



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NO
CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* E NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE
BANANEIRA PRATA-ANÃ.**

RODRIGO MENDES OLIVEIRA

2009

RODRIGO MENDES OLIVEIRA

**SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NO
CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* E NO
DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE
BANANEIRA PRATA-ANÃ.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

Orientador (a)

Profa. D.Sc. Regina Cássia Ferreira Ribeiro

JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

O48s Oliveira, Rodrigo Mendes
Silicato de cálcio e magnésio no controle de *Meloidogyne javanica* e no desenvolvimento de mudas de bananeira prata-anã [manuscrito] / Rodrigo Mendes Oliveira. – 2009.

47 f. : il.

Bibliografia: f. 41-47.

Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

no Semi-árido, Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes, 2009

Orientadora: Prof.^a Regina Cássia Ferreira Ribeiro.

1. Mudas de bananeira. 2. Silicato de cálcio e magnésio. I. Ribeiro, Regina Cássia Ferreira. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD 634.772

RODRIGO MENDES OLIVEIRA

SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NO CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* E NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE BANANEIRA PRATA-ANÃ.

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA em 08 de julho de 2009.

D.Sc. Regina C. Ferreira Ribeiro
UNIMONTES (Orientadora)

D.Sc. Adélica A. Xavier
UNIMONTES (Co-Orientadora)

D.Sc. Wânia Santos Neves
EPAMIG – URENM

D.Sc. Rodinei F. Pegoraro
UNIMONTES

Prof. D.Sc. Edson Hyidu Mizobutsi
UNIMONTES

**JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL**

A Deus, pelo o que eu sou.

Ao meu grande e batalhador pai, Manoel Oliveira.

A minha eterna paixão e maravilhosa mãe, Sônia Mendes.

A Hellen, pelo amor e paciência.

Dedico

AGRADECIMENTOS

- A Universidade Estadual de Montes Claros, pela oportunidade de realizar o mestrado.
- A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pela ajuda financeira para execução deste projeto.
- À Profa. Regina Cássia Ferreira Ribeiro, pela orientação, amizade, incentivo, generosidade, e não tenho palavras para agradecer o tanto que me ajudou em toda minha vida acadêmica.
- À Profa. Adelica Aparecida Xavier, pelas valiosas sugestões e apoio em todos os momentos que precisei da graduação ao mestrado.
- Ao Prof. Rodnei Pegoraro, pela amizade, e sincera prestatividade em todos os momentos na execução deste trabalho.
- Ao Prof. Edson Hiydu Mizobutsi por participar da banca e pelas ponderações para melhoria do trabalho.
- Ao Prof. Gaspar Henrique Korndörfer, da Universidade Federal de Uberlândia, por ceder o Laboratório de Solos e reagentes para confecção das análises de Si das plantas.
- À Profa. Sílvia Nietzsche, por ceder às mudas de bananeiras usadas no trabalho.
- À pesquisadora Wânia Santos Neves por participar da banca de dissertação e pelas sugestões para enriquecimento da dissertação.
- Especialmente aos colegas do Laboratório de Fitopatologia, Leandro Rocha, Lívia Pimenta, Renato Mendes, Polyanna, Lucivânia, Magno e Frederick que não mediram esforços para realização deste trabalho.
- À Lidiane Reis, pela gentileza de doação do solo utilizado no experimento.
- Aos amigos de curso e da vida: Alex, Carline e Verbenes (todos de Guanambi), Hugão, Francisco Rodrigues, Thalís, Farley, Edson Marcos, Virgínia, Alda, Hélio, Carlos Alberto “Play”, Klebão, Virgílio Junior, Geovane, Dr. Carlos Vitor, Jivago, Marcelo Alves, Rafael “Bomba” que com amizade, conselhos e companheirismo, muito ajudaram nesse período da minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1- Obtenção dos materiais para a realização dos experimentos.....	12
3.2- Avaliação do efeito do silicato de cálcio e magnésio sobre <i>Meloidogyne javanica</i> e <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> e desenvolvimento de mudas de bananeira Prata-Anã.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1- Silício no controle de <i>Meloidogyne javanica</i> em mudas de bananeira Prata-Anã.....	17
4.2- Efeito da presença ou ausência de nematóide no desenvolvimento vegetativo de mudas de bananeira Prata-Anã.....	20
4.3- Silício no desenvolvimento vegetativo de mudas de bananeira Prata- Anã.....	24
4.3.1- Peso da matéria seca do pseudocaule.....	24
4.3.2- Altura de plantas, diâmetro do pseudocaule, número de folhas, peso da matéria seca das folhas e da raiz.....	26
4.4- Teor de silício em mudas de bananeiras Prata-Anã.....	33
5 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

RESUMO

OLIVEIRA, Rodrigo Mendes. **Silicato de cálcio e magnésio no controle de *Meloidogyne javanica* e no desenvolvimento de mudas de bananeira Prata-Anã.** 2009. 48 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG. ¹

O trabalho teve como objetivos verificar o efeito do silicato sobre o desenvolvimento de mudas de bananeira, mensurar a influência do silicato sobre a população de *Meloidogyne javanica*, e avaliar o acúmulo de silício em diferentes partes da planta. Em casa de vegetação do laboratório de fitopatologia da UNIMONTES o ensaio foi conduzido em blocos ao acaso em esquema fatorial 5x2+1 correspondendo a cinco doses de silicato de cálcio e magnésio (0; 0,64; 1,28; 1,92; 2,56, g/dm³ de solo) e duas fontes de variação: presença e ausência de *M. javanica*. Para comparação do real efeito do silício foi realizado um tratamento adicional com calcário dolomítico na dose de 1,04 g/dm³. O solo foi incorporado com as doses de silicato, e incubado por 30 dias. Após esse período as mudas de bananeira Prata-Anã foram transplantadas e o solo foi infestado com ovos de *M. javanica*. As doses de 1,28 e 2,56 g/dm³ de solo reduziram significativamente o número de ovos de *M. javanica* em relação à testemunha. O número de galhas, massa de ovos por sistema radicular e número de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* por 100 cm³ de solo não foram influenciados pelas doses do silicato de cálcio. Não foi observada diferença significativa para as mesmas variáveis de nematóides na comparação das doses de Si com calcário dolomítico. Na ausência de *M. javanica*, a dose de 1,61 g/dm³ proporcionou maior peso de matéria seca do pseudocaule. A altura de planta, o diâmetro do pseudocaule, o número de folhas, peso da matéria seca das folhas e da raiz, não foram influenciados pelas doses de silicato de cálcio e magnésio. A altura de planta, número de folhas, peso da matéria seca das folhas e do sistema radicular obtiveram um maior desenvolvimento nas plantas não inoculadas com *M. javanica*. Em comparação as doses de calcário não houve diferenças significativas para altura de planta, diâmetro do pseudocaule, número de folhas, MSF, MSP e MSR. O teor de silício acumulado no pseudocaule foi aumentado significativamente pelas doses de Si ao solo. Os teores acumulados de silício nas folhas e na raiz não foram influenciados pelas doses de Si aplicadas ao solo. Houve aumento significativo no teor de silício nas folhas e no pseudocaule com as doses de Si em comparação a dose de calcário.

¹ Comitê Orientador: D.Sc. Regina Cássia Ferreira Ribeiro (Orientadora), D.Sc. Adélica Aparecida Xavier - UNIMONTES

ABSTRACT

OLIVEIRA, Rodrigo Mendes. **Calcium and silicate magnesium in the control of *Meloidogyne javanica* and on the development of Prata-Anã plants.** 2009. 48 p. Dissertation (Master's degree in Plant Production) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.

The present work aimed to verify the effect of silicate on the development of banana Prata-Anã plants, to measure its influence on *M. javanica* population, and to assess silicon accumulation in different parts of the plant. The assay was carried out in a greenhouse in a randomized block design in factorial scheme 5x2+1 corresponding to five doses of calcium and magnesium silicate (0; 0,64; 1,28; 1,92; 2,56, g/dm³ of soil) and two sources of variation: presence and absence of *M. javanica*. For comparison of the real silicon effect, an additional treatment was accomplished with dolomitic lime at dose of 1,04 g / dm³. The soil was incorporated with the silicate doses, and incubated for 30 days. After that period the banana Prata-Anã plants were transplanted and the soil was infested with *M. javanica* eggs. The doses of 1,28 and 2,56 g/dm³ of soil significantly reduced the number of *M. javanica* eggs in relation to the control. The number of galls, egg mass per root system and number of second-stage juveniles (J2) of *M. javanica* per 100 cm³ of soil were not affected by doses of calcium silicate. Significant difference was not observed for the same nematode variables in comparison to doses of Si with dolomitic lime. In the absence of *M. javanica*, the dose of 1,61 g/dm³ provided higher dry matter of the pseudostem. The plant height, the pseudostem diameter, leaves number, weight of leaves and root dry matter were not affected by doses of calcium and magnesium silicate. The plant height, leaf number, weight of leaves and root dry matter obtained greater development in the plants no inoculated with *M. javanica*. Concerning to lime doses, there was no significant differences for plant height, pseudostem diameter, leaf number, LDM, PDM and RDM. The accumulated silicon content in the pseudostem was increased significantly by the Si doses on the soil. The accumulated silicon content in the leaves and root was not influenced by the Si doses applied on the soil. There was significant increase in the silicon content in the leaves and pseudostem with the doses of Si in comparison to lime dose.

¹ Comitê Orientador: D.sc. Regina Cássia Ferreira Ribeiro (Orientadora), D.Sc. Adélica Aparecida Xavier - UNIMONTES

1. INTRODUÇÃO

A bananeira é uma das principais frutíferas em exploração no Brasil, superada apenas pela cultura da laranja. O país se destaca como segundo produtor mundial, sendo responsável por 9,34% da produção mundial, perdendo apenas para a Índia, com 16 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2008).

Minas Gerais é o quinto maior Estado produtor do país, com 536.576 mil toneladas por hectare, em uma área cultivada de 36.745 mil hectares (IBGE, 2008). O Norte de Minas é o maior produtor de banana do Estado. Os municípios de Jaíba, Porteirinha, Janaúba, Matias Cardoso e Verdelândia são responsáveis por cerca de 140,5 mil toneladas por ano, ou 26% da produção estadual de banana (SEAPA, 2008).

Ao longo de suas fases de crescimento e produção, a bananeira e seus frutos são afetados com grande intensidade por problemas fitossanitários. Destes destacam-se o fitonematóide do gênero *Meloidogyne* Goeldi, que contribui para o decréscimo na produtividade e na qualidade dos frutos, tornando assim a produção não viável economicamente.

As estimativas de perdas causadas por *Meloidogyne* spp., em diferentes culturas no Brasil, são em média de 12,69 %, sendo de 8% em *Musa* spp. (COSTA, 2000). Em levantamento realizado por Dias *et al.* (2001), no Norte de Minas foram detectados em solo e raízes de bananeira diversos gêneros de nematóides, sendo o mais freqüente *Meloidogyne*. Segundo Almeida (1992) e Cofcewicz *et al.* (2001), *Meloidogyne javanica* é uma das espécies mais freqüentes em regiões produtoras de banana do Brasil e do mundo.

Dentre os métodos de controle utilizados para nematóides em bananais no Norte de Minas, o controle químico é o que mais tem sido empregado. No

entanto, esta estratégia oferece desvantagens como possibilidade de resíduos nos alimentos e contaminação do meio ambiente.

A nutrição mineral é um fator ambiental passível de ser manipulado pelo homem com relativa facilidade e utilizado como complemento ou método alternativo no manejo integrado de doenças.

Entre os elementos minerais, o silício tem proporcionado resultados promissores no estímulo ao crescimento e produção vegetal (EPSTEIN, 1994, ADATIA & BESFORD, 1986; FAWE, *et al.* 2001). Seu efeito também tem sido demonstrado no controle de doenças causadas por patógenos de solo e de parte aérea em diversas espécies de plantas (CHÉRIF *et al.* 1992, JULIATTI & KORNDÖRFER, 2002, POZZA *et al.* 2004, KORNDÖRFER & RODRIGUES, 2004). Resultados promissores também têm sido verificados no controle de diferentes espécies de *Meloidogyne* em várias espécies de plantas (DUTRA *et al.* 2004).

O uso do silício (silicato de cálcio e magnésio) no manejo de nematóides na cultura da banana pode se tornar uma alternativa interessante aos nematicidas e à falta de medidas eficientes para os produtores do Norte de Minas Gerais, sendo mais econômico e menos tóxico para homens, animais e meio ambiente. Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram mensurar a influência do silicato de cálcio e magnésio sobre a população de *M. javanica*, verificar o efeito do silicato de cálcio e magnésio sobre as variáveis agronômicas das mudas de bananeira Prata-Anã, e avaliar o teor de silício em diferentes partes da planta.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A banana (*Musa* sp.) é considerada a fruta símbolo dos países tropicais e de maior cultivo e consumo no mundo, presente na mesa de todas as camadas sociais da população. Além do grande volume produzido e da expressiva área ocupada, a banana também é de suma importância no cenário nacional por ser o Brasil o maior consumidor mundial dessa fruta. O seu consumo per capita aumenta a cada ano. Segundo a FAO, em 2007, o consumo nacional de banana alcançou 29,2 kg/habitante/ano, superando todas as outras frutas, exceto a laranja, com 39,2 kg/habitante/ano.

No cenário nacional, a Bahia se destaca como o maior produtor, responsável por 19,6% do total. A seguir, vêm São Paulo, com 15,4%, Santa Catarina, com 9,3%, Pará, com 8,1% e Minas Gerais, com 7,6%. (IBGE, 2008).

O Norte de Minas Gerais destaca-se como uma das principais regiões produtoras de banana no Brasil, adotando alta tecnologia de produção e obtendo altas produtividades em função, principalmente, das excelentes condições edafoclimáticas, com alta temperatura e baixa umidade relativa, associada à prática da irrigação (CASASSANTA, 2001). Na safra 2006/2007 foi o maior produtor de banana do Estado e o município de Jaíba está na liderança, pois responde por 34,7 mil toneladas anuais. O rendimento médio da cultura é da ordem de 29,1 toneladas por hectare, bem superior à média estadual que é 14,6 toneladas por hectare (SEAPA, 2008).

A bananicultura brasileira tem avançado muito nos últimos anos, porém muitos aspectos produtivos ainda devem ser melhorados para se obter um sistema de produção economicamente viável, ambientalmente correto e socialmente justo (STOLF, 2006).

Ao longo de suas fases de crescimento e produção, a bananeira e seus frutos são afetados com grande intensidade por problemas fitossanitários que incluem os fitonematóides e diversos fungos como *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, que contribuem para o decréscimo na produtividade e na qualidade dos frutos (VILAS BOAS, 2002).

Os fitonematóides estão entre os principais problemas fitossanitários da bananicultura brasileira, sendo que perdas causadas por tais parasitas podem chegar a 100%, quando o seu controle não é efetuado corretamente (GOWEN & QUÉNÉHERVÉ, 1990). De acordo com Sasser & Freckman (1987), redução na produção dos bananais do Brasil e do mundo causada por fitonematóides é de 19,7%. Os nematóides parasitas comprometem a absorção e transporte de água e nutrientes pelo sistema radicular, provocam o tombamento de plantas e as predispõem ao ataque de outros microrganismos (DIAS & RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

Na cultura da banana são relatadas 146 espécies, em 43 gêneros de nematóides parasitas de plantas ou associados a esse cultivo (GOWEN & QUÉNÉHERVÉ, 1990). Entretanto, apenas *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, *Helicotylenchus multicinctus* (Cobb) Golden, *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann) Filipjev & Stekhoven e *Meloidogyne* spp. (Goeldi) (principalmente *M. incognita* e *M. javanica*) são espécies tidas como de maior importância (COSTA *et al.* 1998).

Entre as espécies de *Meloidogyne*, *M. incognita* e *M. javanica* são as que ocorrem com frequência em todos os Estados brasileiros onde se cultivam bananeiras (COFCEWICZ *et al.* 2001). Infestações mais expressivas ocorrem na Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Rio de Janeiro e São Paulo, devendo-se tal dispersão à comercialização indiscriminada de mudas infestadas entre os bananicultores ou pela introdução do parasita nas áreas, através de outras plantas hospedeiras (ZEM, 1982). Em amostras

coletadas de bananais nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Ceará e Pernambuco por Souza *et al.* (1999), foram identificadas 90,7% das amostras infestadas por *Helicotylenchus* spp; 75,9% infestadas por *Meloidogyne* spp e 11,2% infestadas por *R. similis*.

Em levantamento realizado por Dias *et al.* (2001), em 18 municípios do Norte de Minas de 1999 a 2000, foram detectados em solo e raízes de bananeira os nematóides *R. similis*, *H. multicinctus*, *P. coffeae*, *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira e *Meloidogyne* spp, sendo o de maior frequência, *Meloidogyne* spp.. Segundo Almeida (1992), *M. javanica* é uma das espécies mais frequentes em regiões produtoras de banana.

As espécies do gênero *Meloidogyne* se comportam como sedentárias, sendo facilmente encontradas dentro das raízes, principalmente as fêmeas adultas, que são de cor branca, brilhante, globosas, providas de um pescoço mais ou menos longo com o tamanho variado (AGRIOS, 2005).

Os danos causados aos cultivos de bananeira são proporcionais ao aumento de suas populações. Costa *et al.* (1997), estudando a flutuação populacional de *M. incognita*, em bananal de cv. Nanica, na região de Petrolândia (Pernambuco), constataram que níveis populacionais maiores dessa espécie afetavam o desenvolvimento de perfilhos, redução do tamanho, peso, atraso na maturação dos cachos, amarelecimento, declínio e morte das plantas. De acordo com Moreira (1995), *M. arenaria* tem causado perdas nas regiões áridas comparáveis àquelas causadas por *R. similis*.

Embora os nematóides sejam importantes patógenos primários, podem também afetar outras doenças indiretamente pela predisposição das plantas à infecção por fungos ou bactérias, uma vez que os ferimentos causados durante a alimentação propiciam o acesso dos organismos a tecidos radiculares. Frequentemente, os danos dos nematóides às plantas resultantes da habilidade parasítica do nematóide em interação com fitopatógenos, produzem doenças do

tipo “complexo” (MICHEREFF *et al.* 2005). Vários trabalhos têm demonstrado a ação dos nematóides aumentando significativamente a incidência de doenças e os prejuízos na cultura. A associação de nematóides, *R. similis* e *M. incognita* em raízes de banana tem sido associada à quebra de resistência, redução de tolerância e aumento da severidade de Mal-do-Panamá em variedades de bananeira (TENENTE, 2003; BACK, 2002; JONATHAN & RAJENDRAN, 1998).

Os métodos mais usados para controlar fitonematóides têm sido o uso de nematicidas, variedades resistentes e rotação de culturas (FERRAZ & FREITAS, 2002). O uso de variedades resistentes é uma maneira natural e altamente recomendável de controlar pragas e doenças. Contudo, no caso específico de nematóides, são poucas as variedades de banana resistentes disponíveis para os agricultores e, mesmo assim, a resistência geralmente é direcionada a umas poucas espécies de nematóides consideradas mais importantes para determinadas culturas (STOLF, 2006).

O controle químico apresenta vários inconvenientes, como o alto custo dos produtos, os resíduos nos frutos, intoxicação pela exposição aos produtos, contaminações de fontes de água, destruição da microflora do solo (VILAS BOAS, 2002) e, em longo prazo, podem favorecer a indução da resistência de nematóides aos nematicidas (STOLF, 2006).

A nutrição mineral é um fator ambiental passível de ser manipulado pelo homem com relativa facilidade e utilizado como complemento ou método alternativo no manejo de doenças.

A influência dos minerais pode ocorrer em função de mudanças no padrão de crescimento, morfologia, anatomia e, principalmente, na composição química e enzimática da planta, aumentando ou diminuindo a resistência ou tolerância ao patógeno (KORNDÖRFER & RODRIGUES, 2004). Segundo Epstein (1999), plantas em ambiente enriquecido com silício diferem das

cultivadas com deficiência do elemento, principalmente, quanto à composição química, resistência mecânica das células, características de superfície foliar, tolerância ao estresse abiótico e a ocorrência de pragas e doenças.

O silício (Si) ocorre de forma abundante na crosta terrestre, sendo absorvido em grande quantidade por algumas espécies de plantas, principalmente gramíneas. As principais formas de silício presentes no solo são: quartzo, sílica amorfa e sílica solúvel (H_4SiO_4 - ácido monossilícico). As plantas absorvem o Si pelas raízes unicamente através de formas solúveis presentes na solução do solo. Ao atingir a parte aérea das plantas, o ácido silícico, devido à perda de água por transpiração, concentra-se e polimeriza-se, acumulando-se junto à cutícula das folhas na forma de sílica amorfa. A sílica amorfa existente em quantidade relativamente elevada, em muitas espécies de plantas, tem a propriedade de aumentar a rigidez dos tecidos, aumentando a resistência aos predadores (herbívoros e fungos, principalmente) (KORNDÖRFER & RODRIGUES, 2004).

São classificadas como plantas acumuladoras de Si aquelas cujos teores de SiO_2 variam de 1% a 3% na matéria seca e, não acumuladoras, plantas com menos de 0,5% de SiO_2 (MARSCHNER, 1995). Outros conceitos foram inseridos, sendo definidas como acumuladoras as plantas com teor de Si superior a 1% e com relação molar Si/Ca maior que 1. Gramíneas, como arroz e trigo, são exemplos deste grupo. Plantas como a soja e as cucurbitáceas, com 0,5% a 1% de Si na matéria seca, porém com relação molar Si/Ca inferior a 1, são classificadas como de exigência intermediária. Já plantas não acumuladoras apresentam como característica concentração de Si na matéria seca inferior a 0,5% (MA *et al.* 2001). O Si é depositado principalmente na forma de $SiO_2 \cdot nH_2O$ amorfa ou opala. Uma vez depositado nessa forma, o Si fica imóvel e não é redistribuído. A baixa redistribuição do Si está relacionada com a sua

precipitação como SiO₂ (RAVEN, 1983). A deposição de Si é encontrada tanto na parte aérea das plantas quanto nas raízes (SANGSTER, 1978).

Estudos científicos têm demonstrado aumentos significativos na taxa fotossintética, melhoria da arquitetura foliar e de outros processos no metabolismo vegetal, tendo como resultado final um aumento e maior qualidade na produção. O silício tem um papel importante nas relações planta-ambiente, pois pode dar à cultura maiores condições para suportar adversidades climáticas, edáficas e biológicas. Estresses causados por temperaturas extremas, veranicos, metais pesados ou tóxicos, por exemplo, podem ter seus efeitos reduzidos com o uso do silício (LIMA FILHO *et al.* 1999).

Marschner (1995) explica que a aplicação de silício forma uma camada de sílica abaixo da cutícula das células epidérmicas, que teriam a função de limitar a perda de água.

Segundo Epstein (1995), o uso de soluções nutritivas convencionais, isto é, sem adição de Si ao meio nutriente, pode tornar as plantas “artefatos experimentais”, ou seja, produtos vegetais artificiais. O Si está envolvido em inúmeras características físicas das plantas, e envolvido em uma série de eventos fisiológicos, favorecendo a fotossíntese. A falta do Si pode, portanto, resultar em diminuição da capacidade biológica da planta em resistir às condições adversas do meio ambiente (RAFI *et al.* 1997, citado por LIMA FILHO *et al.* 1999).

O estímulo na fotossíntese proporcionado pela acumulação de Si e no teor de clorofila aumenta a assimilação de nitrogênio em compostos orgânicos nas células, o suprimento de carboidratos, o fornecimento de material para a parede celular e a atividade radicular. Com isso há uma maior absorção de água e nutrientes, notadamente nitrogênio, fósforo e potássio e um maior poder de oxidação das raízes. A acumulação de silício nas células da epiderme, particularmente em gramíneas, mantém as folhas mais eretas, aumentando a penetração da luz no dossel, diminui a transpiração excessiva, evitando ou

diminuindo o estresse hídrico nas folhas e aumenta a resistência ao acamamento, pois aumenta a força mecânica do colmo (LIMA FILHO *et al.* 1999).

Os mecanismos de defesa, a patógenos, mobilizados pelo Si incluem acumulação de lignina, compostos fenólicos e peroxidases, sendo que a lignina gera uma estrutura capaz de proteger e resistir ao ataque microbiano (DATNOFF, *et al.* 1997).

A formação de barreira física fundamenta-se na forma do Si acumular-se nas plantas. Em seu movimento ascendente via apoplasto desde as raízes até as folhas, o Si sofre polimerização nos espaços extracelulares das paredes das células epidérmicas das folhas e dos vasos do xilema (FAWE *et al.* 2001). O Si depositado nos tecidos da epiderme inibe a invasão das células por hifas dos patógenos. De acordo com Pozza *et al.* (2004), o fornecimento contínuo de Si às plantas de café enrijeceu a camada cuticular, conforme observações feitas por meio do microscópio eletrônico de varredura, dificultaram a penetração via estômatos ou diretamente pela cutícula de *Cercospora coffeicola*.

A barreira física ou mecânica proporcionada pelo silício nas células não é o único mecanismo de resistência à penetração de fungos ou ataque de insetos. Resultados recentes de pesquisa sugerem que o Si age no tecido hospedeiro afetando os sinais entre o hospedeiro e o patógeno, resultando em uma ativação mais rápida dos mecanismos de defesa da planta. A resistência das plantas às doenças pode ser aumentada através da alteração das respostas da planta ao ataque do parasita, aumentando a síntese de toxinas (fitoalexinas), que podem agir como substâncias inibidoras ou repelentes, e da formação de barreiras mecânicas (KORNDÖRFER & RODRIGUES, 2004).

A indução da resistência através destes compostos, antes de ocorrer à infecção, desvia o metabolismo energético de seu padrão normal, podendo resultar em perdas na produção. Em contrapartida, a fertilização com Si parece induzir o mecanismo de defesa somente em resposta ao ataque do patógeno. Esta

indução é expressa através de uma reação em cadeia de várias mudanças bioquímicas associadas, caracterizando uma resposta de defesa rápida e prolongada. Esta característica explica a não especificidade da resistência induzida pelo Si em vários patógenos não relacionados entre si (CHÉRIF *et al.* 1994).

O uso de fertilizantes silicatados aumenta a eficiência da adubação NPK. Os adubos silicatados normalmente apresentam boas propriedades de adsorção. Isto faz com que ocorra uma menor lixiviação de potássio e outros nutrientes móveis no horizonte superficial. Com o aumento no teor de silicato no solo, ocorrem reações químicas de troca entre o silicato e fosfatos, como os fosfatos de cálcio, alumínio e ferro. Com isso, há a formação de silicatos de cálcio, alumínio e ferro, por exemplo, com a liberação do íon fosfato, aumentando o teor de fósforo na solução do solo. Além disso, o silicato pode deslocar o fósforo dos sítios de adsorção na argila e nos sesquióxidos, ou ocupá-los preferencialmente. Estudos indicam, também, a possibilidade do silício aumentar a translocação interna do fósforo para a parte aérea da planta (LIMA FILHO *et al.* 1999).

Efeitos benéficos no controle de patógenos de solo têm sido observados em algumas culturas (DUTRA *et al.* 2004; POZZA 2004; LOPES, 2006; RODRIGUES, 2000).

O silício aumentou a resistência do pepineiro a *Pythium ultimum* Trow. Células das raízes de plantas de pepineiro, infetadas por esse patógeno e que receberam a aplicação de silício, responderam de forma mais rápida a infecção, ocorrendo menor penetração devido ao acúmulo de compostos fenólicos (CHÉRIF *et al.* 1994).

Dutra *et al.* (2004) avaliaram o efeito do silício na penetração e reprodução dos nematóides *M. incognita* e *M. javanica*. O número de galhas e de ovos por sistema radicular do feijoeiro foi maior na testemunha do que naqueles

feijoeiros que receberam silício, indicando que esse elemento afetou o parasitismo desses nematóides após a penetração. O número de galhas por sistema radicular foi reduzido significativamente para ambas as espécies de nematóide, pela adição de silício no substrato, com redução de 46,7 e 54,7% para as espécies *M. incognita* e *M. javanica* respectivamente. O número de ovos por sistema radicular também foi reduzido significativamente para ambas as espécies de nematóide, com redução de 41,6 e 32,9% para as espécies *M. incognita* e *M. javanica* respectivamente.

Henriet *et al.* (2006) testaram três genótipos de banana, duas diplóides e uma triplóide, em condições ótimas em hidroponia supridas com silício para quantificação do silício absorvido e distribuído na bananeira, bem como seu efeito no crescimento da cultura. O nível de silício não afetou o crescimento da planta nem a absorção de água e nutrientes. A taxa de absorção e concentração de silício no tecido da planta aumentou significativamente com o suprimento de silício. Na maior concentração de Si, a absorção ocorreu por meio do transporte passivo. Entretanto, na menor concentração do elemento, a absorção ocorreu via processo ativo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e no laboratório de fitopatologia na Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, *Campus Janaúba*.

3.1. Obtenção dos materiais para a realização do experimento

No ensaio foi utilizado solo coletado na camada de 0-20 cm de profundidade proveniente de Mocambinho-MG. Após a coleta, o solo foi caracterizado física e quimicamente (**TABELA 1**). O silicato de cálcio e magnésio (PRNT: 88%, SiO₂: 23%, CaO: 38%, MgO: 11% e 44% de solubilidade) empregado foi da Recmix® do Brasil .

As mudas de bananeiras Prata-Anã foram provenientes do laboratório de cultura de tecidos da UNIMONTES.

Os ovos de nematóides foram obtidos a partir de galhas de raízes de tomateiros (*Lycopersicon. esculentum* cv. Kada), infectadas com *M. javanica*, mantidas em casa de vegetação, em solo previamente tratado com brometo de metila (150 cm³/m³ de solo). As raízes com sintomas de galhas foram colhidas, lavadas e picadas em pedaços de aproximadamente um centímetro e em seguida transferidas para o liquidificador onde foi adicionada solução de hipoclorito de sódio na concentração de 0,5% e trituradas por 20 segundos, seguindo-se a técnica de Hussey & Barker (1973). A suspensão contendo os ovos foi ajustada utilizando-se câmaras de Peters sob microscópio ótico para conter 1000 ovos/mL.

TABELA 1. Atributos químicos e físicos do solo utilizado no cultivo de bananeira Prata-Anã.

Atributos	Solo
pH em água	4,4
P Mehlich-1 (mg dm ⁻³)	1,3
K (mg dm ⁻³)	21
Ca (cmolc dm ⁻³)	0,2
Mg (cmolc dm ⁻³)	0,1
Al (cmolc dm ⁻³)	0,1
H + Al (cmolc dm ⁻³)	2,1
t (cmolc dm ⁻³)	0,6
T (cmolc dm ⁻³)	2,6
m (%)	21
V (%)	15
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)	3
Areia (dag kg)	87
Silte (dag kg)	2
Argila (dag kg)	11
B(mg dm ⁻³)	0,1
Cu(mg dm ⁻³)	0,1
Fe(mg dm ⁻³)	12,9
Mn(mg dm ⁻³)	5,8
Zn(mg dm ⁻³)	0,6

3.2. Avaliação do efeito do silicato de cálcio e magnésio sobre *Meloidogyne javanica* e desenvolvimento de mudas de bananeira Prata-Anã.

Os tratamentos foram conduzidos em delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial $5 \times 2 + 1$, correspondendo a cinco doses de silicato de cálcio e magnésio (0; 0,64; 1,28; 1,92; 2,56, g/dm³ de solo), respectivamente (0, 50, 100, 150 e 200%) da necessidade de calagem determinada pelo método de Alvarez & Ribeiro (1999) e os tratamentos constituíram de: presença ou ausência de *M. javanica*. Para comparação do real efeito do silício, foi realizado um tratamento adicional com calcário dolomítico na dose de 1,04 g/dm³ (100% da recomendação de calagem) conforme método de Alvarez & Ribeiro (1999). Foram empregadas quatro repetições, sendo cada parcela composta por três vasos. As parcelas foram de três em três dias redistribuídas dentro de cada bloco. O solo de textura arenosa foi seco ao ar e, passado em peneira de 2 mm de diâmetro (TFSA). Em seguida foi tratado com brometo de metila na proporção de 150 cc/m³ de solo. Posteriormente foram colocados 5 kg de solo nos vasos, sem adubação, e incorporadas as doses de silicato de cálcio e magnésio e calcário dolomítico, onde sofreram incubação por um período de 30 dias. Durante este período, a umidade do solo foi mantida constante. Após este período, foi realizado o transplântio das mudas de bananeira para os vasos e posteriormente foi feita a infestação com uma suspensão contendo 3.000 ovos de *M. javanica* em quatro orifícios ao redor das mudas. Após trinta dias, realizou-se adubação na proporção de 300 kg/ha de P₂O₅; 140 kg/ha de N; 100 kg/ha de K; 0,5 kg/ha de B, Zn e Cu.

Após 120 dias do transplântio, foram realizadas as avaliações das variáveis agrônômicas: número de folhas, altura de planta, diâmetro de pseudocaule, peso da matéria seca das folhas, do pseudocaule e da raiz, teor de silício nas folhas, no pseudocaule e nas raízes. Foram também avaliadas as

variáveis nematológicas: número de galhas, massa de ovos, ovos por sistema radicular e juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* por 100 cm³ de solo.

A altura da planta foi medida diretamente no local, com régua medindo-se do solo até a inserção da última folha completamente aberta. O diâmetro do pseudocaule foi determinado a 15 cm do solo com auxílio de um paquímetro. Para quantificar a matéria seca por tratamento, as plantas foram divididas em folhas, pseudocaule e raízes e levadas à estufa de circulação forçada a 65°C até peso constante. Para as raízes, foi utilizado um vaso por parcela. A análise de Si na planta foi feita pelo Método Amarelo de acordo com a técnica de Elliott *et al.* (1991). O método consistiu em colocar 0,1 g do material vegetal seco moído em tubos de polipropileno, posteriormente adicionaram-se 2 mL de H₂O₂ com agitação por alguns segundos. Em seguida, adicionaram-se 3 mL de NaOH e agitou-se novamente. Os tubos foram colocados em banho-maria (85° C) por aproximadamente uma hora e depois em autoclave por uma hora a 123°C e 1,5 atm. Vinte e quatro horas após este período, adicionou-se uma alíquota de 1 mL do sobrenadante do extrato do copo e acrescentaram-se 19 mL de água destilada. Adicionaram-se aos copos plásticos 1 mL de HCl + 2 mL de molibdato de amônio, agitando levemente. Decorridos cinco a dez minutos, adicionaram-se 2 mL de ácido oxálico, agitando levemente a solução. Após dois minutos, realizou-se a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 410 nm. Para avaliação das variáveis nematológicas, os sistemas radiculares das plantas foram lavados cuidadosamente em balde. Em seguida as raízes foram pesadas e coradas com floxina B para contagem de galhas e massas de ovos e trituradas em liquidificador com hipoclorito de sódio 0,5% para extração de ovos de acordo com a técnica de Hussey & Barker (1973) e posterior contagem em câmara de Peters em microscópio ótico. O número de J2 no solo foi obtido após a extração destes de acordo com a técnica de Jenkins (1964). Assim, após a homogeneização das amostras de solo, retirou-se uma alíquota de 100 cm³ e

despejou em um balde contendo 1 litro de água, mexendo bem para liberação dos nematóides. Em seguida verteu-se o líquido em peneira com malha de 0,850 mm de abertura sobre peneira de 0,038 mm de abertura. Os nematóides retidos nesta última peneira foram recolhidos com auxílio de pisseta com água. A suspensão resultante foi centrifugada a 1750 rpm por cinco minutos. Em seguida, eliminou-se o líquido sobrenadante e adicionou-se solução de sacarose (400g de açúcar refinado dissolvidos em 750 mL de água). Novamente os tubos foram centrifugados por um minuto a 1750 rpm. O sobrenadante foi vertido em uma peneira de 500 *mesh* e, com auxílio da pisseta, foram recolhidos 20 mL da suspensão e realizada a contagem em câmara de Peters em microscópio ótico.

A análise estatística foi realizada por meio da análise de variância e as variáveis quantitativas foram ajustadas por meio da regressão ou foram comparadas pelo teste de médias de Scott-Knott a 5%. As médias das variáveis relacionadas a presença e ausência de *M. javanica* foram comparadas, pelo t de Student a 5%. As doses de silicato de cálcio e magnésio foram comparadas com a dose de calcário dolomítico, utilizando o teste de Dunnett a 5%. Para as análises dos dados, foi empregado o programa estatístico SISVAR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Silício no controle de *Meloidogyne javanica* em mudas de bananeira Prata-Anã.

Com relação ao número de ovos de *M. javanica* por sistema radicular, foi verificado um efeito significativo das doses ($P \leq 0,05$). Não houve ajuste de modelos de regressão lineares para explicar esse fenômeno biológico, assim as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5%. As doses de 1,28 e 2,56 g de silicato de cálcio e magnésio/kg de solo reduziram significativamente o número de ovos em relação à testemunha (sem silicato), onde foi observado que a dose aplicada de 1,28 g/kg de solo proporcionou redução significativa de 68% em relação à testemunha (**Tabela 2**). Resultados obtidos por Freire (2007) corroboram os resultados do presente estudo onde, avaliando silicato de potássio e silicato de cálcio, com e sem fertirrigação com silicato de potássio, observou-se uma diferença significativa no número de ovos de *M. javanica*, com o incremento das doses de silicato de cálcio no solo cultivado com alface e pepineiros. Dutra *et al.* (2004) também verificaram redução de ovos por raiz de *M. javanica* e *M. incognita* em plantas de feijoeiro, com a aplicação de 4 g/dm³ de substrato. No presente estudo a reprodução de *M. javanica* foi prejudicada pela aplicação de silicato de cálcio e magnésio. Segundo Freire (2007), tudo indica que o silício afeta o desenvolvimento pleno das células gigantes, possibilitando a fêmea um menor acesso aos nutrientes necessários à sua reprodução. O sinal veiculado na substância excretada pelos J2 entre a parede e a membrana celular, no momento do parasitismo das células, não foi total ou parcialmente traduzido pela planta afetando, assim, a disponibilidade de nutrientes dentro da célula sincítica ou não formando algumas células gigantes. Consoante Chérif *et al.* (1994), a adubação silicatada parece induzir o

TABELA 2. Média do número de ovos de *meloidogyne javanica* por sistema radicular de bananeira Prata-Anã, quatro meses após o cultivo com diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio (g/kg de solo).

Doses	Número de ovos
1,28	7343,75 a
2,56	11695,00 a
1,92	18916,00 b
0	20435,75 b
0,64	26002,00 b
C.V. (%)	24,09

* Para análise estatística, os dados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$. Letras distintas representam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste Scott-Knott (1974).

mecanismo de defesa da planta em resposta à invasão do patógeno. Há evidências de que o envolvimento dos silicatos na indução de resistência pode ocorrer pela participação do próprio silício, fortificando estruturas da parede celular, conferindo aumento da lignificação, dificultando a penetração dos patógenos, ativação de mecanismos específicos como a produção de fitoalexinas (MENZIES *et al.* 1991; FAWE *et al.* 2001; CHÉRIF *et al.* 1992).

Por meio da análise de variância das variáveis: número de galhas por sistema radicular, número de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* por 100 cm³ de solo e número de massa de ovos por sistema radicular de bananeira, não foram observados efeitos significativos das doses de silicato de cálcio e magnésio (P≤0,05) (TABELA 3). Dutra *et al.* (2004) não encontraram

TABELA 3. Médias das variáveis, número de juvenis de segundo estágio (J2) por 100 cm³ de solo, número de galhas e de massas de ovos de *Meloidogyne javanica* por sistema radicular de bananeira Prata Anã, quatro meses após o cultivo em diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio.

Doses (kg/solo)	Nº galhas*	Massas de Ovos*	Nº J2*
0,0	258,75	30,25	290,75
0,64	283,75	37,00	149,50
1,28	227,00	40,75	149,50
1,92	284,25	34,50	112,25
2,56	300,00	38,00	125,75
C.V. (%)	16,96	21,59	28,07

* Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$

diferenças significativas no número de J2 entre plantas de feijoeiros inoculadas com *M. javanica* ou *M. incógnita* tratadas com silicato de cálcio quando comparadas com a testemunha (sem silício). Com relação ao aumento da lignificação das raízes, Freire (2007) não registrou diferenças significativas na penetração de J2 em plantas de pepino, tomate e alface inoculadas com *M. javanica* ou *M. incognita* tratadas com silicato de cálcio quando comparadas com a testemunha (sem silício). No entanto, Oliveira *et al.* (2007) encontraram resultados significativos no controle de juvenis de segundo estágio em pepineiros cultivados em casa de vegetação, com redução de 74,29% na dose de 1,1 g/kg de solo de silicato de cálcio e magnésio em comparação com a testemunha. Resultados semelhantes foram obtidos por Dutra *et al.* (2004) avaliando o controle de *M. exigua* em cafeeiro irrigado, com silicato de cálcio,

torta de mamona, nematocida e testemunha, onde observaram que o silicato de cálcio controlou significativamente o número de juvenis de segundo estágio em relação à testemunha. Esses resultados demonstram que a influência dos silicatos no controle ou não de juvenis de segundo estágio está intimamente relacionada e/ou dependente da espécie vegetal cultivada (hospedeira).

Com relação às variáveis: número de galhas e número de massa de ovos por sistema radicular de bananeira, Oliveira *et al.* (2007) também não encontraram efeito significativo para as mesmas variáveis analisadas em pepineiros em casa de vegetação, avaliando doses de silicato de cálcio e magnésio de 0 ; 0,5; 0,8 e 1,1 g/kg de solo, onde os autores atribuíram o efeito a possível pequena quantidade de silício incorporado ao solo. No presente estudo o aumento da quantidade de silício (doses) no solo não incrementou o acúmulo do elemento nas raízes comparado à testemunha (sem silício), evidenciando que as doses de silício podem ter sido abaixo do necessário para uma acumulação significativa e conseqüentemente um efeito satisfatório. Freire (2007), analisando diferentes doses de silicato de cálcio, silicato de potássio com ou sem fertirrigação de silicato de potássio em alface cultivados a campo, verificou que apenas os tratamentos que receberam aplicação adicional de silício via fertirrigação apresentaram redução do número de galhas. De acordo com o autor, tal fato demonstra a necessidade de reaplicação do elemento no solo ou na planta, devido à perda por lixiviação ou pelo próprio crescimento vegetativo da cultura demandando maior quantidade de silício disponível.

Para efeito de comparação das doses de silicato de cálcio e magnésio com o tratamento adicional de calcário dolomítico, em todos os tratamentos foi utilizado o teste de Dunnett ($P \leq 0,05$). Não foi observada diferença significativa para as variáveis: número de ovos, número de galhas e número de massa de ovos de *M. javanica* por sistema radicular, e número de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. javanica* por 100 cm³ de solo. (TABELAS 4, 5, 6 e 7).

TABELA 4. Número de ovos de *Meloidogyne javanica* por raiz de mudas de bananeira Prata-Anã em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D
	118,50
D - 0	142,25 ^{ns}
D - 0,64	159,50 ^{ns}
D - 1,28	82,00 ^{ns}
D - 1,92	134,00 ^{ns}
D - 2,56	103,00 ^{ns}
C.V. (%)	29,15

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

TABELA 5. Número de galhas de *Meloidogyne javanica* por raiz de mudas de bananeira Prata-Anã em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D
	17,25
D - 0	16,50 ^{ns}
D - 0,64	16,75 ^{ns}
D - 1,28	15,00 ^{ns}
D - 1,92	16,25 ^{ns}
D - 2,56	17,25 ^{ns}
C.V. (%)	20,29

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

TABELA 6. Número de massas de ovos de *Meloidogyne javanica* por raiz de mudas de bananeira Prata-Anã em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D.
	4,75
D - 0	5,50 ^{ns}
D - 0,64	6,25 ^{ns}
D - 1,28	6,50 ^{ns}
D - 1,92	5,50 ^{ns}
D - 2,56	6,25 ^{ns}
C.V. (%)	24,44

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

TABELA 7. Número de juvenis de segundo estágio de *Meloidogyne javanica* por 100 cm³ de solo cultivado com mudas de bananeira Prata-Anã em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D
	12,00
D - 0	16,25 ^{ns}
D - 0,64	11,75 ^{ns}
D - 1,28	11,75 ^{ns}
D - 1,92	10,25 ^{ns}
D - 2,56	11,25 ^{ns}
C.V. (%)	27,97

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

4.2. Efeito da presença ou ausência de nematóide no desenvolvimento vegetativo de mudas de bananeira Prata-Anã.

Por meio da análise de variância das variáveis: altura de planta, número de folhas, peso da matéria seca das folhas e do sistema radicular, observou-se efeito significativo dos diferentes tratamentos ($P \leq 0,05$). Verificou-se por meio do teste t que na ausência de *M. javanica* (**TABELA 8**) houve maior desenvolvimento destas variáveis de crescimento vegetativo Costa *et al.* (1997), estudando a flutuação populacional de *M. incognita*, em bananal de cv. Nanica, na região de Petrolândia, (Pernambuco), constataram que níveis populacionais maiores dessa espécie afetavam o desenvolvimento de perfilhos, redução do tamanho, peso, atraso na maturação dos cachos, amarelecimento, declínio e morte das plantas. As plantas sem injúrias podem utilizar e concentrar todas as suas energias (nutrientes, água, fotoassimilados) no seu pleno desenvolvimento vegetativo, tornando-se mais vigorosas que plantas com alguma infecção causada por patógenos. Assim como nesse estudo, Paula (2006), avaliando a reação de diferentes espécies de maracujazeiros a *M. javanica* e *M. incognita*, observou que ocorreu supressão do crescimento das plantas inoculadas com os nematóides, bem como redução do peso fresco e seco de parte aérea, e queda no peso de raiz. Conforme Costa (2000), danos nas raízes e nos rizomas causados pela invasão de nematóides, seguidos ou não por certos fungos e bactérias, são os mais sérios problemas nas variedades do subgrupo Cavendish depois da Sigatoka-negra. As perdas causadas por tais parasitas podem chegar a 100% quando o seu controle não é efetuado corretamente. Os nematóides comprometem a absorção e transporte de água e nutrientes pelo sistema radicular, provocam o menor crescimento e tombamento de plantas e as predispõem ao ataque de outros microrganismos (DIAS & RIBEIRO JUNIOR, 2001). De acordo com Hussey (1985), os efeitos de nematóides do gênero

TABELA 8. Médias das variáveis agrônômicas, altura, diâmetro (D), número de folhas (NF), peso da matéria seca da raiz (MSR), do pseudocaule (MSP) e das folhas (MSF) de mudas de bananeira Prata-Anã, quatro meses após o cultivo com ou sem *Meloidogyne javanica* (MJ).

Tratamento	Altura* (cm)	D (cm)*	NF*	MSF* (g)	MSP* (g)	MSR* (g)
Com MJ	20,8 a	3,1 a	10,1 a	18,4 a	9,2 a	11,3 a
Sem MJ	21,9 b	3,2 a	10,5 b	19,8 b	9,7 a	14,0 b
C.V. (%)	4,1	4,9	5,4	6,9	7,8	29,7

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste t a 5%.

Meloidogyne sobre o crescimento das plantas, em geral, são variados e complexos. Normalmente, esses efeitos relacionam-se à alteração na absorção e translocação de água e nutrientes, podendo retardar o crescimento de raiz, contribuindo para supressão do desenvolvimento da planta e comprometendo sua produção.

4.3. Silício no desenvolvimento vegetativo de mudas de bananeira Prata-Anã.

4.3.1. Peso da matéria seca do pseudocaule (M.S.P.)

Por meio da análise de variância, constatou-se efeito significativo do fator doses de silicato de cálcio e magnésio sobre o desenvolvimento do pseudocaule das mudas de bananeiras ($P \leq 0,05$). Verificou-se na análise de variância interação significativa entre os fatores presença e/ou ausência de patógenos e doses de silicato de cálcio e magnésio ($P \leq 0,05$). Pelo ajuste da

curva de regressão, foi observado um efeito quadrático significativo na ausência de patógenos (**Figura 1**). Derivando-se a equação de regressão, verifica-se que a dose que proporcionou maior peso de matéria seca do pseudocaule foi a de 1,61 g/kg de silicato de cálcio e magnésio com um ganho máximo de matéria seca de 9,70 g/planta. Esses resultados são semelhantes aos resultados evidenciados por Lima (2006), avaliando as doses de 0 (testemunha); 56; 112; 168; 224 e 280 mg/L de silício em solução nutritiva para a cultura da soja. A autora observou que com aumento das doses de silício houve um decréscimo linear significativo da área foliar de plantas. Com o aumento das doses de silicato de cálcio e magnésio no solo, pode ter ocorrido um excesso de calagem e um aumento no pH da solução do solo. Tal fato pode ter levado à indisponibilização de alguns micronutrientes e, conseqüentemente, a não absorção de alguns nutrientes essenciais. O aumento do pH promovido pelo silicato influencia a absorção de nutrientes essenciais (Marschner, 1995). Segundo Lima (2006), a análise foliar para o elemento zinco (Zn) revelou efeito quadrático com aumento no teor deste micronutriente até as doses de 216 e 177,5 mg de Si L-1 de solução nutritiva. Moraes (2004) também verificou, em trabalhos com feijoeiro com diferentes doses de silicato de cálcio, alteração na disponibilidade de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e zinco (Zn). Segundo essa autora, houve aumento do teor de potássio e magnésio até 0,92 g kg⁻¹ de SiO₂ incorporado ao solo (429,33 mg de Si kg⁻¹ de solo). Pode-se observar no presente estudo que nas maiores doses houve uma redução significativa no desenvolvimento do sistema radicular, conseqüentemente menor volume de solo explorado, podendo, assim, reduzir a absorção de nutrientes e água, resultando em um menor crescimento do rizoma. Lima (2006), avaliando o efeito de diferentes doses de silício em plantas de soja, em solução nutritiva, verificou que, com o aumento das doses, houve um aumento do peso da matéria seca da parte aérea até a dose de 101,75 mg/L de solução e uma redução linear

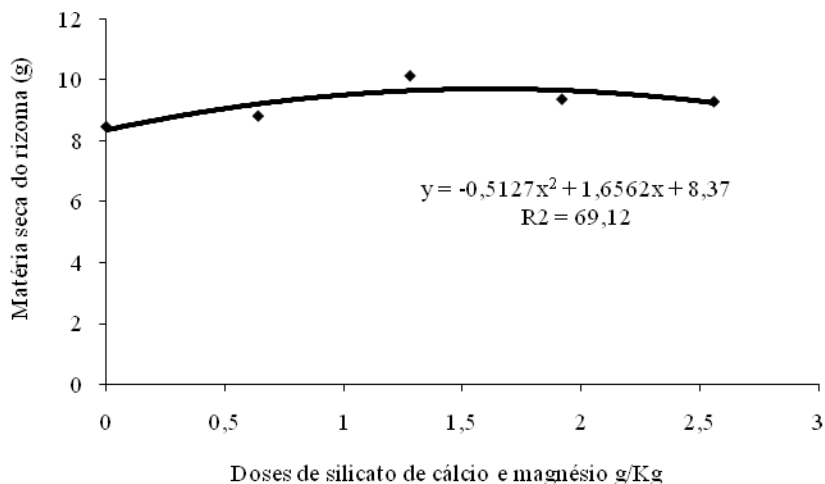


FIGURA 1. Efeito das doses de silicato de cálcio e magnésio em g/kg de solo sobre a matéria seca do pseudocaule de mudas de bananeiras Prata-Anã.

da matéria seca da raiz. Consoante a autora, esse fato ocorreu devido à elevação do pH da solução nas maiores doses, prejudicando o desenvolvimento inicial das plantas, resultando em menor peso da parte aérea e raízes. De acordo com Dutra *et al.* (2004), as doses de silicato de cálcio de 0,5 e 2 g/Kg substrato não proporcionaram aumento no desenvolvimento das plantas de feijão comparadas à ausência do silicato. Já a dose de 4g/kg de substrato reduziu significativamente a produção das plantas avaliadas por meio do peso da matéria seca da parte aérea, do peso fresco dos grãos e do número de grãos produzidos. Entretanto, Pozza (2004), avaliando o efeito de diferentes doses de silicato de cálcio na nutrição mineral de mudas de cafeeiro e na suscetibilidade à cercosporiose, concluiu que a adubação silicatada não prejudicou o crescimento e o

desenvolvimento das mudas de cafeeiro apesar de ter ocorrido redução da absorção dos micronutrientes.

4.3.2. Altura de plantas, diâmetro do pseudocaule, número de folhas, peso da matéria seca das folhas e da raiz.

A altura, o diâmetro, o número de folhas, o peso da matéria seca das folhas e das raízes de mudas de bananeiras não foram influenciados pelas doses de silicato de cálcio aplicadas ao solo ($P \leq 0,05$) (**TABELA 9**).

Também Neri (2006), avaliando o desenvolvimento de plantas de milho com e sem silício, não constatou influência significativa na altura e no peso verde das plantas, porém, encontrou efeito significativo no aumento do diâmetro do caule das plantas que receberam silício. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva & Bohnen (2001) também em monocotiledôneas, segundo os quais não foram encontradas diferenças entre a adição ou não de silício na produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, bem como no rendimento de grãos de plantas de arroz em solução nutritiva. Embora vários estudos demonstrem que a oferta de silício pode influenciar positivamente o crescimento vegetal e a produtividade (KORNDÖRFER *et al.* 2002; MIYAKE & TAKAHASHI, 1985; SAVANT *et al.* 1997; EPSTEIN, 1999; DATNOFF *et al.* 1997; RODRIGUES, 2000), os efeitos benéficos geralmente foram expressos de forma mais clara quando as plantas foram submetidas a diferentes condições de estresse a campo (EPSTEIN, 1994). Henriet *et al.* (2006) testaram o efeito do silício no crescimento de bananeiras em condições ótimas, em hidroponia, onde foram supridas com diferentes doses para quantificação do silício absorvido e distribuído na bananeira e verificaram que os níveis de silício não afetaram o crescimento da planta nem a absorção de água e nutrientes.

TABELA 9. Médias das variáveis agronômicas, altura, diâmetro, número de folhas (NF) e peso da matéria seca das folhas (M.S.F.) e da raiz (M.S.R.) de mudas de bananeira Prata-Anã, quatro meses após o cultivo com diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio (g/kg de solo).

Dose	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	NF	M.S.F. (g)	M.S.R (g)
0,00	21,15	3,10	10,16	18,50	9,75
0,64	20,93	3,18	10,25	19,37	14,17
1,28	21,69	3,18	10,18	19,06	14,21
1,92	21,69	3,07	10,33	18,97	13,53
2,56	21,11	3,05	10,29	19,62	11,55
C.V. (%)	6,06	4,95	7,45	8,80	29,79

Com relação à comparação das variáveis agronômicas das plantas submetidas às doses de silicato de cálcio e magnésio e o calcário dolomítico, verifica-se pelo teste Dunnett ($P \leq 0,05$) que não houve diferença significativa para as variáveis: altura de planta, diâmetro do pseudocaule número de folhas, peso da matéria seca das folhas, pseudocaule e raízes (**TABELAS 10, 11, 12, 13, 14 e 15**). Comparando o efeito do silicato de cálcio e magnésio com o calcário dolomítico em plantas de batata, Pulz *et al.* (2008) não observaram diferença significativa para número de tubérculos e matéria seca da parte aérea. Contudo, verificaram que o tratamento com silicato proporcionou maior altura de plantas e menor acamamento em relação ao tratamento com calcário.

TABELA 10. Diâmetro do pseudocaulo de mudas de bananeira Prata-Anã inoculadas ou não com *Meloidogyne javanica* em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D – Sem <i>M. javanica</i>	C.D – Com <i>M. javanica</i>
	3,09	2,89
D - 0 - Sem <i>M. javanica</i>	3,13 ^{ns}	
D - 0 – Com <i>M. javanica</i>		3,07 ^{ns}
D - 0,64 - Sem <i>M. javanica</i>	3,16 ^{ns}	
D - 0,64 – Com <i>M. javanica</i>		3,21 ^{ns}
D - 1,28 - Sem <i>M. javanica</i>	3,28 ^{ns}	
D - 1,28 - <i>M.javanica</i>		3,09 ^{ns}
D - 1,92 - Sem <i>M. javanica</i>	3,10 ^{ns}	
D - 1,92 - Com <i>M. javanica</i>		3,04 ^{ns}
D - 2,56 - Sem <i>M. javanica</i>	3,14 ^{ns}	
D - 2,56 - Com <i>M. javanica</i>		2,96 ^{ns}
CV(%)	24,14	

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

TABELA 11. Altura de mudas de bananeira Prata-Anã inoculadas ou não com *Meloidogyne javanica* em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D – Sem <i>M. javanica</i>	C.D – Com <i>M. javanica</i>
	22,02	21,07
D - 0 - Sem <i>M. javanica</i>	21,96 ^{ns}	
D - 0 - Com <i>M. javanica</i>		20,33 ^{ns}
D - 0,64 - Sem <i>M. javanica</i>	21,24 ^{ns}	
D - 0,64 - Com <i>M. javanica</i>		20,62 ^{ns}
D - 1,28 - Sem <i>M. javanica</i>	22,67 ^{ns}	
D - 1,28 - Com <i>M. javanica</i>		20,70 ^{ns}
D - 1,92 - Sem <i>M. javanica</i>	22,11 ^{ns}	
D - 1,92 - Com <i>M. javanica</i>		21,27 ^{ns}
D - 2,56 - Sem <i>M. javanica</i>	21,39 ^{ns}	
D - 2,56 - Com <i>M. javanica</i>		20,84 ^{ns}
CV(%)	6,63	

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

TABELA 12. Número de folhas de mudas de bananeira Prata-Anã inoculadas ou não com *Meloidogyne javanica* em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D – Sem <i>M. javanica</i>	C.D – Com <i>M. javanica</i> .
	10,42	10,00
D - 0 - Sem <i>M. javanica</i>	10,08 ^{ns}	
D - 0 – Com <i>M. javanica</i>		10,08 ^{ns}
D - 0,64 - Sem <i>M. javanica</i>	10,08 ^{ns}	
D - 0,64 - Com <i>M. javanica</i>		10,08 ^{ns}
D - 1,28 - Sem <i>M. javanica</i>	10,58 ^{ns}	
D - 1,28 - Com <i>M. javanica</i>		9,79 ^{ns}
D - 1,92 - Sem <i>M. javanica</i>	10,33 ^{ns}	
D - 1,92 - Com <i>M. javanica</i>		10,33 ^{ns}
D - 2,56 - Sem <i>M. javanica</i>	10,75 ^{ns}	
D - 2,56 - Com <i>M. javanica</i>		9,83 ^{ns}
CV(%)	5,03	

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

TABELA 13. Peso da matéria seca das folhas de mudas de bananeira Prata-Anã inoculadas ou não com *Meloidogyne javanica* em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D – Sem <i>M. javanica</i>	C.D – Com <i>M. javanica</i>
	18,06	19,07
D - 0 - Sem <i>M. javanica</i>	19,20 ^{ns}	
D - 0 - Com <i>M. javanica</i>		17,80 ^{ns}
D - 0,64 - Sem <i>M. javanica</i>	19,20 ^{ns}	
D - 0,64 - Com <i>M. javanica</i>		17,80 ^{ns}
D - 1,28 - Sem <i>M. javanica</i>	20,01 ^{ns}	
D - 1,28 - Com <i>M. javanica</i>		18,81 ^{ns}
D - 1,92 - Sem <i>M. javanica</i>	20,43 ^{ns}	
D - 1,92 - Com <i>M. javanica</i>		18,78 ^{ns}
D - 2,56 - Sem <i>M. javanica</i>	19,17 ^{ns}	
D - 2,56 - Com <i>M. javanica</i>		18,10 ^{ns}
CV(%)	8,62	

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

TABELA 14. Peso da matéria seca do pseudocaule de mudas de bananeira Prata-Anã inoculadas ou não com *Meloidogyne javanica* em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D – Sem <i>M. javanica</i>	C.D – Com <i>M. javanica</i>
	10,35	9,86
D - 0 - Sem <i>M. javanica</i>	8,48*	
D - 0 - Com <i>M. javanica</i>		9,52 ^{ns}
D - 0,64 - Sem <i>M. javanica</i>	8,83 ^{ns}	
D - 0,64 - Com <i>M. javanica</i>		10,70 ^{ns}
D - 1,28 - Sem <i>M. javanica</i>	10,15 ^{ns}	
D - 1,28 - Com <i>M. javanica</i>		8,98 ^{ns}
D - 1,92 - Sem <i>M. javanica</i>	9,38 ^{ns}	
D - 1,92 - Com <i>M. javanica</i>		9,73 ^{ns}
D - 2,56 - Sem <i>M. javanica</i>	9,30 ^{ns}	
D - 2,56 - Com <i>M. javanica</i>		9,61 ^{ns}
CV(%)	8,73	

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

* significativo pelo teste Dunnet a 5%.

TABELA 15. Peso da matéria seca da raiz de mudas de bananeira Prata-Anã inoculadas ou não com *Meloidogyne javanica* em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D – Sem <i>M. javanica</i>	C.D – Com <i>M. javanica</i>
	15,32	11,85
D - 0 - Sem <i>M. javanica</i>	8,25 ^{ns}	
D - 0 - Com <i>M. javanica</i>		11,26 ^{ns}
D - 0,64 - Sem <i>M. javanica</i>	15,85 ^{ns}	
D - 0,64 - Com <i>M. javanica</i>		12,50 ^{ns}
D - 1,28 - Sem <i>M. javanica</i>	17,4325 ^{ns}	
D - 1,28 - Com <i>M. javanica</i>		11,00 ^{ns}
D - 1,92 - Sem <i>M. javanica</i>	16,02 ^{ns}	
D - 1,92 - Com <i>M. javanica</i>		11,05 ^{ns}
D - 2,56 - Sem <i>M. javanica</i>	12,50 ^{ns}	
D - 2,56 - Com <i>M. javanica</i>		10,60 ^{ns}
CV(%)	29,60	

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

4.4. Teor de silício em mudas de bananeiras Prata-Anã.

O teor de silício acumulado no pseudocaule das bananeiras foi influenciado significativamente pelas doses de Si aplicadas ao solo ($P \leq 0,05$). Verifica-se por meio do ajuste da curva de regressão um efeito linear, sendo que com aumento das doses houve incremento no teor de silício no pseudocaule (**FIGURA 2**). Foi observada no presente estudo diferença significativa entre os tratamentos ($P \leq 0,05$) na absorção de Si, sendo que na ausência de *M. javanica* houve maior teor deste elemento no pseudocaule (**TABELA 16**). Entretanto, o maior acúmulo de Si com aumento das doses não traduziram em um maior desenvolvimento do pseudocaule nos quatro meses avaliados, conforme já discutido nos itens anteriores. Carvalho *et al.* (2003), avaliando o acúmulo e a absorção de silício em plantas de eucalipto, concluíram que não se pode atribuir ao Si um papel metabólico capaz de influir no desenvolvimento normal da planta, o que pôde ser comprovado analisando-se o efeito de diferentes doses em relação à testemunha (sem Si).

Resultados semelhantes foram obtidos por Lima (2006), que verificou aumento no teor de silício na parte aérea de plantas de soja com o aumento das doses de silício em solução nutritiva e redução da área foliar das plantas de soja. De acordo com os resultados, pode-se classificar a bananeira como uma planta intermediária no acúmulo de Si, visto que as plantas classificadas como intermediárias são as que contêm teor de SiO_2 na parte aérea entre 1,0 e 0,5 dag/kg (MA *et al.* 2001). Conforme Henriet *et al.* (2006), tal comportamento pode ser dependente da concentração de silício na solução nutritiva e, eventualmente, da taxa de absorção de água.

De acordo com a análise de variância ($P < 0,05$), o teor acumulado de silício nas folhas e no sistema radicular não foram influenciados significativamente pelas doses de Si aplicadas ao solo (**TABELA 17**).

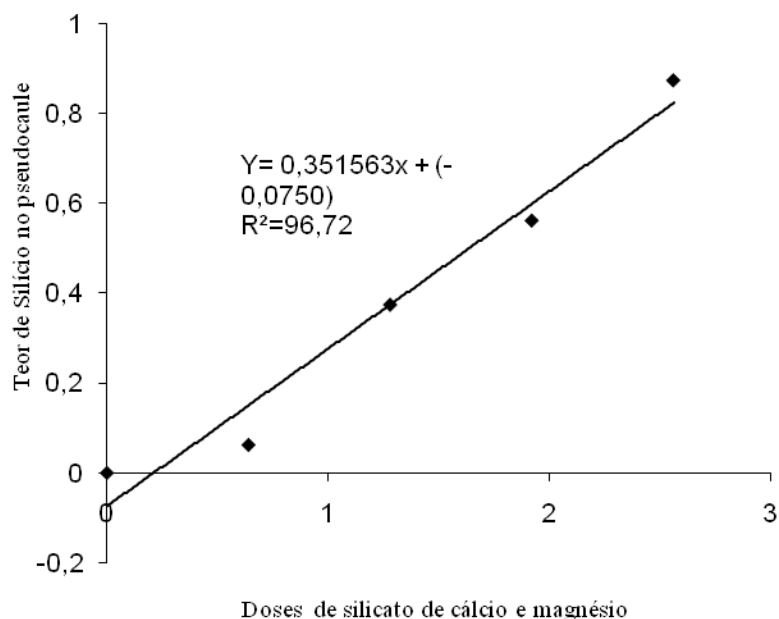


FIGURA 2. Efeito das doses de silicato de cálcio e magnésio em g/kg de solo, no acúmulo de silício na matéria seca do pseudocaule de mudas de bananeiras Prata-Anã.

TABELA 16. Média do teor de silício acumulado na matéria seca do pseudocaule de bananeira Prata-Anã, quatro meses após o cultivo com ou sem *Meloidogyne javanica*.

Tratamentos	Acúmulo Si (mg/kg)
Com <i>Meloidogyne javanica</i>	0,20 a
Sem <i>Meloidogyne javanica</i>	0,65 b
CV (%)	82,46

* Para análise estatística, os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$. Letras distintas representam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste t a 5%.

TABELA 17. Média do teor de silício (mg/kg) acumulado na matéria seca das folhas e do sistema radicular de bananeira Prata-Anã quatro meses após o cultivo com diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio (g/kg de solo).

Tratamentos	Folhas*	Raiz*
0,0	1,00	2,06
0,64	1,18	2,25
1,28	1,12	1,75
1,92	1,12	2,18
2,56	1,00	1,93
CV (%)	26,16	29,08

* Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

Resultados semelhantes foram obtidos por Lana *et al.* (2003) testando diferentes doses de silicato de cálcio (0, 2, 4, 6,8 g/kg de solo), em condições controladas, no acúmulo e na absorção pelo tomateiro. Os autores verificaram que os teores acumulados nas folhas não diferiram significativamente entre si com o incremento das doses. Foi observado no presente estudo que ocorreu maior deposição de Si nas raízes em relação às folhas. Carvalho *et al.* (2003) admitem que as plantas de eucalipto foram eficientes em absorver o Si fornecido e translocá-lo das raízes para parte aérea até 60 dias após transplântio, tendo ocorrido redução no transporte de Si com tempo de 90 e 120 dias, havendo retenção de Si nas raízes após 60 dias. Dessa forma, a retenção de Si pelo sistema radicular poderia constituir estratégia de resistência da planta ao déficit hídrico, conforme sugerido por Sangster (1978), já que, nesses períodos, o sistema radicular da bananeira utilizaria a água necessária referencialmente das moléculas de H_4SiO_4 resultantes da hidratação da sílica (SiO_2) depositada nas

raízes. Depósitos radiculares de Si foram detectados principalmente em dicotiledôneas, nas quais o teor de SiO₂ nas raízes é relativamente alto em relação à parte aérea (JONES & HANDRECK, 1967). Tal deposição de Si foi observada em espécies como pepino (MIYAKE & TAKAHASHI, 1983), soja (MIYAKE & TAKAHASHI, 1985) e tomate (OKUDA & TAKAHASHI, 1964). Pode-se inferir ainda neste estudo que os resultados de acúmulo de Si foliar e no sistema radicular em função do incremento das doses, possivelmente seriam mais evidenciados caso as condições hídricas não fossem controladas. Independente do vegetal estudado, parece que a deposição do elemento Si nas raízes está relacionada com a conservação da água necessária ao vigor dos tecidos durante os períodos de estresse hídrico (SANGSTER, 1978). Pulz *et al.* (2008) avaliaram o silicato de cálcio e magnésio e calcário dolomítico em batateira sob diferentes tensões de água no solo e constataram que o tratamento com deficiência hídrica apresentou maior teor de Si, ou seja, a combinação da aplicação de silicato com deficiência hídrica proporcionou o maior teor de Si nas folhas.

Com relação ao teor de Si nas folhas e pseudocaule de plantas, verificou-se maior acúmulo nas plantas cultivadas em solo com as doses de silicato de cálcio e magnésio em comparação ao calcário dolomítico. (TABELAS 18 e 19). Esse fato pode ser explicado em função da característica apresentada pela planta de bananeira no presente estudo, de planta acumuladora de silício intermediária. Isto também acontece com a soja e as cucurbitáceas que apresentam quantidade de silício nos tecidos quando há silício fornecido ao meio (MIYAKE & TAKAHASHI, 1985). Resultados semelhantes foram encontrados por Pulz *et al.* (2008), comparando a aplicação de silicato de cálcio e magnésio com calcário dolomítico em batateiras. Os autores verificaram teores de silício superiores nos tubérculos e nas folhas nos tratamentos com silicato. Não foi observado efeito

TABELA 18. Teor de silício em mgKg^{-1} em folhas de mudas de bananeira Prata-Anã inoculadas ou não com *Meloidogyne javanica* em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D – Sem <i>M. javanica</i>	C.D – Com <i>M. javanica</i>
	0,92	0,80
D - 0 - Sem <i>M. javanica</i>	1,23 ^{ns}	
D - 0 – Com <i>M. javanica</i>		1,27*
D - 0,64 - Sem <i>M. javanica</i>	1,42*	
D - 0,64 - Com <i>M. javanica</i>		1,12 ^{ns}
D - 1,28 - Sem <i>M. javanica</i>	1,49*	
D - 1,28 - Com <i>M. javanica</i>		1,13*
D - 1,92 - Sem <i>M. javanica</i>	1,14 ^{ns}	
D - 1,92 - Com <i>M. javanica</i>		1,25*
D - 2,56 - Sem <i>M. javanica</i>	1,27*	
D - 2,56 - Com <i>M. javanica</i>		1,20*
CV(%)	12,77	

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

* significativo pelo teste Dunnet a 5%.

TABELA 19. Teor de silício em mgKg^{-1} no pseudocaule de mudas de bananeira Prata-Anã inoculadas ou não com *Meloidogyne javanica* em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D – Sem <i>M. javanica</i>	C.D – Com <i>M. javanica</i>
	0,15	0,34
D - 0 - Sem <i>M. javanica</i>	0,37*	
D - 0 - Com <i>M. javanica</i>		0,36 ^{ns}
D - 0,64 - Sem <i>M. javanica</i>	0,36*	
D - 0,64 - Com <i>M. javanica</i>		0,31 ^{ns}
D - 1,28 - Sem <i>M. javanica</i>	0,51*	
D - 1,28 - Com <i>M. javanica</i>		0,32 ^{ns}
D - 1,92 - Sem <i>M. javanica</i>	0,59*	
D - 1,92 - Com <i>M. javanica</i>		0,43 ^{ns}
D - 2,56 - Sem <i>M. javanica</i>	0,60*	
D - 2,56 - Com <i>M. javanica</i>		0,54*
CV(%)	19,90	

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

* significativo pelo teste Dunnet a 5%.

significativo no teor de silício na raiz em comparação das doses de silicato de cálcio e magnésio ao calcário dolomítico (**TABELA 20**).

TABELA 20. Teor de silício em mgKg^{-1} na raiz de mudas de bananeira Prata-Anã inoculadas ou não com *Meloidogyne javanica* em função de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio e dose única de calcário dolomítico.

	C.D – Sem <i>M. javanica</i>	C.D – Com <i>M. javanica</i>
	2,37	2,30
D - 0 - Sem <i>M. javanica</i>	1,74 ^{ns}	
D - 0 – Com <i>M. javanica</i>		2,50 ^{ns}
D - 0,64 - Sem <i>M. javanica</i>	2,27 ^{ns}	
D - 0,64 – Com <i>M. javanica</i>		1,90 ^{ns}
D - 1,28 - Sem <i>M. javanica</i>	2,15 ^{ns}	
D - 1,28 – Com <i>M. javanica</i>		1,42 ^{ns}
D - 1,92 - Sem <i>M. javanica</i>	2,39 ^{ns}	
D - 1,92 – Com <i>M. javanica</i>		1,64 ^{ns}
D - 2,56 - Sem <i>M. javanica</i>	2,44 ^{ns}	
D - 2,56 – Com <i>M. javanica</i>		1,96 ^{ns}
CV(%)	27,38	

ns. não significativo pelo teste Dunnet a 5%.

5. CONCLUSÕES

- As doses de 1,28 e 2,56 g/kg reduzem o número de ovos de *M. javanica* em raízes de mudas de bananeira Prata-Anã em relação à testemunha;
- As doses de silicato de cálcio e magnésio não interferem no número de galhas, de massas de ovos por sistema radicular e juvenis de segundo estágio de *M. javanica*;
- As doses de silicato de cálcio e magnésio não reduzem a população de *M. javanica* no solo e em raízes de mudas de bananeira Prata-Anã em comparação ao calcário dolomítico;
- As mudas de bananeira Prata-Anã têm seu desenvolvimento vegetativo reduzido quando cultivadas na presença de *M. javanica*;
- A aplicação de 1,61 g/dm³ de solo de silicato de cálcio e magnésio no solo cultivado com mudas de bananeira Prata-Anã proporciona um ganho máximo de matéria seca no pseudocaule de 9,70 g/planta;
- As doses de silicato de cálcio e magnésio não influenciam o crescimento vegetativo das mudas de bananeira Prata-Anã;
- Não há diferença no crescimento vegetativo das mudas de bananeira Prata-Anã cultivadas com silicato de cálcio e magnésio ou calcário dolomítico;
- Com o aumento das doses de silicato de cálcio e magnésio no solo, ocorre um aumento crescente no teor de silício acumulado no pseudocaule das mudas de bananeira Prata-Anã;
- As mudas de bananeira Prata-Anã absorvem silício em menor quantidade no pseudocaule quando cultivada com *M. javanica*;
- O teor de silício absorvido é maior nas folhas e pseudocaule de mudas de bananeira Prata-Anã cultivadas em solo corrigido com silicato de cálcio e magnésio em comparação ao solo corrigido com calcário dolomítico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADATIA, M. H.; BESFORD, R. T. The effects of silicon in cucumber plants grown in recirculation nutrient solution. **Annals of Botany**, London, v. 58, n. 3, p. 343-351, sept. 1986.

AGRIANUAL 2008. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 198 p.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. San: Academic Press, 2005. 922 p.

ALMEIDA, V. F. Nematóides de fruteiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n. 172, p. 65-72, 1992.

BACK, M. A.; HAYDOCK, P. P. J. e JENKINSON, P. Disease complexes involving plant parasitic nematodes and soilborne pathogens. **Plant Pathology**, v. 51, p. 683-697. 2002.

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. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras. v.27, n.3, p.491-500, maio/jun., 2003.

CASASSANTA, N.M. A bananicultura do Norte de Minas e seus impactos na economia regional. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha- MG. **Anais...** Montes Claros: Editora UNIMONTES, 2001. p. 180-187.

CHÉRIF, M.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 41, n. 6, p. 411-425, June 1992.

CHÉRIF, M.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R. R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. **Phytopathology**, St. Paul, v. 84, n. 3, p. 236-242, mar. 1994.

COFCEWICZ, E. T. et al. Ocorrência de *Meloidogyne* spp. em áreas produtoras de banana no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 23., 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba (SP): SBN; Garça- SP: FAEF, p. 112. 2001.

COOK, R. J.; BAKER, K.F. **The nature and practice of biological control of plant pathogens**. St. Paul: The American Phytopathology Society, 1983. 539 p.

COSTA, D. C. Doenças causadas por nematóides. In: CORDEIRO, Z. J. M. **Frupex**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 2000. p. 66-77.

COSTA, D. da C.; SILVA S. de O. ; ALVES, F.R. Reação de genótipos de bananeiras (*Musa* spp.) a *Radopholus similis* e *Meloidogyne incognita*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba (SP), v. 22, n. 2, p. 49- 57, jun. 1998.

COSTA, D. C. et al. Avaliação de danos e perdas à bananeira cv. Nanica causadas por *Meloidogyne incognita* na região de Petrolândia-Pernambuco. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba (SP), v. 21, p. 21. 1997.

DATNOFF, L. E.; DEREN, C. W.; SNYDER, G. H. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. **Crop Protection**, Guildford, v. 16, n. 6, p. 525-531, 1997.

DIAS, M. S. C. et al. Ocorrência de nematóides associados à bananeira na região norte de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília (DF), v. 26, p. 499-500. 2001. Suplemento.

DIAS, M. S. C. & RIBEIRO JÚNIOR, P. M. Nematóides na bananicultura. In: **Simpósio Norte Mineiro sobre a Cultura da Banana**. Anais.... Montes Claros: Ed. UNIMONTES, p.168-179, 2001.

DUTRA, M. R. et al. Utilização de silicato de cálcio e torta de mamona no controle do nematóide *Meloidogyne exigua* em cafeeiro irrigado. Disponível em:<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm/2/052.pdf>. Acesso em: 15 maio 2007.

DUTRA, M.R. et al. Efeito do silício aplicado na semeadura do feijoeiro no controle dos nematóides de galhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 37, 2004, Gramado. **Anais...**, Gramado: SBF, 2004. p. 172. Suplemento.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceeding of the National Academy Science**, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, jan. 1994.

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

FAO. Food Agriculture Organization: crops & livestock primary & processed. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 20 abr. 2008.

FAWE, A et al. Silicon and disease resistance in dicotyledons. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.) **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, p. 159-169. 2001.

FERRAZ, S.; FREITAS, L. G. **Controle de fitonematóides por plantas antagônicas e produtos naturais**. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dfp/lab/nematologia.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2007.

FREIRE, E. S. **Controle dos nematóides das galhas (*Meloidogyne spp.*) e dos cistos (*Heterodera glycines*)**. 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

GOWEN, S.; QUÉNÉHERVÉ, P. Nematode of banana, plantains and abaca. In: Luc, M.; SIKORA, R.A. e BRIDGE, J. **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. England, Wallingford, CAB International, p. 431-460. 1990.

HENRIET, C. et al. Effects, distribution and uptake of silicon in banana (*Musa spp.*) under controlled conditions. **Plant Soil**, London. v. 287, p. 359-374, 2006.

HUSSEY, R. S.; BARKER, K.R. A comparison of methods collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 57, n. 12, 1973. p.1025-1028.

HUSSEY, R.S. Host-parasite relationships and associated physiological changes. In: J.N. SASSER; C.C. CARTER (Ed.). **An advanced treatise on Meloidogyne**. Raleigh: North Carolina State University graphics, 1985. p.143-154.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 jun. 2008.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, n. 9, p.692. 1964.

JONATHAN, E. I.; RAJENDRAN, G. Interaction of *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* on banana. **Nematol. Medit.**, v. 26, p. 9-11. 1998.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plants and animals. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 19, p. 107-147, 1967.

JULIATTI, F. C.; KORNDÖRFER, G. H. Uso do silício no manejo integrado de doenças de plantas: experiência brasileira. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, Brasília, v. 28, p. 45-52, 2002. Suplemento.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Papel do silício na produção de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 21, n. 2, p. 34-37, nov./dez. 2002.

KORNDÖRFER, G. H.; RODRIGUES, A. F. **Importância do silício na incidência e na resistência das doenças de plantas**. Disponível em: <[http://www.ppi-d004d6433/\\$FILE/Anais%20Gaspar%20Korndorfer.pdf](http://www.ppi-d004d6433/$FILE/Anais%20Gaspar%20Korndorfer.pdf)>. Acesso em: 02 fev. 2007.

LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; ZANÃO JÚNIOR, L.; LANA, A. M. Q. Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 15-20, 2003.

LIMA FILHO, O. F. de.; LIMA, M. T. G. de.; TSAI, S. M. O silício na agricultura. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, v. 87, n. 87, p. 1-7, mar. 1999.

LIMA, L.M. **Manejo da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow e *P.Sydow*) com fungicidas e silício**. 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

LOPES, A.C.F. **Efeito de fontes de silício no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**, Amsterdam: Elsevier Science B. V., 2001. p. 17-39.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 1995. 887 p.

MENZIES, J. G. et al. The influence of silicon on cytological interactions between *Sphaerotheca fuliginea* and *Cucumis sativus*. **Physiology Molecular Plant Pathology**, London, v. 39, n. 4, p. 403-414, apr. 1991.

MICHEREFF, S. J. et al. Importância dos patógenos e das doenças radiculares em solos tropicais. In: MICHEREFF, S. J., ANDRADE, D. E. G. T., MENEZES, M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: Imprensa Universitária, 2005. p. 1-18.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of soybean plants in the solution culture. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 31, p. 625-636, 1985.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effects of silicon on the growth of cucumber plant in soil culture. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v.29, p. 463-471, 1983.

MORAES, S. R. G. **Fontes e doses de silício na intensidade da antracnose do feijoeiro**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

NERI, D. K. P. **Efeito do silício na resistência de plantas de milho a *Rhopalosiphum maidis* (Fitch.) (Hemiptera: Aphididae) e sua interação com inseticida no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)** 2006. 78 f. Tese (Doutorado em Entomologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

OLIVEIRA, R.M. et al. Efeito do silicato de cálcio no controle de *Meloidogyne javanica* em pepino. **Fitopatologia Brasileira**, Maringá, v. 32, p. 296, ago. 2007. Suplemento.

OKUDA, A.; TAKAHASHI, E. The role of silicon. The mineral nutrition of the rice plant. **Proceedings Symposium International Rice Research Institute**, p. 123-146, Feb. 1964.

PAULA, M.S. **Diversidade genética e reação de *Passiflora spp.* A *Meloidogyne incognita* e a *Meloidogyne javanica***. 2006. 110 f. Dissertação (Mestre em Fitopatologia)–Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

POZZA, A. A. A.; ALVES, E.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G.; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, T. G.; SANTOS, D. M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 185-188, mar./abr. 2004.

POZZA, A. A. A. **Silício em mudas de cafeeiro**: efeito na nutrição mineral e na suscetibilidade à cercosporiose em três variedades. 2004. 96 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

PULZ, A.L. et al. Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Botucatu, SP, v. 32, p. 1651-1659, 2008.

RAVEN, J. A. The transport and function of silicon in plants. **Biological Review**, Cambridge, v. 58, n. 2, p. 179-207, 1983.

RAVEN, J. A. The transport and function of silicon in plants. **Biological Review**, Cambridge, v. 58, n. 2, p. 179-207, 1983.

RODRIGUES, F. Á. **Fertilização silicatada na severidade da queimadasbainhas (*Rhizoctonia solani* Kühn) do arroz**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SANGSTER, A. G. Silicon in the roots of higher plants. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 65, n. 9, p. 929-935, 1978.

SASSER, J. N. FRECKMAN, D. W. A world perspective on nematology: the role of the society. In: VEECH, J. A.; DICKSON, D. W. (Eds.) **Vistas on Nematology**: A commemoration of the twenty-fifth anniversary of the society of nematologist. DeLeon Springs: Society of Nematologist, p.158-165, 1987.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, New York, v. 58, p. 151-199, 1997.

SEAPA – Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MG. 2008. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/>>. Acesso em: 25 maio 2009.

SILVA, L. S.; BOHNEN, H. Rendimento e acúmulo de nutrientes pelo arroz em solução nutritiva com e sem adição de silício. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 771-777, jul./set. 2001.

SOUZA, J. T.; MAXIMINIANO, C.; CAMPOS, V. P. Nematóides associados a plantas frutíferas em alguns estados brasileiros. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.2, p. 353-357, 1999.

STOLF, E.C. **Efeito de re-inoculações de fungos endolíticos sobre o controle do nematóide cavernícola da bananeira (*Radopholus similis*)**. 2006. 50 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica). Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 2006.

VILAS BOAS L. C. Reação de clones de bananeira (*Musa spp.*) ao nematóide *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, RAÇA 2. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 690-693, dez. 2002.

TENENTE, R. C. V. Interação entre nematóides e *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, FITOSSANIDADE E O FUTURO DA BANANICULTURA, 5., 2003. Paracatu, **Anais...** Paracatu: EMBRAPA, 2003, p. 122-126.

ZEM, A. C. **Problemas nematológicos em bananeiras (*Musa spp.*) no Brasil contribuição ao seu conhecimento e controle**. 1982. 40 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura, “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1982.