

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

THAYS CRISTINA ALVES JUNQUEIRA

**USO DE SILÍCIO NA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA AOS ENFEZAMENTOS
TRANSMITIDOS *POR Dalbulus maidis* NA CULTURA DO MILHO**

**UBERLÂNDIA, MG
2023**

THAYS CRISTINA ALVES JUNQUEIRA

**USO DE SILÍCIO NA INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA AOS
ENFEZAMENTOS TRANSMITIDOS *POR Dalbulus maidis* NA
CULTURA DO MILHO**

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

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Seron
Pereira

UBERLÂNDIA, MG

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir chegar até esse momento, e aos meus pais por todo o apoio durante o curso, dentro e fora da faculdade, e sem eles nada disso seria possível, amo vocês!

Ao GPSi que durante esses anos contribuiu grandemente para a minha graduação, e ao professor Hamilton Seron pelo apoio durante toda a graduação

Ao Diogo Tudela e Diogo Tudela Filho por disponibilizar o necessário para a realização do trabalho.

Aos meus amigos, que colaboraram em deixar os dias mais leves e me apoiaram durante esses anos de graduação.

RESUMO

O milho é uma das principais culturas mundiais, cultivado nas duas safras anuais. O fato de ter essa cultura o ano todo no campo, aumenta significativamente a pressão dos insetos pragas, o que pode causar danos nas lavouras, como consequência baixas produtividades. A cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) é chave desse processo, já que nos últimos anos vem sendo um grande problema para os produtores da cultura. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é avaliar fontes de silício como indutor de resistência aos enfezamentos transmitidos pela cigarrinha do milho. O experimento aconteceu na fazenda Castelhana Tudela Coffes, sediada na cidade de Monte Carmelo – MG, foi realizado em delineamento em blocos casualizado. Com 5 tratamentos, sendo: T1 – Testemunha absoluta; T2 – Escória de Siderúrgica; T3 – Silicato de Potássio; T4 – Silinat e T5 – Escória de siderúrgica + Silicato de Potássio. Foi trabalhado com 4 repetições e 2 variedades híbridas de milho, o DKB 380 e DKB335. Foram avaliados o número de plantas com sintomas causados pelos molicutes e vírus. O tratamento T5 obteve maior eficácia nas variáveis analisadas, enquanto a testemunha apresentou maior incidência de enfezamentos.

Palavras-chave: *Zea mays L.*; adubação silício; *Dalbulus maidis*;

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 A cultura do milho.....	9
2.2 Pragas da cultura do milho	9
2.3 <i>Dalbulus maidis</i> (cigarrinha-do-milho)	10
2.4 Adubação com silício na resistência de plantas	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Localização do Experimento e delineamento experimental.....	13
3.2 Híbrido utilizado.....	13
3.3 Manejo Realizado na cultura.....	14
3.4 Descrição dos tratamentos.....	14
3.5 Avaliações.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Híbrido 1 (DKB 335)	15
4.1.1 Enfezamento pálido e vermelho.....	15
4.1.2 Virus do raiado fino	16
4.1.3 Plantas enfezadas.....	17
4.1.4 Produtividade	17
4.2 Híbrido 2 (DKB 360)	18
4.2.1 Enfezamento pálido e vermelho.....	18
4.2.2 Virus do raiado fino	19
4.2.3 Plantas enfezadas.....	19
4.2.4 Produtividade	20
5. CONCLUSÕES.....	21
6. REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é originado do México, sendo uma das principais culturas agrícolas do mundo atualmente, justamente por ter a capacidade de se adaptar a diferentes climas e posições geográficas, e é a única a ter ultrapassado o marco de 1 bilhão de toneladas, saindo na frente de culturas como o trigo e o arroz. É um cereal com mais de 3.500 utilizações, entre elas a alimentação humana, alimentação animal, pneus, polímeros e uso para combustíveis. Esse crescimento só foi possível pelos avanços genéticos na cultura do milho, visto que é uma planta que abriga muitos patógenos e pragas agrícolas (MIRANDA,2018).

Na safra 2022/2023 houve um crescimento de área de 3,2% em comparação à safra anterior, é relatado também um aumento na estimativa de produção de 16,6%, o que resulta em aproximadamente 125,5 mil toneladas de grãos (Conab, 2023). Demonstrando o sucesso dessa cultura no país, e aumenta a pressão dos insetos pragas. A cultura estar presente em campo nas duas safras, ou em algumas regiões até três safras, contribui significativamente para esse aumento.

O número de espécies escritas como insetos ultrapassa um milhão, entre esses 10% são consideradas pragas, não só para a agricultura. Os danos são variáveis de acordo com a parte da planta que é atacada, o momento fisiológico em que ela se encontra, densidade populacional e espécie. As pragas podem também ser indiretas, nos casos em que são vetores de patógenos prejudiciais para a cultura (GALLO et al., 2002).

O milho tem vários insetos considerados pragas, mas há alguns anos a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis* - DeLong & Wolcott) vem ganhando notoriedade, e está presente em toda região neotropical, além dos danos ao se alimentar da seiva das folhas o inseto é vetor de 2 molicutes o *Spiroplasma kunkelii*, responsável pela doença conhecida como enfezamento pálido (*corn stunt spiroplasma* – CSS) e o fitoplasma – responsável pelo enfezamento vermelho (*maize bushy stunt phytoplasma* – MBSP), além de 1 vírus, o do raiado fino (*maize rayado fino marafivirus* – MRFV). A

cigarrinha adquire o MPSP e o CCS ao se alimentar de plantas infectadas e transmite para plantas sadias (EMBRAPA, 2004).

O MPSP (*maize bushy stunt phytoplasma*) é causado por um procarionte pleomórfico e sem parede celular que se desenvolve no floema da planta, sua aparição tem relação a temperaturas amenas e maior altitudes. As plantas infectadas demonstram sintomas após duas semanas, as folhas ficam avermelhadas e com o passar do tempo toda a planta se avermelha. O encurtamento entre nós pode ocorrer, além de induzir o perfilhamento e dar a planta uma cara arbustiva, afetando também no enchimento de grãos e a produção final da safra, com reduções de produtividade que podem chegar a 50%, dependendo no nível de infecção (EMBRAPA, 2004).

O CCS (*corn stunt spiroplasma*) é causado pelo espiroplasma *Spiroplasma kunkelii*, que também se estabiliza no floema da planta, é um procarionte móvel espiralado e sem parede celular, as plantas infectadas apresentam listas amareladas ou verde claro nas folhas velhas e a partir disso as folhas novas também aparecem com esses sintomas, que aparecem após até quatro semanas após a infecção. Dependendo do momento da infecção os internódios são encurtados e as inflorescências podem apresentar deformidade (EMBRAPA, 2004).

Já o MRFV (*mayze rayado fino marafivírus*) é transmitido por um marafivírus, onde o genoma tem apenas uma fita de ssRNA, nesse caso não é transmitido mecanicamente, como ocorre com os molicutes, ele é transmitido persistentemente pela *Dalbulus maidis*. No corpo da planta as partículas do vírus são encontradas no citoplasma e vacúolos, com sintomas aparecendo em até dez dias após a infecção, com pontos cloróticos alinhados, que se fundem com o passar do tempo formando uma risca. Pode causar redução do crescimento e aborto das gemas florais (EMBRAPA, 2004).

Para manejá-la existem várias estratégias, porém nenhuma delas resolve o problema de forma isolada, mas todas as medidas procuram reduzir a população do vetor e a frequência de plantas doentes no campo.

O silício é relatado como indutor de resistência (Datnoff, et al., 2001). Induzir plantas a resistência de pragas faz parte do manejo integrado, e tem grande potencial, já que pode provocar mudanças na qualidade e quantidade de compostos secundários, oxigênio reativo e outros mecanismos de defesa como o reforço em barreiras estruturais

da planta, reduzindo então o uso de inseticidas químicos que afetam o meio ambiente e saúde do homem (Vendramin; França, 2006).

Associando esses fatores, o uso do silício pode auxiliar no controle de *Dalbulus maidis* na cultura do milho, principalmente em 2^a safra, quando os danos são maiores e mais prejudiciais á cultura.

Visando esses problemas o presente trabalho tem o objetivo de avaliar o uso de silício na indução de resistência á patógenos transmitidos pela cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) no cultivo do milho 2^a safra na região do triangulo mineiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do milho

O milho, cultura agrícola que tem seu centro de origem no México e o teosinto como ancestral é de grande importância para o agronegócio no Brasil, visto que é plantado em todas as regiões do país. Da safra 2000/2001 para a 2017/2018 a produção cresceu 82% indo de 591 milhões de toneladas para 1,076 bilhão de toneladas. O Brasil se consagra como o segundo maior exportador da cultura, ficando atrás apenas dos EUA (CONTINI et. al., 2019).

É uma cultura estratégica para o alicerce da agricultura brasileira, já que além de ser sucessor da cultura da soja, ocupando grande parte da 2º safra do país, ele é usado em consórcios com gramíneas forrageiras no sistema lavoura-pecuária, que vem ganhando força com o passar dos anos, além do uso na produção de biocombustível (CONTINI et. al., 2019).

A safra 2022/2023 contou com um aumento de 3,2% na área plantada, que representa 22.267,4 mil hectares e 131.865,9 mil toneladas de produção, um acréscimo de 16,6% quando comparado à safra anterior. Na segunda safra as colheitas superaram as alcançadas anteriormente, sendo apontada então com uma safra recorde. (CONAB, 2023)

Entretanto, mesmo com produtividades superando o estimado, a produção de milho ainda é bem inferior quando comparado aos Estados Unidos, com uma área de produção de 348,8 milhões de toneladas, mais que o dobro do produzido no Brasil (USDA, 2023)

2.2 Pragas da cultura do milho

O sistema de produção do milho como 2ª safra vem dificultando o controle de insetos praga na cultura do milho, visto que a presença do milho se estende em campo

ao longo do ano, o que causa uma alteração no comportamento de pragas e doenças na lavoura, já que esses organismos encontram condições mais favoráveis para se proliferarem, com maior quantidade de hospedeiros e recursos para sua reprodução. A mudança no ciclo de plantio de milho tem exigido um manejo mais complexo para controlar as pragas e doenças no decorrer do ano (NOGUEIRA et. Al., 2022)

Praticamente todos os cultivos agrícolas, inclusive a cultura do milho no Brasil, são hospedeiros de diferentes insetos fitófagos, que causam prejuízo econômico, causando danos à planta recém-emergida, e a planta pode até ser morta pela praga. Deve-se tomar um cuidado especial no manejo da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), por se tratar de uma praga que causa danos diretos causados pela alimentação do inseto e danos indiretos com a capacidade do inseto de transmitir patógenos para a planta, que é o dano mais importante. O controle químico é funcional, porém é preciso racionalizar o seu uso, visando não causar danos ao meio ambiente e agentes de controle biológico natural. Nesse contexto o Manejo Integrado de Pragas (MIP) tem grande importância para o controle efetivo desses insetos. (CRUZ et al., 2013; CRUZ et al., 2015; VALICENTE, 2015).

2.3 *Dalbulus maidis* (cigarrinha-do-milho)

Entre os problemas fitossanitários ocorrentes no milho, destaca-se a cigarrinha do milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott), que além de causar danos diretos ao se alimentar das plantas é importante por transmitir dois molicutes: Spiroplasma kunkeii que é responsável pelo enfezamento pálido (corn stunt spiroplasma – CSS) e o fitoplasma responsável pelo enfezamento vermelho (maize bushy stunt phytoplasma – MBSP), e o vírus do raiado fino (maize rayado fino marafivirus – MRFV) (EMBRAPA, 2004).

Os adultos são facilmente observados na lavoura, ficando no interior do cartucho do milho, de cor predominantemente palha, com cerca de 4mm de comprimento e 1 mm de largura. Tem sua biologia interferida pela temperatura, com maior facilidade de reprodução em temperaturas mais altas. Os hospedeiros do inseto são restritos a hospedeiros do grupo *Zea* e as espécies anuais ou perenes do Teosinto (EMBRAPA, 2004).

Esse inseto é encontrado em toda a região neotropical, onde o cultivo do milho acontece desde o nível do mar até altitudes maiores de 3.000 metros.

Os molicutes se desenvolvem no floema da planta, causando listras descoloridas ou avermelhadas, dependendo do período em que a planta foi infectada ela pode apresentar encurtamento dos internódios, pequenas bonecas e espigas, deformação no pendão e deformação total ou ausência da inflorescência feminina. Causando então danos à produção da planta, diminuindo em até 50%, dependendo da época que a planta foi infectada (EMBRAPA, 2020).

Enquanto o vírus do raiado fino, em plantas infectadas partículas do vírus podem ser encontradas no citoplasma e nos vacúolos. Os sintomas do vírus aparecem na forma de pontos cloróticos alinhados, formando uma risca fina com a junção desses pontos. Nas cultivares suscetíveis a infecção precoce pode acarretar redução de crescimento e aborto de gemas florais (EMBRAPA, 2004)..

O inseto adquire esses patógenos causadores de doenças ao se alimentar de plantas de milho infectadas e transmite para as plantas sadias ao se alimentar delas.

O manejo desse inseto praga consiste em reduzir a população do vetor e a frequência de plantas com os patógenos no campo, evitando fontes de inóculo. (EMBRAPA, 2004)

2.4 Adubação com silício na resistência de plantas

O silício não é considerado um elemento essencial para as plantas, não sendo necessário para que o ciclo da planta termine. A absorção do silício na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4) traz benefícios, como maior resistência à estresses bióticos, como o ataque de pragas e doenças e fatores abióticos, como o déficit hídrico. Essa absorção é realizada principalmente por gramíneas, consideradas acumuladores desse elemento, como o trigo, arroz, cana-de-açúcar e milho. (EPSTEIN, 2009; BORGES et al., 2015; PEREIRA et al., 2021).

O acúmulo de sílica nos órgãos de transpiração leva à formação de uma dupla camada de sílica, abaixo da epiderme, que age como barreira mecânica contra a invasão de fungos e insetos (Lanning; Linko, 1961; Comhaire, 1965; Cherif et al., 1992;

Korndorfer, 2004). A indução de resistência de plantas a insetos é um manejo potencial para o MIP (Manejo Integrado de Pragas), que pode mudar a qualidade e a quantidade de compostos do metabolismo secundário e de proteínas de defesa, além do reforço das barreiras estruturais da planta (Vendramim; França, 2006)

Foram realizados experimentos com o uso de silício para causar resistência á pragas comprovando esse aspecto da adubação silicatada, gerando uma diminuição no uso de inseticidas químicos.

O uso de silício na cultura do milho pode ser importante para o manejo de pragas, como a relação á resistência a *Diatraea saccharalis* quando aplicado na cultura da cana-de-açucar, reduzindo o comprimento das galerias feitas pelas lagartas em variedade suscetível em 43%, e não teve efeitos negativos sobre o inimigo natural *Cotesia Flavipes*, sendo uma prática compatível com o controle biológico (SANTOS-CIVIDANES et al., 2021)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento e delineamento experimental

O experimento foi realizado em área de lavoura comercial sob o sistema de plantio direto, na fazenda Tudela Castelhana Coffes, localizada na BR365 KM526, em Monte Carmelo – MG, no talhão denominado Vereda. Sabe-se que a área é de plantio direto há alguns anos, com rotação de culturas principalmente entre soja e milho. O trabalho foi realizado em delineamento em blocos casualizados (DBC) com parcelas de 50m² de área total, o que consiste em 10 linhas com 10 metros de plantio, e para avaliações foram consideradas como bordadura 2 linhas de cada lado da parcela e 1 metro no comprimento, totalizando 24m² de área útil por parcela. Foi feito com 5 tratamentos, com 4 repetições, em 2 cultivares.

O plantio foi realizado dia 21/02/2023 de forma mecanizada com uma plantadeira a ar de 8 linhas, puxada por trator motorizado. O espaçamento de plantio foi de 0,5m entre linhas e 0,31m entre plantas, com profundidade de 5cm, totalizando uma população de 62.000 plantas por hectare.

3.2 Híbrido utilizado

Os híbridos usados foram o DKB335 que tem uma tecnologia VTPRO4, que confere resistência a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), lagarta elasmo (*Elasmopalpus lignosellus*), larva alfinete (*Diabrotica speciosa*), lagarta rosca (*Agrotis ipsilon*), broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*). É um híbrido de alto potencial produtivo com ciclo precoce e moderadamente tolerante ao complexo de enfezamento. Também foi usado o híbrido DKB380 que tem tecnologia VTPRO3, que por ser uma tecnologia mais antiga, já não tem eficiência, por esse motivo foi necessário entrar com aplicações para lagartas nesse híbrido. O tratamento de sementes foi realizado com micronutrientes (cobre, molibdênio e zinco) e nematicidas biológicos.

3.3 Manejo realizado na cultura

A adubação de fósforo e nitrogênio foi feita 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 de emergência de acordo com o padrão já adotado na propriedade. A adubação via foliar foi feita de acordo com o padrão seguido na propriedade, assim como as aplicações de herbicida e fungicida. As aplicações de inseticidas para sugadores não foram realizadas na área do experimento, visando não mascarar os resultados obtidos.

A aplicação de inseticidas para lagartas, herbicidas e fungicidas foi feita de forma mecanizada, com o equipamento UNIPORT 3030 (jacto), que foi disponibilizado pela fazenda. Lembrando que não foram realizadas aplicações de inseticidas para sugadores a fim de não mascarar os dados, visto que o objetivo desse trabalho é avaliar o silício como induto de resistência aos enfezamentos causados pela *Dalbulus maidis*.

3.4 Descrição dos tratamentos

Foram realizados 5 tratamentos, sendo uma testemunha absoluta, demonstrados na tabela 1. O fertilizante em pó denominado escória de siderúrgica é uma fonte com 17% de silício, já os fertilizantes foliares silicato de potássio e Silinat apresentando 10% e 31,7% de silício respectivamente.

Tabela 1. Descrição dos Tratamentos.

Tratamento	Descrição	Si (%)
1	Escória de Siderúrgica	17
2	Silicato de Potássio	10
3	Silinat	31,7
4	Escória de Siderúrgica + Si. de Potássio	10 + 37
5	Testemunha	-

Os tratamentos T2 e T5 que contêm o fertilizante em pó escoria de siderúrgica foram aplicados um dia após o plantio dia 22/02/2023, foi aplicado de forma manual nas parcelas com dose de 25kg, o equivalente á uma dose de 5.000 kg/ha. Já os tratamentos que contém os foliares T3, T4 e T5, foram aplicados com auxílio de bomba costal com capacidade de 10 litros, utilizando 2 litros de calda e 10 mililitros dos

produtos, o correspondente á uma dose de 2 litros/ha. Os tratamentos foliares foram aplicados em 3 momentos da fase vegetativa do milho, em V3, V6 e V9, onde o V representa a fase vegetativa e a numeração representa a quantidade de folhas completamente desenvolvidas na planta.

3.5 Avaliações

A colheita foi realizada de forma manual, no dia 22/07/2023, onde foram colhidas apenas as espigas da área útil, separadas por parcelas. Depois foram armazenadas em sacos e levadas para uma área onde foram debulhadas com auxílio de uma trilhadora mecanizada, que removia os grãos e descartava a palha e o sabugo, após esse processo os grãos foram pesados individualmente por parcela, obtendo a produção de grãos da área útil da parcela.

Foram realizadas 3 avaliações, dias 03/05/2023, 23/05/2023 e 07/06/2023. Não foram realizadas avaliações anteriores, devido os sintomas de enfezamento pálido e vermelho, e raiado fino só iniciam seus sintomas no estádio reprodutivo da planta de milho. As avaliações foram feitas considerando a área útil das parcelas, onde foi contado o número de plantas que apresentavam sintomas de enfezamento (encurtamento dos entrenós e mudança na aparência da planta), sintomas de molicutes (presença de manchas cloróticas ou avermelhadas nas folhas das plantas) e presença do raiado fino. Ou seja, para a avaliação foi considerado o critério de presença ou ausência dos sintomas.

Para a variável enfezamento de plantas foram realizadas apenas duas avaliações, no dia 23/05/2023 e 07/06/2023, já que na avaliação feita no dia 03/05/2023 não havia incidências desse problema na área.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 HÍBRIDO 1 (DKB 335)

4.1.1 Enfezamento pálido e vermelho

Segundo a tabela 2 os resultados da primeira e segunda avaliação de plantas infectadas pelos enfezamentos pálido e vermelho não diferiram estatisticamente, porém na terceira avaliação, que foi feita ao final do ciclo reprodutivo, nota-se que somente a escória de siderúrgica não diferiu da testemunha. As escórias siderúrgicas apresentam alto teor de Si em sua composição, no entanto, apresentam baixa solubilidade (KORNDÖRFER et al., 2002).

Os demais tratamentos não diferiram entre si, mas diferiram da testemunha (Tabela 2). De acordo com Lima Filho (2008) o uso de silicato de potássio é uma técnica empregada para diminuir o uso de fitossanitários na agricultura, já que o silício (Si) é um nutriente fundamental para a integridade estrutural. Ele é depositado sob a forma de sílica amorfa nas paredes celulares, o que contribui para as propriedades mecânicas dessas paredes, tais como rigidez e elasticidade (Taiz et al., 2017).

Tabela 2 – Plantas com enfezamento pálido ou vermelho.

Trat.	Produto	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação
1	Escória de Siderúrgica	1.000a1	2.285 a1	5.837 a2 a3
2	Silicato de Potássio	1.000 a1	2.057 a1	5.480 a1 a2
3	Silinat	1.000 a1	1.750 a1	5.625 a1 a2
4	Escória de Siderúrgica + Si. de Potássio	1.000 a1	1.852 a1	4.922 a1
5	Testemunha	1.000 a1	2.675 a1	6.612 a3
C.V (%)		0	22,45	6,93

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey à 0,05 de significância.

4.1.2 Vírus do raiado fino

Segundo a tabela 3 é possível avaliar que a presença de silício não trouxe diferenças estatisticamente significativas com relação ao vírus do raiado fino. Experimentos realizados por Boer (2017), Dias (2012) e Korndörfer (2010) afirmam que a adubação silicatado via solo ou foliar é capaz de promover a resistência ao ataque

de insetos e patógenos, No entanto nesse trabalho isso não ocorreu. Uma alternativa seria que a dose aplicada não foi o suficiente para promover resistência.

Tabela 3 – Plantas com incidência do vírus raiado fino.

Trat.	Produto	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação
1	Escória de Siderúrgica	1.500 a1	1.602 a1	1.602 a1
2	Silicato de Potássio	1.250 a1	1.352 a1	1.352 a1
3	Silinat	2.000 a1	1.750 a1	1.750 a1
4	Escória de Siderúrgica + Si. de Potássio	1.932 a1	1.682 a1	1.682 a1
5	Testemunha	1.852 a1	2.102 a1	2.102 a1
C.V (%)		29,81	36,51	37,72

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey à 0,05 de significância

4.1.3 Plantas enfezadas

Na tabela 4 é possível analisar que o silício não causou diferenças estatísticas para o número de plantas enfezadas. Assim como os efeitos observados por Martins (2021) em seu trabalho, onde, a adubação silicatada via solo ou foliar não conseguiu impedir os danos causados pelo agente do enfezamento.

Tabela 4 - Plantas com incidência de enfezamento.

Trat.	Produto	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação
1	Escória de Siderúrgica	1.852 a1	2.570 a1
2	Silicato de Potássio	1.682 a1	2.662 a1
3	Silinat	1.932 a1	2.365 a1
4	Escória de Siderúrgica + Si. de Potássio	2.365 a1	2.365 a1
5	Testemunha	2.412 a1	3.025 a1
C.V(%)		36,09	25,03

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey à 0,05 de significância.

4.1.4 Produtividade

Segundo a tabela 5 pode-se afirmar que o silício não interferiu estatisticamente na produtividade entre os tratamentos. Segundo Pozza, 2015, o silício é aceito apenas como um elemento benéfico, podendo trazer benefícios no controle de doenças e pragas, resistência a estresses abióticos.

Tabela 5 – Produtividade híbrido 1.

Trat.	Produto	Produtividade
1	Escória de Siderúrgica	10.325 a1
2	Silicato de Potássio	10.650 a1
3	Silinat	11.245 a1
4	Escória de Siderúrgica + Si. de Potássio	11.205 a1
5	Testemunha	10.945 a1
C.V(%)		7,86

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey à 0,05 de significância. CV (Coeficiente de Variação)

4.2 HÍBRIDO 2 (DKB 380)

4.2.1 Enfezamento pálido e vermelho

Segundo a tabela 6, na primeiras e segunda avaliação a adubação com silício não diferenciou estatisticamente, porém na terceira avaliação os tratamentos Escória de siderúrgica + Silicato de Potássio, Silinat e Silicato de Potássio diferem significativamente da testemunha, enquanto Escória de Siderúrgica não se difere estatisticamente da testemunha e dos outros tratamentos. Essa diferenciação acontecer somente na terceira avaliação é comum, pois é uma doença em que os sintomas se mostram mais veementes na fase reprodutiva (Massola Junior et al., 1999; Oliveira, 2015). Assim como Martins (2021), que em seu trabalho, a adubação silicatada no milho, não demonstrou resultados positivos em plantas com enfezamento vermelho.

Tabela 6 – Plantas com enfezamento pálido ou vermelho.

Trat.	Produto	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação
1	Escória de Siderúrgica	1.00 a1	1.750 a1	3.380 a1 a2
2	Silicato de Potássio	1.00 a1	1.250 a1	3.250 a1
3	Silinat	1.00 a1	1.250 a1	3.227 a1
4	Escória de Siderúrgica + Si. de Potássio	1.00 a1	1.852 a1	3.080 a1
5	Testemunha	1.00 a1	1.758 a1	1.758 a2
C.V (%)		0	45,56	12,24

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey à 0,05 de significância. CV (Coeficiente de Variação).

4.2.2 Virus do raiado fino

Segundo a tabela 7, na primeira avaliação, os tratamentos Escória de Siderúrgica e silicato de Potássio não diferem estatisticamente da testemunha e dos outros tratamentos, porém os tratamentos Silinat e Escória de siderúrgica + Silicato de potássio diferem da testemunha. De acordo com Gomes (2005) a eficiência da adubação silicatada no controle de pragas acontece devido a indução de resistência pela não preferência dos insetos, como, também pela ativação de enzimas de defesa das plantas.

Já na segunda avaliação (Tabela 7) apenas o tratamento Escória de Siderúrgica não difere estatisticamente da testemunha, enquanto os demais tratamentos não diferem entre si. Na 3^a avaliação (Tabela 7) apenas o tratamento Escória de Siderúrgica + Silicato de Potássio se da testemunha, mas não se diferencia dos demais tratamentos., enquanto os outros tratamentos não se diferem entre si. Uma razão plausível, seria que a plantas não absorveram a quantidade de silício necessário para a indução de resistência, visto que o elemento é absorvido na forma de ácido monosilicico, pelo mecanismo de fluxo de massa. Pois quando se encontra na forma de silicato o Si apresenta baixa solubilidade (FREITAS, 2011; MENDONÇA et al., 2013).

Tabela 7 – Plantas com incidência do vírus raiado fino.

Trat.	Produto	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação	3 ^a Avaliação
1	Escória de Siderúrgica	5.185 a1 a2	5.540 a1 a2	6.645 a1 a2
2	Silicato de Potássio	4.897 a1 a2	5.142 a1	6.975 a1 a2
3	Silinat	4.625 a1	5.070 a1	6.895 a1 a2
4	Escória de Siderúrgica + Si. de Potássio	4.705 a1	5.062 a1	6.550 a1
5	Testemunha	5.992 a2	6.310 a2	7.435 a2
C.V (%)		11,20	8,70	5,56

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey à 0,05 de significância.

4.2.3 Plantas enfezadas

Segundo a tabela, a adubação silicatada silício não afetou estatisticamente a presença de plantas com sintomas de enfezamento entre os tratamentos. Apesar desse resultado, Ferreira (2020) testou o uso de pó de rocha do tipo micaxisto, como fonte de Si, no controle de *Dalbulus Maidis* em milho doce e afirma que o silício absorvido pela planta não interferiu na flutuação populacional da cigarrinha do milho, mas reduziu o número de plantas com sintomas de enfezamento.

Tabela 8. Plantas com incidência de enfezamento.

Trat.	Produto	1 ^a Avaliação	2 ^a Avaliação
1	Escória de Siderúrgica	2.387 a1	2.387 a1
2	Silicato de Potássio	2.410 a1	2.490 a1
3	Silinat	2.205 a1	2.205 a1
4	Escória de Siderúrgica + Si. de Potássio	1.955 a1	2.205 a1
5	Testemunha	2.205 a1	2.205 a1
C.V(%)		16,16	10,19

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey à 0,05 de significância; C.V (Coeficiente de variação).

4.2.4 Produtividade

Segundo a tabela, o uso do silício dos tratamentos não afetou estatisticamente a produtividade, tal informação pode ser atestada por Rizo (2024) testou a aplicação de silício em plantas de milho, propondo a resistência ao enfezamento vermelho. A autora notou que os tratamentos com silício não demonstraram acréscimo no peso e número de grãos por fileira, sendo assim, não interferindo na produtividade. No entanto, Stephano et al. (2020) relatou que adubação silicatada, apresentou aumento de 4,8% na produção de milho, em relação as plantas que não receberam o nutriente. No entanto, nesse trabalho presente, isso não ocorreu.

Tabela 18 – Produtividade híbrido DKB 380.

Trat.	Produto	Produtividade
1	Escória de Siderúrgica	9.125 a1
2	Silicato de Potássio	9.480 a1
3	Silinat	11.620 a1
4	Escória de Siderúrgica + Si. de Potássio	10.840 a1
5	Testemunha	9.945 a1
C.V(%)		12,28

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey à 0,05 de significância. CV (Coeficiente de Variação).

5 CONCLUSÕES

Apesar da gama de trabalhos comprovando a resistência a pragas promovida pelo silício, isso não ocorreu nesse trabalho.

É necessária a realização de mais trabalhos na área a fim de determinar quais fontes, doses e materiais são apropriadas para promover resistência a *Daubulus maidis* na cultura do milho, assim como, tentar associar a outros métodos de controle.

6 REFERÊNCIAS

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 12, decimo segundo levantamento, setembro 2023.

CONTINI, Elisio et al. **Milho: caracterização e desafios tecnológicos**. Brasília: Embrapa. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2), p. 45, 2019.

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; VIANA, P. A.; MENDES, S. M. **Risco potencial das pragas de milho e sorgo no Brasil. Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, p. 1-42, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/962995/risco-potencial-das-pragas-de-milho-e-de-sorgo-nobrasil#:~:text=Resumo%3A%20A%20infesta%C3%A7%C3%A3o%20de%20insetos,potencial%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20das%20culturas>. Acesso em: 13 nov. 2023

DATNOFF, L. E.; SEEBOLD, K. W.; CORREA, V. F. J. **The use of silicone for integrated disease management: reducing fungicide applications and enhancing host plant resistance**. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. Silicon in Agriculture. Netherlands: Elsevier Science, 2001. p. 171-183.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Controle da Cigarrinha do Milho: Perguntas e Respostas**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/controle-da-cigarrinha-do-milho/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 05/12/2023].

FERREIRA, Alisson Luis et al. **USO DE SILÍCIO DE PÓ DE ROCHA NO**

CONTROLE DA POPULAÇÃO DE *Dalbulus maidis* NO MILHO DOCE. 2022.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. DE; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; 22 MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, SP: FEALQ, 920 p., 2002. Disponível em: https://ocondedemontecristo.files.wordpress.com/2013/07/livro-entomologia-agrc3adcola-_jonathans.pdf. Acesso em: 10 mar. 2023.

JALDIN, CARLOS ALBERTO DA COSTA LIMA. THE EFFECT OF SILICON AMENDMENT IN THE INDUCTION OF RESISTANCE FOR NON-PREFERENCE OF OVIPOSITION OF *Spodoptera frugiperda* (SMITH) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) AND *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) IN MAIZE. TCC - Course Conclusion Paper, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Instituto de Ciências Agrárias - ICIAG, Agronomy Undergraduate Course, Uberlândia, MG, 2023.

MIRANDA, R. A. **Uma história de sucesso da civilização**. A Granja, Porto Alegre, RS, v. 74, n. 829, p. 24-27, 2018. Disponível em: <https://edcentaurus.com.br/agranja/edicao/829/materia/8972>. Acesso em: 10 mar. 2023.

RIZO, Ariela Alexandre Inocencio. **Análise da aplicação experimental de silício em plantas de milho visando a resistência ao enfezamento vermelho causado por fitoplasma**. 2024. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SANTOS-CIVIDANES, T. M.; CIVIDANES, F. J.; GARCIA, J. C.; VILELA, M.; MORAES, J. C.; BARBOSA, J. C. **Silicon induces resistance to *Diatraea saccharalis* in sugarcane and it is compatible with the biological control agent *Cotesia flavipes***. *Journal of Pest Science*, [s.l.], v. 95, p. 783-795, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-021-01429-5>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10340-021-01429-5>. Acesso em: 13 nov. 2023.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Feed grains sector at a glance**. Washington, DC, 2023. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/corn-and-other-feed-grains/feed-grains-sector-at-a-glance>. Acesso em: 13, nov. 2023.

VENDRAMIM, J. D.; FRANÇA, S. C. **Indução de resistência a insetos**. In: CAVALCANTI, L. S. et al. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 511-528.