, das estruturas e dos equipamentos utilizados (PARVIAINEN, 1981).

Um dos parâmetros utilizados é a altura, que segundo Carneiro (1995) exerce importante papel no desenvolvimento e crescimento das mudas nos primeiros anos de plantio. Em viveiros comerciais a altura é utilizada para selecionar diferentes classes de tamanho, para facilitar o manejo da adubação e irrigação, com o intuito de acelerar o crescimento das mudas menores até atingirem a altura desejada (WENDLING et al., 2005).

A altura é considerada um dos parâmetros mais utilizados na classificação e seleção de mudas (PARVIAINEN, 1981). Este parâmetro morfológico é de fácil medição e, sempre foi usado com eficiência para avaliar o padrão de qualidade de mudas em viveiros (GOMES, 1978),

sendo considerado um dos mais importantes parâmetros para prognosticar o crescimento de mudas no campo, para algumas espécies florestais, é recomendada uma altura entre 25 a 35 cm para o plantio em campo.

O diâmetro do coleto é facilmente mensurável, não sendo um método destrutivo, e considerado por muitos pesquisadores como sendo um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência, logo após o plantio, de mudas de diferentes espécies florestais (GOMES, 2001) (CARNEIRO, 1995). Tal característica é muito utilizada para auxiliar na definição das doses de fertilizantes a serem aplicados na produção de mudas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na casa de vegetação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista, no período de março a julho de 2014, utilizando-se de dois tipos de substratos sendo um a moinha de carvão e outro sendo uma mistura de moinha de carvão com Plantmax® com diferentes dosagens do silicato de cálcio e magnésio.

A coleta das sementes foi realizada de forma manual, nas dependências do *Campus*. Após a coleta foi feita a seleção das sementes, de forma manual, sendo retiradas as sementes consideradas inviáveis para plantio. Após a seleção das sementes foi realizado o plantio de duas sementes por tubete, sendo utilizados tubetes plásticos estriados de 200 cm³.

O projeto contou com doze tratamentos, com cinco repetições de cinco plantas por parcela, sendo seis tratamentos realizados utilizando como substrato a moinha de carvão e seis tratamentos realizados utilizando como substrato a moinha de carvão com Plantmax®, totalizando 300 mudas, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, o experimento contou com os seguintes tratamentos:

Substrato Moinha de Carvão:

T₁ a testemunha não houve presença do silicato de cálcio e magnésio;

T₂ foram utilizados 900 mg planta⁻¹;

T₃ foram utilizados 1800 mg planta⁻¹;

T₄ foram utilizados 3600 mg planta⁻¹;

T₅ foram utilizados 7200 mg planta⁻¹;

T₆ foram utilizados 14400 mg planta⁻¹.

Substrato Moinha de Carvão com Plantmax®:

T₇ a testemunha não houve presença do silicato de cálcio e magnésio;

T₈ foram utilizados 900 mg planta⁻¹;

T₉ foram utilizados 1800 mg planta⁻¹;

T₁₀ foram utilizados 3600 mg planta⁻¹;

T₁₁ foram utilizados 7200 mg planta⁻¹;

T₁₂ foram utilizados 14400 mg planta⁻¹.

Foram realizadas observações escritas e anotações no período de emergência durante 35 dias, foi verificado o Índice de velocidade de Emergência (IVE).

Após serem coletados os dados foi feito o desbaste de uma das mudas, arrancando-a do tubete de forma a não causar danos a outra muda. Durante todo o experimento as mudas receberam irrigação duas vezes ao dia durante 15 minutos cada irrigação.

As variáveis altura e diâmetro do coleto foram avaliadas por 110 dias, sendo medidas uma vez por semana por meio de um paquímetro digital, levando em consideração as dosagens de silicato aplicado, a contagem de dias e o tipo de substrato.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análise de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Análise de Variância realizada houve diferença significativa entres os tratamentos, ocorrendo interação entre eles, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo da Análise de Variância.

<i>FV</i>	<i>Gl</i>	<i>QM</i>	<i>P</i>
Interações	5	15,2701	8,33E-08

FV = fonte de variação; SQ = soma de quadrados; gl = graus de liberdade; QM = quadrado médio; P = probabilidade.

Como houve interação entre doses x substratos, foi realizada análise de regressão, com a intenção de verificar o efeito que as diferentes dosagens do silicato de cálcio apresentou em cada tratamento, como mostrado nas Figuras 1e 2.

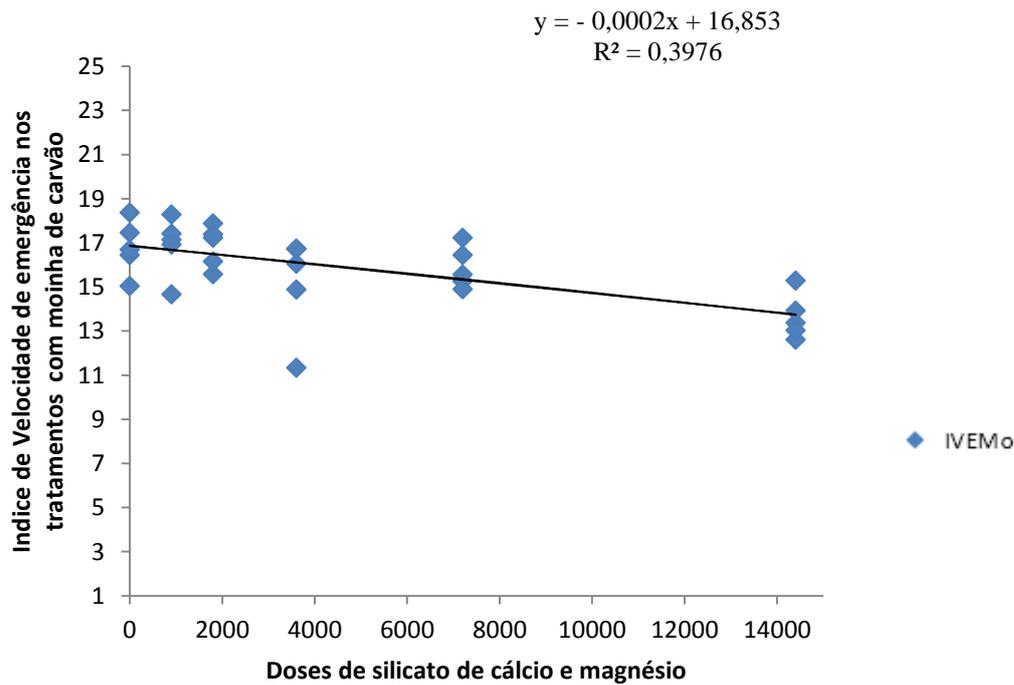


Figura 1. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de cedro rosa submetidas a diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio utilizando moinha de carvão como substrato e curva ajustada para IVE em função da dose de silicato de cálcio e magnésio.

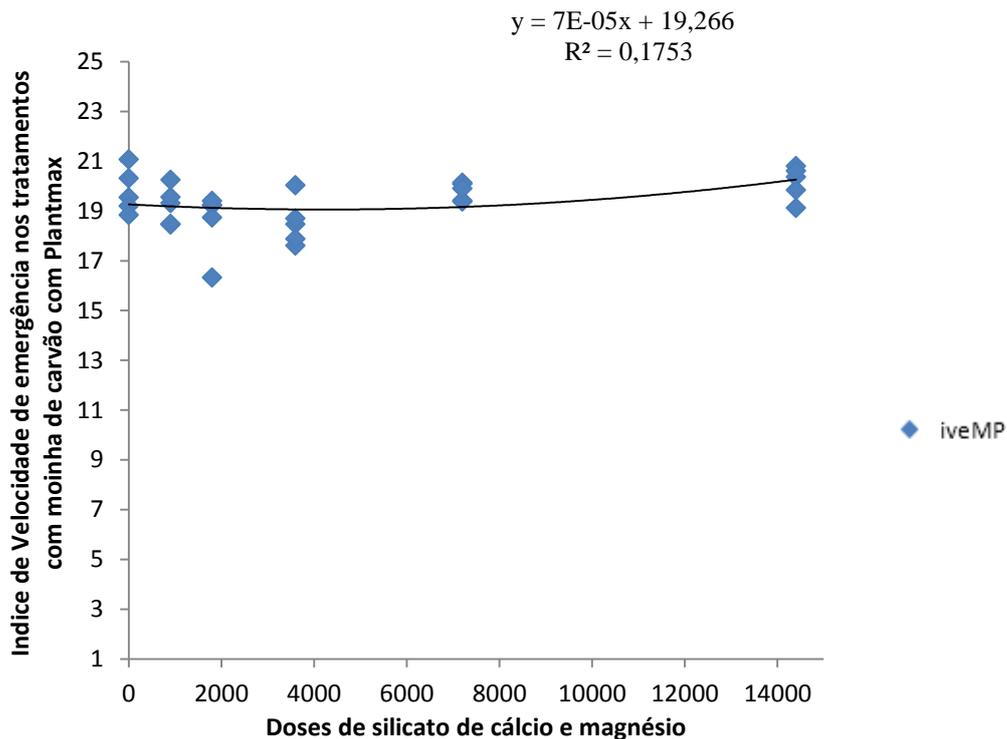


Figura 2. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de cedro rosa submetidas a diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio utilizando moinha de carvão em mistura com Plantmax® como substrato e curva ajustada para IVE em função da dose de silicato de cálcio e magnésio.

Foi observado para o silicato de cálcio um efeito linear positivo foi obtido em relação ao Índice de velocidade de emergência (IVE), nos tratamentos contendo a moinha de carvão com Plantmax®, quando comparado com o substrato moinha de carvão.

Foi constatado que no substrato de moinha de carvão com doses medianas de silicato de cálcio e magnésio as sementes germinaram e emergiram mais rapidamente, neste substrato as sementes demoraram em média de 11 à 19 dias para total emergência, enquanto que no substrato composto por moinha de carvão com Plantmax®, nas dosagens mais elevadas de silicato de cálcio e magnésio as sementes demoraram para germinar e emergir, em média de 16 à 22 dias.

Em comparação aos resultados obtidos por Bognola et al. (2011) em seu trabalho, realizando aplicação do silicato de cálcio e magnésio em mudas de eucalipto onde a aplicação se mostrou inadequada comprometendo o desenvolvimento das mudas, onde muitas das sementes plantadas não emergiram, devido ao fato de a aplicação do silicato ter interferido negativamente na absorção de nutrientes pelas plantas, o presente trabalho obteve resultados diferentes.

4.1 ALTURA DAS MUDAS

A altura média das mudas aumentou com o tempo e teve um valor máximo (visualmente determinado pela observação da superfície de resposta) na dose de 900 mg de silicato de cálcio aplicado ao substrato moinha de carvão no final do período experimental (Figura 3).

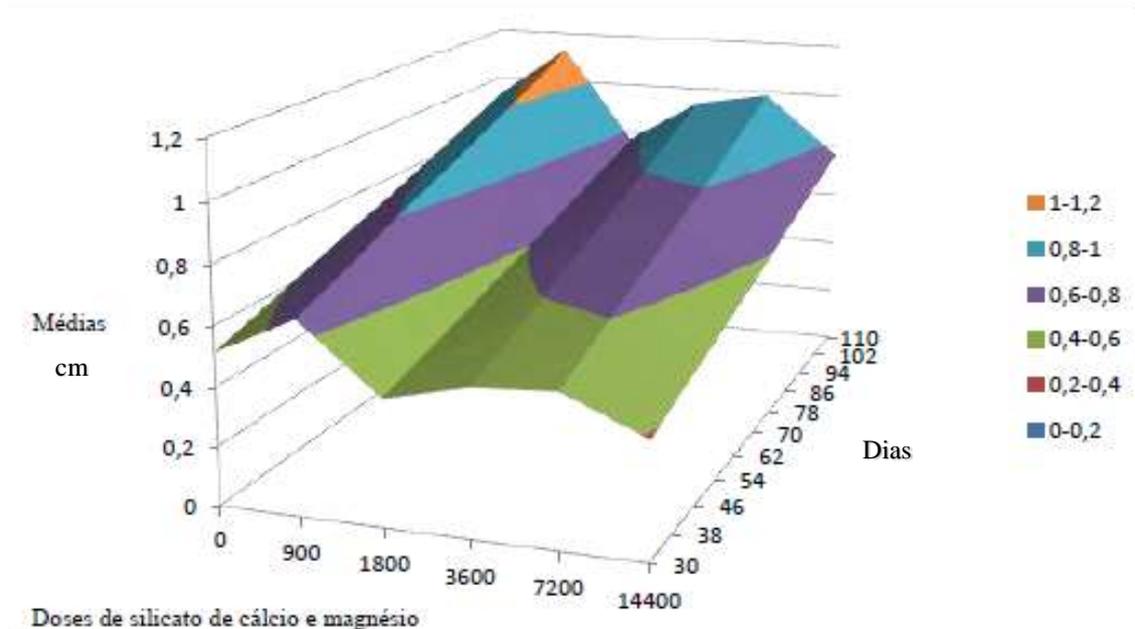


Figura 3. Médias correspondentes à altura das mudas em centímetros de cedro rosa em função do tempo e da dose de silicato de cálcio e magnésio no substrato moinha de carvão.

A altura das mudas em resposta à aplicação de silicato de cálcio e magnésio ao substrato moinha de carvão com Plantmax® é apresentada na Figura 4.

Nota-se que os valores foram superiores às médias de altura observadas no substrato apenas com moinha de carvão e o máximo valor para altura das mudas foi observado ao final do experimento, entre as doses de 1800 e 3600 mg.

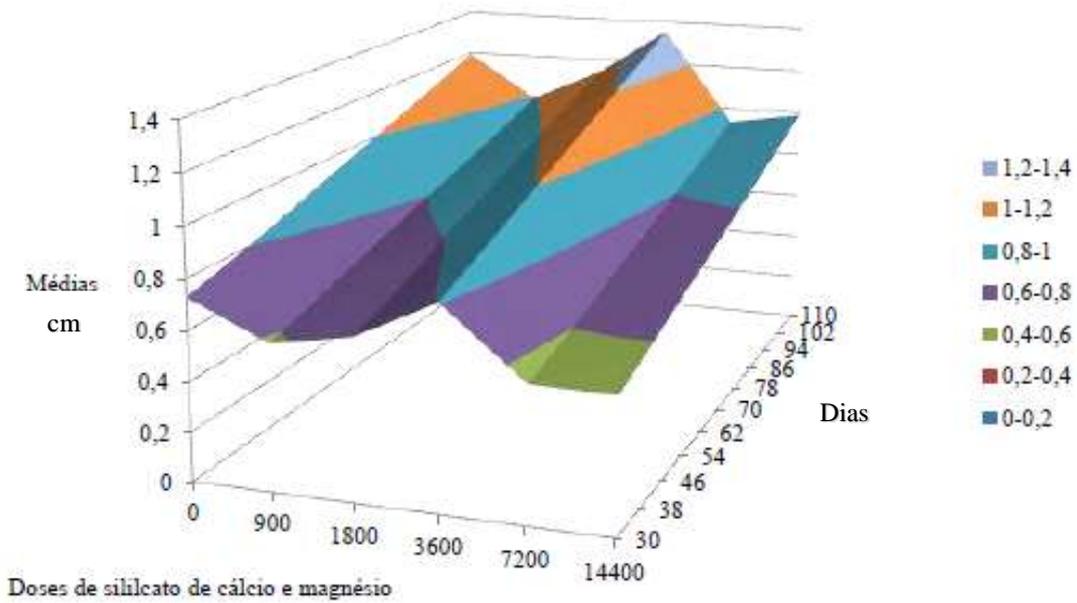


Figura 4. Médias correspondentes à altura das mudas em centímetros de cedro rosa em função do tempo e da dose de silicato de cálcio e magnésio no substrato moínha de carvão com Plantmax®.

Levando em consideração o parâmetro descrito, os resultados encontrados ficaram abaixo, havendo a necessidade de as mudas ficarem por mais tempo na casa de vegetação para atingir a altura ideal.

4.2 DIÂMETRO DO COLETO

Os resultados das médias da variável diâmetro do coleto das mudas em função das dosagens de silicato aplicado e da contagem de dias nos tratamentos contendo o substrato moínha de carvão são apresentados na Figura 5. Houve aumento do diâmetro em função do tempo e aparentemente não houve efeito da dose de silicato de cálcio e magnésio.

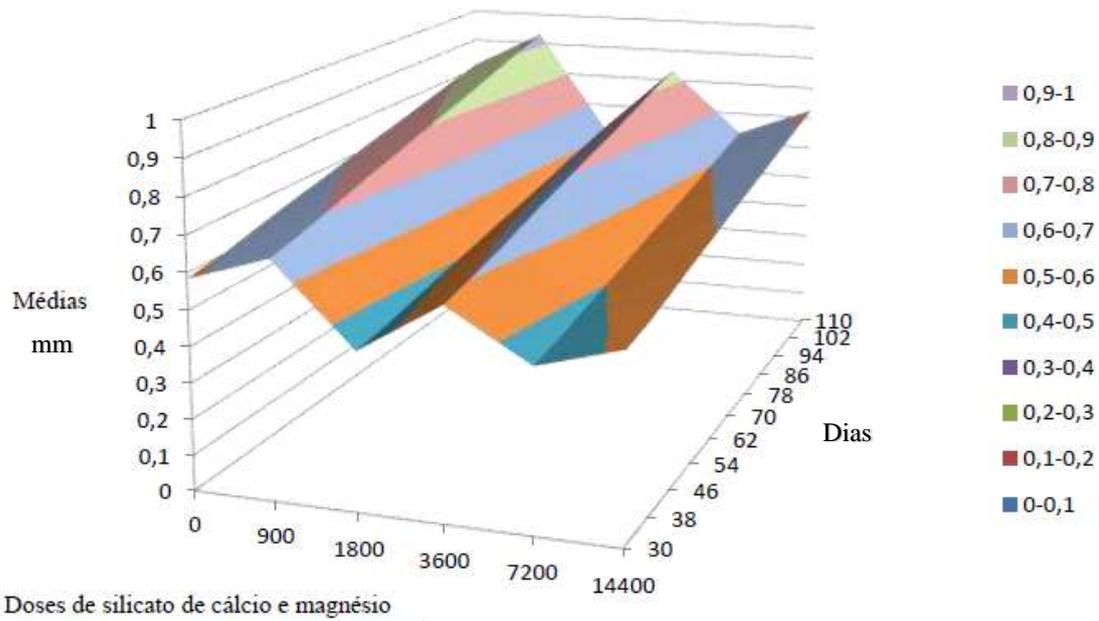


Figura 5. Médias correspondentes ao diâmetro do coleto das mudas em milímetros de cedro rosa em função da dose de silicato de cálcio e magnésio e do tempo no substrato moinha de carvão.

Na Figura 6, estão representados os valores referentes ao silicato de cálcio, aplicado no substrato moinha de carvão com Plantmax®. Houve aumento do diâmetro em função do tempo e um máximo (visualmente determinado pelas observação da superfície de resposta) na dose de 3600 mg de silicato de cálcio e magnésio.

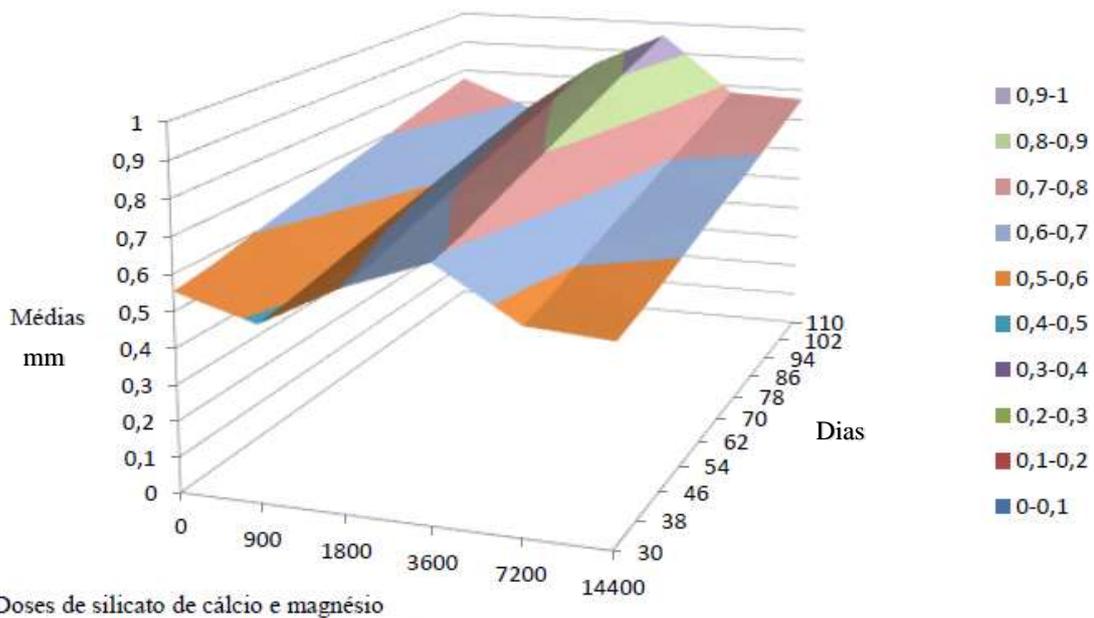


Figura 6. Médias correspondentes ao diâmetro do coleto das mudas em milímetros de cedro rosa em função da dose de silicato de cálcio e magnésio e do tempo no substrato moinha de carvão com Plantmax®.

Segundo Gomes e Paiva (2004), o diâmetro do coleto é facilmente mensurável, sendo considerado por muitos pesquisadores como um dos mais importantes parâmetros para estimar a sobrevivência de mudas de espécies florestais no campo.

Dessa forma, as mudas dos tratamentos com maiores diâmetros do coleto apresentaram melhor equilíbrio do crescimento da parte aérea (CARNEIRO, 1995). Esse parâmetro também pode ser utilizado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo e tal característica é muito utilizada para auxiliar na definição das doses de fertilizantes a serem aplicados na produção de mudas (DANIEL et al., 1997).

Os valores encontrados neste trabalho estão muito abaixo dos valores encontrados por Scalon et al.(2006) para *Clitoria fairchildiana*, com médias variando de 5,32 a 6,42 mm, que é uma espécie de crescimento mais rápido e com porte equivalente ao do cedro rosa.

A indicação do uso do silicato de cálcio e magnésio se faz pertinente, uma vez que trata-se de um produto de valor acessível, fácil disponibilidade no mercado, eficiente como corretor da acidez do solo, além de ser uma boa fonte de nutrientes, ou seja, um produto que apresenta muitas funcionalidades.

De acordo com os resultados obtidos as melhores dosagens utilizadas, foram de 900 e 3600 mg de silicato de cálcio e magnésio por planta⁻¹. Recomendamos um teste com dosagens entre 900 e 3600 mg, em um substrato neutro como a terra de barranco e um teste a resistência à broca, visto que em várias plantas a adição de fontes de silício contribui para a redução de pragas (MENDES, SOUZA e MACHADO; 2011; GOUSSAIN et al., 2002).

5 CONCLUSÃO

As doses intermediárias de silicato de cálcio e magnésio aplicadas aos substratos apresentaram melhores resultados que as doses mais elevadas utilizadas neste experimento.

Usando o substrato composto por moinha de carvão a dosagem mais satisfatória foi a de 900 mg, já no substrato composto de moinha de carvão com Plantmax[®] a dosagem que se mostrou mais eficiente foi a de 3600 mg.

Em uma visão geral do experimento, podemos constatar que para a produção de mudas de cedro rosa a melhor opção seria o uso do substrato composto por moinha de carvão com Plantmax[®], usando a dose de 3600 mg de silicato de cálcio e magnésio, uma vez que nessas condições as plântulas se apresentaram mais fortes e vigorosas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, J. C.; Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas. **Anda**, p. 26. 2.ed. São Paulo, 1992.

ALCARDE, J.A.; RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A. S. e ALVARES V., V.H., eds. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, Sociedade brasileira de Ciência do Solo, 2003. p.291-334.

ASSIS, M.H.S.; PEREIRA, H.S.; BARBOSA, N.C.; CARNEIRO, M.A.C.; PAIVA, J.B. Formas de aplicação de fertilizante silicatado e seus efeitos no solo e na produção de sorgo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCS, 2007, CD Rom.

BOGNOLA, I. A. et al.; Aplicação de silicatos de cálcio e de potássio e o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Pesq. flor. bras.**, Colombo v. 31, n. 66, p.83-92, Abr/Jun. 2011.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto Orgânico na Produção de Mudas de Aroeira-Vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.

CARNEIRO, J. G. A.; Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba, PR. UFPR/FUPEF, **CAMPUS**: UENF, 451p. 1995.

CARVALHO, R.; FURTINI NETO, A.E; CURI, N.; FERNANDES, L.A.; OLIVEIRA JUNIOR, A.C. Dessorção de fósforo por silício em solos cultivados com eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.24, p. 69-74, 2000.

CARVALHO, R.; NETO, A. E. F.; SANTOS, C. D. dos; FERNANDES, L. A.; CURI, N.; RODRIGUES, D. C.; Interações silício-fósforo em solos cultivados com eucalipto em casa de vegetação. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 557-565, 2001.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v.1.

CARVALHO, R.; FURTINI NETO, A.E; CURI, N.; RESENDE, A.V. Absorção e translocação de silício em mudas de eucalipto cultivadas em latossolo e cambissolo. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, MG, v.27, n.3, p.491-500, 2003.

CASTRO, G.S.A.; CRUSCIOL, C.A.C. Efeito da aplicação superficial de calcário e silicato na cultura da soja. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 4, 2007, Botucatu. **Resumos**. ..Botucatu: UNESP, p.191-194, 2007.

CRUSCIOL, C.A.C.; PULZ, A.L.; LEMOS, L.B.; SPRATTO, R.P. Adubação silicatada e estresse hídrico em batata. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 4, 2007, Botucatu. **Resumos** ...Botucatu: UNESP, p.218-221, 2007.

DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; ALOVISI, A.A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A.M.; PINHEIRO, E.R.P.; SOUZA, E.F. Aplicação de Fósforo em Mudanças de *Acacia mangium* Wild. Revista *Árvore*. Viçosa, v.21, n.2, p.163-168, 1997.

DEREN, C.W.; DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H. & MARTIN, F.G. Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown on flooded organic histosols. *Crop Sci.*, 34:733-37, 1994.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review in Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.50, p.641-664, 1999.

GOMES J. M.; Influencia do Tratamento Prévio do Solo com Brometo de Metila no Crescimento de Mudanças de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* em Viveiro. *Brasil Florestal*. V.9, n. 35, p 18-23, 1978

GOMES, J.M. et al. Parâmetros Morfológicos na Avaliação da Qualidade de Mudanças de *Eucalyptus grandis*. **Revista *Árvore***, v. 26, n. 6, 2002.

GOMES, J. M. Parâmetros Morfológicos na Avaliação da Qualidade de Mudanças de *Eucalyptus grandis*, Produzidas em Diferentes Tamanhos de Tubete e de Dosagens de N-P-K. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GOMES J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais**. Viçosa: UFV, 3. ed. p 116, 2004.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudanças florestais. In: **Congresso latino americano de ciência do solo**. Águas de Lindóia: 1996. 17 p.

GOUSSAIN, M.M.; MORAES, J.C.; CARVALHO, J.G.; NOGUEIRA, N.L.; ROSSI, M.L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepdoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*. v. 31, n. 2, abr.-jun., 2002. p. 305-310. Acesso em: 18 de jun. de 2018. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ne/v31n2/a19v31n2.pdf>>

KAMPF, A. N. Seleção de materiais para o uso como substrato In: KAMPF, A. N.; FERMINO, M. H. Substrato para plantas - A base de produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 139-145.

KORNDÖRFER, G.H.; COELHO, N.M.; SNYDER, G.H.; MIZUTANI, C.T. Avaliação de métodos de extração de silício para solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.101-106, 1999.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2003. 53p. (Boletim técnico, 1).

KORNDÖRFER, G. H. Uso do silício na agricultura. 2015. Acesso em: 18 de jun. de 2018. Disponível em: < www.dpv24.iciag.ufu.br/Silicio/Efeitos/Efeitos.htm>

- LOPES, J.L.; GUERRINE, I.A.; SAAD, J.C.C; SILVA, M.R. Nutrição mineral de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e substratos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.4, p.713-722, 2007.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998. v.1. 368p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. Ed. New York NY. Kluwer Academic Publishers. 1995
- MENDES, L. S.; SOUZA, C.H.E; MACHADO, V.J. Adubação com silício: influência sobre o solo, planta, pragas e patógenos. Cerrado Agrociências, Revista do Centro Universitário de Patos de Minas. v. 2, p. 51-63. 2011. Acesso em: 18 de jun. de 2018. Disponível em: <http://revistaagrociencias.unipam.edu.br/documents/57126/58774/adubacao_com_silicio_artigo.pdf>.
- MENDONÇA, Vander.; RAMOS, José. Darlam.; GONTIJO, Tiago. Chaltein. Almeida.; MARTINS, Paula. Cristina. Caruana.; DANTAS, Django. Jesus.; PIO, Rafael.; ABREU, Nildo. Antônio. Arruda. Osmocote e substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 799-806, 2004b.
- PARVIAINEN, J.V. Intial Development of Root Systems of Various Types of Nursey Stock for Scot Pine. **Folia Forestalia**, v. 268, 1981.
- PIAU, W. C. Efeito de escoria de siderurgia em atributos químicos de solos e na cultura do milho (*Zea mays* L). Tese (Doutorado) Piracicaba, São Paulo, 1995.
- PRADO, R.M. & FERNANDES, F.M. Resposta da cana-de-açúcar à aplicação da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo. **R. Bras. de Ci. Solo**, 25:199-207, 2000.
- REZENDE, L.; SOUZA, I.; BARROS, N.; MILAGRES, J. Eficiência agrônômica do agrosilício, comparativamente ao calcário dolomítico, na correção do solo e na disponibilidade de Ca e Mg. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCS, 2007, CD Rom.
- SAKURAGUI, C. M.; STEFANO, M. V.; CALAZANS, L. S. B. Meliaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB009990>> Acesso em: 16 de jun. 2018.
- SCALON, S.P.Q.; MUSSURY R.M.; FILHO H.S.; FRANCELINO C.S.F.; Desenvolvimento de Mudas de Aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e Sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sob Condições de Sombreamento. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 166-169, 2006.
- SCHORN L.; FORMENTO S. **Produção de mudas florestais**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas, Departamento de Engenharia Florestal, 55 p., 2003.

XAVIER, A; SANTOS, G.A; WENDLING, I; OLIVEIRA, M.A; Propagação vegetativa de Cedro rosa por miniestaquia. R. Árvore, Viçosa, MG. v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003.

WENDLING, I.; **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**/ Ivar Wendling, Alcides Gatto, Aprenda Fácil, 2.ed., Viçosa, MG:, 2012.

WENDLING, I.; PAIVA, H.N.; GONÇALVES, W. **Técnicas de Produção de Mudanças de Plantas Ornamentais**. Aprenda Fácil. Viçosa, MG. V 3. 203p. 2005