

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**SILICATO DE CÁLCIO AUXILIA NA REDUÇÃO DE *Meloidogyne javanica*,
MAS NÃO CONTROLA *Heterodera glycines* EM *Glycine max***

PÂMELA BARBOSA MORAES

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares

Coorientadores: Me. Daniel Dalvan do Nascimento

Prof. Dr. Renato Mello Prado

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, para graduação em ENGENHARIA
AGRONÔMICA.

Jaboticabal – SP

1º Semestre/2023

M827s

Moraes, Pâmela Barbosa

SILICATO DE CÁLCIO AUXILIA NA REDUÇÃO DE *Meloidogyne javanica*, MAS NÃO CONTROLA *Heterodera glycines* EM *Glycine max*
/ Pâmela Barbosa Moraes. -- Jaboticabal, 2023

32 f.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Pedro Luiz Martins Soares

Coorientador: Me. Daniel Dalvan do Nascimento; Dr. Renato Mello Prado

1. Soja. 2. Nematoides. 3. Silício. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: Ciências da Produção Agrícola

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: SILICATO DE CÁLCIO AUXILIA NA REDUÇÃO DE *Meloidogyne javanica*, MAS NÃO CONTROLA *Heterodera glycines* EM *Glycine max*

ACADÊMICO: Pâmela Barbosa Moraes

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADOR: Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)

(Assinaturas)

Presidente Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares



Documento assinado digitalmente
PEDRO LUIZ MARTINS SOARES
Data: 26/02/2023 21:57:51-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Membro Dra. Edicleide Macedo da Silva



Documento assinado digitalmente
EDICLEIDE MACEDO DA SILVA
Data: 26/02/2023 18:39:28-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Membro Me. Jonas Pereira dos Santos Júnior



Documento assinado digitalmente
JONAS PEREIRA DE SOUZA JUNIOR
Data: 24/02/2023 19:06:31-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Jaboticabal 07 / 02 / 2023

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 27 / 02 / 2023 "Ad referendum"



Documento assinado digitalmente
LEONARDO BIANCO DE CARVALHO
Data: 27/02/2023 11:04:18-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Chefe do Departamento

À minha família, meus amigos, e ao meu amor pelo carinho e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo que conquistei até agora, e por permitir que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida.

Ao Prof. Dr. Pedro Luiz Martins Soares, meu orientador pelo empenho, orientação, apoio e confiança. E ao meu coorientador Me. Daniel Dalvan do Nascimento, pelos milhões de conselhos, sermões e principalmente ombro amigo. Ao Dr. Jonas Júnior por tantas explicações e paciência, e ao Prof. Dr. Renato Mello de Prado, por tanto conhecimento.

A todo o LABNEMA (Laboratório de Nematologia) por sempre me ajudar, auxiliar, e me ensinar, e a todos que compõem esse laboratório, e que fazem desse local, um ambiente feliz e profissional.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa PIBIC (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) concedida.

A minha mãe Jardelina de Abreu Barbosa Moraes, por sempre ser meu porto seguro, meu pai Amauri de Jesus Moraes pelos bons conselhos e carinho, e a minha irmã Jamile Cristina Barbosa Moraes, por sempre me incentivar, e ver a felicidade em todas minhas conquistas.

Quero agradecer a minha república, local onde pude chamar de lar, por tanto apoio, amor, assistência e força. Vocês foram luz em todos os aspectos.

Sou grata ao meu parceiro, Otavio Henrique por ser meu melhor amigo, e meu amor, por sempre me incentivar, e me apoiar, mesmo nos piores dias. E por fim, agradecer a Unesp/FCAV pelos melhores anos de minha vida, e por colaborar com a minha formação profissional e desenvolvimento pessoal.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA:	3
2.1 Nematóide de galha (<i>Meloidogyne javanica</i>) e nematóide de cisto da soja (<i>Heterodera glycines</i>)	3
2.2 Elemento benéfico silício como forma de adubação	3
2.3 Aplicação de silicato de cálcio na cultura da soja	5
3. OBJETIVO	6
4. MATERIAL E MÉTODOS	6
4.1 Desenho experimental.....	6
4.2 Preparo do substrato e semeadura.....	7
4.3 Origem, preparo e inoculação de nematoides.....	8
4.4 Avaliações	8
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5.1 Efeito da aplicação de SI em <i>Heterodera glycines</i>	11
5.2 Efeito da aplicação de SI em <i>Meloidogyne javanica</i>	20
6. CONCLUSÃO.....	26
7. LITERATURA CITADA.....	27

**SILICATO DE CÁLCIO AUXILIA NA REDUÇÃO DE *Meloidogyne javanica*,
MAS NÃO CONTROLA *Heterodera glycines* EM *Glycine max***

RESUMO

O cultivo da soja cresce cada vez mais em todo o mundo, devido ao seu cultivo intensivo, sua produção comercial é bastante afetada por questões fitossanitárias. Um dos fitoparasitas mais proeminentes é o nematoide de galha (*Meloidogyne javanica*; Mj) e o nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*; Hg), cuja cultura é altamente suscetível. A agricultura moderna busca alternativas mais sustentáveis para reduzir os danos na cultura, neste caso, o silício (Si) é um elemento benéfico às plantas, que pode reduzir a ocorrência de problemas fitossanitários e aumentar a produtividade. Portanto, o trabalho teve como objetivo avaliar o uso do silicato de cálcio no controle de *M. javanica* e *H. glycines*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, sendo composto em esquema fatorial 2 x 4, sendo 2 a presença e ausência de silicato de cálcio e 4, os níveis populacionais para cada espécie de nematoide, que consistiram em 0, 2.000, 4.000 e 8.000 ovos e juvenis de segundo estágio. Os experimentos foram conduzidos de forma equivalente para as duas espécies de nematoides *M. javanica* (Mj) e *H. glycines* (Hg). Os dados foram submetidos a análise de variância e, quando significativo, ao teste de comparação de médias por Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos nos níveis populacionais demonstram que a aplicação de silicato de cálcio, em soja, reduziu a reprodução de *M. javanica* (nematoide de galha) e não reduziu a população de *H. glycines* (nematoide de cisto da soja).

Palavras-chave: Soja. Nematoda. Silício.

**CALCIUM SILICATE REDUCE *Meloidogyne javanica*, BUT DOES NOT
CONTROL *Heterodera glycines* IN *Glycine max***

SUMMARY

Soybean cultivation is growing more and more worldwide, due to its intensive cultivation, its commercial production is greatly affected by phytosanitary issues. One of the most prominent phytoparasites is the gall nematode (*Meloidogyne javanica*; Mj) and the soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*; Hg), which the crop is highly susceptible to. Modern agriculture seeks more sustainable alternatives to reduce crop damage, in this case, silicon (Si) is a beneficial element to plants, which can reduce the occurrence of phytosanitary problems and increase productivity. Therefore, the objective of this work was to evaluate the use of calcium silicate in the control of *M. javanica* and *H. glycines*. The experiment was conducted in a greenhouse, in an entirely randomized design, with a 2 x 4 factorial scheme, where 2 were the presence and absence of calcium silicate and 4, the population levels for each nematode species, which consisted of 0, 2,000, 4,000 and 8,000 eggs and second-stage juveniles. The experiments were conducted in an equivalent manner for the two nematode species *M. javanica* (Mj) and *H. glycines* (Hg). The data were submitted to variance analysis and, when significant, to Tukey's mean comparison test at 5% probability. The results obtained in the population levels demonstrate that the application of calcium silicate, in soybeans, reduced the reproduction of *M. javanica* (gall nematode) and did not reduce the population of *H. glycines* (soybean cyst nematode).

Keywords: Soy. Nematode. Silicon.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da soja (*Glycine max*) cresceu 7,73 vezes em produção global (GAZZONI & DALL'AGNO, 2018), e o aumento significativo desse cultivo, resultou em problemas como doenças e pragas devido ao uso irregular da técnica de monocultivo (EMBRAPA, 2021). Ainda hoje, a soja é um produto que pontua as exportações brasileiras e o carro-chefe do aumento da colheita de grãos, principalmente em regiões do Mato Grosso (CUNHA & ESPÍNDOLA, 2015).

Com o aumento da cultura, problemas com fitoparasitas tornam-se cada vez mais frequentes, uma vez que os nematoides causam prejuízos de 35 bilhões para a agricultura brasileira, e 16,2 bilhões apenas na cultura da soja no país (MACHADO, 2015). Atualmente, o nematoide de galha (*Meloidogyne javanica*) e o nematoide de cisto da soja (*Heterodera glycines*), são um dos principais problemas para a cultura da soja em todo mundo, trazendo sérias ameaças a sua produtividade (FAVORETO, et al., 2019).

Deste modo, a adubação com o uso do elemento benéfico silício, torna-se uma forma de auxiliar no aumento de produtividade e em alguns casos diminuir o nível populacional de nematoides, segundo estudos (ALONSO, 2022).

2. REVISÃO DE LITERATURA:

2.1 Nematóide de galha (*Meloidogyne javanica*) e nematóide de cisto da soja (*Heterodera glycines*)

Um dos maiores agentes causais beneficiados, reflexo do cultivo intensivo, sem rotação de culturas, entre outras práticas, são os nematoides, em especial o nematóide de galha (*M. javanica*) e o nematóide de cisto da soja (*H. glycines*), principais espécies de grande importância econômica para a cultura de soja (DIAS et al., 2009; DIAS et al., 2010).

Dentre os métodos disponíveis para o controle de nematoides, a nutrição mineral tem se tornado cada vez mais relevante, pois além de aumentar a produtividade da cultura auxilia a planta na tolerância aos fitoparasitas (ZAMBOLIM, et al., 2016).

2.2 Elemento benéfico silício como forma de adubação

Em destaque o silício (Si) é um elemento em extrema abundância, na crosta terrestre, sendo mais ativo em solos jovens, podendo ser considerado um

elemento útil as plantas (MENEGALE, et al., 2015). Em alguns países desenvolvidos a adubação silicatada é usada de forma intensiva, com resultados expressivos em culturas que acumulam altas quantidades do nutriente Si em seus tecidos, como cana-de-açúcar (MOREIRA, et al., 2010). No Brasil, o elemento benéfico Si, foi considerado favorável para as plantas segundo a legislação para produção e comercialização de fertilizantes e corretivos segundo a Lei nº. 4.954, de 14 de janeiro de 2004 (Brasil, 2004) que permite sua comercialização em mistura ou isoladamente.

É importante ressaltar que o Si é presente em solos de regiões tropicais, de modo que se torna frequente no solo brasileiro, entretanto devido a altos níveis de intemperização o silício é encontrado em forma não-disponível as plantas (BARBOSA FILHO, et al., 2001) e transportado na planta pelo xilema como ($H_4O_4Si_1$) e é distribuído de formas diferentes, dependendo da espécie da planta. Em sua maioria as dicotiledôneas possuem baixos teores para o acúmulo de $Si\ O_2$, chegando a ser inferior a 0,5% (FAQUIN, 2005).

O Si na agricultura tem demonstrado ser salubre como forma de adubação de plantas, proporcionando aumento relativo na produtividade e em resistência de pragas e doenças, além de diminuir gradativamente efeitos maléficos devido ao alto nível de metais tóxicos, carência hídrica e até mesmo índice elevado salino (RODRIGUES et al., 2011). A adubação silicatada pode acarretar uma diminuição no uso de agroquímicos, proporcionando menores impactos ambientais na agricultura brasileira (MOREIRA, et al., 2010).

2.3 Aplicação de silicato de cálcio na cultura da soja

Em 2020, estudos realizados na cultura da soja com aplicação de silicato de cálcio e magnésio, trouxeram resultados prósperos em relação ao elemento benéfico Si, uma vez que o mesmo demonstrou aumentos significativos na produtividade e nos teores de fósforo no solo (DE AVILA, 2020).

Perante tais fatos, estudos vêm demonstrando que a técnica de aplicação de silício é favorável ao aumento da produtividade em culturas como arroz, alface, cana-de-açúcar, feijão, trigo e aveia branca (BARBOSA FILHO et al., 2001; KAUSHIK et al., 2019), entretanto é possível afirmar que o silício é um elemento nutriente ainda não totalmente estudado, pouco conhecido e utilizado na agricultura, no Brasil.

O Si é relatado como benéfico quando unido a ação química de ácido ascórbico e compostos fenólicos, o que acarretava melhorias aos aspectos físicos da planta, além disso, constatou-se que o Si conseguiu diminuir as quantidades do nematoide de galha na referida cultura, com isso, o Si vem sendo estudado para o uso em outras espécies de fitonematoides (ALONSO, 2022).

Considerando a importância da cultura de soja, e a possibilidade de uso de silicato de cálcio como uma opção e forma de nutrição mineral, tornando a planta mais equilibrada nutricionalmente e fisiologicamente, além de maior tolerância aos nematoides, poderá ser mais uma alternativa tecnológica para o desenvolvimento de uma agricultura rentável e sustentável. Diante de tais fatos, o fornecimento de silicato de cálcio pode reduzir a população de *Meloidogyne javanica* e *Heterodera glycines*, e trazer benefícios para o solo-planta.

3. OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso do silicato de cálcio no controle de *M. javanica* e *H. glycines* na cultura da soja (*Glycine max*).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de agosto de 2021 a julho de 2022, em casa de vegetação (21°14'27.8"S 48°17'20.1"W), do Laboratório de Nematologia (LabNema), no Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Fitossanidade), na Unesp/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Câmpus de Jaboticabal, São Paulo, Brasil. A temperatura no período foi: máxima de 35,5 °C, mínima de 17,7 °C e média, 26,6 °C.

4.1 Desenho experimental

O experimento foi realizado em esquema fatorial 2 x 4, sendo 2 a presença e ausência de silicato de cálcio e 4, os níveis populacionais para cada espécie de nematoide, deste modo os níveis populacionais consistiram em 0, 2.000, 4.000 e 8.000 ovos e juvenil de segundo estágio

Os experimentos foram conduzidos de forma equivalente para as duas espécies de nematoides *Meloidogyne javanica* (Mj) e *Heterodera glycines* (Hg).

Os experimentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) resultando num total de 8 tratamentos e 6 repetições, em cada avaliação, sendo 2 plantas de cada vaso extraídas antes do ciclo completo da planta, deste modo foram utilizados 96 vasos.

4.2 Preparo do substrato e semeadura

O substrato composto por uma mistura de areia, terra e esterco bovino curtido, na proporção de 4:1:1, foi misturado e autoclavado (120°C e 1 atm), para reduzir ao máximo a contaminação microbiana. Posteriormente, foi analisado quimicamente, corrigido e adubado, conforme a necessidade e a recomendação para a cultura de soja. No que se refere a adubação do silicato de cálcio, foi aplicado 500 kg/ha de $(Ca_2O_4Si_1)$, equivalente a 2,0 g de $(Ca_2O_4Si_1)$ por vaso de cerâmica com métodos padrão de inoculação do Hg de 8 L, e 2,5g de $(Ca_2O_4Si_1)$ para os vasos de polietileno de 10 L no caso do Mj, respectivamente, uma semana antes da semeadura. Para cada nível de inóculo, houve ainda o tratamento com e sem silicato de cálcio na dose mencionada. O substrato foi irrigado, e semeadas 6 sementes de soja “P 95R95”, em cada vaso. Uma semana após emergência, cada planta foi inoculada com 5 mL de suspensão contendo, 0 (zero = água), 2.000, 4.000 e 8.000 ovos e juvenis de segundo estágio. Cada planta, foi uma unidade experimental. No decorrer da condução do ensaio a irrigação dos vasos foi efetuada de modo a suprir-se a quantidade de água mínima para manutenção da turgescência celular.

4.3 Origem, preparo e inoculação de nematoides

A população foi então mantida em plantas de soja cultivadas em casa de vegetação do LabNema, até a véspera da instalação do experimento. A população de *H. glycines*, foi identificada com base em caracteres morfológicos de fêmeas adultas e comparadas com as descrições contidas em Burrows & Stone (1985). Recuperou-se de raízes de soja, da região de Primavera do Leste-MT. Foi multiplicada em plantas de soja 'P 95R95', por 60 dias. Os nematoides foram extraídos das raízes de acordo com o método de Coolen & D'Herde (1972) e os cistos conforme metodologia proposta por Shepherd (1970).

Para a inoculação de *M. javanica* foram cultivadas em raízes de tomateiro Santa Cruz Kada. A população foi identificada com base na morfologia do padrão perineal (Taylor & Netscher 1974) e da região labial em machos (Eisenback 1981), em um microscópio de luz, assim como também o fenótipo isoenzimático para esterase (Esbenshade & Triantaphyllou 1990), em um sistema tradicional de eletroforese vertical (BIO-RAD Mini Protean I).

Para ambas as espécies de nematoides, a concentração das suspensões foi estimada e ajustada para 400, 800 e 1.600 ovos e juvenis de segundo estágio por mL, com auxílio da câmara de contagem de Peters (SOUTHEY, 1970).

4.4 Avaliações

Diversas avaliações compuseram o trabalho afim de trazer melhores métodos avaliativos, em suma, as avaliações de 50 dias e 110 dias foram as que trouxeram análises de quantidade populacional nematológica de ambas as espécies de nematoides, o que é de suma importância, uma vez que a mesma

mede estatisticamente o nível nematológico de infestação na cultura. Considerando para *H. glycines* também foi realizado as avaliações para cistos viáveis e inviáveis.

Aos 30 dias, foram realizadas avaliação biométricas, em que foram medidas a altura das plantas, sendo do colo da planta até a última folha, na qual foram efetuadas com auxílio de uma fita métrica. Já o diâmetro, foi realizado com auxílio de um paquímetro no colo da planta.

Aos 50 e 80 DAE, foram avaliadas: índice de coloração verde (ICV) com auxílio do aparelho (clorofilômetro – FALKER CFL1030), altura, diâmetro de colo, massa fresca das partes aéreas, na qual compunha em pesar em gramas a planta sem sua parte radicular enquanto a massa fresca das raízes, apenas a parte radicular da planta. Os nematoides de cisto foram extraídos das raízes pelo método de Coolen & D'Herde (1972). A seguir, a população do nematoide nas amostras foi estimada ao microscópio fotônico, com auxílio da câmara de contagem de Peters (SOUTHEY, 1970). Também, foram avaliados nas amostras de solo, os cistos viáveis e inviáveis segundo a metodologia proposta por Shepherd (1970). Já os nematoides de galha foram extraídos das raízes conforme a metodologia proposta por Hussey e Baker (1973), modificada por Bonetti e Ferraz (1981). A população de *M. javanica* foi estimada com auxílio de câmara de Peters em microscópio óptico.

Para a análise de Si, foram coletadas 18 folhas e acondicionadas em sacos de papel. Três folhas foram coletadas em cada terço da planta, em duas plantas por vaso, nas avaliações de 80 DAE e 110 DAE de folhas, grãos e ramos.

Foram utilizadas para a análise de silício, segundo as metodologias de Kraska and Breitenbeck (2010) e Korndörfer et al. (2004).

Quando as plantas apresentaram maturidade fisiológica ideal para a colheita, cerca de 110 DAE, também, foi estimada a produtividade em kg e sacas/há, na qual consistiu em contar a quantidade de vagens por planta. Também, foi obtido o número de grãos por planta.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, ao teste de comparação de médias por Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas no software Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos (AgroEstat) (BARBOSA, et al.,2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Efeito da aplicação de Si em *Heterodera glycines*

De acordo com as análises vegetativas realizadas aos 30 DAE da soja, foi possível observar que a adubação silicatada não resultou no incremento da altura e do diâmetro do colo das plantas em nenhum dos níveis inoculados. Entretanto, observou-se diferença significativa entre os níveis inoculados de nematoides. As plantas apresentaram maior altura quando inoculadas com 2 mil nematoides, não diferindo-se da testemunha, independente da adição de Si. Com relação ao diâmetro do colo, todos os níveis inoculados apresentaram menor diâmetro do colo comparados a testemunha, quando não inoculados com Si.

TABELA 1. Avaliação de 30 DAE de altura e diâmetro das plantas de soja cv. 'P 95R95' em diferentes níveis de inoculação e nos tratamentos com e sem Si.

Nível de inóculo*	Altura		Diâmetro	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	19,46 Aa	18,96 Aa	4,21 Aa	3,91 Aab

4 mil	19,45 Aa	20,66 Aa	4,41 Aa	4,34 Aab
8 mil	20,08 Aa	19,54 Aa	3,98 Aa	3,88 Ab
Testemunha	18,33 Aa	19,04 Aa	4,41 Aa	4,40 Aa
CV%	6,54		6,98	
Valor P	0,1189	0,0786	0,0792	0,0072

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Heterodera glycines*.

Deste modo é possível verificar que os valores médios de altura e diâmetro nas plantas com e sem a presença do elemento silício não obtiveram diferença estatística devido a aplicação de Si, como demonstra na Tabela 1.

Segundo as análises realizadas nos 50 DAE, é possível observar que como nas análises dos 30 DAE, o fator adubação silicatada não apresentou diferenças estatísticas para a avaliação de altura e diâmetro. As plantas apresentaram maior altura em seu nível 2 mil nematoides de inoculação, independentemente da presença de Si. Consequentemente as plantas com maior diâmetro também são a de nível de inoculação menor. Todas as plantas com silício apresentaram valores maiores, quando comparadas aos valores da testemunha.

As análises de massa fresca da parte vegetativa apresentaram plantas com massa fresca das partes aéreas mais baixas no nível de inoculação 8 mil, com a presença de Si, com relação a testemunha, já os tratamentos inoculados com Si apresentaram valores menores. No que se refere a massa fresca das partes radiculares, pode-se verificar que os níveis de inóculo 4 mil e 8 mil com Si apresentaram maior peso em gramas comparando com os outros níveis de

inoculação sem Si, tal fato pode ser explicado, como as plantas são organismos vivos, alguns fatores externos como fontes de exposição solar, absorção de água, podem acarretar esse tipo de resultado, segundo a Tabela 2.

TABELA 2. Avaliação de altura e diâmetro em diferentes níveis de inoculação e testemunha da cv. 'P 95R95. Avaliação destrutiva de plantas de 50 DAE, gramas de massa fresca das partes vegetativas (MFPA) e a massa fresca das partes radiculares (MFPR)

Nível de inóculo*	Altura		Diâmetro		MFPA		MFPR	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	39,29	40,92			22,53	23,44		10,17
	Aa	Aab	6,09 Aa	5,58 Ba	Aa	Aa	9,81 Ab	Aa
4 mil	37,9				19,3	23,94	13,77	10,37
	Bab	42,75Aa	4,8 Ac	4,64 Ab	Aab	Aa	Aab	Aa
8 mil	36,37					23,76	15,59	15,14
	Ab	38 Ac	4,30 Ac	4,38 Ab	14,6 Bb	Aa	Aab	Aa
Testemunha	35,79	39,67			26,92	25,82		11,72
	Bb	Abc	5,49 Bb	6,04 Aa	Aa	Aa	19,3 Aa	Ba
CV%	4,8		6,1		12,44		16,14	
Valor P	0,0061	0,0002	<0,0001	<0,001	0,0003	0,906	0,0009	0,106

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Heterodera glycines*.

A quantidade populacional dos nematoides (juvenis + ovos + adultos), na qual demonstra que o nível de inoculação 4.000 nematoides com adubação silicatada, apresentou o menor nível de reprodução dos fitoparasitas, enquanto

o tratamento sem a adubação silicatada apresentou o maior índice quantitativo da presença do nematoide. O nível de inoculação 2 mil nematoides, não apresentou diferença estatística, entre os dois tratamentos. Já o tratamento com 8.000 nematoides inoculados com Si, também apresentou menores reproduções do nematoide, quando comparados ao mesmo tratamento sem adubação silicatada, como demonstra a Tabela 3.

TABELA 3. Avaliação destrutiva de 50 DAE, em plantas de soja cv. 'P 95R95' com diferentes níveis de inoculação e nos tratamentos com e sem a presença de Si.

Nível de inóculo*	Nematoide total		Nematoide g/raiz	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	3685 Aa	3165 Aa	390 Aa	358 Aab
4 mil	1770 Bb	4880 Aa	154,75 Bb	570,37 Aa
8 mil	2705 Aab	3540 Aa	174,37 Aab	260,62 Ab
CV%	21,75		30,44	
Valor P	0,0122	0,1184	0,0098	0,0403

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Heterodera glycines*.

Entretanto, os cistos viáveis sem Si possuem menor reprodução, comparativamente aos com Si, porém, esse cenário muda no nível 8 mil de inoculação na qual os cistos viáveis sem Si, apresentou maior índice de reprodução. Os cistos inviáveis no geral não obtiveram diferenças estatísticas, como sugere a Tabela 4.

A fluorescência inicial (Fo) não foi significativa para os diferentes níveis de inoculação e dos tratamentos com e sem silício, já os valores de fluorescência máxima (Fm) e rendimento quântico máximo do PSII (Fv/m) não apresentaram diferença estatística. Isso se repete nos valores apresentados nas análises de clorofilômetro, pois não apresentam dados estatísticos relevantes, como indica a Tabela 5.

TABELA 4. Número de cistos viáveis e inviáveis aos 50 DAE, sob diferentes níveis de inóculos de *Heterodera glycines* e uso de Si, em soja cv. 'P 95R95'.

Nível de inóculo*	Cisto Viável		Cisto Inviável	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	20,62 Ab	8,62 Bb	5,5 Aa	3,87 Ba
4 mil	36,37 Aa	5,12 Bb	2,5 Ac	2,12 Bc
8 mil	33,75 Aa	37,12 Aa	2,5 Ab	2,5 Bb
CV%	21,72		36,4	
Valor P	0,0099	< 0,0001	<0,0001	

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Heterodera glycines*.

TABELA 5. Avaliação de 50 DAE em plantas de soja cv. 'P 95R95' com o uso do aparelho de clorofilômetro e fluorômetro.

Clorofilômetro					Fluorômetro			
Nível de inóculo *	Folha		Fv/m		Fm		Fo	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	9,05 Aa	7,59 Aa	0,78 Aa	0,76 Aa	248,25 Aa	226 Aa	50,37 Aa	53,37 Aa

4 mil	9,28 Aa	7,15 Aa	0,75 Aa	0,80 Aa	194,12 Aa	190,87 Aa	79,25 Aa	76,25 Aa
8 mil	7,65 Aa	6,69 Aa	0,70 Aa	0,80 Aa	234,75 Aa	243,12 Aa	53,62 Aa	57,12 Aa
Testemunha	8,38 Aa	7,65 Aa	0,80 Aa	0,75 Aa	245,75 Aa	268,5 Aa	46 Aa	52,25 Aa
CV%	12,91		3,14		11,07		15,21	
Valor P	0,4782		0,0489		0,1688		0,3716	

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Heterodera glycines*.

Em razão da avaliação aos 110 dias da planta, momento em que apresenta máxima maturação fisiológica, vigor e germinação, que correspondente a soja R8, foram analisados a quantidade de silício em grãos e ramos por mg/Kg. As folhas de soja apresentaram maior quantidade de Si, nas plantas de nível de inoculação em 2 mil e 4 mil nematoides com silício por mg/Kg. Já as plantas de inoculação 8 mil nematoides, foram com o menor desempenho de silício, devido possivelmente a quantidade de infestação muito alta. As plantas com Si de nível de inoculação 2 e 4 mil nematoides, apresentaram valores maiores do que a testemunha, já todas as plantas sem Si, apresentaram valores menores que a testemunha, segundo a Tabela 6.

TABELA 6. Teor de silício em folhas, grãos e ramos de soja cv. 'P 95R95' por mg/Kg em seu estágio final de maturidade vegetativa.

Nível de inóculo*	Folha		Grão		Ramos	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	9,05Aa	7,59Aa	4,7Aa	3,86Aa	0,14 Aa	0,11 Aa

4 mil	9,28Aa	7,15Aa	4,38Aa	4,31Aa	0,18 Aa	0,08 Aa
8 mil	7,65Aa	6,69Aa	5,05Aa	3,86 Aa	0,12 Aa	0,12 Aa
Testemunha	8,38Aa	7,65Aa	4,14Aa	3,68Aa	0,14Aa	0,1Aa
CV%	12,91		8,19		2,74	
Valor P	0,4782		0,2892		0,9125	

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Heterodera glycines*.

Análise estatística da MFPR (Massa Fresca das Partes Radiculares) e do comprimento das raízes representadas a seguir, o que é de suma importância, uma vez vista que o vigor e o nível nutricional dependem da capacidade de absorção das raízes e na qualidade da interação solo-planta-atmosfera. É fato que as raízes com níveis de inoculação de nematoides nas doses de 2 a 4 mil apresentaram maior massa fresca nas plantas com presença de nutrição silicatada, comparativamente às médias sem presença de silício, diferentemente do que se vê no caso do nível de inoculação 8 mil, na qual o tratamento sem Si, apresenta maior massa fresca em gramas. A testemunha com Si tem menor peso em gramas, com os níveis 2 mil e 4 mil nematoides.

TABELA 7. Avaliação de massa fresca das partes aéreas e comprimento das raízes das plantas de soja cv. 'P 95R95' em diferentes níveis de inoculação e nos tratamentos com e sem a presença Si.

Nível de inóculo*	MFPR		Comprimento Raízes	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	4,47 Aa	3,0 Ab	12,37 Aa	10,53 Ab

4 mil	3,95 Aa	3,47 Ab	10,1 Ba	14,97 Aa
8 mil	2,75 Ba	5,9 Aa	9,92 Ba	16,10 Aa
Testemunha	2,84 Ba	4,55 Aab	12,78 Aa	14,37 Aa
CV%	24,77		58,04	
Valor P	0,1568	0,0074	0,0461	0,0007

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Heterodera glycines*.

O silício tem como poder, a nutrição benéfica das plantas, foi representado a avaliação da presença de Si nos grãos e nos ramos das plantas, entretanto não apresentou quantidade significativa estatisticamente em diferentes níveis de inoculação, tanto na produção de grãos ou em ramos, mesmo apresentando valores em mg/Kg maiores nos grãos, os valores de todos os níveis de inoculação foram superiores ou iguais à sua testemunha, como demonstrado na Tabela 7.

Nas avaliações nematológicas feitas aos 110 DAE, demonstram-se se houve uma maior resistência da planta ao ataque dos fitoparasitas. Estatisticamente as quantidades de nematoides foram semelhantes em ambos os tratamentos, com ou sem silício e em diferentes níveis de inoculação, tanto em nematoides totais quanto g/raiz. No que se refere aos cistos viáveis, o nível de inoculação 8 mil com Si, apresentou menor reprodução compara ao mesmo nível de inoculação sem Si, já os cistos inviáveis não apresentaram diferença estatística, seguindo a Tabela 8.

TABELA 8. Avaliação do nível populacional de *H. glycines*, e no nível de cistos viáveis e inviáveis em plantas de soja cv. 'P 95R95' em diferentes níveis de inoculação e nos tratamentos com e sem a presença de Si.

Nível de inóculo*	Nemat. total		Nemat. g/raiz		Cisto Viável		Cisto Inviável	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	1271,7 Aa	1248,75 Aa	404,0 Aa	416,0 Aa	322,06 Aa	328,62 Aa	20,94 Aa	17,81 Aa
4 mil	1239,25 Aa	2010,25 Aa	314,0 Aa	548,0 Aa	213,31 Ab	180,94 Ab	11,94 Ab	5,06 Ab
8 mil	1429,5A a	2650,25 Aa	572,0 Aa	429,0 Aa	278,81 Aab	296,12 Aa	8,62 Ab	10,5 Ab
CV%	50,16		45,04		15,44		27,68	
Valor P	0,9543	0,1141	0,5156		0,0008	< 0,001	0,0002	0,0002

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Heterodera glycines*.

Os dados obtidos com a produtividade, não apresentaram valores expressivos estatisticamente, entretanto todos os níveis de inoculação tanto com a presença de Si ou sem, obtiveram valores menores que as testemunhas, o que se pode observar na Tabela 9.

TABELA 9. Avaliação da produtividade em Kg e por saca de plantas de soja cv. 'P 95R95' em diferentes níveis de inoculação e nos tratamentos com e sem a presença de Si.

Nível de inóculo*	Produtividade/Kg		Produtividade/saca	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	1546,87 Aa	1670,62 Aa	26 Aa	28,12 Aa

4 mil	1573,12 Aa	1601,25 Aa	26,5 Aa	26,94 Aa
8 mil	1314,37 Aa	1201,87 Aa	22,12 Aa	20,31Aa
Testemunha	1743,75 Aa	1921,875 Aa	29,37 Aa	31,31 Aa
CV%	12,21		11,85	
Valor P	< 0,0001		< 0,0001	

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Heterodera glycines*.

5.2 Efeito da aplicação de Si em *Meloidogyne javanica*

Nas avaliações iniciais, em 30 DAE da planta, na qual as alturas sem Si apresentaram maior desenvolvimento, enquanto as com Si demonstraram estagnação em seus resultados. Já a testemunha com Si, teve maior valor médio obtido, ao comparar com os outros níveis de tratamento com Si, já a testemunha sem Si, o menor valor médio entre os outros níveis de tratamento, sem o elemento.

TABELA 10. Avaliação de 30 DAE de altura e diâmetro das plantas de soja cv. 'P 95R95' em diferentes níveis de inoculação e nos tratamentos com e sem a presença de Si.

Nível de inóculo*	Altura		Diâmetro	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	32,43 Cb	45,9 Ca	3,99 Ba	4,54 Aa
4 mil	35 Cb	49,07 Ba	4,2 Ba	4,24 Aa
8 mil	39,26 Bb	59,16 Aa	4,32 Bb	4,02 Ab
Testemunha	50 Ab	37,86 Da	3,87 Bb	4,13 Ab
CV%	6,43		6,43	

Valor P	< 0,0001	< 0,0001	0,33
----------------	----------	----------	------

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Meloidogyne javanica*.

Aos 50 DAE, as plantas sem Si continuaram apresentando maiores alturas que as plantas com Si. É possível observar que todos os níveis de inoculação apresentaram menores alturas, comparados a testemunhas. No que se refere ao diâmetro, não houve diferença estatística relevante entre as médias observadas, podendo ressaltar que os dados do clorofilômetro também não apresentaram estatisticamente fatores relevantes, segundo a Tabela 11.

TABELA 11. Avaliação de altura, diâmetro e clorofilômetro em diferentes níveis de inoculação e testemunha, para plantas de soja cv. 'P 95R95.

	Altura		Diâmetro		Clorofilômetro	
Nível de inóculo*	com silício	sem silício	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	47,93 Bb	53,42 Ab	4,4 Ba	4,41 Aa	43,3 Ba	43,0 Aa
4 mil	43,96 Bbc	50,67 Ab	3,75 Bc	4,19 Ac	39,0 Bb	41,6 Ab
8 mil	42,3 Ac	43,71 Ac	4,11 Bb	4,32 Ab	36,24 Bc	40,2 Ac
Testemunha	56,25 Ba	64,30 Aa	3,82 Bc	3,82 Ac	41,825 Ba	45,76 Aa
CV%	11,75		5,4		7,39	
Valor P	< 0,0001	< 0,0001	0,055		0,0892	

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Meloidogyne javanica*.

A massa fresca em (g) da parte aérea (MFPA) e a massa fresca em (g) das partes radiculares (MFPR) dos vasos em que foram feitas análises destrutivas, deste modo ao analisar a MFPA, pode-se constatar que não apresentou divergência estatística, já a MFPR, os tratamentos também não demonstraram diferença estatística, comparativamente aos tratamentos sem silício e a suas testemunhas.

A população de nematoides, apresentou valores maiores no tratamento com Si. Os dados do tratamento com nível de inoculação de 8 mil foram perdidos, tais dados são constatados na Tabela 12.

TABELA 12. Avaliação destrutiva de plantas de 50 DAE, gramas de massa fresca das partes vegetativas (MFPA) e a massa fresca das partes radiculares (MFPR) e a quantidade populacional, em plantas de soja cv. 'P 95R95' com diferentes níveis de inoculação e nos tratamentos com e sem a presença de Si.

Nível de inóculo*	MFPA		MFPR		Pop.Nematoides	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	20,23 Ba	29,7 Aa	15,61 Aab	14,02 Bab	2790 Ab	2580 Aa
4 mil	27,49 Ba	37 Aa	16,75 Aab	14,03 Bab	5954,625 Aa	3320 Ab
8 mil	20,23 Ba	37,43 Aa	18,15 Aa	17,58 Ba	não há	
Testemunha	23,4 Ba	30 Aa	14,63 Ab	14 Bb	76,25 Ac	228,625 Ba
CV%	13,23		15,24		<0,0001	0,0014
Valor P	0,0631		0,8771		66,038	

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Meloidogyne javanica*.

O comprimento da raiz e o MFPR, em todos as plantas, não apresentam diferenças estatísticas. A testemunha com Si, no comprimento de raiz, apresentou valor maior em seu comprimento, tal fato também se repete na MFPR, já quando posta em prova com os outros níveis de inoculação, tal situação, não se repete ao tratamento sem Si em nenhuma das avaliações como demonstra a tabela 13.

Por fim, no efeito de Si na população de *Meloidogyne javanica* observou-se que o tratamento 8 mil com Si obteve o menor resultado em sua população, comparando com as quantidades do nível populacional 8 mil sem Si, deste modo, apresentou diferença estatística também no nível de inoculação 2 mil nematoides no tratamento com Si comparativamente ao nível de inoculação 2 mil sem Si. Entretanto, no nível 4 mil nematoides, o tratamento com Si, apresentou a maior média em todos os níveis de inoculação, com ou sem Si. Por fim, sua produtividade por Kg e por saca não apresentou diferença estatística em nenhum nível de inoculação demonstrado na tabela 14.

TABELA 13. Avaliação de 110 DAE, de comprimento de raízes e massa fresca das partes radiculares (g) da planta de soja cv. 'P 95R95' com diferentes níveis de inoculação e nos tratamentos com presença de silício e sem a presença do elemento.

Nível de inóculo*	COMPR. DE RAÍZ		MFPR	
	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	7,53 Ab	20,22 Ab	2,72 Ab	18,15 Ab
4 mil	8,72 Ab	27,48 Ab	2,97 Ab	16,75 Ab
8 mil	7,53 Ab	27,13 Ab	2,72 Aab	15,6 Ab

Testemunha	14,53 Aa	23,4 Aa	3,7 Aa	14,625 Ab
CV%	17,48		25,19	
Valor P	0,1588		0,2815	

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Meloidogyne javanica*.

TABELA 14. Níveis populacionais de *Meloidogyne javanica*, produtividade em Kg e por saca de plantas de soja cv. 'P 95R95' em diferentes níveis de inoculação e nos tratamentos com e sem a presença de Si.

	Pop. Nematoides		Produtiv. Kg		Produtiv. Saca	
Nível de inóculo*	com silício	sem silício	com silício	sem silício	com silício	sem silício
2 mil	2235,32 Aa	7890 Ab	1211,44 Ba	1437 Aa	20,2 Ba	23,95 Aa
4 mil	14838,8 Aa	3237 Ab	1090,37 Ba	1458 Aa	18,17 Ba	24,3 Aa
8 mil	6985,74 Ba	50931 Aa	1235,77 Ba	1290,37 Aa	20,6 Ba	21,51 Aa
CV%	0,62	< 0,0001	0,32		0,32	
Valor P	356,12125		32,05		32,0566	

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos com e sem silício. Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre os níveis de inóculo. CV%, coeficiente de variação. *níveis inoculados de ovos e juvenis de diferentes estádios de *Meloidogyne javanica*.

Heterodera glycines e *Meloidogyne javanica* são os fitoparasitas mais importantes da cultura da soja no mundo, desencadeando uma série de problemas ao cultivo. O silício é uma fonte de nutrição muito benéfica às plantas, sendo o xilema principal responsável pelo movimento do elemento benéfico na planta, sugere-se que o silício acarreta uma maior espessura nas folhas, uma vez que o micronutriente se mantém acumulado nas epidermes (MOREIRA, et

al., 2010), o que por fim, influencia no aumento da produtividade das culturas, afetando diretamente a quantidade produzida.

Vale ressaltar, que o Si é um elemento benéfico totalmente imóvel na planta, e que requer tempo para ser absorvido e acumulado na epiderme, deste modo, é possível afirmar que o elemento Si, não demonstrou divergências estatísticas, devido a possivelmente a sua absorção lenta pelas plantas, o que pode-se demonstrar com a tabela 6. Os resultados obtidos demonstram que a adição de silicato de cálcio em *Meloidogyne javanica* foi absorvida pelas plantas e que conseguiu diminuir relativamente a infestação, o que acarretou uma queda na reprodução dos fitoparasitas. Entretanto tais afirmações não são válidas também para o fitoparasita *Heterodera glycines* (NCS), uma vez que, não apresentou diferenças estatísticas relevantes.

Ambas as produtividades não apresentaram diferenças significativas, entretanto, pode-se afirmar que a presença de silício pode ter influenciado no controle da reprodução de nematoides, uma vez que a mesma, auxilia na nutrição da planta, uma vez que, auxilia na em alterações nas células da planta (MENEGALE&CASTRO,2015).

6. CONCLUSÃO

Pode concluir que o silicato de cálcio auxiliou na redução da população de *M. javanica*, entretanto, não reduziu a reprodução de *H. glycines*, possivelmente pelo fitoparasita possuir uma estrutura de resistência leve, e com facilidade em dispersão.

7. LITERATURA CITADA

ARGENTA, G.; SILVA, F. R. P. BORTOLINI, CLAYTON, G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural** [online]. v. 31, n. 4, p. 715-722, 2001. Supl. 1. DOI 10.1590/S0103-84782001000400027. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000400027>. Acesso em: 12 de jan de 2022.

BARBOSA FILHO, M.P.; SNYDER, G.H.; FAGERIA, N.K.; DATNOFF, L.E.; SILVA, D.E., 2001. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do solo**. v. 25, n. 2, 325-330. Supl.1. DOI 10.1590/S0100-06832001000200009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000200009> . Acesso em: 12 de jan de 2022.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W., 2015. AgroEstat: Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. **Jaboticabal, FCAV/UNESP**, 396p.

BONETTI JIS & FERRAZ S (1981) Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, 06:553.

BRASIL. Instrução Normativa nº 39, de 14 de janeiro de 2004. 154. ed. Brasília: **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Gabinete do Ministro**, 10 ago. Diário Oficial Da União. Seção 3, p. 19-185. 2018.

BURROWS, P.R.; STONE, A.R., 1985. *Heterodera glycines*. CIH Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes No. 118. CAB **International Wallingford**, UK.

COOLEN, W.A.; D'HERDE, C.J. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. **Agricultural Research Administration**, pp.77, 1978. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19722001202>. Acesso em: 10 de jan de 2022.

CUNHA, R.C; ESPÍNDOLA, C.J. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva da soja no Brasil e no mundo. **GeoTextos**, v.11, n.1, pp. 218 – 229, 2015. Supl.1.DOI: [10.9771/1984-5537geo.v11i1.12692](https://doi.org/10.9771/1984-5537geo.v11i1.12692). Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/issue/view/1075>. Acesso em: 12 de jan de 2022

DE AVILA, Felipe Meotti et al. EFEITO DE SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SOJA. **Repositório digital UNIVAG**, 2020. Disponível em: <https://www.repositoriodigital.univag.com.br/index.php/agro/article/viewFile/611/608>. Acesso em: 10 de jan 2022

DE SOUZA ALONSO, T. A.; DA SILVA, D. L.; PRADO, R. M.; SOARES, P. L. M.; TENASACA, L. P. L.; TENASACA, L. P. L. Silicon promotes the control of *Meloidogyne incognita* in lettuce by increasing ascorbic acid and phenolic compounds. **Journal of Pest Science**, v. 95, n. 3, p. 1453-1466, 2022. Supl.1. DOI:[10.1007/s10340-021-01470-4](https://doi.org/10.1007/s10340-021-01470-4). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357681232_Silicon_promotes_the_control_of_Meloidogyne_incognita_in_lettuce_by_increasing_ascorbic_acid_and_phenolic_compounds. Acesso em: 11 de jan de 2022

DIAS, W. P.; GARCIA, A.; SILVA, J. F. V.; CARNEIRO, G. E. de S. Nematoides em Soja: Identificação e Controle. **Embrapa Soja**. Circular Técnica, 76. pp 7, 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/854178/1/CT76eletronica.pdf>. Acesso em: 12 de jan de 2022

DIAS, W. P.; SILVA, J. F.V.; CARNEIRO, G. E.S.; GARCIA, A.; ARIAS, C. A. A. Nematóide de cisto da soja biologia e manejo pelo uso de resistência genética, Biologia e Manejo Pelo Uso da Resistência Genética. **Nematologia Brasileira**. v. 33, n.1., 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242669070_Nematóide_de_Cisto_da_Soja_Biologia_e_Manejo_Pelo_Uso_da_Resistencia_Genetica. Acesso em: 12 de jan de 2022

DOS REIS MOREIRA, A.; FAGAN, B.E.; MARTINS, V. M.; SOUZA E.H.C. Resposta da cultura de soja a aplicação de silício foliar. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3. pp. 413–423, 2009. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7122>. Acesso em: 10 de jan de 2022

EISENBACK, J.D. and HIRSCHMANN, H. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of head shape and, stylet morphology of the male. **Journal of nematology**, v.13, pp.513–521, 1981. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2618131/>. Acesso em: 12 de jan de 2022.

EMBRAPA. Soja. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ESBENSHADE, P. R. and TRIANTAPHYLLOU, A. C. Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. *Journal of nematology*, v. 17, n. 1, pp. 6, 1985. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2618420/>. Acesso em: jan de 2022.

FAQUIN, V. Nutrição Mineral de Plantas/Valdemar Faquin. Lavras: UFLA / FAEPE. *Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente*, 2005. Disponível em: https://dcs.ufla.br/images/imagens_dcs/pdf/Prof_Faquin/Nutricao%20mineral%20de%20plantas.pdf. Acesso em: 10 de jan de 2022.

FAVORETO, Luciany et al. Diagnose e manejo de fitonematoides na cultura da soja. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 306, p. 18-29, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mauricio-Meyer/publication/344755488_Diagnose_e_manejo_de_fitonematoides_na_cultura_da_soja/links/5f8e38c7a6fdccfd7b6e844e/Diagnose-e-manejo-de-fitonematoides-na-cultura-da-soja.pdf. Acesso em: 17 de fev 2023

GARCIA, A. and SILVA, J.F.V. Interação entre a população de *Heterodera Glycines* e o pH do solo. In: **Congresso Brasileiro de Nematologia XX, Gramado (RS) - Brasil**. Resumos, pp. 60, 1997. Disponível em: https://nematologia.com.br/files/revnb/21_1.pdf. Acesso em: 12 de jan de 2022.

GAZZONI, D. L. DALL'AGNOL, A. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 3, pp. 16-18, 2018. DOI 10.21800/2317-66602018000300005. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000300005. Acesso em: 12 de jan de 2022.

HUSSEY RS & BARKER KR. A comparison of methods collecting inocula of

Meloidogyne spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, 57:1025-1028, 1973. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=dc8cfbea-a13a-4f79-a0be-27cc786d3f55>. Acesso em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=dc8cfbea-a13a-4f79-a0be-27cc786d3f55>.

KAUSHIK, P and SAINI, D.K. Silicon as a vegetable crops modulator - A review. **Plants**, v. 8, n. 6, p. 148, 2019. DOI 10.3390/plants8060148. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/8/6/148#:~:text=Vegetables%20require%20an%20optimum%20supply,an d%20quality%20traits%20of%20vegetables>. Acesso em: 12 de jan de 2022.

KRASKA J. E. and BREITENBECK, G. A. Simple, robust method for quantifying silicon in plant tissue. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.41, p. 2075– 2085, 2010. DOI:10.1080/00103624.2010.498537. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233472156_Simple_Robust_Method_f or_Quantifying_Silicon_in_Plant_Tissue. Acesso em: 11 de fev de 2022.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLA, A.. Análise de silício: Solo, planta e fertilizante [Silicon analysis: Soil, plant and fertilizer. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, **Boletim técnico**, pp-34. v.02, 2004.

MACHADO, A. Nematóide: a praga que custa R\$ 35 bilhões ao agronegócio brasileiro. Piracicaba: **ADEALQ – USP-ESALQ**, 2015. Disponível em: [http://www.adealq.org.br/acontece/Nematóide-a-praga-que-custa-R\\$-35-bilh%C3%B5es-ao-agroneg%C3%B3cio-brasileiro-1410](http://www.adealq.org.br/acontece/Nematóide-a-praga-que-custa-R$-35-bilh%C3%B5es-ao-agroneg%C3%B3cio-brasileiro-1410). Acesso em: 5 jan. 2022.

MENEGALE, M. L.C.; CASTRO, G. S. A.; MANCUSO, M. A. C. Silício: interação com o sistema solo-planta. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 4, n. especial, pp. 435-454, EMBRAPA, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130412/1/CPAF-AP-2015-Silicio-interacao-com-o-sistema-solo-planta.pdf>. Acesso em: 17 fev de 2022.

MOREIRA, R.A.; FAGAN, E. B.; MARTINS, K. V.; DE SOUZA, C. H. E. Resposta da cultura de soja a aplicação de silício foliar. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 3, 2010. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7122>. Acesso em: 10 de fev de 2022.

NETSCHER, C.& TAYLOR, D.P. An improved technique for preparing perineal patterns of *Meloidogyne* spp. **Nematologica**, v.20, p.268–269, 1973. Disponível em: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_06-07/08288.pdf. Acesso em: 13 de jan

de 2022.

RODRIGUES, A. F.; OLIVEIRA, A. L.; KORNDORFER, P.A. KORNDORFER, H. G. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **International Plant Nutrition Institute**, n.134, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130412/1/CPAF-AP-2015-Silicio-interacao-com-o-sistema-solo-planta.pdf>. Acesso em: 09 de jan de 2022

SILVA, J. F. V., GARCIA, A., DIAS, W. P., & da SILVA, E. A. Nematóide de cisto da soja. Londrina. Folder, **Embrapa**, pp 2-7, 1997. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105133/1/Nematóide-de-cisto-da-soja.pdf>. Acesso em: 09 de jan de 2022.

SILVA, J. F. V. O nematóide de cisto da soja: a experiência brasileira. **Embrapa Soja-Livro científico** (ALICE), pp.34-39, 1999. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199916/1/ID-17497-nematóide.pdf>. Acesso em: 12 de fev de 2022.

SIQUEIRA, L. N.; GUIMARÃES, C.J.; RABELLO, W.S.; GOMES, P.A.; PAUCAR, L.C.; CAMPOS, W.; JUNIOR, L.S.; CAMPOSTRINI, E., Fluorescência da clorofila a em plantas de capim elefante anão cv. roxo submetidas ao sombreamento. In: **XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação** – Universidade do Vale do Paraíba, [s. l.], 2000, pp. 1-8.

SHEPHERD, A. M. Extraction and estimation of cyst nematodes. In: **Laboratory methods for work with Plant and soil nematodes**. Ed J F Southey. London: Her Majesty's Stationary Office. p. 31-49, 1986.

SOUTHEY, J. F. **Laboratory for work with plant and soil nematodes**. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (Bulletin, 2), p. 148, 1970 . Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19640803214>. Acesso em: 12 de fev de 2022.

ZAMBOLIM, L. and VENTURA, J.A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. In: **Resistência induzida pela nutrição de plantas**, v.1 pp. 275-303, 1993. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2360/1/BRT-resistenciaadoencasinduzidapelanutricao mineral das plantas-Emcapa.pdf>. Acesso em: 12 de fev de 2022.