

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DIOGO TUDELA FILHO

**FONTES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE SILÍCIO NO CONTROLE DE DOENÇAS
NA CULTURA DO MILHO**

UBERLÂNDIA, MG

2023

DIOGO TUDELA FILHO

**FONTES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE SILÍCIO NO CONTROLE DE DOENÇAS
NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Seron Pereira

Banca de avaliação 1: Cleber Brandino Ferreira

Banca de avaliação 2: Araújo Hulmann Batista

UBERLÂNDIA – MG

2023

Resumo: Apesar da eficiência comprovada da aplicação de silício em plantas acumuladoras de Si, seu uso ainda é muito baixo entre os agricultores principalmente no cultivo do milho. Devido a isso, objetivou-se avaliar o teor foliar de silício, as médias de produtividades e as médias de severidade de doenças em dois híbridos de milho DKB 380 e DKB 335 submetidos a aplicação via solo e foliar de Silício com o objetivo de controlar doenças foliares. Foram realizados 5 tratamentos, sendo eles T1 testemunha, T2 escória de siderúrgica, T3 silicato de potássio, T4 silinat e T5 escória de siderúrgica + silicato de potássio, sendo T2 aplicado um dia após plantio, T3 e T4 aplicados em V3, V6 e V9 e T5 a fonte de silício via solo aplicado um dia após plantio e a fonte via foliar aplicado em V3, V6 e V9. Foram realizadas 4 repetições em duas variedades de milho. Os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si em nenhuma das características avaliadas em nenhum dos dois híbridos porém houve correlação entre as médias das produtividades alcançadas e dos teores de silício encontrados nas folhas.

Palavras chave: doenças foliares, análise foliar, avaliação de severidade de doenças

Abstract: Despite the proven efficiency of silicon application in silicon-accumulating plants, its use remains very low among farmers, especially in corn cultivation. Therefore, the objective was to evaluate the silicon leaf content, yield averages, and disease severity averages in two corn hybrids, DKB 380 and DKB 335, subjected to soil and foliar silicon application with the aim of controlling foliar diseases. Five treatments were conducted: T1 as the control, T2 with steel slag, T3 with potassium silicate, T4 with silinate, and T5 with steel slag + potassium silicate. T2 was applied one day after planting, T3 and T4 were applied at V3, V6, and V9, and T5 had the silicon source applied to the soil one day after planting and the foliar source applied at V3, V6, and V9. Four repetitions were performed for two corn varieties. The treatments did not show statistical differences among themselves in any of the evaluated characteristics for either of the two hybrids. However, there was a correlation between the average yields achieved and the silicon levels found in the leaves.

Sumário

INTRODUÇÃO-----	6
OBJETIVOS-----	8
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO-----	9
MATERIAIS MÉTODOS-----	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	20
CONCLUSÃO-----	23
REFERÊNCIAS-----	24

Lista de Tabelas

TABELA 1 - Teor de Silício Foliar nas variedades em gramas por quilo-----	21
TABELA 2 - Médias de severidade de doenças híbrido 335 em %-----	21
TABELA 3 - Médias de severidade de doenças híbrido 380 em % -----	22
TABELA 4 - Produtividades médias dos híbridos em sacos por hectare-----	22
TABELA 5 - Correlação entre médias de produtividades e médias de silício foliar----	23
TABELA 6 - Correlação entre médias de produtividades e médias de silício foliar----	23

1 INTRODUÇÃO

As expectativas são para que no ano de 2023 a produção de milho no Brasil chegue a 125.827,7 milhões de toneladas, com uma área de 22.337,6 milhões de hectares, somando as safras de verão e inverno (CONAB, 2023). O ano de 2023 está previsto que o Brasil tenha uma demanda de 125.805,3 milhões de toneladas, sendo que 80.805,3 milhões de toneladas serão para o consumo interno e 45.000 milhões de toneladas para exportações (CONAB, 2023). Isso mostra que o Brasil está tendo sucesso em sua posição como produtor de milho para o planeta, e que o país é praticamente autossuficiente na cultura para abastecer o mercado interno.

Quando comparado com dados de 2011 onde o Brasil produzia 55 milhões de toneladas em uma área de quase 13 milhões de hectares, é possível identificar o crescimento que o Brasil apresentou em um período de somente 12 anos, que foi motivado pelo aumento da população mundial do planeta que utiliza o milho como um dos seus pilares na alimentação. Dessa forma se tornou necessário que o Brasil, como um dos grandes produtores de alimento do mundo aumentasse a sua produção do grão, já que a demanda aumentou (CONAB, 2011).

Um dos fatores que possibilitou o Brasil de dar esse salto na produção de milho foi a pesquisa em cima de variedades mais produtivas e tolerantes a doenças, que são os maiores tomadores de produtividades nas lavouras brasileiras dos fatores bióticos. O contínuo investimento das empresas em novas variedades permitiu o agricultor brasileiro posicionar adequadamente as variedades nas propriedades brasileiras, posicionando variedades tolerantes ao estresse hídrico em regiões de menores índices pluviométricos por exemplo, e investindo em variedades com maior tolerância a doenças e pragas buscando atingir maiores produtividades.

O Brasil hoje ocupa o terceiro lugar na produção mundial de milho, ficando atrás somente de Estados Unidos da América e China, porém, o Brasil, entre esses dois é o país que apresenta maior potencial de crescimento em área de cultivo de milho e em produtividade em sacos por hectare nas fazendas brasileiras (CONAB, 2023). Isso se deve ao fato do Brasil ser um dos únicos países restantes no mundo com possibilidade de expansão de área sem a necessidade de desmatar florestas, devido ao extenso número de pastos degradados que ainda estão presentes no território nacional, que possibilita a reforma desse pasto degradado transformando-os em lavouras produtivas. Outro ponto que possibilita o Brasil de se manter nesse top 3 ou até mesmo subir de posição, é a possibilidade de realizar duas safras no território brasileiro, graças ao clima tropical que abrange o país. Os agricultores têm a oportunidade de plantar milho na safra de verão, que vai de Setembro/Outubro até Janeiro/Fevereiro, e na safra de inverno que vai de Fevereiro/Março até Julho/Agosto.

A intensificação das áreas irrigadas no Brasil, que permite mais de uma safra por ano pode ter ajudado no aumento da intensificação das doenças, principalmente em áreas com plantios sucessivos de milho, que permite a perpetuação e o aumento de inóculos dos patógenos e a presença de insetos transmissores de doenças. Algumas práticas da irrigação também podem influenciar na severidade das doenças, principalmente aquelas causadas por bactérias, como por exemplo o manejo inadequado da irrigação e o excesso de água nas lavouras de milho (FERNANDES, 2000).

No Brasil, existem diversas doenças que interferem na produtividade da cultura, destacam-se a mancha-branca (*Phaeosphaeria maydis*), as ferrugens [causadas por *Puccinia sorghi* (Ferrugem-comum), *Puccinia polysora* (Ferrugem-polissora) e *Phyzopella zae* (Ferrugem-branca ou tropical)], a queima de turcicum (*Exserohilum turcicum*), a cercosporiose (*Cercospora zae-maydis*), a mancha foliar causada por *Stenocarpella macrospora* (*Diplodia macrospora*), a antracnose-foliar (*Colletorichum graminicola*), o enfezamento pálido e o enfezamento vermelho.

Com o objetivo de diminuir o uso de inseticidas e fungicidas em excesso, que causa prejuízos para o sistema lavoura-solo, atacando inimigos naturais e contaminando os solos das propriedades, hoje buscam-se produtos que induzem resistência nas plantas e que não prejudicam o sistema em questão.

O silício apresenta uma série de benefícios para as plantas, sendo que o elemento não é um macro e nem um micronutriente, e sim considerado como um elemento benéfico para a planta (EPSTEIN, 1999). O silício absorvido pela planta tem efeitos benéficos quando relacionados a fatores bióticos e abióticos, como por exemplo estresses sofridos pela planta, que pode resultar em um aumento a resistência à ataques de insetos pragas, sem qualquer alteração no genoma da planta (DEREN et al., 1994). A deposição de silício ocorre na cutícula das folhas, que promovem uma redução na taxa de transpiração dos tecidos foliares e a sua deposição ocorre com maior frequência em locais onde a água é perdida em grande quantidade, como na epiderme foliar. O acúmulo de silício nos órgãos de transpiração, formam uma dupla camada de sílica logo abaixo da epiderme, que age como barreira mecânica contra a invasão de fungos e insetos (MITANI; MA, 2005).

A indução de resistência de plantas a insetos é algo estudado quando se trata de fertilizantes a base de silício, que é uma opção quando se trata do manejo integrado de pragas, podendo reduzir dessa forma a aplicação de inseticidas para o controle de insetos, porém essa resposta a indução de resistência de plantas pode ocorrer isoladamente ou em combinações

distintas, que depende da planta em questão ou do agente indutor. O silício pode agir como um precursor de resistência quando a planta é exposta a fatores bióticos ou abióticos, de forma que ela irá ativar mecanismos de resistência já existentes dentro da planta em questão, induzindo algum tipo de resposta como modificações celulares, fisiológicas e morfológicas. (VENDRAMIM ; FRANÇA , 2006).

Além dos fatores de indução de resistência em algumas plantas e os efeitos benéficos relacionados a estresses bióticos e abióticos, o silício também apresenta ação benéfica como aumento da capacidade fotossintética, plantas mais eretas, redução da transpiração, aumento da resistência mecânica das células e aumento da resistência das plantas ao ataque de insetos e doenças. Mesmo assim com todos esses benefícios, o silício ainda é muito pouco explorado e utilizado na agricultura brasileira, devido principalmente a falta de oferta de fertilizantes silicatados no mercado na maior parte do Brasil, encarecendo o custo ao produtor rural pelo alto valor do frete de trazer o produto em sua propriedade (MORAES et al., 2005).

A falta de estudos em cima de fertilizantes silicatados é outro motivo do desinteresse do produtor rural quando se trata do elemento em questão, onde muitas vezes faltam dados e informações por parte das empresas na hora da recomendação do fertilizante. Existem fontes alternativas de silício que podem ajudar a suprir esse mercado, como por exemplos resíduos vegetais de casca de arroz e bagaço de cana, porém essas fontes são de liberação lenta no solo e muitas vezes insuficientes para atender a demanda de Si na agricultura brasileira. As fontes mais comuns no mercado de silício são materiais utilizados na indústria, como por exemplo escória de siderurgia e subprodutos da produção de fósforo elementar. Existem também silicatos de cálcio, sódio, potássio e magnésio que estão no mercado porém pouco oferecido ao produtor rural.

As gramíneas são plantas acumuladoras de silício e dessa forma sua aplicação vem aumentando as produtividades de culturas como arroz, sorgo, cana-de-açúcar, milho, aveia e alguns tipos de gramas segundo alguns trabalhos. E apesar do silício ser um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre, a sua presença disponível no solo para as plantas é baixa, principalmente em solos do Cerrado. Espera-se que a aplicação de fertilizantes silicatados junto com o uso de fertilizantes foliares a base de silício tenha uma boa resposta em plantas acumuladoras de Si, quando comparadas com plantas que não receberam nenhum tipo de adubação silicatada no objetivo de obter maiores produtividades.

2 OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo o efeito do uso de silício na cultura do milho visando o controle de algumas doenças relevantes na região do Cerrado Mineiro.

3 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

3.1 – A cultura do milho

O milho (*Zea mays L.*) é uma gramínea que pertence a família Gramineae / Poaceae, com origem do teosinto (*Zea mays*). Existem registros que a planta é cultivada há mais de 8000 anos em diversas continentes e hoje está presente em muitas partes do Planeta, como Estados Unidos da América, China, Índia, Brasil, França, Indonésia, África do Sul, Argentina, etc (JOSÉ F. C. BARROS; JOSÉ G. CALADO , 2004).

O milho apresenta uma grande adaptabilidade, que é representada por seus diferentes tipos de genótipos, dessa forma a planta pode ser cultivada desde regiões do Equador até o limite das terras temperadas, e em altitudes que vão desde ao nível do mar até altitudes superiores a 3600 metros, podendo ser encontrado em climas tropicais, subtropicais e temperados. A função do milho hoje na sociedade está na alimentação humana e animal, e contém em sua composição quase todos os aminoácidos conhecidos, tornando o milho uma planta de excepcional valor nutricional quando associada a produção para silagem, tanto quanto para a produção de alimento humano (JOSÉ F. C. BARROS JOSÉ G. CALADO, 2004).

O milho, *Zea mays L.*, é uma cultura globalmente significativa que desempenhou um papel essencial na alimentação humana ao longo da história. Foi Paul C. Mangelsdorf, que identificou a origem do milho nas Américas, mais especificamente no México central. Através de seu trabalho, Mangelsdorf traçou a história do milho até ancestrais selvagens, conhecidos como teosintos, e forneceu uma base sólida para investigações subsequentes.

O aspecto genético da domesticação do milho é discutido com base nas contribuições de George W. Beadle e Barbara McClintock, que identificaram genes fundamentais na formação das espigas de milho. Suas descobertas permitiram uma compreensão mais profunda das mudanças genéticas que ocorreram durante a domesticação dessa planta. A pesquisa também explora as evidências arqueológicas apresentadas por Dolores R. Piperno, que traça o desenvolvimento da agricultura de milho em sociedades antigas das Américas, demonstrando como esse grão desempenhou um papel crucial nas civilizações antigas.

O milho desempenhou um papel vital nas culturas indígenas das Américas, como os Maias e os Incas. John E. Staller e sua equipe, através de seus estudos sobre a agricultura Maia,

revelaram como o milho era um alimento essencial nessas civilizações, influenciando suas práticas agrícolas e suas vidas cotidianas.

O milho é uma planta da família Poaceae, pertencendo à espécie *Zea mays L.* É interessante notar que todos os milhos que se conhecem fazem parte dessa mesma espécie. Esta planta possui uma das maiores variabilidades genéticas encontradas na natureza, contendo cerca de 50 mil genes, o que é o dobro da quantidade de informações genéticas presente em um ser humano. Essa notável variabilidade genética tem possibilitado inúmeros avanços no campo do melhoramento genético do milho. Os esforços nesse sentido tiveram início por volta de 1930 e culminaram no desenvolvimento do que hoje chamamos de milho híbrido. Esse tipo de milho é obtido por meio da seleção e cruzamento de linhagens que demonstraram maior promessa, aproveitando sua capacidade de combinação genética (UDRY ; DUARTE , 2000).

O milho, *Zea mays L.*, é uma das culturas mais importantes do mundo, desempenhando um papel crucial na alimentação humana, na produção de ração animal e em outras aplicações industriais, como biocombustíveis. Para garantir uma produção sustentável e maximizar o potencial dessa cultura, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) estabelece diretrizes e recomendações essenciais para o manejo do milho. Estas orientações visam a otimização da produtividade, a conservação dos recursos naturais e a redução do impacto ambiental. A seguir, destacamos algumas práticas fundamentais de acordo com a EMBRAPA:

Escolha de Cultivares Adequadas:

A seleção de variedades de milho adaptadas ao clima e às condições locais é fundamental. As cultivares resistentes a pragas e doenças, bem como aquelas com maior eficiência no uso de nutrientes, devem ser preferidas.

Preparo do Solo:

O preparo adequado do solo é crucial para promover um ambiente favorável ao crescimento das plantas de milho. Isso inclui a análise do solo para determinar os níveis de nutrientes, a correção do pH, a aplicação de fertilizantes conforme as necessidades específicas e a implementação de práticas de conservação do solo para evitar a erosão.

Plantio e Espaçamento:

O momento correto de plantio, geralmente de acordo com as condições climáticas locais, deve ser observado. O espaçamento adequado entre as fileiras e entre as plantas é importante para evitar o sombreamento excessivo e garantir um bom desenvolvimento das plantas.

Manejo de Pragas e Doenças:

O monitoramento constante das lavouras de milho é essencial para identificar a presença de pragas e doenças. A utilização de técnicas de manejo integrado de pragas, incluindo a rotação de culturas e o uso de agentes de controle biológico, é recomendada para minimizar o uso de produtos químicos.

Irrigação Eficiente:

A irrigação deve ser gerenciada de forma eficiente para evitar o desperdício de água. O uso de sistemas de irrigação por gotejamento ou pivô central pode contribuir para a economia de recursos hídricos.

Colheita e Armazenamento:

A colheita deve ser realizada no momento adequado, quando o milho atinge o teor de umidade desejado. O armazenamento adequado é crucial para evitar perdas devido a pragas e deterioração.

Rotação de Culturas e Plantio Direto:

A prática de rotação de culturas, alternando o milho com outras culturas, ajuda a controlar pragas e doenças, melhorar a estrutura do solo e aumentar a eficiência do uso de nutrientes. O plantio direto é uma técnica que preserva a cobertura vegetal do solo entre safras, reduzindo a erosão e promovendo a saúde do solo.

A escolha das variedades é muito importante na hora do plantio, sendo responsável por até 50% da variação de produtividade quando comparadas com outras variedades (DUVICK, 1992). Com isso é possível perceber a importância na hora da escolha da semente e checar se esse tipo de variedade é adaptável para a região.

O aumento da frequência de cultivos ao longo do ano tem sido uma prática intensificada com o objetivo de incrementar a renda dos agricultores e ampliar a oferta de alimentos. Esse esforço tem resultado em maior produtividade por unidade de área, especialmente quando são implementadas tecnologias apropriadas, como o aprimoramento do manejo do solo e a aplicação de práticas culturais adequadas para cada tipo de solo e cultura (FERREIRA, 1997). Devido a isso o preparo adequado do solo para o plantio é fundamental no objetivo de se atingir altas produtividades em qualquer cultura.

A rápida germinação e a emergência uniforme são duas características cruciais para alcançar elevados rendimentos na produção de grãos de milho. Isso se deve à limitada capacidade de preenchimento de espaços dessa espécie e à sua eficaz conversão de energia luminosa em energia química (TOLLENAR & WU, 1999).

A definição do número final de plantas na lavoura é influenciada por uma série de fatores interdependentes. Entre esses fatores, destacam-se o tamanho das sementes, a profundidade de semeadura e o timing de implantação da cultura (ANDRADE et al., 1996). A massa das sementes, por sua vez, é resultado da interação de diversos elementos, incluindo o tipo de híbrido disponível no mercado, a posição das sementes na espiga e as condições edafoclimáticas e de manejo durante o período de enchimento dos grãos. Em geral, sementes de híbridos simples tendem a ser menores do que aquelas de híbridos duplos, devido ao fato de serem provenientes de linhagens endogâmicas. Além disso, é importante notar que os óvulos localizados na porção inferior da espiga são os primeiros a serem fertilizados, o que resulta em sementes de maior tamanho na base, em comparação com aquelas desenvolvidas na extremidade da espiga (SALVADOR & PEARCE, 1995).

As sementes de milho são categorizadas com base em sua largura, comprimento e espessura, uma prática que facilita e padroniza o processo de semeadura. Além de influenciar a configuração das semeadoras, a forma e as dimensões das sementes podem exercer impacto na velocidade de germinação, na taxa de emergência e na uniformidade do estande (ANDRADE et al., 1998). Sementes provenientes da extremidade da espiga, que contêm quantidades menores de reservas, podem apresentar uma germinação mais lenta, o que resultaria em uma emergência irregular das plantas e uma produção reduzida. Esse fenômeno pode ser agravado quando se aumenta a profundidade de semeadura e ocorre uma diminuição na temperatura do solo, fatores que desaceleram o processo de emergência das plântulas e aumentam a suscetibilidade da cultura durante o período crítico entre a semeadura e a emergência (SILVA & ARGENTA, 2000).

O desempenho da colheita de milho é suscetível a múltiplos fatores, incluindo, mas não se limitando a: a disponibilidade de água, a qualidade do solo, a densidade populacional das plantas, as práticas de cultivo, o potencial produtivo da variedade escolhida, bem como as estratégias de controle de plantas invasoras, pragas e doenças (SANDINI & FANCELLI, 2000; e FANCELLI & DOURADO NETO, 2003).

Com todas essas oportunidades no Brasil para os produtores de milho, se tornou comum o produtor realizar o plantio da soja no verão e do milho no inverno, sendo que as maiores produtividades de milho são atingidas no verão devido a maior quantidade de horas de sol e maior disponibilidade hídrica (excluindo anos de veranico). Dessa forma a maior parte do Brasil passou o plantio de milho para o inverno na possibilidade de realizar duas safras, mesmo com

produtividades mais baixas quando comparadas a de verão, o Brasil vem crescendo cada vez mais na produção de milho e na sua área plantada (PINTO ET AL., 1997).

3.2 – Doenças do milho

O crescimento da produção de milho veio acompanhado com o grande aumento na incidência e severidade de doenças na cultura. Esse fato pode ser explicado pelos mesmos motivos que aumentaram a produtividade do milho brasileiro, como por exemplo a presença de milho nas fazendas brasileiras durante as duas safras, a de verão e a de inverno, possibilitando que o patógeno complete seu ciclo e acumule inóculos na lavoura e possibilita a sobrevivência de insetos vetores de doenças. Outro fator que possibilitou o aumento de doenças no Brasil foi a introdução de materiais genéticos de milho com altas produtividades, porém com diferentes níveis de resistência às doenças, junto com a prática do plantio direto que contribui para o acúmulo de inóculos de patógenos nos restos das culturas (JULIATTI, 2007).

Com o advento da safrinha, o cultivo de milho expandiu-se para praticamente todo o território nacional, e dessa forma a planta de *Zea mays L.* é sujeita a diferentes condições climáticas que podem favorecer alguns tipos de doenças que prejudicam a cultura do milho, e com a variabilidade genética dos patógenos, doenças que antes eram comuns em somente uma região podem facilmente se adaptar a novas regiões com climas e altitudes completamente diferentes (JULIATTI, 2007).

Especialmente a partir da década de 90, foi observado um aumento significativo na incidência e gravidade de algumas doenças fúngicas que afetam as folhas de milho, resultando em uma notável redução tanto em termos de qualidade quanto de quantidade na produção de milho (PINTO, 2004). Este aumento tem sido associado a diversos fatores, tais como o cultivo repetido de milho em safras consecutivas (safra e safrinha), a prática de monocultura, irrigação sem seguir critérios técnicos adequados e o uso do sistema de plantio direto sem a devida rotação de culturas. Entre as doenças mencionadas, destaca-se a mancha foliar, cuja origem ainda está sujeita a debate, e a ferrugem polysora, que é causada pelo fungo *Puccinia polysora* (FERNANDES, 2000).

A ferrugem polysora, atualmente, é considerada uma das doenças mais preocupantes que afetam a cultura do milho no Brasil, sendo classificada como a mais agressiva entre todas as ferrugens que atacam essa cultura (OLIVEIRA et al., 2004). A presença dessa doença já resultou em danos econômicos consideráveis, com prejuízos que alcançaram até 65% da produção em áreas experimentais com histórico de infestação. Nas regiões CentroOeste e Sudeste do Brasil,

essa ferrugem é uma preocupação ao longo de todo o ano agrícola, tornando-se particularmente problemática nos plantios a partir da segunda metade de novembro (PEREIRA et al., 2005).

Os sintomas característicos dessa doença se manifestam na forma de pústulas, que possuem uma configuração que varia de circular a oval, com dimensões que podem variar de 0,2 a 2,0 mm de comprimento. Essas pústulas apresentam uma coloração marrom clara e tendem a se concentrar principalmente na parte superior das folhas. A incidência e a intensidade do problema são amplamente favorecidas por condições de alta umidade relativa e temperaturas situadas na faixa de 23 a 28 graus Celsius (OLIVEIRA et al., 2004).

A mancha branca é uma doença que se encontra amplamente disseminada em todo o território brasileiro. Ela acarreta prejuízos na produção agrícola que podem atingir níveis superiores a 60%. Os primeiros indícios dessa doença manifestam-se sob a forma de lesões que lembram a aparência de inchaço (edema), tornando-se posteriormente necróticas e adquirindo uma coloração palha. Essas lesões possuem um formato que varia entre circular e oval, com diâmetros que abrangem de 0,3 a 2,0 cm. Em situações mais graves, é possível que ocorra a fusão das lesões (CASELA et al., 2006).

Entre os muitos patógenos que afetam as plantações de milho e causam prejuízos significativos no Brasil, merece destaque o grupo diversificado de agentes etiológicos relacionados à mancha branca do milho. Esse complexo é composto por *Phaeosphaeria maydis*, *Phoma sorghina*, *Phoma* sp. (seção *Plenodomus*), *Sporomiella* sp. e, adicionalmente, pela bactéria *Pantoea ananatis* (SILVA, 1997).

Paccola-Meirelles e colaboradores (2001) realizaram o isolamento de uma bactéria identificada como *Pantoea ananatis* (também conhecida como *Erwinia ananas*) a partir de lesões no estágio inicial da mancha branca, com uma frequência de 63%. Em experimentos conduzidos em casa de vegetação, a inoculação dessa bactéria em plantas de milho resultou na reprodução de sintomas semelhantes aos observados no campo. Além disso, a bactéria foi posteriormente recuperada a partir das lesões, cumprindo, assim, os critérios estabelecidos pelos postulados de Koch.

A intensidade dessa doença é sensivelmente influenciada por fatores climáticos, como temperaturas noturnas em torno de 14 graus Celsius, níveis elevados de umidade relativa do ar (superiores a 60%) e, sobretudo, por volumes elevados de precipitação pluviométrica (OLIVEIRA et al., 2004).

Entre as doenças que afetam as plantações de milho no Brasil, as helmintosporioses assumem um papel de destaque. Essas doenças têm sua origem em um grupo complexo de

fungos, destacando-se *Exserohilum turcicum* (K.J. LEONARD & SUGGS) (também conhecido como *Setosphaeria turcica* na fase sexuada) e *Bipolaris maydis* (NISIK. & MIYAKE) (*Cochliobolus heterostrophus* na fase sexuada). O fungo *E. turcicum* é encontrado em diversas partes do mundo (CARSON & VAN DYRE, 1994), Ogliari et al. (2005) e Harlapur et al. (2008), sendo notório por ocasionar danos que podem superar os 40% em condições ambientais favoráveis, sobretudo em variedades de milho suscetíveis (FERGUSON & CARSON, 2007 e WANG et al., 2010).

Os sintomas característicos dessa doença manifestam-se sob a forma de lesões foliares que apresentam necrose, com coloração que varia de palha a tonalidades escuras, acompanhadas por margens bem definidas. Essas lesões tendem a ser largas, alongadas e de tamanho considerável, medindo, em média, entre 5 a 8 cm de comprimento. Além disso, elas se distribuem de maneira irregular na superfície das folhas (CAMARGO et al., 2005).

Por outro lado, na presença da mancha causada pelo fungo *Bipolaris*, as lesões nas folhas adotam uma coloração palha e têm uma forma retangular bem definida, delimitada pelas nervuras, com uma média de dimensões de 2,5 x 0,5 cm (CAMARGO et al., 2005). A incidência da mancha de *Bipolaris* no milho varia em diferentes graus, dependendo da resistência da variedade plantada, das práticas de manejo empregadas na lavoura e das condições climáticas durante o período de cultivo (REIS et al., 2004)

3.3 – Silício na indução de resistência

O silício (Si) ainda não foi oficialmente classificado como um elemento essencial para as plantas, devido à sua função que permanece parcialmente esclarecida (EPSTEIN, 1999). No entanto, a absorção de Si por parte das plantas traz benefícios notáveis, como o aumento da resistência a doenças e pragas, a redução da perda de água por transpiração, a melhoria na arquitetura das plantas ao tornar as folhas mais eretas e, consequentemente, o aprimoramento da taxa fotossintética (DEREN et al., 1994).

As gramíneas, em particular, são reconhecidas como plantas que têm a capacidade de acumular Si. Portanto, a adubação com Si tem se revelado uma prática eficaz para elevar e sustentar a produção de biomassa e grãos em diversas espécies, incluindo arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milheto, aveia, bem como em gramíneas como a grama 'Kikuyu' e a grama 'Bermuda' (ELAWAD & GREEN, 1979, e KORNDÖRFER & LEPSCH, 2001). Em experimentos com arroz cultivado em várzea, Korndörfer et al. (2001) relataram um aumento médio de produção de grãos de 1.007 kg por hectare nos tratamentos que receberam aplicação de Si na forma de silicato de cálcio.

Apesar de o silício ser um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre e, em geral, estar presente em quantidades consideráveis na maioria dos solos, é importante notar que várias classes de solos, especialmente aqueles encontrados no Cerrado, possuem níveis baixos de Si solúvel nas camadas superiores do solo (RAIJ & CAMARGO, 1973). Nessas condições, é provável que a aplicação de fertilizantes contendo Si, principalmente em plantas reconhecidas por acumularem esse elemento, como a maioria das gramíneas, possa resultar em benefícios significativos para a produção agrícola.

Para suprir a demanda por silício (Si) nas plantações, em alguns casos, são utilizados resíduos vegetais como fontes desse elemento, incluindo cascas de arroz e bagaço de cana. Embora esses resíduos liberem Si de forma gradual e tenham aplicações adicionais, como a geração de vapor, eles geralmente não conseguem atender plenamente às necessidades da agricultura. No entanto, existem subprodutos da indústria siderúrgica, como as escórias de siderurgia, que são ricas em Si e poderiam suprir essa demanda. Durante os processos siderúrgicos, as altas temperaturas utilizadas convertem o Si presente em estados cristalinos no minério e no fundente em formas reativas e mais solúveis (COELHO, 1998).

As características essenciais de uma fonte de Si para uso na agricultura incluem: um teor elevado de Si solúvel, propriedades físicas adequadas, facilidade de aplicação mecânica, disponibilidade imediata para as plantas, custo acessível, equilíbrio nas relações e quantidades de cálcio (Ca) e magnésio (Mg), além da ausência de metais pesados. Muitas escórias de siderurgia atendem a esses critérios, sendo algumas delas promissoras fontes de Si disponível (KORNDÖRFER et al., 2003).

Ma et al. (2001) destacam que algumas plantas são reconhecidas como acumuladoras de silício (Si), tornando os efeitos da adubação silicatada mais evidentes. Geralmente, essas plantas apresentam teores de Si nas folhas acima de 1%, enquanto aquelas identificadas como não acumuladoras possuem níveis inferiores a 0,5% (MA et al., 2001).

No contexto da análise da capacidade de absorção de Si pelas plantas, a análise química foliar se revela uma das ferramentas primordiais. De acordo com Malavolta (2006), a análise foliar assume um papel crucial na avaliação e no manejo do estado nutricional das plantas, uma vez que as folhas são os órgãos que melhor refletem o estado nutricional na maioria das culturas. No entanto, é relevante notar que a análise dos teores de Si em tecidos vegetais ainda não é realizada na maioria dos laboratórios de análise foliar no Brasil, visto que muitos autores ainda não reconhecem a essencialidade desse elemento.

Em muitos casos, os procedimentos para a determinação de Si em plantas, conforme descritos na literatura, são trabalhosos e exigem protocolos complexos para a preparação das amostras (SOUZA, 2012). Nesse contexto, surge a necessidade do desenvolvimento de novos métodos para a determinação de Si em amostras vegetais.

A indução de resistência de plantas a insetos é algo estudado quando se trata de fertilizantes a base de silício, que é uma opção quando se trata do manejo integrado de pragas, podendo reduzir dessa forma a aplicação de inseticidas para o controle de insetos, porém essa resposta a indução de resistência de plantas pode ocorrer isoladamente ou em combinações distintas, que depende da planta em questão ou do agente indutor. O silício pode agir como um precursor de resistência quando a planta é exposta a fatores bióticos ou abióticos, de forma que ela irá ativar mecanismos de resistência já existentes dentro da planta em questão, induzindo algum tipo de resposta como modificações celulares, fisiológicas e morfológicas. (VENDRAMIM ; FRANÇA , 2006).

Além dos fatores de indução de resistência em algumas plantas e os efeitos benéficos relacionados a estresses bióticos e abióticos, o silício também apresenta ação benéfica como aumento da capacidade fotossintética, plantas mais eretas, redução da transpiração, aumento da resistência mecânica das células e aumento da resistência das plantas ao ataque de insetos e doenças. Mesmo assim com todos esses benefícios, o silício ainda é muito pouco explorado e utilizado na agricultura brasileira, devido principalmente a falta de oferta de fertilizantes silicatados no mercado na maior parte do Brasil, encarecendo o custo ao produtor rural pelo alto valor do frete de trazer o produto em sua propriedade (MORAES et al., 2005).

A falta de estudos em cima de fertilizantes silicatados é outro motivo do desinteresse do produtor rural quando se trata do elemento em questão, onde muitas vezes faltam dados e informações por parte das empresas na hora da recomendação do fertilizante. Existem fontes alternativas de silício que podem ajudar a suprir esse mercado, como por exemplos resíduos vegetais de casca de arroz e bagaço de cana, porém essas fontes são de liberação lenta no solo e muitas vezes insuficientes para atender a demanda de Si na agricultura brasileira. As fontes mais comuns no mercado de silício são materiais utilizados na indústria, como por exemplo escória de siderurgia e subprodutos da produção de fósforo elementar. Existem também silicatos de cálcio, sódio, potássio e magnésio que estão no mercado porém pouco oferecido ao produtor rural.

As gramíneas são plantas acumuladoras de silício e dessa forma sua aplicação vem aumentando as produtividades de culturas como arroz, sorgo, cana-de-açúcar, milho, aveia e

alguns tipos de gramas segundo alguns trabalhos. E apesar do silício ser um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre, a sua presença disponível no solo para as plantas é baixa, principalmente em solos do Cerrado. Espera-se que a aplicação de fertilizantes silicatados junto com o uso de fertilizantes foliares à base de silício tenha uma boa resposta em plantas acumuladoras de Si, quando comparadas com plantas que não receberam nenhum tipo de adubação silicatada no objetivo de obter maiores produtividades.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 – Local

O experimento foi conduzido em campo na Fazenda Castelhana Tudela Coffees, localizada na BR365 KM526, no distrito de Monte Carmelo, no talhão denominado Vereda. O experimento foi realizado na segunda safra de 2023 na cultura do milho safrinha. O plantio foi realizado no dia 21/02/2023 de forma mecanizada com implementos disponibilizados pela própria propriedade. O ensaio foi conduzido da mesma forma que o manejo da fazenda, porém não foram realizadas aplicações de fungicidas para não mascarar os tratamentos.

4.2 - Tratamentos

Foram conduzidos 5 tratamentos sendo eles denominados de T1; T2; T3; T4; T5, sendo eles, T1 testemunha, T2 resíduo de siderúrgica, T3 silicato de potássio, T4 Silinat e T5 resíduo de siderúrgica + silicato de potássio. O resíduo de siderúrgica contém 17% de silício enquanto os fertilizantes foliares silicato de potássio e Silinat apresentam 10% e 31,7% de silício respectivamente.

A aplicação do resíduo de siderúrgica foi realizada de forma manual, um dia após o plantio, em 22/02/2023, em ambos os tratamentos T2 e T5 em uma dose de 25 quilos por parcela, totalizando 5000 quilos por hectare. Já a aplicação dos fertilizantes foliares, silicato de potássio e Silinat, foram realizadas através de um pulverizador costal de capacidade de 10 litros, utilizando somente 2 litros de calda e 10 mililitros de produto para os tratamentos T3, T4 e T5, e suas aplicações foram realizadas nos seguintes estágios da planta de milho, V3, V6 e V9, onde o V representa estágio vegetativo e a numeração a seguir significa quantas folhas completamente desenvolvidas a planta de milho atingiu, por exemplo, V3 significa que a planta está com até 3 folhas completamente desenvolvidas, onde a bainha da terceira folha está totalmente visível.

4.3 – Delineamento e condução

Os experimentos foram instalados em delineamento em blocos casualizados, sendo 5 tratamentos e 4 repetições, foram utilizadas duas variedades de milho no intuito de observar variedades mais resistentes e menos resistentes a patógenos. O experimento contou com 20 parcelas sendo 5 tratamentos x 4 repetições, e cada parcela tinha um espaçamento entre elas de 2 metros de largura e 10 metros de comprimento, enquanto a divisão de variedades foi estabelecida em 10 metros de distância com 10 metros de comprimento. As variedades de milho utilizadas foram o DKB 335, que foi configurado como a variedade mais resistente, e o DKB 380 como a menos resistente. Foram utilizadas essas variedades devido ao costume da fazenda de já utilizar essas cultivares como principais no plantio da safrinha.

O plantio foi realizado no dia 21/02/2023 de forma mecanizada, com uma plantadeira a ar de 8 linhas puxada por um trator motorizado. O espaçamento escolhido foi de 0,5 metros entre linhas, e 0,31 metros entre plantas, totalizando 62.000 plantas por hectare em uma profundidade de 5 centímetros. As parcelas foram divididas em tamanhos iguais de 50 metros quadrados, sendo 5 metros de largura e 10 metros de comprimento, totalizando 10 linhas de milho por parcela e 310 plantas por parcela, em média. A área útil do experimento foi de 24 metros quadrados, excluindo as duas últimas linhas de ambos os lados da parcela e excluindo um metro do comprimento de ambos os lados da parcela, totalizando em 3 metros de largura e 8 metros de comprimento e aproximadamente 149 plantas por parcela na área útil.

Foram realizadas adubações de fósforo e nitrogênio na base e a lanço, sendo que no plantio utilizou-se 150 quilos de MAP na plantadeira (52% de fósforo ; 11% de nitrogênio amoniacal) e foi aplicado sulfato de amônio (20% de nitrogênio amoniacal) em cobertura após 15 dias a emergência de acordo com o padrão de adubação da propriedade. Realizou-se aplicação de inseticidas com o objetivo de controle de cigarrinha (*Dalbulus maidis*), lagartas e percevejos, de acordo com a infestação dessas pragas, o equipamento utilizado era UNIPORT 3030 (Jacto) disponibilizado pela fazenda. Não foram realizadas aplicações de fungicidas para não mascarar os tratamentos, sendo que o objetivo do trabalho é a avaliação de doenças que hoje são controladas pelos fungicidas. O controle de plantas infestantes foi realizado de forma mecanizada com um equipamento denominado de trincha, que circulou pelos espaçamentos entre cada parcela e cortou as plantas rente ao solo.

4.4 – Avaliações

A colheita foi realizada no dia 22/07/2023 de forma manual, colhendo somente as espigas da área útil de cada parcela separadas, sem retirar a palha. As espigas foram postas em um saco e levadas para a oficina onde foram debulhadas por uma trilhadora mecanizada, que

retiravam os grãos do sabugo e separavam da palha. Após esse procedimento, foram pesadas as parcelas separadas e anotadas o peso.

Foram realizadas análises de avaliação de doenças, avaliação de silício foliar e avaliação de produtividade em todas as parcelas.

A avaliação de doenças foi realizada a partir do dia 02/05/2023, 70 dias após o plantio, visto que o surgimento de doenças só começou a partir desta data para o intuito de avaliação. As notas das parcelas foram estabelecidas em porcentagem e a avaliação foi feita da planta inteira, de forma que todas as folhas foram avaliadas até o pendão. Todas as folhas recebiam uma nota de 0 a 100% e no final eram somadas e divididas pelo número total de folhas, sendo que 5 plantas por parcela eram avaliadas de forma aleatória dentro da parcela, deixando de fora plantas que apresentavam sinais de enfezamento devido que as doenças não expressam seu total potencial em plantas já atacadas. As doenças constatadas no experimento foram Helmintosporiose causada por *Bipolaris maydis*, Helmintosporiose causada por *Exserohilum turcicum* e a mancha branca causada pela bactéria *Pantoea ananatis* junto com um complexo de fungos. Além da avaliação do dia 02/05/2023 foram realizadas outras avaliações em 13/05/2023, 23/05/2023 e 07/06/2023. Não houveram avaliações antecedentes a primeira devido que não havia o significativo aparecimento de doenças antes de 02/05/2023.

A avaliação de silício foliar foi realizada no laboratório da universidade federal de uberlândia através do espectrofotômetro. Para a realização da análise foliar foram retiradas as folhas abaixo da espiga de cada parcela em 3 plantas distintas, considerando somente a área útil do experimento. Foram retiradas as pontas superiores e inferiores de cada folha junto com sua nervura principal e encaminhadas para a estufa da Universidade onde lá foram expostas a temperatura de 60 graus Celsius durante um dia com o objetivo de tirar a umidade. Após a secagem as folhas foram moídas e pesadas 100 gramas de cada parcela para serem levadas ao laboratório onde iriam ser feitas a análise de silício. No laboratório foram adicionadas soluções em cada amostra pesada das parcelas e em seguidas levadas ao espectrofotômetro onde foi realizado a leitura do silício.

Os dados foram rodados no sistema SISVAR para avaliação estatística e para identificar se os tratamentos obtiveram diferença estatística entre as parcelas pelo teste de Scott-Knott.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a Tabela 1 os resultados de análise de silício foliar não apresentaram diferenças estatísticas pelo teste de Scott-Knott a uma significância de 0,05% em nenhuma das variedades,

tanto no híbrido DKB 335 tanto no DKB 380. Segundo Korndörfer et al. (2006), plantas de milho acumulam teores de Si de 2,5 a 11,4 g kg⁻¹, portanto, o teor foliar de Si (Tabela 1) está de acordo com o esperado, mesmo na testemunha.

Tabela 1 - Teor de Silício Foliar nas variedades em gramas por quilo

Tratamentos	Teor de silício em g kg⁻¹	
	DKB 335	DKB 380
T1	9,1750 a1	9,0750 a1
T2	6,8750 a1	9,0500 a1
T3	8,7000 a1	9,4250 a1
T4	8,2250 a1	9,9000 a1
T5	9,4500 a1	10,7250 a1

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Scott-Knot a 0,05 de significância. CV: 15,96% ; Erro padrão: 0,7687

Segundo a Tabela 2 e Tabela 3 não houve diferença estatística na média de severidade de doenças em nenhuma das avaliações. É importante dizer que como não houve aplicação nenhuma de fungicida para controle das doenças, a partir do momento que houve o aparecimento das doenças não houve medida para o controle dessas e devido a isso as plantas sofreram bastante principalmente no final do ciclo, o que pode ter interferido nas avaliações principalmente no final do ciclo.

Tabela 2 - Médias de severidade de doenças híbrido 335 em %

Tratamentos	Médias em % – DKB 335		
	1ª Avaliação de doenças	2ª Avaliação de doenças	3ª Avaliação de doenças
T1	3,6500 a1	7,4000 a1	38,3275 a1
T2	3,2500 a1	7,5000 a1	42,4950 a1
T3	2,9500 a1	7,7500 a1	28,7475 a1
T4	3,2500 a1	7,4000 a1	31,6650 a1
T5	3,1500 a1	7,6000 a1	33,7450 a1

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a Scott-Knott de significância.. CV:15,41% ; Erro padrão: 0,2503 ; CV: 10,60% ; Erro padrão: 0,3991 ; CV: 26,34% ; Erro padrão: 4,6097

Tabela 3 – Médias de severidade de doenças híbrido 380 em %

Tratamentos	Médias em % – DKB 380		
	1ª Avaliação de doenças	2ª Avaliação de doenças	3ª Avaliação de doenças
T1	3,6000 a1	7,7500 a1	27,0800 a1
T2	3,2000 a1	6,5000 a1	25,8325 a1
T3	3,3000 a1	6,8500 a1	21,2475 a1
T4	3,2000 a1	6,6000 a1	29,1650 a1
T5	3,1500 a1	6,5000 a1	25,4125 a1

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. CV: 14,08% ; Erro padrão: 0,2316 CV: 10,99% ; Erro padrão: 0,3758 ; CV: 21,77% ; Erro padrão: 2,8025

Segundo a Tabela 4 não houve diferença estatística na média das produtividades. Segundo alguns autores, os resultados positivos à aplicação de silício acontecem quando as plantas estão sujeitas a diferentes tipos de estresse, como por exemplo estresse hídrico (PULZ et al., 2008), que no caso não houve já que o valor mínimo exigido pela cultura do milho segundo Fancelli & Dourado Neto, 2004 é de 350 a 500 mm e na região de monte carmelô durante a época do experimento choveu em média 750mm (weatherspark.com.br). Outro resultado onde o silício apresenta resultados positivos é na presença de Al^{3+} no solo (WANG et al., 2004), que também não é o caso já que a propriedade realiza correção de Al^{3+} todo ano.

Tabela 4 – Produtividades médias dos híbridos em sacos por hectare

Tratamentos	Médias de produtividade em sacos por hectare	
	DKB 335	DKB 380
T1	99,0050 a1	85,0325 a1
T2	93,6425 a1	96,9075 a1
T3	99,8200 a1	92,0450 a1
T4	92,9450 a1	109,2050 a1
T5	102,2875 a1	105,8625 a1

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância. CV: 14,42% ; Desvio padrão: 7,0302 ; CV: 15,88% ; Desvio padrão: 7,7673

Segundo a Tabela 5 existe uma correlação de 0,821469 entre os tratamentos a base de silício e as produtividades em quilos por hectare alcançadas na variedade DKB 335

Tabela 5- Correlação entre médias de produtividades e médias de silício foliar

Tratamentos	Médias de produtividade em quilos	Médias de silício foliar g/kg⁻¹	Correlação
T1	5940,625	9,175	0,821469
T2	5618,75	6,875	
T3	5989,58	8,700	
T4	5577,083	8,225	
T5	6137,500	9,450	

Segundo a Tabela 6 existe uma correlação de 0,746106 entre os tratamentos a base de silício e as produtividades em quilos por hectare alcançadas na variedade DKB 380

Tabela 6 – Correlação entre médias de produtividades e médias de silício foliar

Tratamentos	Médias de produtividade em quilos	Médias de silício foliar em g/kg⁻¹	Correlação
T1	85,0347	9,075	0,746106
T2	96,9097	9,050	
T3	92,0486	9,425	
T4	109,2708	9,900	
T5	105,8681	10,725	

6 Conclusão

As aplicações de silício não apresentaram diferenças estatísticas em nenhuma das variáveis testadas, no caso em teor de silício foliar, na média de severidade de doenças e nas médias de produtividade. No caso nenhum dos tratamentos, T2, T3, T4 e T5 apresentaram diferenças estatísticas em relação a T1 em nenhum dos 3 parâmetros avaliados, e isso pode estar relacionado à falta de condições adversas sofrido pelas plantas de milho, que apresentaram

condições estáveis para se desenvolverem e o único estresse sofrido foi o surgimento de doenças foliares que com a falta de aplicação de fungicidas se desenvolveram em níveis altos de infestação.

No entanto existiram correlações entre as médias de produtividades alcançadas nas duas variedades (DKB 335 e DKB 380) e no teor de silício foliar.

7 Referências

COSTA, D.F.; VIEIRA, B.s.; LOPES, E.A.; MOREIRA, L.C.B.. Aplicação de Fungicidas no Controle de Doenças Foliares na Cultura do Milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 98-105, 30 abr. 2012. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v11n1p98-105>.

COSTA, D.F.; VIEIRA, B.s.; LOPES, E.A.; MOREIRA, L.C.B.. Aplicação de Fungicidas no Controle de Doenças Foliares na Cultura do Milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 98-105, 30 abr. 2012. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v11n1p98-105>.

CRUZ, Ivan. Manejo de pragas da cultura de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 1999.

FERNANDES, F. ;T. OLIVEIRA, E. de. Principais doenças na cultura do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2000.

80p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular t é c n i c a , 26).

GOUSSAIN, Marcio M.; MORAES, Jair C.; CARVALHO, Janice G.; NOGUEIRA, Neusa L.; ROSSI, Mônica L.. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: noctuidae). Neotropical Entomology, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, jun.

JULIATTI, F.C., BELOTI, I.F., JULIATTI, B.C.M. and DO CRATO, F.F., 2014. Eficácia da associação de fungicidas e antibióticos no manejo da mancha branca do milho e seu efeito na produtividade . Bioscience Journal [online], vol. 30, no. 6, pp. 1622–1630. [Accessed 28 September 2023]

.1 Milho - Doença. I EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). I. Título. III. Série

MONTES, Rafael Marangoni. O uso do silício no manejo de pragas. Agencia Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São Paulo, p. 1-13, jan. 2015.

NICCHIO, Bruno; KORNDÖRFER, Gaspar Henrique; PEREIRA, Hamilton Seron; SANTOS, Gustavo Alves; VIEIRA, Marlon Anderson Marcondes. Efeito da aplicação Foliar de Si, P e K no desenvolvimento, produção e qualidade de soqueira de cana-de-açúcar. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá, v. 14, n. 2, p. 325-338, 26 mar. 2021. Centro Universitario de Maringa. <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2021v14n2e8021>.

PEREIRA DUARTE, R., CÉSAR JULIATTI, F. and TREVIZAM DE FREITAS, P., 2009. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho / Efficacy of different fungicides on maize crop. Bioscience Journal [online], vol. 25, no. 4. [Accessed 28 September 2023]. Available from: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6966>.

PEREIRA, H.S., KORNDORFER, G.H., DOS REIS, C.B. and CORREA, G.F., 2006. Disponibilidade de silício em diferentes fontes. Bioscience Journal [online], vol. 20, no. 2. [Accessed 28 September 2023]. Available from: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6513>.

PEREIRA, Hamilton Seron; BARBOSA, Newton Cabral; CARNEIRO, Marco Aurélio Carbone; KORNDÖRFER, Gaspar Henrique. Avaliação de fontes e de extratores de silício no solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, [S.L.], v. 42, n. 2, p. 239-247, fev. 2007. FapUNIFESP (SciELO)..

2002. Springer Science and Business Media LLC.

<http://dx.doi.org/10.1590/s1519566x2002000200019>.

PINTO, Nicésio Filadelfo Janssen de Almeida. Principais doenças da cultura do milho. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p. 82-94, ago. 2006.

PINTO, Nicésio Filadelfo Janssen de Almeida. Controle químico de doenças foliares em milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 3, n. 1, p. 134-138, jul. 2004.

SALTIRE SANTOS, J., TEIXEIRA DO AMARAL JÚNIOR, A., VIVAS, M., MAGANHA SILVA VIVAS, J., NASCIMENTO FERREIRA KUROSAWA, R., & FELIPE DA SILVEIRA, S. (2016). CARACTERÍSTICAS CULTURAIS E PATOLÓGICAS DE *Bipolaris maydis* EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA. REVISTA BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 15(3), 461–469. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v15n3p461469>

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; HORN, D.; BIANCHET, P.; GRACIETTI, M.A.; SCHMITT, A.; SCHWEITZER, C.. Tamanho de Semente, Profundidade de Semeadura e Crescimento Inicial do Milho em Duas Épocas de Semeadura. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 3, n. 3, p. 370-380, 30 dez. 2004. Revista Brasileira de Milho e Sorgo.

<http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v3n3p370-380>.

