

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal

Douglas Willer Nunes de Oliveira

Fertilização silicatada com microsilica pode ser usada para controlar o psilídeo de concha em florestas de eucalipto ?

Diamantina
2020

Douglas Willer Nunes de Oliveira

Fertilização silicatada com microssilica pode ser usada para controlar o psilídeo de concha em florestas de eucalipto?

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Lourenço de Assis Júnior

Diamantina

2020

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

O48f

Oliveira, Douglas Willer Nunes de.

Fertilização silicatada com microsilica pode ser usada para controlar o psilídeo de concha em florestas de eucalipto?/ Douglas Willer Nunes de Oliveira, 2020.

29 p. : il.

Orientador: Sebastião Lourenço de Assis Júnior

Dissertação (Mestrado – Pós-Graduação em Ciência Florestal - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2020.

1. Adubação. 2. Controle. 3. *Glycaspis brimblecombei*. 4. Silício. I. Assis Júnior, Sebastião Lourenço. II. Título. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 634.9



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

DOUGLAS WILLER NUNES DE OLIVEIRA

Fertilização silicatada com microssílica pode ser usada para controlar o psilídeo de concha em florestas de eucalipto?

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, nível de Mestrado, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

Orientador: Prof. Sebastião Lourenço de Assis Júnior

Data de aprovação 07/07/2020.

Prof. Dr. SEBASTIÃO LOURENÇO DE ASSIS JÚNIOR - UFVJM

Prof.Dr. REYNALDO CAMPOS SANTANA - UFVJM

Dr. MUCIO MAGNO DE MELO FARNEZI - UFVJM

Prof. Dra. ESTELA ROSANA DURÃES VIEIRA - IFAM



Documento assinado eletronicamente por **Sebastião Lourenço de Assis Júnior, Servidor**, em 11/08/2020, às 22:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **Reynaldo Campos Santana, Servidor**, em 12/08/2020, às



07:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Estela Rosana Duraes Vieira, Usuário Externo**, em 12/08/2020, às 11:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Múcio Mágnio de Melo Farnezi, Servidor**, em 12/08/2020, às 18:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufvjm.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0148113** e o código CRC **5383CBC6**.

À minha esposa Mariana que me trouxe tudo o que eu sempre quis.

Eu dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pela oportunidade de realização dessa pós graduação a nível de mestrado.

Ao professor e orientador Dr. Sebastião Lourenço de Assis Júnior pela confiança depositada neste tempo de trabalho e pelos ensinamentos científicos e humanos.

Ao professor Dr. Enilson de Barros Silva pelas dúvidas esclarecidas nos momentos oportunos.

Ao engenheiro agrônomo Dr. Guilherme Diniz por todo auxílio no desenvolvimento do trabalho, com ideias, dicas, sugestões, enfim...você brilhou!!!

À Inonibras, empresa que me acolheu ainda jovem e que me permitiu cursar essa pós graduação.

À RS Florestal, na pessoa de seu proprietário Robson, pela disponibilização da área para desenvolvimento da pesquisa e por toda estrutura oferecida.

Ao agora meu amigo Marcos (Kim) que foi meu braço direito nesse trabalho, que colaborou com as análises práticas.

À minha família, base da minha formação e auxílio na minha caminhada nessa vida.

A Deus, autor e criador da vida, único e verdadeiro dono de todo conhecimento.
“Cuidadosamente ocultos nEle se acham todos os tesouros da sabedoria e do conhecimento.”
(Col. 2:3)

A vitória mais bela que se pode alcançar é vencer a si mesmo.

(Santo Inácio de Loyola).

RESUMO

Palavras Chave: Adubação, Controle, *Glycaspis brimblecombei*, Silício.

O ataque de insetos pragas tem sido um dos grandes entraves para a expansão da eucaliptocultura no Brasil. Dentre essas pragas destaca-se o psílideo de concha *Glycaspis brimblecombei* que vem causando sérios danos às plantações no país. A nutrição mineral tem se apresentado como uma boa estratégia para o controle de pragas e doenças, e o Silício (Si) tem ganhado destaque em diversas pesquisas nesse sentido nos últimos anos. O objetivo deste estudo foi verificar se a fertilização silicatada com microssílica tem potencial para ser usada no controle do psílideo de concha na cultura do eucalipto. O delineamento experimental utilizado foi em faixas com cinco tratamentos, distribuídos em oito blocos casualizados, tendo como fonte de silício a microssílica (teor de SiO₂ 4,18%). Para o experimento via solo, os tratamentos foram: T1 - Controle, sem aplicação de silício; T2 - 62,7 g Si/planta; T3 - 83,6 g Si/planta; T4 - 104,5 g Si/planta e T5 - 125,4 g Si/planta. Para o experimento via foliar, foi feita uma solução de microssílica, água e espalhante adesivo, onde os tratamentos foram: T1 - Controle, sem aplicação de silício; T2 - 20,9 mg Si/litro; T3 - 41,8 mg Si/litro; T4 - 62,7 mg Si/litro e T5 - 83,6 mg Si/litro. Os fatores avaliados foram número de ovos e ninfas do psílideo de concha e o teor de clorofila das folhas de eucalipto. No experimento via solo as doses de silício não apresentaram efeito significativo no número de ovos e de ninfas do psílideo de concha. No experimento via foliar as doses de silício interferiram estatisticamente no número de ovos e ninfas do psílideo de concha. Tanto no experimento via solo quanto foliar, não houve alterações significativas no teor de clorofila, indicando pelos valores encontrados que as plantas já se encontravam faixas ideais de clorofila nas folhas. As quantidades de ovos e ninfas variaram ao longo dos meses apresentando baixos coeficientes de correlação com a precipitação mensal. A microssílica como fonte de silício se mostrou capaz de reduzir o número de ovos e ninfas do psílideo de concha quando aplicada via foliar. Aplicada via solo, nas doses avaliadas, não se mostrou capaz de reduzir o número de ovos e ninfas do inseto.

ABSTRACT

Keywords: Control, Fertilization, *Glycaspis brimblecombei*, Silicon.

The attack of insect pests has been one of the major obstacles to the expansion of *Eucalyptus* culture in Brazil. Among these pests, the shell psyllid (*Glycaspis brimblecombei*) stands out, which has been causing serious damage to plantations in the country. Mineral nutrition has been presented as a good strategy for the control of pests and diseases and Silicon (Si) has gained prominence in several studies in this regard in recent years. The objective of this study was to verify whether silicate fertilization with microsilica has the potential to be used in the control of the shell psyllid in the eucalyptus culture. The experimental design used was in bands with five treatments, distributed in eight randomized blocks, using microsilica as the silicon source (SiO₂ content 4.18%). For the soil application, the treatments were: T1 - Control, without silicon; T2 - 62.7 g Si / plant; T3 - 83.6 g Si / plant; T4 - 104.5 g Si / plant and T5 - 125.4 g Si / plant. For the leaf application, a solution of microsilica, water and adhesive spreader was made, where the treatments were: T1 - Control, without silicon; T2 - 20.9 mg Si / liter; T3 - 41.8 mg Si / liter; T4 - 62.7 mg Si / liter and T5 - 83.6 mg Si / liter. The factors evaluated were the number of eggs and nymphs of the shell psyllid and the chlorophyll content of the eucalyptus leaves. In the soil experiment, silicon doses did not have a significant effect on the number of eggs and nymphs of the shell psyllid. In the foliar experiment, silicon doses statistically interfered with the number of eggs and nymphs of the shell psyllid. Both in the soil application and in the leaves application, there were no significant changes in the chlorophyll content, indicating by the values found that the plants already found ideal ranges of chlorophyll in the leaves. The quantities of eggs and nymphs varied throughout the months, presenting low correlation coefficients with monthly precipitation. Microsilica as a source of silicon has been shown to reduce the number of eggs and nymphs of the shell psyllid when applied in leaf. Applied in soil, at the doses evaluated, it was not able to reduce the number of eggs and nymphs of the insect.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
3. RESULTADOS	14
4. DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
APÊNDICE	29

1. INTRODUÇÃO

O setor de florestas plantadas de eucalipto conquistou um espaço importante no agronegócio brasileiro. Entretanto, a exigência de plantios em larga escala, por serem ecossistemas frágeis, traz uma série de problemas como o ataque de insetos daninhos nativos ou exóticos (MACHADO et al., 2016). A partir dos anos 2000, o ataque de insetos exóticos, especialmente aqueles oriundos da região de origem do eucalipto, tem sido um dos grandes entraves para a expansão da cultura no Brasil (MENEZES, 2012). Dentre essas pragas destaca-se o psilídeo de concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (1964) (Hemiptera: Aphalaridae), que vem causando sérios danos às plantações no país (WILCKEN et al., 2003).

O psilídeo de concha apresenta hábito alimentar sugador tendo preferência por brotações e ponteiros de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. tereticornis*, embora possa atacar várias outras espécies do gênero (BRENNAN et al, 2001; DAHLSTEN, 2003; FAVARE et al., 2019). Sua infestação pode ser facilmente reconhecida por causa da secreção açucarada sobre as ninfas, formando uma cobertura em forma de concha (HALBERT et al., 2001).

São diversos os danos provocados pelo psilídeo de concha e todos estão relacionados com a alimentação nas folhas, principalmente, pelas ninfas (DREISTADT et al., 2003). Em altas infestações este hábito alimentar pode provocar diversas reações nas plantas, culminando com a diminuição do crescimento, desfolha e secamento dos ponteiros, podendo levá-las à morte (SANTANA, 2004; SÁ; WILCKEN, 2004).

Para o controle do psilídeo de concha na cultura do eucalipto, podem ser empregados diferentes métodos como o químico, utilização de plantas resistentes, biológico e silvicultural. Devido ao rápido estabelecimento e dispersão do psilídeo no Brasil e a extensão das áreas plantadas com eucalipto, o controle químico torna-se oneroso e pouco eficiente. Isso é devido a concha produzida pelo inseto que dificulta a ação dos inseticidas, especialmente aqueles com atuação por contato (FIRMINO, 2004). Estes fatores sugerem que o controle deste inseto deve ser feito a partir do estabelecimento de um programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (SANTANA, 2004). Inimigos naturais têm sido utilizados, como o *Psyllaephagus bliteus* Riek, 1962 (Hymenoptera: Encyrtidae), um parasitoide da fase de ninfas. A resistência de plantas ao inseto também é uma boa opção, porém seus resultados somente são alcançados a longo prazo.

A nutrição mineral tem papel fundamental no crescimento e produtividade das culturas, além de apresentar-se como uma boa estratégia para o controle de pragas e doenças (MARSCHNER, 1995). É considerada uma das táticas no MIP, classificada como componente

do controle silvicultural. Por outro lado, as deficiências e desequilíbrios nutricionais provocam mudanças morfológicas e bioquímicas que podem tornar certas plantas mais suscetíveis ao ataque de insetos (SILVEIRA et al., 2001).

Embora tratado por muito tempo como um elemento não essencial, visto que algumas plantas não têm a capacidade de absorvê-lo, o Silício (Si) tem ganhado destaque em diversas pesquisas nos últimos anos. É considerado um elemento benéfico às plantas porque não segue todos os critérios de essencialidade dos nutrientes. Estes elementos são vitais para algumas plantas em determinadas condições ambientais (HAYNES, 2017; BAKHAT *et al.*, 2018). O silício destaca-se entre os nutrientes minerais benéficos que influenciam a qualidade e desenvolvimento das plantas, pois proporciona melhorias nutricionais, reduz a taxa transpiratória e ativa mecanismos de defesas ao favorecer a síntese de compostos fenólicos. Também atua na proteção mecânica dos vegetais contra herbívoros e fungos patogênicos, uma vez que se acumula sob as cutículas das folhas fortalecendo a parede celular (LIMA FILHO et al., 1999; EPSTEIN, 2001; SOUNDARARAJAN et al., 2014; ZHANG et al., 2015). A utilização de Si pode promover a redução da população de ninfas do psíldeo de concha em eucalipto (QUEIROZ et al., 2016), seja pela aplicação via solo (DAL POGETTO, 2007) ou foliar (GARCIA, 2011).

As plantas podem ser divididas de acordo com sua capacidade de absorção e acúmulo de Si nos órgãos, em acumuladoras, intermediárias e não acumuladoras (MENEGALE et al., 2015). Alguns autores classificam o eucalipto como uma planta intermediária (CARVALHO *et al.* 2003; DUARTE e COELHO, 2011), outros como não acumuladora, embora seja responsiva (LIMA, 2017; QUEIROZ *et al.*, 2018).

As principais fontes de silício para a agricultura são os silicatos de cálcio, potássio ou magnésio. Além destes, as escórias de siderurgia, embora apresentem baixos teores de silício solúvel, constituem uma das fontes mais abundantes e baratas. O emprego destes resíduos como corretivo da acidez de solos e fertilizante pode ser uma alternativa viável para seu aproveitamento na agricultura e silvicultura, pois reduz a pressão sobre outras fontes naturais e alivia os pátios de deposição das siderúrgicas (PRADO; FERNANDES, 2001).

A microssílica é um resíduo da atividade metalúrgica. Suas partículas são constituídas de esferas sólidas de sílica amorfa de diâmetro da ordem de 0,1 a 0,2 micrômetros e podem formar aglomerados de alta reatividade (ODA, 2003). Algumas empresas conseguem fazer o aproveitamento desta microssílica, sendo comumente destinada à setores da construção civil. No entanto, estes segmentos não conseguem absorver todo este material, gerando

problemas na disposição, fazendo com que este se acumule nos pátios das empresas geradoras ou em aterros industriais.

De acordo com Dal Molin (2005), para cada tonelada de liga a base de silício produzida, são geradas em média 450 kg de microssilica. A produção mundial de silício metálico no ano de 2013 foi de 7.700.000 ton., sendo a brasileira de 388.000 ton. (MME, 2015). De acordo com o Plano Nacional de Mineração - PNM, estima-se que no ano de 2030 a produção brasileira de liga de silício será de 475 mil ton. (MME, 2010). A geração em abundância de resíduo neste processo evidencia a necessidade de se desenvolver uma solução eficiente de destinação adequada.

Do ponto de vista do desenvolvimento sustentável, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, incentiva fortemente a utilização de resíduos em processos, estimulando o desenvolvimento de pesquisas para produção de materiais alternativos. O aproveitamento da microssilica em plantios florestais pode promover benefícios econômicos e ambientais sendo uma alternativa aos problemas de disposição de resíduos e mais uma ferramenta a ser utilizada no MIP.

Diante da grande disponibilidade de microssilica, um produto considerado resíduo na indústria metalúrgica e os severos danos provocados pelo psilídeo de concha, o objetivo deste estudo foi verificar se a fertilização silicatada com microssilica tem potencial para ser usada no controle deste inseto na cultura do eucalipto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em uma porção de um povoamento florestal situado no norte de Minas Gerais, no município de Montes Claros (16°33'09"S e 44°06'03"W, com altitude de 921 m). A instalação se deu na primeira semana do mês de setembro de 2018 e a coleta de dados ocorreu até agosto de 2019. Entre os anos de 2017 e 2019, a precipitação anual máxima registrada foi de 1.177 mm em 2018 e a mínima 798 mm em 2019. Nestes anos, sua distribuição foi concentrada nos meses de janeiro a março e de novembro a dezembro, o que gerou um período seco de 7 meses, de abril a outubro.

Antes da instalação do experimento, a área já havia recebido um conjunto de operações necessárias para a implantação da cultura do eucalipto. A calagem foi realizada em novembro de 2017 em área total aplicando-se 2.500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (Óxido de Ca 52% e Óxido de Mg 9%). A operação de subsolagem foi realizada em janeiro de 2018, onde se fez o

sulco de 60 cm de profundidade na linha de plantio, aplicando-se 350 kg ha⁻¹ de adubo na profundidade de 30 cm, utilizando-se a fórmula 06-30-05 (6% N, 30% P₂O₅ Sol. CNA + H₂O, 5% K₂O e C.O 8%). Este adubo trata-se de um organomineral peletizado de liberação lenta. O plantio foi realizado também em janeiro, quando as mudas receberam um tratamento de imersão em 100 litros de água contendo 150 g de adubo MAP e 50g de imidacloprid, um inseticida sistêmico indicado para o controle de cupins.

Para este estudo foram avaliados tratamentos via solo (experimento 1) e via foliar (experimento 2).

As plantas de eucalipto pertencem ao híbrido clonal *tricross* 2034[®] (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*), que na data de instalação do experimento se encontravam com uma idade de 9 meses. Elas estavam dispostas em um arranjo de 6,0 x 1,5m e apresentavam a presença do psilídeo de concha.

O delineamento experimental utilizado foi em faixas com cinco tratamentos, distribuídos em oito blocos casualizados. Como fonte de silício foi utilizado a microsilica (teor de SiO₂ 4,18%). Para o experimento 1, os tratamentos foram: T1 - Controle, sem aplicação de silício; T2 - 62,7 g Si/planta; T3 - 83,6 g Si/planta; T4 - 104,5 g Si/planta e T5 - 125,4 g Si/planta. A aplicação dos tratamentos se deu de forma manual via solo na projeção da copa. Para o experimento 2, foi feita uma solução de microsilica, água e espalhante adesivo, onde os tratamentos foram: T1 - Controle, sem aplicação de silício; T2 - 20,9 mg Si/litro; T3 - 41,8 mg Si/litro; T4 - 62,7 mg Si/litro e T5 - 83,6 mg Si/litro. Para a aplicação dos tratamentos utilizou-se um pulverizador manual de pressão. Em ambos os experimentos, cada faixa de tratamento foi composta por 80 plantas, distribuídas em 8 blocos, cada um com 10 plantas.

Os solos foram previamente analisados nas profundidades de 0-20cm e de 20-40cm, onde se avaliou os atributos físicos e químicos, revelando serem argilosos, com baixos valores de pH e pobre em nutrientes.

A contagem de ovos e ninfas de psilídeo de concha presentes nas folhas amostradas de cada tratamento foram realizadas em laboratório com o auxílio de lupa. Para isso, foram coletadas mensalmente seis folhas em plantas aleatórias, totalizando 576 folhas por tratamento. As coletas foram realizadas à uma altura de 1,30m em relação ao solo, sempre nas extremidades dos ramos da planta. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos para o envio ao laboratório. Também foram feitas medições do teor de clorofila em campo com uso de clorofilômetro portátil que proporciona leitura instantânea, de maneira não destrutiva, que fornece o índice SPAD (Soil Plant Analysis Development). Foram escolhidas seis folhas de cada planta, em todos os blocos e em cada faixa de tratamento, totalizando 576 folhas por

tratamento. Essas medições foram realizadas sempre na mesma planta, escolhida de forma aleatória na primeira medição. O teor de clorofila foi medido na altura de 1,30m em relação ao solo, sempre em folhas completamente expandidas e em três posições: base, meio e extremidade. Obteve-se uma média simples das três medições de cada folha, que posteriormente foram utilizadas para a obtenção de uma nova média, envolvendo o conjunto das 6 folhas avaliadas por planta, sendo considerado o teor de clorofila de cada bloco. As avaliações foram realizadas mensalmente durante 12 meses.

Os dados de contagem dos insetos foram transformados por $\log(x + 1)$ e submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. O processamento dos dados se deu por meio do programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO, 2010). Os números de ovos e ninfas foram submetidos à correlação linear com os índices pluviométricos da área de estudo.

3. RESULTADOS

Experimento 1 - Via solo

No experimento em que o silício foi aplicado via solo as doses não apresentaram efeito significativo no número de ovos e de ninfas do psilídeo de concha (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das análises de variância para teor de clorofila, número de ovos e número de ninfas, em folhas de eucaliptos adubadas com diferentes doses de microssilica, aplicada via solo para o controle de psilídeo de concha, *G. brimblecombei*. Montes Claros, setembro de 2018 a agosto de 2019

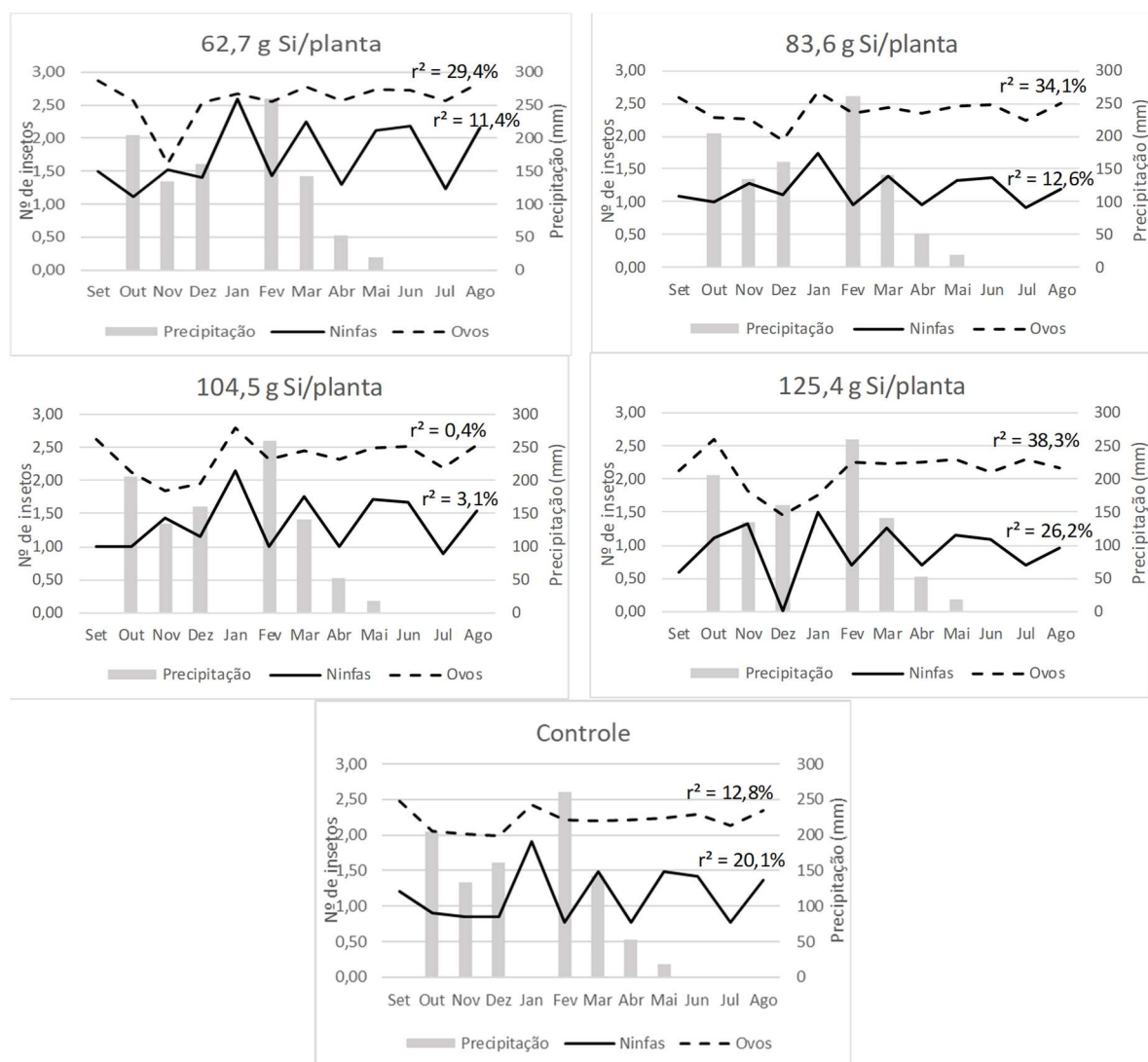
F.V.	Quadrado Médio		
	G.L.	Nº de ovos ¹	Nº de ninfas ¹
Bloco	7	-	-
Tempo (Meses)	11	1,95*	1,48*
Doses de Silício	4	0,36 ^{NS}	0,15 ^{NS}
Doses x Tempo	44	0,70*	0,87*
Total	479	-	-
MÉDIA		1,29	0,47
CV (%) Tempo		39,71	78,01
CV (%) Doses		34,93	51,83
CV (%) Interação		29,85	49,62

NS; não significativo, *; significativo à 5%. ¹Dados transformados para Log (x +1).

O índice médio de clorofila para o tratamento controle, tratamento com a dose 62,7 g Si/planta, tratamento com a dose 83,6 g Si/planta e tratamento com a dose 104,5 g Si/planta foi de 55 SPAD. Para a dose de 125,4 g Si/planta o índice SPAD foi 56.

As quantidades de ovos e ninfas variaram ao longo do ano, atingindo picos no mês de janeiro e durante a estação seca, que vai de maio a agosto. A quantidade de ovos foi correlacionada negativamente com a precipitação mensal, apresentando baixos coeficientes de correlação. A quantidade de ninfas, que também variou ao longo do ano, atingindo picos no mês de janeiro e durante a estação seca. Também foi correlacionada negativamente com a precipitação mensal, apresentando baixos coeficientes de correlação (Figura 1).

Figura 1. Variação sazonal do número de ovos e ninfas de psilídeo de concha, *G. brimblecombei*, em folhas de eucaliptos adubadas com diferentes doses de microsilica via solo em relação a precipitação. Montes Claros, setembro de 2018 a agosto de 2019



Experimento 2 - via foliar

As doses de silício, quando aplicadas via foliar, interferiram estatisticamente no número de ovos e ninfas do psilídeo de concha, (Tabela 2).

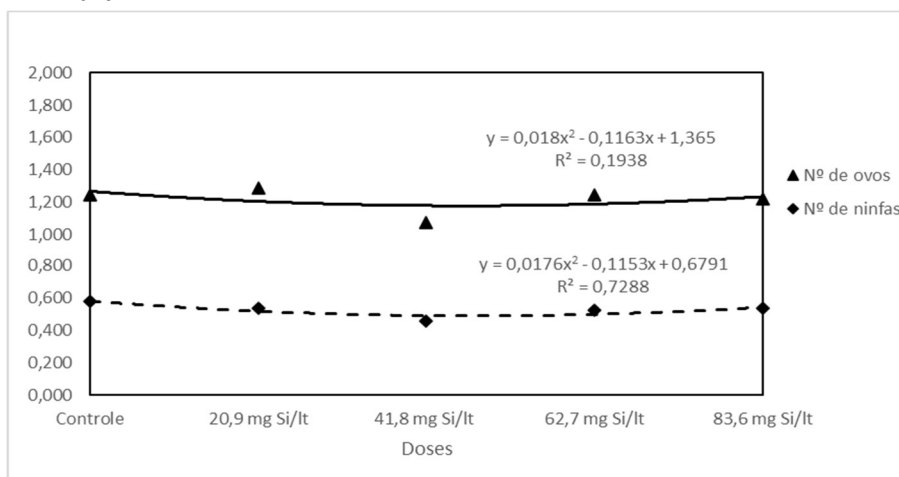
Tabela 2. Resumo das análises de variância para teor de clorofila, número de ovos e número de ninfas em folhas de eucalipto adubadas com diferentes doses de microssilica via foliar para controle de psilídeo de concha, *G. brimblecombei*. Montes Claros, setembro de 2018 a agosto de 2019

F.V.	Quadrado Médio		
	G.L.	Nº de ovos ¹	Nº de ninfas ¹
Bloco	7	-	-
Tempo (Meses)	11	2,72*	1,42*
Doses de Silício	4	0,64*	0,17*
Doses x Tempo	44	1,05*	1,41*
Total	479	-	-
MÉDIA		1,21	0,52
CV (%) Tempo		41,34	56,44
CV (%) Doses		33,63	42,22
CV (%) Interação		34,33	40,82

NS; não significativo, *; significativo à 5%. ¹Dados transformados para Log (x + 1).

O teor médio de clorofila foi de 56 SPAD para todos os tratamentos. As doses de silício aplicadas possibilitaram um ajuste de regressão quadrática para o número de ninfas, indicando bom coeficiente de determinação (72,88%) do número ninfas em função das doses de silício. O mesmo não ocorreu para o número de ovos (Figura 2).

Figura 2. Relação do número de ovos e ninfas de psilídeo de concha, *G. brimblecombei*, encontrados em folhas de eucalipto em função das doses de silício aplicada via foliar. Montes Claros, setembro de 2018 a agosto de 2019



O número de ovos e ninfas foi influenciado pela aplicação das doses de silício com destaque para o tratamento T3 (41,8 mg Si/lt) que apresentou melhor média, indicando efeito da microsilica sobre a população do inseto (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Teste de médias para número de ovos em folhas de eucaliptos adubadas com diferentes doses de microsilica via foliar para controle de psilídeo de concha, *G. brimblecombei*. Montes Claros, setembro de 2018 a agosto de 2019

Meses	Doses				
	Controle	20,9 mg Si/lt	41,8 mg Si/lt	62,7 mg Si/lt	83,6 mg Si/lt
Out	93 eB	47 cdB	5 abA	43 cB	59 eB
Nov	44 cdA	75 deA	47 eA	69 eA	67 eA
Dez	45 cdB	86 eB	21 abA	10 aA	13 abA
Jan	1 aA	90 deC	11 abB	38 cdC	11 abB
Fev	37 cdB	34 cdB	8 abA	30 cdB	50 cdB
Mar	4 abA	3 aA	3 aA	32 bcB	19 bcB
Abr	13 bA	19 bcA	17 bcA	24 bcA	11 abA
Mai	30 bcC	30 bcB	16 bB	7 aA	3 aA
Jun	53 cdC	16 bcA	25 cdB	16 bA	27 cdB
Jul	26 bcA	13 bA	28 cdA	34 bcA	36 bcA
Ago	13 bB	7 abA	32 cdB	26 bcB	27 cdC
Set	26 bcA	30 cdA	27 dA	24 bcA	30 cdA
Média	32 B	37 C	20 A	29 B	29 B

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si. Letras minúsculas são comparadas na coluna e letras maiúsculas são comparadas na linha. Dados NÃO transformados para Log (x +1).

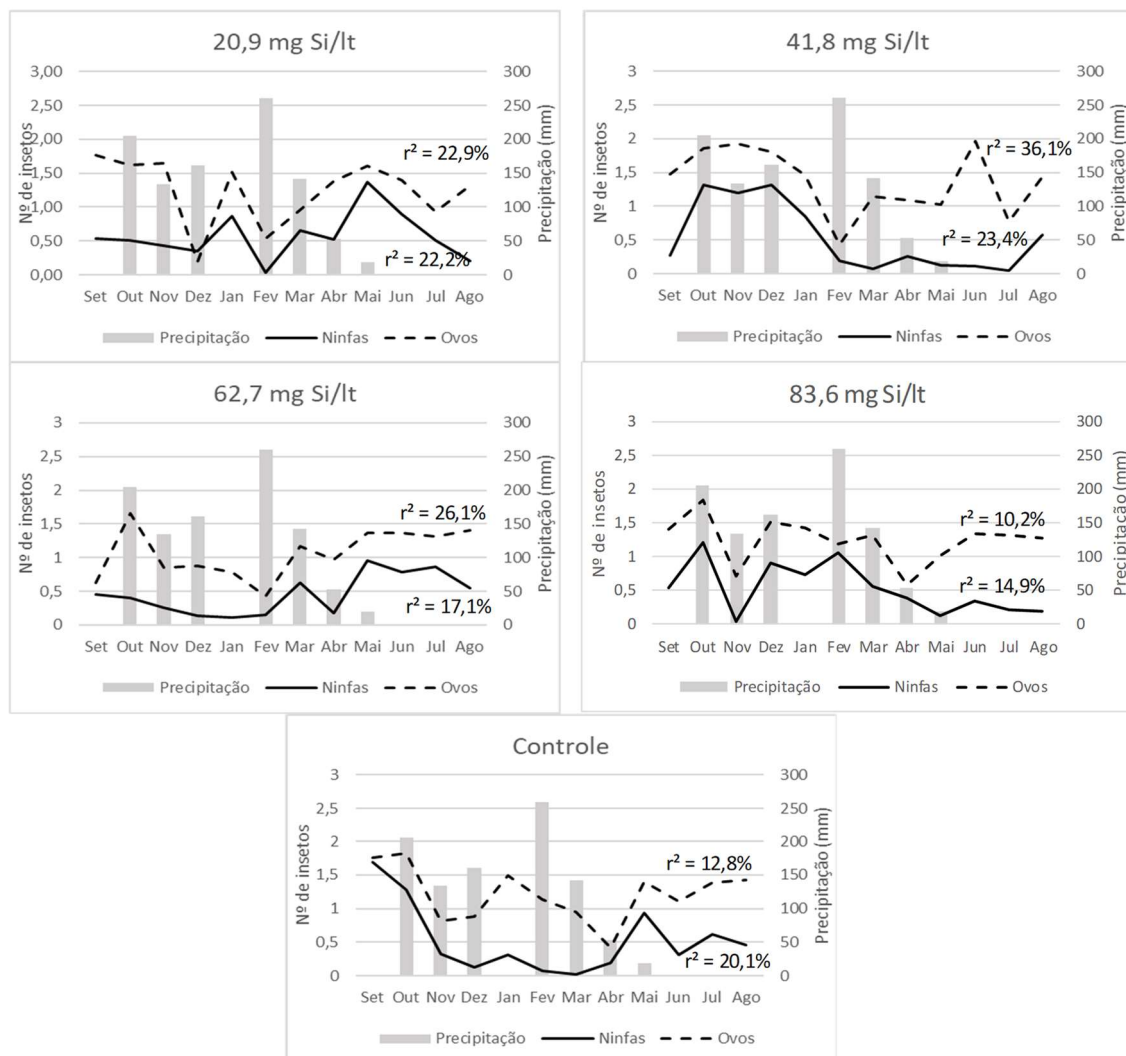
Tabela 4. Teste de médias para número de ninfas em folhas de eucaliptos adubadas com diferentes doses de microsilica via foliar para controle de psilídeo de concha, *G. brimblecombei*. Montes Claros, setembro de 2018 a agosto de 2019

Meses	Doses				
	Controle	20,9 mg Si/lt	41,8 mg Si/lt	62,7 mg Si/lt	83,6 mg Si/lt
Out	4 bcA	2 abA	4 cA	3 bcA	49 eB
Nov	3 bcA	22 eB	2 cA	16 eB	19 deB
Dez	2 bB	18 deC	1 abB	0 aA	2 bB
Jan	2 bB	23 eC	1 aA	8 deB	1 abA
Fev	8 dC	7 cdC	0 aA	5 cdB	1 bB
Mar	0 aA	1 abA	1 aA	11 eB	0 aA
Abr	4 cB	0 aA	4 cdB	3 bcB	0 aA
Mai	3 bcC	1 abB	1 aA	3 bB	1 abA
Jun	27 eC	1 abA	10 eB	1 aA	9 dB
Jul	8 dC	1 abA	6 deC	1 bB	1 bB
Ago	3 bcC	0 aA	9 eC	1 abB	4 cdC
Set	1 aA	4 bcB	3 bcB	1 abA	7 bcB
Média	5 B	7 B	3 A	4 B	7 B

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si. Letras minúsculas são comparadas na coluna e letras maiúsculas são comparadas na linha. Dados NÃO transformados para Log (x +1).

As quantidades de ovos do *G. brimblecombei* variaram ao longo do ano, atingindo picos tanto em meses da estação chuvosa (outubro a março) quanto da estação seca (maio a agosto). A quantidade de ovos foi correlacionada negativamente com a precipitação mensal, apresentando baixos coeficientes de correlação. O número de ninfas também variou ao longo do ano, porém, apresentou picos apenas na estação seca, havendo redução populacional no período chuvoso. Da mesma forma, a quantidade de ninfas foi correlacionada negativamente com a precipitação mensal, apresentando baixos coeficientes de correlação (Figura 3).

Figura 3. Variação sazonal do número de ovos e ninfas de psilídeo de concha, *G. brimblecombei* em folhas de eucaliptos adubadas com diferentes doses de microsilica via foliar em relação a precipitação. Montes Claros, setembro de 2018 a agosto de 2019



4. DISCUSSÃO

Neste trabalho, a aplicação do silício tanto via solo quanto foliar não provocou alterações significativas no teor de clorofila. No entanto, outros trabalhos mostraram que um dos benefícios da aplicação de Si é o aumento da concentração de clorofila nas folhas (EPSTEIN, 1999; MAGHSOUDI, 2015). Plantas de milho estressadas tiveram a redução de clorofila atenuada pela aplicação de Si via solo (SATTAR et al., 2016). Também em plantas de milho, Xu et al. (2016) relataram que a fertilização com Si, via solo, proporcionou aumento no teor de clorofila e consequentemente na produção de grãos. Uma possível explicação para a ausência de alterações no teor de clorofila em resposta a adubação silicatada é o fato das plantas em questão já apresentarem teores de clorofila acima do seu nível crítico. Este é definido como o teor a partir do qual não mais haveria resposta à adubação. Guimarães (1998) estabeleceu o nível crítico da leitura SPAD nas folhas do tomateiro como sendo 49 nas folhas opostas aos primeiros cachos da planta. Segundo Malavolta et. al. (1997), os valores adequados de clorofila que indicam um estado saudável para a planta são: arroz (>40), batata (49 a 56), maçã (45 a 55), milho (45 a 48) e trigo (48 a 52). Para este trabalho, como os teores de clorofila se mantiveram com leitura SPAD de 55 e 56, isso nos leva a crer que, comparado às culturas citadas por outros autores e a não variação das leituras encontradas, que as plantas de eucalipto da área do experimento já se encontravam em faixas ideais de clorofila, o que faz com que ela não responda mais à aplicação do silício.

A aplicação da microssílica via foliar contribuiu para a redução das quantidades de ovos e ninfas do psílideo de concha. Essa redução pode estar relacionada ao aumento do teor de silício na planta, levando a ativação de mecanismos de defesas ao favorecer a síntese de compostos fenólicos e ou simplesmente atuar na proteção mecânica dos vegetais (LIMA FILHO et al., 1999; EPSTEIN, 2001). A proteção mecânica está relacionada com a resistência física devido à deposição de sílica na parede das células da camada epidérmica, tornando a planta mais resistente à ação de herbívoros (YAMADA, 1995). A penetração física de insetos em plantas de arroz, por exemplo, é dificultada quando o Si é depositado na camada subcuticular, parede celular e espaços intercelulares, formando uma camada espessa sob a cutícula das folhas, tornando a parede celular da célula vegetal menos suscetível à degradação enzimática (BAKHAT et al., 2018).

O silício se acumula como sílica amorfa nas células epidérmicas aumentando a dureza e a abrasividade de tecidos vegetais, consequentemente impactando partes orais de insetos fitófagos e reduzindo a ingestão de alimentos (STRÖMBERG, 2016; JEER, 2017). A aplicação

foliar de silicato de sódio em milho provocou desgaste acentuado na região incisora das mandíbulas das lagartas de *Spodoptera frugiperda* quando em contato com folhas com maior teor de silício (GOUSSAIN et al., 2002). A sílica amorfa inerte causa dificuldades mecânicas na mastigação, penetração e digestão de tecidos vegetais em insetos. Além disso, o Si pode reduzir a digestibilidade pela restrição do acesso ao nitrogênio e carboidratos durante a digestão (BAKHAT et al., 2018). Tecidos enriquecidos com silício também mostram uma palatabilidade e digestibilidade reduzida, o que pode provocar diminuição na taxa de crescimento de insetos (LEROY et al., 2019).

A presença de Si no tecido vegetal também pode induzir alterações bioquímicas responsáveis pela mitigação dos danos causados por insetos-praga. Estudos têm mostrado que o silício solúvel está envolvido na defesa química induzida por meio do aumento da produção de enzimas de defesa ou da possível melhoria na liberação de voláteis responsáveis pela atração de inimigos naturais, contribuindo para o sucesso do controle biológico (REYNOLDS et al., 2009; BAKHAT et al., 2018). A aplicação de Si dissolvido em água em testes laboratoriais mostrou redução significativa da incidência e gravidade da podridão da cenoura pós-colheita causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, indicando que o Si causa dano à membrana celular do patógeno e aumenta o vazamento de componentes intracelulares, provocando a morte celular (ELSHERBINY; TAHER, 2018).

Neste estudo a aplicação da microsilica via solo não apresentou efeito nas quantidades de ovos e ninfas do psílido de concha. Este fato pode ter ocorrido em função da interação do silício no solo. Neste ambiente, o silício é pouco móvel, pois é retido ao ser adsorvido ao complexo coloidal (argilas) por trocas iônicas (MENEGALE et al., 2015). Isso pode ser mais evidente em solos com elevados teores de ferro e alumínio. Assim, parte do silício disponível pode ser fixada formando compostos de ferro e alumínio, tornando o silício menos disponível para as plantas (LEITE, 1997; PRADO; FERNANDES, 2001). Nestes casos é preciso aplicar grandes quantidades de silício no solo até que haja saturação, o que causaria maior disponibilidade do elemento para a planta, fato que não deve ter ocorrido com as doses utilizadas neste estudo.

A principal forma de silício no solo passível de ser absorvida pelas plantas é a forma dissociada do elemento, ácido monossilícico (H_4SiO_4), com o Si acompanhando a absorção da água. A incidência desse ácido está intimamente relacionada ao pH do solo, já que o pH da rizosfera apresenta importante influência sobre a solubilidade dos nutrientes e sua absorção pelas raízes (MARSCHNER; RÖMHELD, 1983). Para a maioria das plantas acumuladoras de Si, quanto maior o pH, maior a disponibilidade do elemento, levando, conseqüentemente, à

maior absorção pela planta (OLIVEIRA et al., 2007; CASTRO; CRUSCIOL, 2013). O baixo pH do solo da área deste estudo pode ter afetado a disponibilidade de silício para as plantas, refletindo na baixa eficiência no controle da população do psilídeo de concha.

A aplicação de produtos por via foliar é vista como uma alternativa viável, pois além de suprir a necessidade de determinados nutrientes, é uma técnica de fácil aplicação e menor custo (SORATTO et al., 2012). Além disso, acredita-se que o silício aplicado via foliar se deposite na superfície das folhas desempenhando papel semelhante àquele absorvido via radicular (ALVAREZ; DATNOFF, 2001). A nutrição foliar com silício, além de trazer benefícios à produção, é mais barata e mais segura para o ambiente natural do que a fertilização do solo (ARTYSZAK, 2018). Assim, a nutrição por via foliar deve se tornar um tratamento padrão no manejo de muitas culturas. Por outro lado, alguns autores compararam a aplicação de silício via solo com a foliar e concluíram que os dois tipos de aplicação, se mostraram eficientes no controle de insetos como pulgão em milho (MORAES et al., 2005), mosca branca (CORREA et al., 2005) e pulgão em trigo (COSTA; MORAES, 2006).

As quantidades de ovos e ninfas do psilídeo de concha variaram ao longo do ano, atingindo picos nos meses com menor precipitação. Porém não houve correlação significativa entre essas quantidades com os volumes de chuva observados. No entanto o que se sabe é que os efeitos climáticos têm influência relevante na vida e no comportamento dos insetos em geral, podendo inibir ou favorecer o desenvolvimento e a proliferação de determinada espécie.

Ferreira Filho et al., (2008) estudaram a flutuação populacional do psilídeo de concha e verificaram que há relação direta entre a diminuição das chuvas e o aumento populacional deste inseto. Os padrões de ataque de *G. brimblecombei* em diferentes genótipos de eucalipto mostram que a variação temporal na abundância do inseto é altamente suscetível às condições climáticas. Assim, há claramente um forte efeito das chuvas na densidade de ovos e ninfas, revelando um padrão já descrito em outros países de ocorrência do inseto (TULLER et al., 2017). Em experimento controlado de simulação de chuvas observa-se que a remoção mecânica das conchas do psilídeo por gotículas de água e ou sua solubilização pela umidade das folhas pode diminuir a população deste inseto (OLIVEIRA et al., 2012).

Um fator que pode explicar a ausência de uma correlação significativa entre as quantidades de ovos e ninfas do psilídeo de concha encontrados neste estudo com a precipitação, além da própria interferência causada pela adubação com silício, é o padrão de distribuição dessas chuvas. O clima da região é do tipo tropical semiárido, quente e seco, com período de chuvas concentrado entre os meses de outubro a março. No entanto a pluviosidade varia de 900 a 1.100 mm anuais, com 60 a 80 dias chuvosos no ano (SILVA; MAGALHÃES,

2017). A avaliação mensal da quantidade de insetos não permitiu, neste estudo, captar variações decorrentes da distribuição pluviométrica ocorrida dentro de um mesmo mês. A concentração de chuvas em poucos dias do mês, por exemplo, proporciona uma maior quantidade de dias secos, o que pode favorecer a proliferação do inseto.

5. CONCLUSÃO

A microssílica como fonte de silício se mostrou capaz de reduzir o número de ovos e ninfas do psílídeo de concha quando aplicada via foliar.

A microssílica aplicada via solo, nas doses avaliadas, não se mostrou capaz de reduzir o número de ovos e ninfas do psílídeo de concha.

São necessários estudos mais detalhados em relação as doses de microssílica aplicadas via solo, visto a possível interação que tenha ocorrido entre o Si e o solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, J.; DATNOFF, L. E. The economics of silicon integrated management and sustainable production of rice and sugarcane. In: Datnoff, L.E.; Snyder, G.H.; Korndorfer, G.H. (Ed). **Silicon in Agriculture**. Elsevier Science. p.209-219. 2001.

ARTYSZAK A. Effect of Silicon Fertilization on Crop Yield Quantity and Quality-A Literature Review in Europe. **Plants (Basel)**. 7(3):54. Jul 6. 2018.

BAKHAT, H. F.; et al. Silicon mitigates biotic stresses in crop plants: A review. **Crop Protection**, v.104, n.10, p.21-34, 2018.

BARBOSA, J. C., MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp. 2010.

BRENNAN, E. B.; HRUSA, G. F.; WEINBAUM S. A.; LEVISON, W. Resistance of Eucalyptus species to *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psyllidae) in the San Francisco bay area. **Pan-Pacific Entomologist**, v.77, n.3, p.249-253, 2001.

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 e Agrotecnologia**, v.27, p.491-500, 2003.

CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C. A. C. Effects of superficial liming and silicate application on soil fertility and crop yield under rotation. **Geoderma**, v.195-196, p.234-242, 2013.

CORREA, R.S.B., MORAES, J.C.; AUAD, A.M.; CARVALHO, G.A. Silicon and acibenzolar-s-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. **Neotropical Entomology**. v.34, p.429-433. 2005.

COSTA, R.R.; MORAES, J.C. Efeitos do ácido silícico e do acibenzolar-s-methyl sobre *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Neotropical Entomology**. v.35, p.834-839, 2006.

CRUSCIOL, C. A. C.; et al. Aplicação foliar de ácido silícico estabilizado na soja, feijão e amendoim. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.404-410, 2013.

DAHLSTEN, D. L. **Biological control of the red gum lerp psyllid, a pest of Eucalyptus species in California**. 2003.

DAL MOLIN, D.C.C. Adições minerais para concreto estrutural. In: **Concreto: ensino, pesquisa e realizações V1** / ed. G. C. ISAIA. São Paulo: IBRACON, 2005.

DAL POGETTO, M. H. F. A. Efeito da aplicação de Agrosilício em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* no desenvolvimento biológico de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae). In: **Simpósio brasileiro sobre silício na agricultura**. Botucatu. Anais... Botucatu: UNESP, v. 4, p. 210-213. 2007.

DREISTADT, S. H.; GARRISON, R. W.; GILL, R. J.; DAHLSTEN, D. L. *Eucalyptus* redgum lerp psyllid, **Home & Landscape**. 2003.

DUARTE, I. N.; COELHO, L. Uso do silício no cultivo de mudas de eucalipto. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.12, p.1-10, 2011.

ELSHARBINY, A., E., TAHER, A., M., Silicon induces resistance to postharvest rot of carrot caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and the possible of defense mechanisms. **Postharvest Biology and Technology** Volume 140, Pages 11-17, June 2018.

EPSTEIN, E. Silicon in plants: facts vs. concepts. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDÖRFER, G.H. (Ed.). Silicon in Agriculture. **The Netherlands: Elsevier Science**. p. 1-15. 2001.

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

FARIA, R. **Efeito da acumulação de silício e a tolerância das plantas de arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo**. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Solos, Universidade Federal de Lavras, Lavras. p.47, 2000.

FAVARE, L. G. DE, FILHO, O. P., SOUZA, M. D. DE, NASCIMENTO, D. A. DO, MATOS, S. E. DE, JÚNIOR, J. G. DA S., & DORVAL, A. Plants Mineral Nutrition on the Preference of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) in *Eucalyptus* sp. **Journal of Experimental Agriculture International**, 38(6), 1-9, 2019.

FERREIRA FILHO, P.J.; et al. Dinâmica populacional do psilídeo de concha *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitoide *Psyllaepagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em floresta de *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência Rural**. v.38, n.8, p.2109-2114. 2008.

FIRMINO, D. C. **Biologia do psilídeo de concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) em diferentes espécies de eucalipto e em *Eucalyptus camaldulensis* sob diferentes temperaturas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 50p., 2004.

GARCIA, E. de. S. K. et al. Aplicação de silício via foliar no controle do psilídeo de concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) em *Eucalyptus* spp. In: **Simpósio de ciências aplicadas da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva**, Anais.... Itapeva: FAIT, 8p. 2011.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**. vol.31, n.2, pp.305-310. 2002.

GUIMARÃES, T. G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio**. Viçosa: UFV, 184p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia). 1998.

HALBERT, S. E.; GILL, R. J.; NISSON, J. N. Two Eucalyptus psyllids new to Florida (Homoptera: Aphalaridae). **Entomology circular** v. 407, p.1-2, 2001.

HAYNES, R. J. Significance and Role of Si in Crop Production. In: **Advances in Agronomy**. ed. D. L. Sparks (San Diego, CA: Elsevier Academic Press Inc.), v. 146, p. 83-166. 2017.

JEER, M.; TELUGU, U.M.; VOLETI, S.R.; PADMAKUMARI, A.P. Soil application of silicon reduces yellow stem borer, *Scirpophaga incertulas* (Walker) damage in rice. **Journal Applied Entomology**. 141, 189–201. 2017.

LEITE, P. C. **Interação silício-fósforo em latossolo roxo cultivado com sorgo em casa de vegetação**. 1997. 84 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

LEROY, N., TOMBEUR, F., WALGRAFFE, Y., CORNÉLIS, J. T., VERHEGGEN, F.J. Silicon and Plant Natural Defenses against Insect Pests: Impact on Plant Volatile Organic Compounds and Cascade Effects on Multitrophic Interactions. **Plants (Basel)**. V.8 (11): 444. 2019.

LIMA FILHO, O. F.; LIMA, M. T. G.; TSAI, S. M. O silício na agricultura. **Encarte Técnico - Informe Agrônômico**, p.17, 1999.

LIMA, J. **Aplicação foliar de silício em mudas de eucaliptos e sua Relação com a tolerância à deficiência hídrica**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. 2017.

MACHADO, D. N., COSTA, E. C., GARLET, J., BOSCARDIN, J., PEDRON, L., PERINI, C. R., BOLZAN, L. Avaliação de Inseticidas no Controle de *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) Percevejo-bronzeado em Condições de Laboratório. **Floresta e Ambiente**. v. 23, n. 2, p. 245-250, June 2016.

MAGHSOUDI, K.; EMAM, Y.; ASHRAF, M. Foliar application of silicon at different growth stages alters growth and yield of selected wheat cultivars. **Journal Plant Nutrition**. 39, 1194–1203. 2015.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: **POTAFOS**, 319p. 1997.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. **London: Academic**, p.889. 1995.

MARSCHNER, H.; ROMHELD, V. In vivo measurement of root-induced pH changes at the soilroot interface: effect of plant species and nitrogen source. **Zeitschrift für Pflanzenphysiologie**, v.111, p.241-251, 1983.

MENEGALE, M. L. C.; CASTRO, G. S. A.; MANCUSO, M. A. C. Silício: interação com o sistema solo-planta. **Journal of Agronomic Sciences**, v.4, n. especial, p. 435-454, 2015.

MENEZES, C. W. G. Novos insetos sugadores (Hemiptera) atacando *Eucalyptus cloeziana* (Myrtaceae) em Minas Gerais, Brasil. **EntomoBrasilis**, v.5, p.246-248, 2012.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Anuário Estatístico**: Setor Metalúrgico, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – Brasília: SGM, 2015.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Mineração 2030**. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – Brasília: 178 p.1v. 2010.

MORAES, J.C.; GOUSSAIN, M.M; CARVALHO, G.A.; COSTA, R.R. Feeding non-preference of the corn leaf aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) to corn plants (*Zea mays* L.) treated with silicon. **Ciência e Agrotecnologia**. v.29, n.4, p.761-766. 2005.

ODA, G. A. **Estudo da atividade pozolânica da sílica da casca do arroz em matrizes de cimento Portland**. Dissertação (Mestrado em Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2003.

OLIVEIRA, K., N., JESUS, F., M., SILVA, J., O., ESPÍRITO-SANTO, M., M., FARIA, M., L. An experimental test of rainfall as a control agent of *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae) on seedlings of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Entomologia** 56:101-105. 2012.

OLIVEIRA, L. A.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, A. C. Acumulação de silício em arroz em diferentes condições de pH da rizosfera. **Revista Brasileira de Ciência e Solo**, v.31, p.685-690, 2007.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Efeito da escória de siderurgia e calcário na disponibilidade de fósforo de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.9, p.1199-1204, 2001.

QUEIROZ, D. L. de; CAMARGO, J. M. M.; DEDECEK, R. A.; OLIVEIRA, E. B. de; ZANOL, K. M. R.; MELIDO, R. C. Absorção e translocação de silício em mudas de *Eucalyptus camaldulensis*. **Ciência Florestal**, v.28, n.2, 2018.

QUEIROZ, D. L. de; CAMARGO, J. M. M.; DEDECEK, R. A.; OLIVEIRA, E. B. de; ZANOL, K. M. R.; MELIDO, R. C. N.; BURCKHARDT, D. H. Effect of silicon application to *Eucalyptus camaldulensis* on the population of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae). **Brazilian Journal of Forestry Research**. ISSN: 1983-2605 (online). 2016.

REYNOLDS, O. L.; KEEPING, M. G.; MEYER, J. H. Silicon-augmented resistance of plants to herbivorous insects: a review. **Annals of Applied Biology**, v.155, p.171-186, 2009.

SÁ, L. A. N. de; WILCKEN, C. F. Nova praga de florestas está atacando eucalipto no país. **A Lavoura**, v.107, n.649, p.44-45, 2004.

SANTANA D.L.Q. Monitoramento dos psilídeos do eucalipto. Colombo Embrapa. Circular Técnica. 2pp, 2004.

SATTAR, A.; CHEEMA, M., A., ALI, H., SHER A., IJAZ, M., HUSSAIN, M., HASSAN, W., ABBAS, T. Silicon mediates the changes in water relations, photosynthetic pigments, enzymatic antioxidants activity and nutrient uptake in maize seedling under salt stress. **Grassland Science**, 62:262-269. 2016.

SILVA, F., G., MAGALHÃES, S., C., M. Correlação entre fatores climáticos, socioambientais e a dengue na microrregião Montes Claros/MG. **Caminhos de Geografia** - revista online <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/> ISSN 1678-6343. 2017.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N.; SGARBI, F.; MUNIZ, M. R. A. Seja o doutor do seu eucalipto. Arquivo do agrônomo. **Informações agrônômicas**, n.93, p.1-23, 2001.

SORATTO, R. P. et al. Colocar demais autores Produtividade, qualidade de tubérculos e incidência de doenças foliares em batata, influenciados pela aplicação foliar de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.7, p.1000-1006, 2012.

SOUNDARARAJAN, P., SIVANESAN, I., JANA, S. Influence of silicon supplementation on the growth and tolerance to high temperature in *Salvia splendens*. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**. V. 55, 271–279. 2014.

STRÖMBERG, C.A.E.; DI STILIO, V.S.; SONG, Z. Functions of phytoliths in vascular plants: An evolutionary perspective. **Functional Ecology**. V. 30, 1286–1297. 2016.

TULLER, J., OLIVEIRA, K. N., SILVA, J. O., DE FARIA, M., L., ESPÍRITO-SANTO, M., M., SERRÃO, J., E., ZANUNCIO, J., C. *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) Attack patterns on different Eucalyptus genotypes. **Peer J**. 5: e3864. 2017.

WILCKEN, C. F.; et al. Ocorrência do psilídeo de concha (*Glycaspis brimblecombei*) (Hemiptera: Psyllidae) em florestas de eucalipto do Brasil. **Informe Técnico do Instituto de Estudos e Pesquisas Agropecuárias 201**, Botucatu, SP, v. 201, 2003.

XU, H., W., LU, Y., XIE, Z., M. Effects of silicon on maize photosynthesis and grain yield in black soils. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, 28:779-785. 2016.

YAMADA, T. A nutrição mineral e a resistência de plantas às doenças. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, 72p. 1995.

ZHANG, Q., LIU, J., LU, H., ZHAO, S., WANG, W., DU, J. Effects of Silicon on Growth, Root Anatomy, Radial Oxygen Loss (ROL) and Fe/Mn Plaque of *Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco Seedlings Exposed to Cadmium. **Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management**, 4, 6-11. 2015.

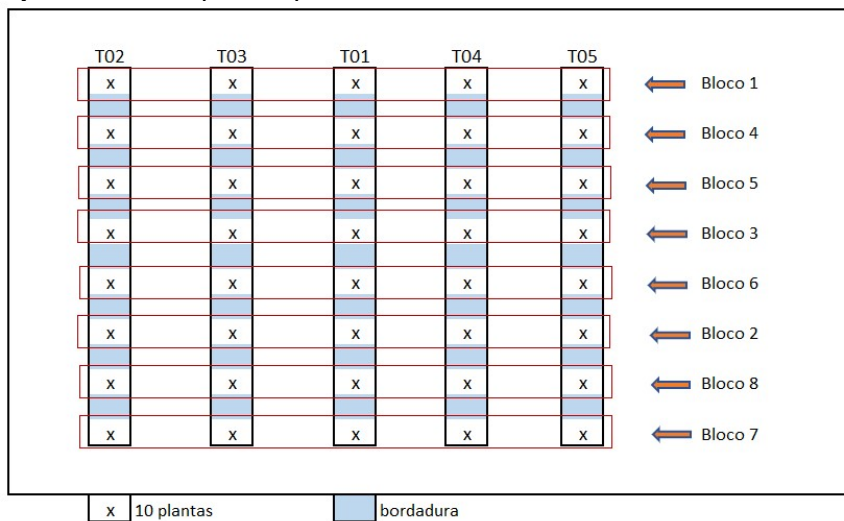
APÊNDICE

Apêndice A - Precipitação observada na área do experimento entre os anos de 2017 e 2019.

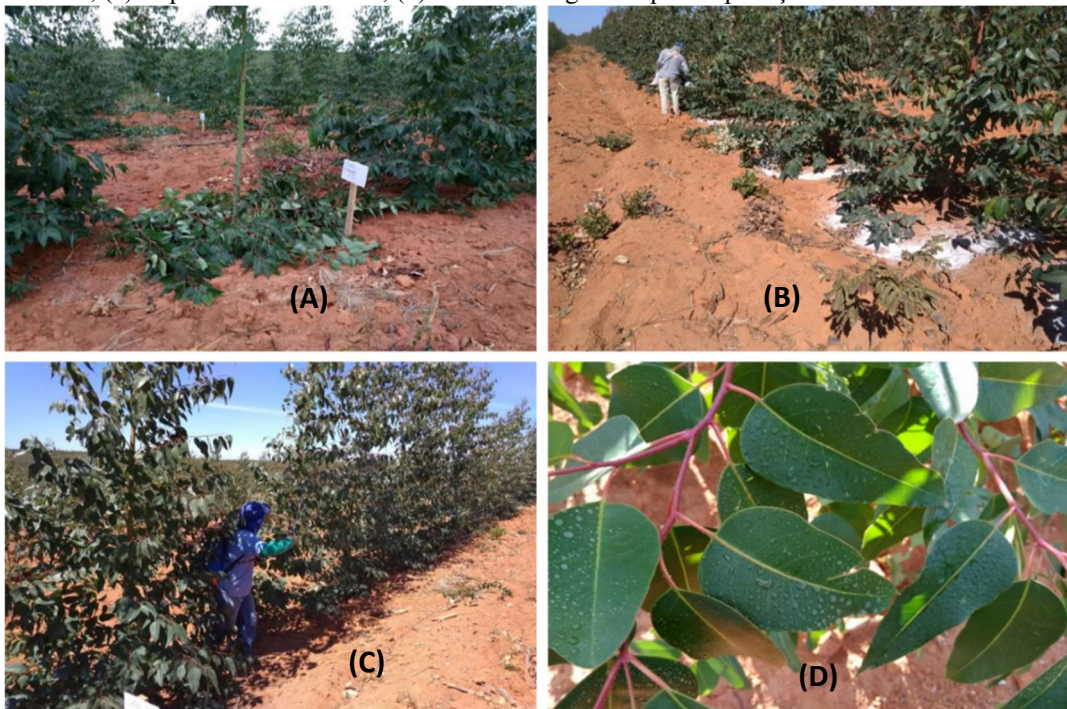
Precipitação - mm													
Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2017	77	280	121	12	32	0	0	0	5	12	117	269	925
2018	143	288	155	91	0	0	0	0	0	205	134	161	1.177
2019	0	260	142	53	19	0	0	0	25	18	174	107	798

Fonte: RS Florestal®

Apêndice B - Croqui do experimento.



Apêndice C - Instalação do experimento em campo. (a) Demarcação das faixas de tratamento; (b) Experimento via solo; (c) Experimento via foliar; (d) Detalhe das gomas após a aplicação via foliar.



Fonte: O Autor, 2018.



UFVJM