

## Relatório do Software Anti-plágio CopySpider

Para mais detalhes sobre o CopySpider, acesse: <https://copyspider.com.br>

### Instruções

Este relatório apresenta na próxima página uma tabela com o resumo da análise do CopySpider. Cada linha associa o conteúdo do arquivo de entrada com um documento encontrado na internet (para "Busca em arquivos da internet") ou do arquivo de entrada com outros arquivos em seu computador (para "Pesquisa em arquivos locais").

A quantidade de termos comuns representa um fator utilizado no cálculo de similaridade dos arquivos. Quanto maior a quantidade de termos comuns, combinada com o agrupamento desses termos, maior a similaridade entre os arquivos.

No início de cada comparação entre arquivos, encontram-se um resumo numérico dos resultados:

- Arquivo 1: <nome do arquivo> (<Ni> termos)
- Arquivo 2: <nome do arquivo> (<Nc> termos)
- Termos comuns: <N>
- Similaridade:
  - \* Índice novo (Si): <y> %
  - \* Agrupamento (Sg): <Alto|Moderado|Baixo>
  - \* Índice antigo (S): <x> %

No texto do documento, os termos em comum são marcados em cores diferentes:

- **Amarelo**: quando são considerados no cálculo do Novo Índice de Semelhança (Si) e;
- **Vermelho**: quando estão agrupados e fazem parte do Índice de Agrupamento (Sg).

Os termos marcados em amarelo são comuns entre os documentos, mas, por não estarem agrupados, tendem a não caracterizar cópia. Os termos marcados em vermelho também são comuns e têm maior chance de serem interpretados como cópia.

É importante destacar que a classificação da semelhança como Alta, Moderada e Baixa não representa um "índice de plágio". Por exemplo, documentos que citam de forma direta (transcrição) outros documentos, podem ter uma similaridade Alta e ainda assim não podem ser caracterizados como plágio. Há sempre a necessidade do avaliador fazer uma análise para decidir se as semelhanças encontradas caracterizam ou não o problema de plágio ou mesmo de erro de formatação ou adequação às normas de referências bibliográficas.

Veja também:

[Analisando o resultado do CopySpider](#)

[Qual o percentual aceitável para ser considerado plágio?](#)

[Como interpretar os índices de semelhança?](#)

Versão do CopySpider: 3.5.1

Relatório gerado por: [tutormaagro.pecca@ufpr.br](mailto:tutormaagro.pecca@ufpr.br)

Análise no modo: Web/Normal (disponibilidade de 97.25%) em 20:37 s (1 análise)

Idioma da busca: Português

Installation ID: b9bca05841072e92083e878565fef8d3264f0038

**Arquivo de entrada:** [TCC Rogério.docx](#)

| Candidato                                                                                                                                                                                                                                                    | Termos comuns | Semelhança | Agrupamento |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|-------------|
| <a href="http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-08092021-150503/publico/Tulio_Verissimo_Martins_versao_revisada.pdf">www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-08092021-150503/publico/Tulio_Verissimo_Martins_versao_revisada.pdf</a> | 268           | Moderada   | Moderado    |
| <a href="http://www.scielo.br/j/sp/a/XHQfCKHRXcZLft6SWfFmqjg">www.scielo.br/j/sp/a/XHQfCKHRXcZLft6SWfFmqjg</a>                                                                                                                                               | 227           | Baixa      | Alto        |
| <a href="http://rsdjournal.org/rsd/article/download/22068/19696/266775">rsdjournal.org/rsd/article/download/22068/19696/266775</a>                                                                                                                           | 249           | Baixa      | Moderado    |
| <a href="http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/1247/1/000218388.pdf">repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/1247/1/000218388.pdf</a>                                                                                                           | 188           | Baixa      | Moderado    |
| <a href="http://revistas.usp.br/guspsc/article/download/217053/198564/653928">revistas.usp.br/guspsc/article/download/217053/198564/653928</a>                                                                                                               | 107           | Baixa      | Moderado    |
| <a href="http://revistas.usp.br/guspsc/article/view/217053">revistas.usp.br/guspsc/article/view/217053</a>                                                                                                                                                   | 94            | Baixa      | Moderado    |
| <a href="http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/2668">revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/2668</a>                                                                                                                           | 80            | Baixa      | Moderado    |
| <a href="http://www.scielo.br/j/rceres/a/NPf3CRzsDgDngdVj7dQ3MyK">www.scielo.br/j/rceres/a/NPf3CRzsDgDngdVj7dQ3MyK</a>                                                                                                                                       | 77            | Baixa      | Moderado    |
| <a href="http://www.passeidireto.com/arquivo/118778096/2019-rejayne-barbosa-lima">www.passeidireto.com/arquivo/118778096/2019-rejayne-barbosa-lima</a>                                                                                                       | 183           | Baixa      | Baixo       |
| <a href="http://www.revistaifpsr.com/v14381022.pdf">www.revistaifpsr.com/v14381022.pdf</a>                                                                                                                                                                   | 132           | Baixa      | Baixo       |

=====

**Arquivo de entrada:** [TCC Rogério.docx](#) (2644 termos)

**Candidato:**

[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-08092021-150503/publico/Tulio\\_Verissimo\\_Martins\\_versao\\_revisada.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-08092021-150503/publico/Tulio_Verissimo_Martins_versao_revisada.pdf) (9168 termos)

**Termos comuns:** 268

**Similaridade**

Índice novo (Si): **10,13%**

Agrupamento (Sg): **Moderado**

Índice antigo (S): 2,31%

O texto abaixo é o conteúdo do **Arquivo de entrada** com destaque em vermelho para os termos comuns e agrupados encontrados no **Candidato**. Os termos em amarelo são comuns, mas não caracterizam cópias. Id: ae88963bb41t146

=====

4

UNiversidade federal do Paraná

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito DO SILTITO GLAUCONÍTICO EM LINHAGEM DE MILHO: RESPOSTA À DOSES CRESCENTES NA INCIDÊNCIA DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

CURITIBA  
2026

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à **obtenção do título de** Especialista em  
Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

CURITIBA  
2026

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Rogério Sinfrônio Rocha; Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

## resumo

A morte prematura em linhagens de milho é um problema significativo em campos de produção de sementes, causando perdas expressivas na pré-colheita. O siltito glauconítico, um remineralizador de solo rico em potássio e silício, pode influenciar a resistência das plantas a patógenos. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de siltito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em uma linhagem de milho suscetível. O experimento foi conduzido na safra 2024/25, em Latossolo Vermelho eutrófico, no município de Piraju-SP. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg/ha de siltito glauconítico) e quatro repetições. O siltito foi aplicado em pré-semeadura e incorporado ao solo. Avaliou-se a incidência de morte prematura através da contagem de plantas sintomáticas na área útil das parcelas, no estágio R5. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão ( $p \geq 0,05$ ). Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

**Palavras-chave:** Zea mays; manejo fitossanitário; resistência a doenças; remineralizador de solo

## ABSTRACT

Premature death in maize inbred lines is a significant problem in seed production fields, causing substantial pre-harvest losses. Glauconitic siltstone, a soil remineralizer rich in potassium and silicon, may influence plant resistance to pathogens. This study aimed to evaluate the effect of increasing doses of glauconitic siltstone on the incidence of premature death in a susceptible maize inbred line. The experiment was conducted during the 2024/25 growing season on a Rhodic Eutrudox soil in Piraju, São Paulo State, Brazil. A randomized complete block design was used with five treatments (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 kg/ha of glauconitic siltstone) and four replications. The siltstone was applied pre-sowing and incorporated into the soil. The incidence of premature death was evaluated by counting symptomatic plants in the useful plot area at the R5 growth stage. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis ( $p \geq 0.05$ ). There was no significant effect of treatments on disease incidence, which ranged from 0 to 3.08% among plots. The 1000 kg/ha dose showed a numerical trend towards lower

incidence, suggesting potential for complementary studies under higher disease pressure conditions.

**Keywords:** *Zea mays*; glauconitic siltstone; phytosanitary management; disease resistance; soil remineralizer.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes globalmente, com produção mundial superior a 1,27 bilhão de toneladas na safra 2025/26 (USDA, 2025). No Brasil, segundo maior exportador mundial, a produção atingiu 138,45 milhões de toneladas na safra 2025/26, consolidando sua posição estratégica no agronegócio nacional (CONAB, 2026).

A produção de sementes híbridas de milho requer cuidados específicos devido à sensibilidade das linhagens parentais a estresses bióticos e abióticos. Entre os principais desafios fitossanitários, destaca-se a morte prematura, caracterizada pela senescência antecipada das plantas e deterioração dos colmos, podendo causar perdas superiores a 30% em campos de produção de sementes (ANDERSON et al., 2020).

As podridões de colmo resultam no apodrecimento dos tecidos internos da medula, sendo principalmente ocasionadas pelos fungos *Fusarium verticillioides*, *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson e *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Esses patógenos geram perdas por interromperem o fluxo de seiva entre a parte aérea e o sistema radicular, o que leva à morte prematura das plantas, menor enchimento dos grãos, acamamento e aumento das perdas na colheita (FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS, 1998).

Entre os agentes causais, destaca-se o *F. verticillioides* que ocorre em tecidos senescentes, pois estes apresentam baixos teores de carboidratos e substâncias fungistáticas (FANCELLI et al., 2004). Esta condição ocorre no final de ciclo ou quando as plantas sofrem estresse. Normalmente, os sintomas aparecem após a polinização, aumentando a severidade próxima à maturação (FANTIN et al., 2009). Os tecidos dos nós e entrenós tornam-se avermelhados, progredindo da base para o ápice (SILVA et al., 2006). Com o avanço da doença, ocorre o fendilhamento dos tecidos, os quais adquirem semelhança à consistência de isopor. O enfraquecimento do colmo causa a quebra prematura das plantas (FANTIN et al., 2009). As condições ambientais que favorecem o desenvolvimento do fungo são temperaturas em torno de 30°C e altitudes abaixo de 700 m (SILVA et al., 2006) condições estas que predominam em grande parte da área plantada com a cultura do milho no estado de São Paulo.

Numerosos relatos na literatura demonstram o silício como um elemento que está associado à resistência de plantas a doenças. As gramíneas são amplamente conhecidas como acumuladoras deste nutriente, mas, posteriormente, resultados significativos foram relatados em dicotiledônias (POZZA et al., 2015). A adubação via solo com silício reduziu em aproximadamente 55% a severidade de mancha marrom do arroz causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (ZANÃO et al., 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em cana-de-açúcar com *Puccinia melanocephala* (NAIDOO et al., 2009) e sorgo com *Collectotrichum sublineolum* (RESENDE et al., 2013).

O siltito glauconítico (SG) é uma rocha sedimentar, encontrada principalmente no estado de Minas Gerais, e representa importante reserva mineral que poderia garantir a independência brasileira em

fertilização potássica por décadas (NADER & ACKROYD, 2017). Esta rocha sedimentar, caracterizada por sua coloração verde-escura e textura fina com estrutura laminada, apresenta em sua composição mineralógica: glauconita como mineral predominante (40-80%), seguida por quartzo (10-20%), feldspato potássico (10-15%), muscovita (5%), biotita (2%), e em menores proporções (<1%), óxidos de titânio e manganês, goethita, além de fosfatos de bário e elementos terras raras (MOREIRA et al., 2016). Com teor médio de 10% de K<sub>2</sub>O total (Nader & Ackroyd, 2017) o SG destaca-se por fornecer potássio livre de cloro, característica que viabiliza sua aplicação na agricultura orgânica. Um diferencial adicional é a presença de silício (Si) e manganês (Mn) em sua composição, conferindo ao material potencial para uso como fertilizante multinutriente, superando a função exclusiva de fonte de potássio (VIOLATTI et al., 2019).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de silito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em linhagem de milho, buscando alternativas sustentáveis para o manejo fitossanitário em campos de produção de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em que foi realizado o estudo está localizada na Fazenda Canaã, no município de Piraju. O clima da região é tropical com verão chuvoso e inverno seco (Aw), de acordo com a classificação de Koppen. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, em parcelas com área total de 26 m<sup>2</sup> (5x5,2 m) e 7,8 m<sup>2</sup> (3x2,6 m) de área útil. Os tratamentos foram constituídos pela adição de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg de silito glauconítico por hectare.

A linhagem em estudo foi a fêmea NPB6997 do híbrido em produção Supremo VIP3 White. Antes do plantio da fêmea foi realizada a aplicação do SG nas parcelas, como a área era de preparo convencional foi incorporado no solo após aplicação. Após os tratamentos devidamente aplicados e incorporados foi realizada irrigação via pivô central com 5 mm de lâmina, para melhor incorporação do SG aplicado.

O plantio foi realizado após 10 dias do preparo do solo e incorporação do SG, no dia 24 de setembro de 2025, o espaçamento utilizado foi de 65 cm entre linhas. O manejo fitossanitário foi o mesmo para todas as parcelas conforme o protocolo para produção de sementes de milho de alta qualidade.

A coleta dos dados foi realizada após 119 dias do plantio. O material estava no estágio R5 com 41,5% de umidade. Foi realizada a contagem de plantas com espigas e avaliada a incidência de sintomas de morte prematura nas espigas (Figura 1).

Figura 1 ? Espigas de milho (*Zea mays*) com sintomas de morte prematura.  
Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

Fonte: Rocha (2026)

Os dados ambientais de temperatura (oC), Umidade relativa (UR%) do ar e precipitação (mm) foram coletados com a estação do ?Irriga? instalada no campo de produção do ensaio (Figura 2). Esta estação

é instalada em todos os campos de produção de sementes de milho para manejo da irrigação.

Figura 2 ? Estação do irriga instalada na área de realização do ensaio. Piraju-SP, 01 de setembro de 2025.

Fonte: Rocha (2026)

Na área útil do ensaio (4 linhas de 3 metros cada uma) foi contabilizado o número de espigas da parcela e avaliado o número de espigas com incidência de morte prematura.

Os dados de incidência foram submetidos à análise de variância em delineamento em blocos casualizados (ANOVA), ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), adotando-se nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no software RStudio, versão [4.5.1].

## RESULTADOS

Em pré-colheita, com o material no estágio R5, foi avaliado o número de espigas na parcela (Figura 3), o siltito glauconítico, nas doses avaliadas, não influenciou o número de espigas por hectare ( $p=0,391$ ). O efeito de bloco foi significativo ( $p=0,037$ ), validando o delineamento em blocos casualizados adotado. O CV de 5,28% indica boa precisão experimental.

Figura 3 ? Média de espigas finais em pré-colheita. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A incidência da doença, expressa como proporção de plantas doentes (%MP), foi baixa em todos os tratamentos, variando de 0 a 3,08% entre as parcelas avaliadas. Observou-se elevada frequência de parcelas com ausência total de sintomas, independentemente da dose de SG aplicada. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência 0% em todas as repetições, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença (Figura 4).

Figura 4 ? Boxplot de % de plantas com sintoma de Morte Prematura. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A regressão quadrática é significativa ( $p$ -valor 0,022) e explica 36% da variação. O comportamento em "U" (queda nas doses intermediárias e retorno na dose 4000) pode ser observado na Figura 5.

FIGURA 5 ? Curva do modelo. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.



FONTE: Rocha (2026).

## DISCUSSÃO

As condições ambientais foram monitoradas de setembro de 2025 a janeiro de 2026 (Figura 6). Quanto à precipitação, observou-se distribuição irregular **ao longo do período**, com pico máximo de 87 mm registrado em 09 de dezembro de 2025, seguido por redução no volume de chuvas em janeiro de 2026. O menor volume precipitado **foi observado em** setembro de 2025, com aproximadamente 27,4 mm. Mendes et al. (2011) relatam **que a redução** da precipitação durante o enchimento dos grãos (**a partir do** estádio R2) e no final do ciclo pode favorecer menor incidência de fungos patogênicos.

No presente ensaio, o florescimento ocorreu em 9 de dezembro de 2025, período de maior concentração pluviométrica. Já o mês de janeiro de 2026, correspondente à fase de **enchimento de grãos**, registrou volumes de chuva relativamente menores. Segundo OLIVEIRA et al. (2018), a precipitação média necessária por **ciclo da cultura do milho** situa-se entre 500 e 800 mm. No ensaio, o volume acumulado superou esse limite máximo; contudo, o manejo da irrigação, conduzido com base nos dados coletados pelo sistema Irriga, permitiu manter o suprimento hídrico adequado ao desenvolvimento da cultura, sem favorecer condições propícias ao desenvolvimento de patógenos.

Figura 6 ? Precipitação (mm), irrigações (mm) e acumulado (mm). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A temperatura média do ar apresentou oscilação moderada **ao longo do período**, com valores entre 14,6 °C e 30,8 °C (Figura 7). O pico máximo foi registrado em 05 de outubro de 2025, coincidindo com o estádio vegetativo da cultura, entre V5 e V8. A partir desse pico, observou-se declínio gradual até janeiro de 2026. A umidade relativa do ar manteve-se relativamente estável, variando entre 30,3% e 98,3%, com tendência de elevação ao final do período, atingindo aproximadamente 93% em janeiro de 2026. Portanto, tanto no florescimento quanto no enchimento dos grãos, a umidade relativa média do ar esteve elevada. Essas condições são compatíveis com o microclima favorável ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. SANTIN et al. (2000) descrevem temperatura ideal entre 20 e 26°C **para o desenvolvimento do** fungo, enquanto PRESTES et al. (2019) indicam favorecimento do crescimento em temperaturas próximas a 30°C. SILVA et al. (2008) acrescentam que a umidade relativa do ar **em torno de 90%** favorece a colonização fúngica nos grãos em campo. De forma complementar, KIMATI et al. (2005) relatam que a combinação de umidade relativa entre 70 e 90% com temperaturas de 25 a 30 °C cria ambiente propício ao desenvolvimento de diversos gêneros fúngicos, incluindo *Fusarium* spp.

Os dados climáticos obtidos no ensaio indicam que as condições ambientais da região de Piraju-SP, **ao longo do período** avaliado, foram favoráveis ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. e outros patógenos causadores de morte prematura. **No entanto**, a baixa incidência observada em todos os tratamentos sugere que a pressão do inóculo pode ter sido insuficiente para resultar em epidemia expressiva **nas condições do presente estudo**, limitando a capacidade de discriminação entre os

tratamentos avaliados.

Figura 7 ? Umidade média do ar (%), temperaturas mínima, média e máxima (oC). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

Os resultados indicam que, **nas condições do presente estudo**, as doses de adubação testadas não influenciaram a incidência da doença **na cultura do milho**. A baixa severidade observada ao longo de todo o experimento sugere que fatores ambientais ou a pressão do inóculo podem ter sido insuficientes para promover maior manifestação da doença. No livro Epidemiologia de Plantas os autores discutem como a quantidade de inóculo inicial e sua distribuição são fundamentais **para o desenvolvimento de epidemias** (BERGAMIN *et al*, 2018).

**A ausência de** resposta à adubação pode estar relacionada a diferentes fatores. Embora a nutrição mineral possa alterar a suscetibilidade das plantas a patógenos seja por efeito sobre o vigor vegetativo, espessura de parede celular ou balanço fisiológico, tais interações dependem **da intensidade da doença**, do patossistema envolvido **e das condições** ambientais. Em situações de baixa pressão da doença, diferenças nutricionais frequentemente não se traduzem em alterações detectáveis na incidência ( DATNOFF *et al.*, 2007)

Do ponto de vista agrônomo, os resultados sugerem que as doses avaliadas não aumentam nem reduzem o risco de ocorrência da doença sob as condições experimentais testadas. Entretanto, estudos adicionais sob maior pressão de inóculo ou em diferentes ambientes podem ser necessários para confirmar essas observações.

## CONCLUSÃO

**Nas condições do** experimento, as doses de adubação avaliadas não influenciaram significativamente a incidência da doença **na cultura do milho**. A proporção **de plantas doentes** manteve-se baixa em todos os tratamentos, não sendo observada tendência linear ou quadrática em função do incremento das doses. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. **A dose de 1000 kg/ha** apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares **em condições de** maior pressão da doença.

## REFERÊNCIAS

BERGAMIN FILHO, Armando *et al.* Epidemiologia **de doenças de plantas**. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. Tradução. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1. . . Acesso em: 19 mar. 2026.

DATNOFF, L. E.; **RODRIGUES, F. A.**; SEEBOLD, K. W. Silicon and Plant Disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). Mineral nutrition and plant disease. St. Paul, MN: APS Press, 2007. p. 233-246.

**FANCELLI, A. L.**; **DOURADO NETO, D.** **Produção de milho**. 2ª ed., Piracicaba, ed. Guaíba, 360p. 2004.

FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. **Manejo de doenças na cultura do milho safrinha**. Campinas: Instituto

Agrônomo, 99p., 2009.

FARIAS, J. R. B., ASSAD, E. D., ALMEIDA, I. D., EVANGELISTA, B. A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER, N., NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, 9(3), 415-421. 2001.

FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul Porto Alegre: Pallotti, 1998. 148 p. Boletim Técnico, 5.

KIMAT, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. MANUAL de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas. São Paulo: Ceres, 2005.

MENDES, M. C., PINHO, R. G. V., MACHADO, J. C., ALBUQUERQUE, C. J. B. & FALQUETE, J. C. F. (2011). Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espigas. Ciência e Agrotecnologia, 35(5), 931-939. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000500010>

MOREIRA, D. S., UHLEIN, A., FERNANDES, M. L. S., MIZUSAKI, A. M., GALÉRY, R., & DELBEM, D. Estratigrafia, petrografia e mineralização de potássio em siltitos verdes do Grupo Bambuí na região de São Gotardo, Minas Gerais. Geociências, 35(2), 157-171, 2016.

NADER, B., & ACKROYD, B. Pre-Feasibility Technical Report?Cerrado Verde Project (NI 43-101). Minas Gerais, Brazil; Verde AgriTech PLC. London, 2017.

NAIDOO, P. V.; MCFARLANE, S.; KEEPING, M. G.; CALDWELL, P. M. Deposition of silicon in leaves of sugarcane (*Saccharum spp. hybridus*) and its effect on the severity of brown rust caused by *Puccinia melanocephala*. Proceedings of South Africa Sugar Technology, v. 82, p. 542-546, 2009.

OLIVEIRA, I. J., FONTES, J. R. A., BARRETO, J. F. & PINHEIRO, J. O. C. (2018). Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 28p. (Circular técnica 68).

POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; BOTELHO, D. M. S. Silicon in plant disease control. Revista Ceres, v. 62, n. 3, p. 323-331, 2015.

PRESTES, I. D., ROCHA, L. O., NUÑEZ, K. V. M. & SILVA, N. C. C. (2019). Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. Scientia Agropecuária, 10(4), 559-570. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>

RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; GOMES, R. J.; NASCIMENTO, K. J. T. Microscopic and biochemical aspects of sorghum resistance to anthracnose mediated by silicon. Annals of Applied Biology, v. 163, p. 114-123, 2013.

SANTIN, E. Micotoxicoses. In: BERCHIERI Jr., A.; MACARI, M. Doenças das aves. Campinas: Facta, 2000. p. 379-388.

SILVA, J. S. (2008). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. S., BERBERT, P. A., AFONSO, A. D. L., RUFFATO, S. Qualidade de grãos. pp. 63-105. 2th ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 560p.

SILVA, O. C. da; SCHIPANSKI, C. A. Manual de identificação e manejo das doenças do milho. Castro: Fundação ABC, 2006.

VIOLATTI, I. C. A., GUALBERTO, C. A. C., SILVEIRA, L. H., SANTOS, G. A., FERREIRA, B. C., MACHADO, P. M. M., & PEREIRA, H. S. Glaucónitic siltstone as multi-nutrient fertilizer for *Urochloa brizantha* cv. Marandú. Australian Journal of Crop Science, 13(8), 1280-1287, 2019.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A.; FONTES, R. L. F.; KORNDÖRFER, G. H.; NEVES, J. C. L.

Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. *Journal of Phytopathology*, v. 157, p. 73-78, 2009.

=====

**Arquivo de entrada:** [TCC Rogério.docx](#) (2644 termos)

**Candidato:** [www.scielo.br/j/sp/a/XHQfCKHRXcZLft6SWfFmqjq](http://www.scielo.br/j/sp/a/XHQfCKHRXcZLft6SWfFmqjq) (4800 termos)

**Termos comuns:** 227

**Similaridade**

Índice novo (Si): **8,58%**

Agrupamento (Sg): **Alto**

Índice antigo (S): 3,13%

O texto abaixo é o conteúdo do **Arquivo de entrada** com destaque em vermelho para os termos comuns e agrupados encontrados no **Candidato**. Os termos em amarelo são comuns, mas não caracterizam cópias. Id: 34dbcc8ab108t178

=====

4

UNiversidade federal do Paraná

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito DO SILTITO GLAUCONÍTICO EM LINHAGEM DE MILHO: RESPOSTA À DOSES CRESCENTES  
NA INCIDÊNCIA DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

CURITIBA  
2026

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Artigo apresentado ao **curso de Pós-Graduação** Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências  
Agrárias, **Universidade Federal do** Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em  
Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

CURITIBA  
2026

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Rogério Sinfrônio Rocha; Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

## resumo

A morte prematura em linhagens de milho é um problema significativo em campos de produção de sementes, causando perdas expressivas na pré-colheita. O siltito glauconítico, um remineralizador de solo rico em potássio e silício, pode influenciar a resistência das plantas a patógenos. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de siltito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em uma linhagem de milho suscetível. O experimento foi conduzido na safra 2024/25, em Latossolo Vermelho eutrófico, no município de Piraju-SP. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg/ha de siltito glauconítico) e quatro repetições. O siltito foi aplicado em pré-semeadura e incorporado ao solo. Avaliou-se a incidência de morte prematura através da contagem de plantas sintomáticas na área útil das parcelas, no estágio R5. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão ( $p \leq 0,05$ ). Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

Palavras-chave: Zea mays; manejo fitossanitário; resistência a doenças; remineralizador de solo

## ABSTRACT

Premature death in maize inbred lines is a significant problem in seed production fields, causing substantial pre-harvest losses. Glauconitic siltstone, a soil remineralizer rich in potassium and silicon, may influence plant resistance to pathogens. This study aimed to evaluate the effect of increasing doses of glauconitic siltstone on the incidence of premature death in a susceptible maize inbred line. The experiment was conducted during the 2024/25 growing season on a Rhodic Eutrudox soil in Piraju, São Paulo State, Brazil. A randomized complete block design was used with five treatments (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 kg/ha of glauconitic siltstone) and four replications. The siltstone was applied pre-sowing and incorporated into the soil. The incidence of premature death was evaluated by counting symptomatic plants in the useful plot area at the R5 growth stage. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis ( $p \leq 0.05$ ). There was no significant effect of treatments on disease incidence, which ranged from 0 to 3.08% among plots. The 1000 kg/ha dose showed a numerical trend towards lower incidence, suggesting potential for complementary studies under higher disease pressure conditions.

Keywords: Zea mays; glauconitic siltstone; phytosanitary management; disease resistance; soil remineralizer.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes globalmente, com produção mundial superior a 1,27 bilhão de toneladas na safra 2025/26 (USDA, 2025). No Brasil, segundo maior exportador mundial, a produção atingiu 138,45 milhões de toneladas na safra 2025/26, consolidando sua posição estratégica no agronegócio nacional (CONAB, 2026).

A produção de sementes híbridas de milho requer cuidados específicos devido à sensibilidade das linhagens parentais a estresses bióticos e abióticos. Entre os principais desafios fitossanitários, destaca-se a morte prematura, caracterizada pela senescência antecipada das plantas e deterioração dos colmos, podendo causar perdas superiores a 30% em campos de produção de sementes (ANDERSON et al., 2020).

As podridões de colmo resultam no apodrecimento dos tecidos internos da medula, sendo principalmente ocasionadas pelos fungos *Fusarium verticillioides*, *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson e *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Esses patógenos geram perdas por interromperem o fluxo de seiva entre a parte aérea e o sistema radicular, o que leva à morte prematura das plantas, menor enchimento dos grãos, acamamento e aumento das perdas na colheita (FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS, 1998).

Entre os agentes causais, destaca-se o *F. verticillioides* que ocorre em tecidos senescentes, pois estes apresentam baixos teores de carboidratos e substâncias fungistáticas (FANCELLI et al., 2004). Esta condição ocorre no final de ciclo ou quando as plantas sofrem estresse. Normalmente, os sintomas aparecem após a polinização, aumentando a severidade próxima à maturação (FANTIN et al., 2009). Os tecidos dos nós e entrenós tornam-se avermelhados, progredindo da base para o ápice (SILVA et al., 2006). Com o avanço da doença, ocorre o fendilhamento dos tecidos, os quais adquirem semelhança à consistência de isopor. O enfraquecimento do colmo causa a quebra prematura das plantas (FANTIN et al., 2009). As condições ambientais que favorecem o desenvolvimento do fungo são temperaturas em torno de 30°C e altitudes abaixo de 700 m (SILVA et al., 2006) condições estas que predominam em grande parte da área plantada com a cultura do milho no estado de São Paulo.

Numerosos relatos na literatura demonstram o silício como um elemento que está associado à resistência de plantas a doenças. As gramíneas são amplamente conhecidas como acumuladoras deste nutriente, mas, posteriormente, resultados significativos foram relatados em dicotiledônias (POZZA et al., 2015). A adubação via solo com silício reduziu em aproximadamente 55% a severidade de mancha marrom do arroz causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (ZANÃO et al., 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em cana-de-açúcar com *Puccinia melanocephala* (NAIDOO et al., 2009) e sorgo com *Collectotrichum sublineolum* (RESENDE et al., 2013).

O siltito glauconítico (SG) é uma rocha sedimentar, encontrada principalmente no estado de Minas Gerais, e representa importante reserva mineral que poderia garantir a independência brasileira em fertilização potássica por décadas (NADER & ACKROYD, 2017). Esta rocha sedimentar, caracterizada por sua coloração verde-escura e textura fina com estrutura laminada, apresenta em sua composição



mineralógica: glauconita como mineral predominante (40-80%), seguida por quartzo (10-20%), feldspato potássico (10-15%), muscovita (5%), biotita (2%), e em menores proporções (<1%), óxidos de titânio e manganês, goethita, além de fosfatos de bário e elementos terras raras (MOREIRA et al., 2016). Com teor médio de 10% de K<sub>2</sub>O total (Nader & Ackroyd, 2017) o SG destaca-se por fornecer potássio livre de cloro, característica que viabiliza sua aplicação na agricultura orgânica. Um diferencial adicional é a presença de silício (Si) e manganês (Mn) em sua composição, conferindo ao material potencial para uso como fertilizante multinutriente, superando a função exclusiva de fonte de potássio (VIOLATTI et al., 2019).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de silito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em linhagem de milho, buscando alternativas sustentáveis para o manejo fitossanitário em campos de produção de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em que foi realizado o estudo está localizada na Fazenda Canaã, no município de Piraju. O clima da região é tropical com verão chuvoso e inverno seco (Aw), de acordo com a classificação de Koppen.

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, em parcelas com área total de 26 m<sup>2</sup> (5x5,2 m) e 7,8 m<sup>2</sup> (3x2,6 m) de área útil. Os tratamentos foram constituídos pela adição de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg de silito glauconítico por hectare.

A linhagem em estudo foi a fêmea NPB6997 do híbrido em produção Supremo VIP3 White. Antes do plantio da fêmea foi realizada a aplicação do SG nas parcelas, como a área era de preparo convencional foi incorporado no solo após aplicação. Após os tratamentos devidamente aplicados e incorporados foi realizada irrigação via pivô central com 5 mm de lâmina, para melhor incorporação do SG aplicado.

O plantio foi realizado após 10 dias do preparo do solo e incorporação do SG, no dia 24 de setembro de 2025, o espaçamento utilizado foi de 65 cm entre linhas. O manejo fitossanitário foi o mesmo para todas as parcelas conforme o protocolo para produção de sementes de milho de alta qualidade.

A coleta dos dados foi realizada após 119 dias do plantio. O material estava no estágio R5 com 41,5% de umidade. Foi realizada a contagem de plantas com espigas e avaliada a incidência de sintomas de morte prematura nas espigas (Figura 1).

Figura 1 ? Espigas de milho (Zea mays) com sintomas de morte prematura.  
Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

Fonte: Rocha (2026)

Os dados ambientais de temperatura (oC), Umidade relativa (UR%) do ar e precipitação (mm) foram coletados com a estação do ?Irriga? instalada no campo de produção do ensaio (Figura 2). Esta estação é instalada em todos os campos de produção de sementes de milho para manejo da irrigação.

Figura 2 ? Estação do irriga instalada na área de realização do ensaio. Piraju-SP, 01 de setembro de 2025.

Fonte: Rocha (2026)

Na área útil do ensaio (4 linhas de 3 metros cada uma) foi contabilizado o número de espigas da parcela e avaliado o número de espigas com incidência de morte prematura.

Os dados de incidência foram submetidos à análise de variância em delineamento em blocos casualizados (ANOVA), ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), adotando-se nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no software RStudio, versão [4.5.1].

## RESULTADOS

Em pré-colheita, com o material no estágio R5, foi avaliado o número de espigas na parcela (Figura 3), o siltito glauconítico, nas doses avaliadas, não influenciou o número de espigas por hectare ( $p=0,391$ ). O efeito de bloco foi significativo ( $p=0,037$ ), validando o delineamento em blocos casualizados adotado. O CV de 5,28% indica boa precisão experimental.

Figura 3 ? Média de espigas finais em pré-colheita. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A incidência da doença, expressa como proporção de plantas doentes (%MP), foi baixa em todos os tratamentos, variando de 0 a 3,08% entre as parcelas avaliadas. Observou-se elevada frequência de parcelas com ausência total de sintomas, independentemente da dose de SG aplicada. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência 0% em todas as repetições, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença (Figura 4).

Figura 4 ? Boxplot de % de plantas com sintoma de Morte Prematura. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A regressão quadrática é significativa ( $p$ -valor 0,022) e explica 36% da variação. O comportamento em "U" (queda nas doses intermediárias e retorno na dose 4000) pode ser observado na Figura 5.

FIGURA 5 ? Curva do modelo. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

## DISCUSSÃO

As condições ambientais foram monitoradas de setembro de 2025 a janeiro de 2026 (Figura 6). Quanto à precipitação, observou-se distribuição irregular ao longo do período, com pico máximo de 87 mm registrado em 09 de dezembro de 2025, seguido por redução no volume de chuvas em janeiro de 2026. O menor volume precipitado foi observado em setembro de 2025, com aproximadamente 27,4 mm. Mendes et al. (2011) relatam que a redução da precipitação durante o enchimento dos grãos (a partir do estádio R2) e no final do ciclo pode favorecer menor incidência de fungos patogênicos.

No presente ensaio, o florescimento ocorreu em 9 de dezembro de 2025, período de maior concentração pluviométrica. Já o mês de janeiro de 2026, correspondente à fase de enchimento de grãos, registrou volumes de chuva relativamente menores. Segundo OLIVEIRA et al. (2018), a precipitação média necessária por ciclo da cultura do milho situa-se entre 500 e 800 mm. No ensaio, o volume acumulado superou esse limite máximo; contudo, o manejo da irrigação, conduzido com base nos dados coletados pelo sistema Irriga, permitiu manter o suprimento hídrico adequado ao desenvolvimento da cultura, sem favorecer condições propícias ao desenvolvimento de patógenos.

Figura 6 ? Precipitação (mm), irrigações (mm) e acumulado (mm). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A temperatura média do ar apresentou oscilação moderada ao longo do período, com valores entre 14,6 °C e 30,8 °C (Figura 7). O pico máximo foi registrado em 05 de outubro de 2025, coincidindo com o estádio vegetativo da cultura, entre V5 e V8. A partir desse pico, observou-se declínio gradual até janeiro de 2026. A umidade relativa do ar manteve-se relativamente estável, variando entre 30,3% e 98,3%, com tendência de elevação ao final do período, atingindo aproximadamente 93% em janeiro de 2026. Portanto, tanto no florescimento quanto no enchimento dos grãos, a umidade relativa média do ar esteve elevada. Essas condições são compatíveis com o microclima favorável ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. SANTIN et al. (2000) descrevem temperatura ideal entre 20 e 26°C para o desenvolvimento do fungo, enquanto PRESTES et al. (2019) indicam favorecimento do crescimento em temperaturas próximas a 30°C. SILVA et al. (2008) acrescentam que a umidade relativa do ar em torno de 90% favorece a colonização fúngica nos grãos em campo. De forma complementar, KIMATI et al. (2005) relatam que a combinação de umidade relativa entre 70 e 90% com temperaturas de 25 a 30 °C cria ambiente propício ao desenvolvimento de diversos gêneros fúngicos, incluindo *Fusarium* spp.

Os dados climáticos obtidos no ensaio indicam que as condições ambientais da região de Piraju-SP, ao longo do período avaliado, foram favoráveis ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. e outros patógenos causadores de morte prematura. No entanto, a baixa incidência observada em todos os tratamentos sugere que a pressão do inóculo pode ter sido insuficiente para resultar em epidemia expressiva nas condições do presente estudo, limitando a capacidade de discriminação entre os tratamentos avaliados.

Figura 7 ? Umidade média do ar (%), temperaturas mínima, média e máxima (oC). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

Os resultados indicam que, nas condições do presente estudo, as doses de adubação testadas não influenciaram a incidência da doença na cultura do milho. A baixa severidade observada ao longo de todo o experimento sugere que fatores ambientais ou a pressão do inóculo podem ter sido insuficientes para promover maior manifestação da doença. No livro Epidemiologia de Plantas os autores discutem como a quantidade de inóculo inicial e sua distribuição são fundamentais para o desenvolvimento de epidemias (BERGAMIN et al, 2018).

A ausência de resposta à adubação pode estar relacionada a diferentes fatores. Embora a nutrição mineral possa alterar a suscetibilidade das plantas a patógenos seja por efeito sobre o vigor vegetativo, espessura de parede celular ou balanço fisiológico, tais interações dependem da intensidade da doença, do patossistema envolvido e das condições ambientais. Em situações de baixa pressão da doença, diferenças nutricionais frequentemente não se traduzem em alterações detectáveis na incidência (DATNOFF et al., 2007)

Do ponto de vista agrônomo, os resultados sugerem que as doses avaliadas não aumentam nem reduzem o risco de ocorrência da doença sob as condições experimentais testadas. Entretanto, estudos adicionais sob maior pressão de inóculo ou em diferentes ambientes podem ser necessários para confirmar essas observações.

## CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, as doses de adubação avaliadas não influenciaram significativamente a incidência da doença na cultura do milho. A proporção de plantas doentes manteve-se baixa em todos os tratamentos, não sendo observada tendência linear ou quadrática em função do incremento das doses. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

## REFERÊNCIAS

- BERGAMIN FILHO, Armando et al. Epidemiologia de doenças de plantas. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. Tradução. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1. . . Acesso em: 19 mar. 2026.
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. Silicon and Plant Disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). Mineral nutrition and plant disease. St. Paul, MN: APS Press, 2007. p. 233-246.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2ª ed., Piracicaba, ed. Guaíba, 360p. 2004.
- FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. Manejo de doenças na cultura do milho safrinha. Campinas: Instituto Agrônomo, 99p., 2009.
- FARIAS, J. R. B., ASSAD, E. D., ALMEIDA, I. D., EVANGELISTA, B. A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER,

N., NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 415-421. 2001.

FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul Porto Alegre: Pallotti, 1998. 148 p. Boletim Técnico, 5.

KIMAT, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. *MANUAL de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas*. São Paulo: Ceres, 2005.

MENDES, M. C., PINHO, R. G. V., MACHADO, J. C., ALBUQUERQUE, C. J. B. & FALQUETE, J. C. F. (2011). Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espigas. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5), 931-939. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000500010>

MOREIRA, D. S., UHLEIN, A., FERNANDES, M. L. S., MIZUSAKI, A. M., GALÉRY, R., & DELBEM, D. Estratigrafia, petrografia e mineralização de potássio em siltitos verdes do Grupo Bambuí na região de São Gotardo, Minas Gerais. *Geociências*, 35(2), 157-171, 2016.

NADER, B., & ACKROYD, B. Pre-Feasibility Technical Report?Cerrado Verde Project (NI 43-101). Minas Gerais, Brazil; Verde AgriTech PLC. London, 2017.

NAIDOO, P. V.; MCFARLANE, S.; KEEPING, M. G.; CALDWELL, P. M. Deposition of silicon in leaves of sugarcane (*Saccharum spp. hybridus*) and its effect on the severity of brown rust caused by *Puccinia melanocephala*. *Proceedings of South Africa Sugar Technology*, v. 82, p. 542-546, 2009.

OLIVEIRA, I. J., FONTES, J. R. A., BARRETO, J. F. & PINHEIRO, J. O. C. (2018). Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 28p. (Circular técnica 68).

POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; BOTELHO, D. M. S. Silicon in plant disease control. *Revista Ceres*, v. 62, n. 3, p. 323-331, 2015.

PRESTES, I. D., ROCHA, L. O., NUÑEZ, K. V. M. & SILVA, N. C. C. (2019). Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. *Scientia Agropecuária*, 10(4), 559-570. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>

RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; GOMES, R. J.; NASCIMENTO, K. J. T. Microscopic and biochemical aspects of sorghum resistance to anthracnose mediated by silicon. *Annals of Applied Biology*, v. 163, p. 114-123, 2013.

SANTIN, E. Micotoxinas. In: BERCHIERI Jr., A.; MACARI, M. *Doenças das aves*. Campinas: Facta, 2000. p. 379-388.

SILVA, J. S. (2008). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. S., BERBERT, P. A., AFONSO, A. D. L., RUFFATO, S. *Qualidade de grãos*. pp. 63-105. 2th ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 560p.

SILVA, O.C. da; SCHIPANSKI, C.A. *Manual de identificação e manejo das doenças do milho*. Castro: Fundação ABC, 2006.

VIOLATTI, I. C. A., GUALBERTO, C. A. C., SILVEIRA, L. H., SANTOS, G. A., FERREIRA, B. C., MACHADO, P. M. M., & PEREIRA, H. S. Glauconitic siltstone as multi-nutrient fertilizer for *Urochloa brizantha* cv. Marandú. *Australian Journal of Crop Science*, 13(8), 1280-1287, 2019.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A., FONTES, R. L. F.; KORNDÖRFER, G. H.; NEVES, J. C. L. Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. *Journal of Phytopathology*, v. 157, p. 73-78, 2009.



=====

**Arquivo de entrada:** [TCC Rogério.docx](#) (2644 termos)

**Candidato:** [rsdjournal.org/rsd/article/download/22068/19696/266775](https://rsdjournal.org/rsd/article/download/22068/19696/266775) (5009 termos)

**Termos comuns:** 249

**Similaridade**

Índice novo (Si): **9,41%**

Agrupamento (Sg): **Moderado**

Índice antigo (S): 3,36%

O texto abaixo é o conteúdo do **Arquivo de entrada** com destaque em vermelho para os termos comuns e agrupados encontrados no **Candidato**. Os termos em amarelo são comuns, mas não caracterizam cópias. Id: 628e19fdb43t152

=====

4

UNiversidade federal do Paraná

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito DO SILTITO GLAUCONÍTICO EM LINHAGEM DE MILHO: RESPOSTA À DOSES CRESCENTES  
NA INCIDÊNCIA DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

CURITIBA  
2026

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em  
Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

CURITIBA  
2026



efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Rogério Sinfrônio Rocha; Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

## resumo

A morte prematura em linhagens de milho é um problema significativo em campos de produção de sementes, causando perdas expressivas na pré-colheita. O siltito glauconítico, um remineralizador de solo rico em potássio e silício, pode influenciar a resistência das plantas a patógenos. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de siltito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em uma linhagem de milho suscetível. O experimento foi conduzido na safra 2024/25, em Latossolo Vermelho eutrófico, no município de Piraju-SP. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg/ha de siltito glauconítico) e quatro repetições. O siltito foi aplicado em pré-semeadura e incorporado ao solo. Avaliou-se a incidência de morte prematura através da contagem de plantas sintomáticas na área útil das parcelas, no estágio R5. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão ( $p \leq 0,05$ ). Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

Palavras-chave: Zea mays; manejo fitossanitário; resistência a doenças; remineralizador de solo

## ABSTRACT

Premature death in maize inbred lines is a significant problem in seed production fields, causing substantial pre-harvest losses. Glauconitic siltstone, a soil remineralizer rich in potassium and silicon, may influence plant resistance to pathogens. This study aimed to evaluate the effect of increasing doses of glauconitic siltstone on the incidence of premature death in a susceptible maize inbred line. The experiment was conducted during the 2024/25 growing season on a Rhodic Eutrudox soil in Piraju, São Paulo State, Brazil. A randomized complete block design was used with five treatments (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 kg/ha of glauconitic siltstone) and four replications. The siltstone was applied pre-sowing and incorporated into the soil. The incidence of premature death was evaluated by counting symptomatic plants in the useful plot area at the R5 growth stage. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis ( $p \leq 0.05$ ). There was no significant effect of treatments on disease incidence, which ranged from 0 to 3.08% among plots. The 1000 kg/ha dose showed a numerical trend towards lower incidence, suggesting potential for complementary studies under higher disease pressure conditions.

Keywords: Zea mays; glauconitic siltstone; phytosanitary management; disease resistance; soil remineralizer.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes globalmente, com produção mundial superior a 1,27 bilhão de toneladas na safra 2025/26 (USDA, 2025). No Brasil, segundo maior exportador mundial, a produção atingiu 138,45 milhões de toneladas na safra 2025/26, consolidando sua posição estratégica no agronegócio nacional (CONAB, 2026).

A produção de sementes híbridas de milho requer cuidados específicos devido à sensibilidade das linhagens parentais a estresses bióticos e abióticos. Entre os principais desafios fitossanitários, destaca-se a morte prematura, caracterizada pela senescência antecipada das plantas e deterioração dos colmos, podendo causar perdas superiores a 30% em campos de produção de sementes (ANDERSON et al., 2020).

As podridões de colmo resultam no apodrecimento dos tecidos internos da medula, sendo principalmente ocasionadas pelos fungos *Fusarium verticillioides*, *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson e *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Esses patógenos geram perdas por interromperem o fluxo de seiva entre a parte aérea e o sistema radicular, o que leva à morte prematura das plantas, menor enchimento dos grãos, acamamento e aumento das perdas na colheita (FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS, 1998).

Entre os agentes causais, destaca-se o *F. verticillioides* que ocorre em tecidos senescentes, pois estes apresentam baixos teores de carboidratos e substâncias fungistáticas (FANCELLI et al., 2004). Esta condição ocorre no final de ciclo ou quando as plantas sofrem estresse. Normalmente, os sintomas aparecem após a polinização, aumentando a severidade próxima à maturação (FANTIN et al., 2009). Os tecidos dos nós e entrenós tornam-se avermelhados, progredindo da base para o ápice (SILVA et al., 2006). Com o avanço da doença, ocorre o fendilhamento dos tecidos, os quais adquirem semelhança à consistência de isopor. O enfraquecimento do colmo causa a quebra prematura das plantas (FANTIN et al., 2009). As condições ambientais que favorecem o desenvolvimento do fungo são temperaturas em torno de 30°C e altitudes abaixo de 700 m (SILVA et al., 2006) condições estas que predominam em grande parte da área plantada com a cultura do milho no estado de São Paulo.

Numerosos relatos na literatura demonstram o silício como um elemento que está associado à resistência de plantas a doenças. As gramíneas são amplamente conhecidas como acumuladoras deste nutriente, mas, posteriormente, resultados significativos foram relatados em dicotiledônias (POZZA et al., 2015). A adubação via solo com silício reduziu em aproximadamente 55% a severidade de mancha marrom do arroz causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (ZANÃO et al., 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em cana-de-açúcar com *Puccinia melanocephala* (NAIDOO et al., 2009) e sorgo com *Collectotrichum sublineolum* (RESENDE et al., 2013).

O siltito glauconítico (SG) é uma rocha sedimentar, encontrada principalmente no estado de Minas Gerais, e representa importante reserva mineral que poderia garantir a independência brasileira em fertilização potássica por décadas (NADER & ACKROYD, 2017). Esta rocha sedimentar, caracterizada por sua coloração verde-escura e textura fina com estrutura laminada, apresenta em sua composição

mineralógica: glauconita como mineral predominante (40-80%), seguida por quartzo (10-20%), feldspato potássico (10-15%), muscovita (5%), biotita (2%), e em menores proporções (<1%), óxidos de titânio e manganês, goethita, além de fosfatos de bário e elementos terras raras (MOREIRA *et al.*, 2016). Com teor médio de 10% de K<sub>2</sub>O total (Nader & Ackroyd, 2017) o SG destaca-se por fornecer potássio livre de cloro, característica que viabiliza sua aplicação na agricultura orgânica. Um diferencial adicional é a presença de silício (Si) e manganês (Mn) em sua composição, conferindo ao material potencial para uso como fertilizante multinutriente, superando a função exclusiva de fonte de potássio (VIOLATTI *et al.*, 2019).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de silito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em linhagem de milho, buscando alternativas sustentáveis para o manejo fitossanitário em campos de produção de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em que foi realizado o estudo está localizada na Fazenda Canaã, no município de Piraju. O clima da região é tropical com verão chuvoso e inverno seco (Aw), de acordo com a classificação de Koppen. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, em parcelas com área total de 26 m<sup>2</sup> (5x5,2 m) e 7,8 m<sup>2</sup> (3x2,6 m) de área útil. Os tratamentos foram constituídos pela adição de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg de silito glauconítico por hectare.

A linhagem em estudo foi a fêmea NPB6997 do híbrido em produção Supremo VIP3 White. Antes do plantio da fêmea foi realizada a aplicação do SG nas parcelas, como a área era de preparo convencional foi incorporado no solo após aplicação. Após os tratamentos devidamente aplicados e incorporados foi realizada irrigação via pivô central com 5 mm de lâmina, para melhor incorporação do SG aplicado.

O plantio foi realizado após 10 dias do preparo do solo e incorporação do SG, no dia 24 de setembro de 2025, o espaçamento utilizado foi de 65 cm entre linhas. O manejo fitossanitário foi o mesmo para todas as parcelas conforme o protocolo para produção de sementes de milho de alta qualidade.

A coleta dos dados foi realizada após 119 dias do plantio. O material estava no estágio R5 com 41,5% de umidade. Foi realizada a contagem de plantas com espigas e avaliada a incidência de sintomas de morte prematura nas espigas (Figura 1).

Figura 1 ? Espigas de milho (*Zea mays*) com sintomas de morte prematura.  
Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

Fonte: Rocha (2026)

Os dados ambientais de temperatura (oC), Umidade relativa (UR%) do ar e precipitação (mm) foram coletados com a estação do ?Irriga? instalada no campo de produção do ensaio (Figura 2). Esta estação é instalada em todos os campos de produção de sementes de milho para manejo da irrigação.

Figura 2 ? Estação do irriga instalada na área de realização do ensaio. Piraju-SP, 01 de setembro de 2025.

Fonte: Rocha (2026)

Na área útil do ensaio (4 linhas de 3 metros cada uma) foi contabilizado o número de espigas da parcela e avaliado o número de espigas com incidência de morte prematura.

Os dados de incidência foram submetidos à análise de variância em delineamento em blocos casualizados (ANOVA), ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), adotando-se nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no software RStudio, versão [4.5.1].

## RESULTADOS

Em pré-colheita, com o material no estágio R5, foi avaliado o número de espigas na parcela (Figura 3), o siltito glauconítico, nas doses avaliadas, não influenciou o número de espigas por hectare ( $p=0,391$ ). O efeito de bloco foi significativo ( $p=0,037$ ), validando o delineamento em blocos casualizados adotado. O CV de 5,28% indica boa precisão experimental.

Figura 3 ? Média de espigas finais em pré-colheita. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A incidência da doença, expressa como proporção de plantas doentes (%MP), foi baixa em todos os tratamentos, variando de 0 a 3,08% entre as parcelas avaliadas. Observou-se elevada frequência de parcelas com ausência total de sintomas, independentemente da dose de SG aplicada. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência 0% em todas as repetições, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença (Figura 4).

Figura 4 ? Boxplot de % de plantas com sintoma de Morte Prematura. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A regressão quadrática é significativa ( $p$ -valor 0,022) e explica 36% da variação. O comportamento em "U" (queda nas doses intermediárias e retorno na dose 4000) pode ser observado na Figura 5.

FIGURA 5 ? Curva do modelo. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

## DISCUSSÃO

As condições ambientais foram monitoradas de setembro de 2025 a janeiro de 2026 (Figura 6). Quanto à precipitação, observou-se distribuição irregular **ao longo do** período, com pico máximo de 87 mm registrado **em 09 de dezembro de 2025**, seguido por redução no volume de chuvas em janeiro de 2026. O menor volume precipitado foi observado em setembro de 2025, com aproximadamente 27,4 mm. **Mendes et al. (2011) relatam que** a redução da precipitação durante o enchimento dos grãos (**a partir do estágio R2**) e **no final do ciclo** pode favorecer **menor incidência de fungos** patogênicos.

No presente ensaio, o florescimento ocorreu **em 9 de dezembro de 2025**, período de maior concentração pluviométrica. Já o mês **de janeiro de 2026**, correspondente à **fase de enchimento** de grãos, registrou volumes de chuva relativamente menores. **Segundo OLIVEIRA et al. (2018), a precipitação média necessária por ciclo da cultura do milho** situa-se entre 500 e 800 mm. No ensaio, o volume acumulado superou esse limite máximo; contudo, **o manejo da irrigação**, conduzido com base nos dados coletados pelo sistema Irriga, permitiu manter o suprimento hídrico adequado ao **desenvolvimento da cultura**, sem favorecer condições propícias **ao desenvolvimento de** patógenos.

Figura 6 ? Precipitação (mm), irrigações (mm) e acumulado (mm). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

**A temperatura média do ar** apresentou oscilação moderada **ao longo do** período, com valores **entre 14,6 °C e 30,8 °C** (Figura 7). O pico máximo foi registrado em 05 de outubro de 2025, coincidindo com o estágio vegetativo da cultura, entre V5 e V8. **A partir** desse pico, observou-se declínio gradual até janeiro de 2026. **A umidade relativa do ar** manteve-se relativamente estável, variando entre 30,3% e 98,3%, com tendência de elevação ao final do período, atingindo aproximadamente 93% em janeiro de 2026. Portanto, tanto no florescimento quanto no enchimento dos grãos, **a umidade relativa média do ar** esteve elevada. Essas condições são compatíveis com o microclima favorável **ao desenvolvimento de Fusarium spp.** **SANTIN et al. (2000)** descrevem temperatura ideal entre 20 e 26°C **para o desenvolvimento** do fungo, enquanto **PRESTES et al. (2019)** indicam favorecimento do crescimento **em temperaturas próximas a 30°C**. **SILVA et al. (2008)** acrescentam **que a umidade relativa do ar em torno de 90%** favorece a colonização fúngica **nos grãos em campo**. De forma complementar, **KIMATI et al. (2005)** **relatam que** a combinação de umidade relativa entre 70 e 90% com temperaturas **de 25 a 30 °C** cria ambiente propício **ao desenvolvimento de** diversos gêneros fúngicos, **incluindo Fusarium spp.**

Os dados climáticos obtidos no ensaio **indicam que as condições** ambientais **da região de Piraju-SP**, **ao longo do** período avaliado, foram **favoráveis ao desenvolvimento de Fusarium spp.** e outros patógenos causadores de morte prematura. No entanto, a baixa incidência observada **em todos os** tratamentos sugere que a pressão do inóculo pode ter sido insuficiente para resultar em epidemia expressiva nas condições do presente estudo, limitando **a capacidade de** discriminação entre os tratamentos avaliados.

Figura 7 ? Umidade **média do ar** (%), temperaturas mínima, média e máxima (oC). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

Os resultados indicam que, nas condições do presente estudo, as doses de adubação testadas não influenciaram **a incidência da doença na cultura do milho**. A baixa severidade observada ao longo de todo o experimento sugere que fatores ambientais ou a pressão do inóculo podem ter sido insuficientes para promover maior manifestação da doença. No livro Epidemiologia de Plantas os autores discutem como **a quantidade de inóculo inicial** e sua distribuição são fundamentais **para o desenvolvimento de epidemias** (BERGAMIN et al, 2018).

**A ausência de** resposta à adubação pode estar relacionada a diferentes fatores. Embora a nutrição mineral possa alterar a suscetibilidade das plantas a patógenos seja por efeito sobre o vigor vegetativo, espessura de parede celular ou balanço fisiológico, tais interações dependem da intensidade da doença, do patossistema envolvido e das condições ambientais. Em situações de baixa pressão da doença, diferenças nutricionais frequentemente não se traduzem em alterações detectáveis na incidência ( DATNOFF et al., 2007)

Do ponto de vista agrônomo, os resultados sugerem que as doses avaliadas não aumentam nem reduzem o risco de ocorrência da doença sob as condições experimentais testadas. Entretanto, estudos adicionais sob maior pressão de inóculo ou em diferentes ambientes podem ser necessários para confirmar essas observações.

## CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, as doses de adubação avaliadas não influenciaram significativamente **a incidência da doença na cultura do milho**. A proporção de plantas doentes manteve-se baixa **em todos os** tratamentos, não sendo observada tendência linear ou quadrática **em função do** incremento das doses. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre **a incidência da doença**, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

## REFERÊNCIAS

- BERGAMIN FILHO, Armando et al. Epidemiologia de doenças de plantas. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. Tradução. Ouro Fino: **Agrônoma Ceres**, 2018. v. 1. . . Acesso em: 19 mar. 2026.
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. Silicon and Plant Disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). Mineral nutrition and plant disease. St. Paul, MN: APS Press, 2007. p. 233-246.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho**. 2ª ed., Piracicaba, ed. Guaíba, 360p. 2004.
- FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. Manejo de doenças na cultura do milho** safrinha. Campinas: Instituto Agrônomo, 99p., 2009.
- FARIAS, J. R. B., ASSAD, E. D., ALMEIDA, I. D., EVANGELISTA, B. A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER,



N., NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 415-421. 2001.

FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. *Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul* Porto Alegre: Pallotti, 1998. 148 p. Boletim Técnico, 5.

KIMAT, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. *MANUAL de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas*. São Paulo: Ceres, 2005.

MENDES, M. C., PINHO, R. G. V., MACHADO, J. C., ALBUQUERQUE, C. J. B. & FALQUETE, J. C. F. (2011). *Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espigas*. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5), 931-939. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000500010>

MOREIRA, D. S., UHLEIN, A., FERNANDES, M. L. S., MIZUSAKI, A. M., GALÉRY, R., & DELBEM, D. Estratigrafia, petrografia e mineralização de potássio em siltitos verdes do Grupo Bambuí na região de São Gotardo, Minas Gerais. *Geociências*, 35(2), 157-171, 2016.

NADER, B., & ACKROYD, B. Pre-Feasibility Technical Report?Cerrado Verde Project (NI 43-101). Minas Gerais, Brazil; Verde AgriTech PLC. London, 2017.

NAIDOO, P. V.; MCFARLANE, S.; KEEPING, M. G.; CALDWELL, P. M. Deposition of silicon in leaves of sugarcane (*Saccharum spp. hybridus*) and its effect on the severity of brown rust caused by *Puccinia melanocephala*. *Proceedings of South Africa Sugar Technology*, v. 82, p. 542-546, 2009.

OLIVEIRA, I. J., FONTES, J. R. A., BARRETO, J. F. & PINHEIRO, J. O. C. (2018). *Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 28p. (Circular técnica 68).

POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; BOTELHO, D. M. S. Silicon in plant disease control. *Revista Ceres*, v. 62, n. 3, p. 323-331, 2015.

PRESTES, I. D., ROCHA, L. O., NUÑEZ, K. V. M. & SILVA, N. C. C. (2019). *Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências*. *Scientia Agropecuária*, 10(4), 559-570. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>

RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; GOMES, R. J.; NASCIMENTO, K. J. T. Microscopic and biochemical aspects of sorghum resistance to anthracnose mediated by silicon. *Annals of Applied Biology*, v. 163, p. 114-123, 2013.

SANTIN, E. Micotoxicoses. In: BERCHIERI Jr., A.; MACARI, M. *Doenças das aves*. Campinas: Facta, 2000. p. 379-388.

SILVA, J. S. (2008). *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*. In: SILVA, J. S., BERBERT, P. A., AFONSO, A. D. L., RUFFATO, S. *Qualidade de grãos*. pp. 63-105. 2th ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 560p.

SILVA, O.C. da; SCHIPANSKI, C.A. *Manual de identificação e manejo das doenças do milho*. Castro: Fundação ABC, 2006.

VIOLATTI, I. C. A., GUALBERTO, C. A. C., SILVEIRA, L. H., SANTOS, G. A., FERREIRA, B. C., MACHADO, P. M. M., & PEREIRA, H. S. Glauconitic siltstone as multi-nutrient fertilizer for *Urochloa brizantha* cv. Marandú. *Australian Journal of Crop Science*, 13(8), 1280-1287, 2019.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A., FONTES, R. L. F.; KORNDÖRFER, G. H.; NEVES, J. C. L. Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. *Journal of Phytopathology*, v. 157, p. 73-78, 2009.





=====

**Arquivo de entrada:** [TCC Rogério.docx](#) (2644 termos)

**Candidato:** [repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/1247/1/000218388.pdf](https://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/1247/1/000218388.pdf) (17483 termos)

**Termos comuns:** 188

**Similaridade**

Índice novo (Si): **7,11%**

Agrupamento (Sg): **Moderado**

Índice antigo (S): 0,94%

O texto abaixo é o conteúdo do **Arquivo de entrada** com destaque em vermelho para os termos comuns e agrupados encontrados no **Candidato**. Os termos em amarelo são comuns, mas não caracterizam cópias. Id: 2eae07abb22t22

=====

4

UNiversidade federal do Paraná

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito DO SILTITO GLAUCONÍTICO EM LINHAGEM DE MILHO: RESPOSTA À DOSES CRESCENTES  
NA INCIDÊNCIA DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

CURITIBA  
2026

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em  
Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

CURITIBA  
2026

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Rogério Sinfrônio Rocha; Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

## resumo

A morte prematura em linhagens de milho é um problema significativo em campos de produção de sementes, causando perdas expressivas na pré-colheita. O siltito glauconítico, um remineralizador de solo rico em potássio e silício, pode influenciar a resistência das plantas a patógenos. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de siltito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em uma linhagem de milho suscetível. O experimento foi conduzido na safra 2024/25, em Latossolo Vermelho eutrófico, no município de Piraju-SP. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg/ha de siltito glauconítico) e quatro repetições. O siltito foi aplicado em pré-semeadura e incorporado ao solo. Avaliou-se a incidência de morte prematura através da contagem de plantas sintomáticas na área útil das parcelas, no estágio R5. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão ( $p \leq 0,05$ ). Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

Palavras-chave: Zea mays; manejo fitossanitário; resistência a doenças; remineralizador de solo

## ABSTRACT

Premature death in maize inbred lines is a significant problem in seed production fields, causing substantial pre-harvest losses. Glauconitic siltstone, a soil remineralizer rich in potassium and silicon, may influence plant resistance to pathogens. This study aimed to evaluate the effect of increasing doses of glauconitic siltstone on the incidence of premature death in a susceptible maize inbred line. The experiment was conducted during the 2024/25 growing season on a Rhodic Eutrudox soil in Piraju, São Paulo State, Brazil. A randomized complete block design was used with five treatments (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 kg/ha of glauconitic siltstone) and four replications. The siltstone was applied pre-sowing and incorporated into the soil. The incidence of premature death was evaluated by counting symptomatic plants in the useful plot area at the R5 growth stage. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis ( $p \leq 0.05$ ). There was no significant effect of treatments on disease incidence, which ranged from 0 to 3.08% among plots. The 1000 kg/ha dose showed a numerical trend towards lower incidence, suggesting potential for complementary studies under higher disease pressure conditions.

Keywords: Zea mays; glauconitic siltstone; phytosanitary management; disease resistance; soil remineralizer.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes globalmente, com produção mundial superior a 1,27 bilhão de toneladas na safra 2025/26 (USDA, 2025). No Brasil, segundo maior exportador mundial, a produção atingiu 138,45 milhões de toneladas na safra 2025/26, consolidando sua posição estratégica no agronegócio nacional (CONAB, 2026).

A produção de sementes híbridas de milho requer cuidados específicos devido à sensibilidade das linhagens parentais a estresses bióticos e abióticos. Entre os principais desafios fitossanitários, destaca-se a morte prematura, caracterizada pela senescência antecipada das plantas e deterioração dos colmos, podendo causar perdas superiores a 30% em campos de produção de sementes (ANDERSON et al., 2020).

As podridões de colmo resultam no apodrecimento dos tecidos internos da medula, sendo principalmente ocasionadas pelos fungos *Fusarium verticillioides*, *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson e *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Esses patógenos geram perdas por interromperem o fluxo de seiva entre a parte aérea e o sistema radicular, o que leva à morte prematura das plantas, menor enchimento dos grãos, acamamento e aumento das perdas na colheita (FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS, 1998).

Entre os agentes causais, destaca-se o *F. verticillioides* que ocorre em tecidos senescentes, pois estes apresentam baixos teores de carboidratos e substâncias fungistáticas (FANCELLI et al., 2004). Esta condição ocorre no final de ciclo ou quando as plantas sofrem estresse. Normalmente, os sintomas aparecem após a polinização, aumentando a severidade próxima à maturação (FANTIN et al., 2009). Os tecidos dos nós e entrenós tornam-se avermelhados, progredindo da base para o ápice (SILVA et al., 2006). Com o avanço da doença, ocorre o fendilhamento dos tecidos, os quais adquirem semelhança à consistência de isopor. O enfraquecimento do colmo causa a quebra prematura das plantas (FANTIN et al., 2009). As condições ambientais que favorecem o desenvolvimento do fungo são temperaturas em torno de 30°C e altitudes abaixo de 700 m (SILVA et al., 2006) condições estas que predominam em grande parte da área plantada com a cultura do milho no estado de São Paulo.

Numerosos relatos na literatura demonstram o silício como um elemento que está associado à resistência de plantas a doenças. As gramíneas são amplamente conhecidas como acumuladoras deste nutriente, mas, posteriormente, resultados significativos foram relatados em dicotiledônias (POZZA et al., 2015). A adubação via solo com silício reduziu em aproximadamente 55% a severidade de mancha marrom do arroz causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (ZANÃO et al., 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em cana-de-açúcar com *Puccinia melanocephala* (NAIDOO et al., 2009) e sorgo com *Collectotrichum sublineolum* (RESENDE et al., 2013).

O siltito glauconítico (SG) é uma rocha sedimentar, encontrada principalmente no estado de Minas Gerais, e representa importante reserva mineral que poderia garantir a independência brasileira em fertilização potássica por décadas (NADER & ACKROYD, 2017). Esta rocha sedimentar, caracterizada por sua coloração verde-escura e textura fina com estrutura laminada, apresenta em sua composição

mineralógica: glauconita como mineral predominante (40-80%), seguida por quartzo (10-20%), feldspato potássico (10-15%), muscovita (5%), biotita (2%), e em menores proporções (<1%), óxidos de titânio e manganês, goethita, além de fosfatos de bário e elementos terras raras (MOREIRA et al., 2016). Com teor médio de 10% de K<sub>2</sub>O total (Nader & Ackroyd, 2017) o SG destaca-se por fornecer potássio livre de cloro, característica que viabiliza sua aplicação na agricultura orgânica. Um diferencial adicional é a presença de silício (Si) e manganês (Mn) em sua composição, conferindo ao material potencial para uso como fertilizante multinutriente, superando a função exclusiva de fonte de potássio (VIOLATTI et al., 2019).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de silito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em linhagem de milho, buscando alternativas sustentáveis para o manejo fitossanitário em campos de produção de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em que foi realizado o estudo está localizada na Fazenda Canaã, no município de Piraju. O clima da região é tropical com verão chuvoso e inverno seco (Aw), de acordo com a classificação de Koppen. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, em parcelas com área total de 26 m<sup>2</sup> (5x5,2 m) e 7,8 m<sup>2</sup> (3x2,6 m) de área útil. Os tratamentos foram constituídos pela adição de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg de silito glauconítico por hectare.

A linhagem em estudo foi a fêmea NPB6997 do híbrido em produção Supremo VIP3 White. Antes do plantio da fêmea foi realizada a aplicação do SG nas parcelas, como a área era de preparo convencional foi incorporado no solo após aplicação. Após os tratamentos devidamente aplicados e incorporados foi realizada irrigação via pivô central com 5 mm de lâmina, para melhor incorporação do SG aplicado. O plantio foi realizado após 10 dias do preparo do solo e incorporação do SG, no dia 24 de setembro de 2025, o espaçamento utilizado foi de 65 cm entre linhas. O manejo fitossanitário foi o mesmo para todas as parcelas conforme o protocolo para produção de sementes de milho de alta qualidade.

A coleta dos dados foi realizada após 119 dias do plantio. O material estava no estágio R5 com 41,5% de umidade. Foi realizada a contagem de plantas com espigas e avaliada a incidência de sintomas de morte prematura nas espigas (Figura 1).

Figura 1 ? Espigas de milho (Zea mays) com sintomas de morte prematura.  
Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

Fonte: Rocha (2026)

Os dados ambientais de temperatura (oC), Umidade relativa (UR%) do ar e precipitação (mm) foram coletados com a estação do ?Irriga? instalada no campo de produção do ensaio (Figura 2). Esta estação é instalada em todos os campos de produção de sementes de milho para manejo da irrigação.

Figura 2 ? Estação do irriga instalada na área de realização do ensaio. Piraju-SP, 01 de setembro de 2025.

Fonte: Rocha (2026)

Na área útil do ensaio (4 linhas de 3 metros cada uma) foi contabilizado o número de espigas da parcela e avaliado o número de espigas com incidência de morte prematura.

Os dados de incidência foram submetidos à análise de variância em delineamento em blocos casualizados (ANOVA), ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), adotando-se nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no software RStudio, versão [4.5.1].

## RESULTADOS

Em pré-colheita, com o material no estágio R5, foi avaliado o número de espigas na parcela (Figura 3), o siltito glauconítico, nas doses avaliadas, não influenciou o número de espigas por hectare ( $p=0,391$ ). O efeito de bloco foi significativo ( $p=0,037$ ), validando o delineamento em blocos casualizados adotado. O CV de 5,28% indica boa precisão experimental.

Figura 3 ? Média de espigas finais em pré-colheita. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A incidência da doença, expressa como proporção de plantas doentes (%MP), foi baixa em todos os tratamentos, variando de 0 a 3,08% entre as parcelas avaliadas. Observou-se elevada frequência de parcelas com ausência total de sintomas, independentemente da dose de SG aplicada. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência 0% em todas as repetições, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença (Figura 4).

Figura 4 ? Boxplot de % de plantas com sintoma de Morte Prematura. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A regressão quadrática é significativa ( $p$ -valor 0,022) e explica 36% da variação. O comportamento em "U" (queda nas doses intermediárias e retorno na dose 4000) pode ser observado na Figura 5.

FIGURA 5 ? Curva do modelo. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

## DISCUSSÃO

As condições ambientais foram monitoradas de setembro de 2025 a janeiro de 2026 (Figura 6). Quanto à precipitação, observou-se distribuição irregular ao longo do período, com pico máximo de 87 mm registrado em 09 de dezembro de 2025, seguido por redução no volume de chuvas em janeiro de 2026. O menor volume precipitado foi observado em setembro de 2025, com aproximadamente 27,4 mm. Mendes et al. (2011) relatam que a redução da precipitação durante o enchimento dos grãos (a partir do estágio R2) e no final do ciclo pode favorecer menor incidência de fungos patogênicos.

No presente ensaio, o florescimento ocorreu em 9 de dezembro de 2025, período de maior concentração pluviométrica. Já o mês de janeiro de 2026, correspondente à fase de enchimento de grãos, registrou volumes de chuva relativamente menores. Segundo OLIVEIRA et al. (2018), a precipitação média necessária por ciclo da cultura do milho situa-se entre 500 e 800 mm. No ensaio, o volume acumulado superou esse limite máximo; contudo, o manejo da irrigação, conduzido com base nos dados coletados pelo sistema Irriga, permitiu manter o suprimento hídrico adequado ao desenvolvimento da cultura, sem favorecer condições propícias ao desenvolvimento de patógenos.

Figura 6 ? Precipitação (mm), irrigações (mm) e acumulado (mm). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A temperatura média do ar apresentou oscilação moderada ao longo do período, com valores entre 14,6 °C e 30,8 °C (Figura 7). O pico máximo foi registrado em 05 de outubro de 2025, coincidindo com o estágio vegetativo da cultura, entre V5 e V8. A partir desse pico, observou-se declínio gradual até janeiro de 2026. A umidade relativa do ar manteve-se relativamente estável, variando entre 30,3% e 98,3%, com tendência de elevação ao final do período, atingindo aproximadamente 93% em janeiro de 2026. Portanto, tanto no florescimento quanto no enchimento dos grãos, a umidade relativa média do ar esteve elevada. Essas condições são compatíveis com o microclima favorável ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. SANTIN et al. (2000) descrevem temperatura ideal entre 20 e 26°C para o desenvolvimento do fungo, enquanto PRESTES et al. (2019) indicam favorecimento do crescimento em temperaturas próximas a 30°C. SILVA et al. (2008) acrescentam que a umidade relativa do ar em torno de 90% favorece a colonização fúngica nos grãos em campo. De forma complementar, KIMATI et al. (2005) relatam que a combinação de umidade relativa entre 70 e 90% com temperaturas de 25 a 30 °C cria ambiente propício ao desenvolvimento de diversos gêneros fúngicos, incluindo *Fusarium* spp.

Os dados climáticos obtidos no ensaio indicam que as condições ambientais da região de Piraju-SP, ao longo do período avaliado, foram favoráveis ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. e outros patógenos causadores de morte prematura. No entanto, a baixa incidência observada em todos os tratamentos sugere que a pressão do inóculo pode ter sido insuficiente para resultar em epidemia expressiva nas condições do presente estudo, limitando a capacidade de discriminação entre os tratamentos avaliados.



Figura 7 ? Umidade média do ar (%), temperaturas mínima, média e máxima (oC). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

Os resultados indicam que, nas condições do presente estudo, as doses de adubação testadas não influenciaram a incidência da doença na cultura do milho. A baixa severidade observada ao longo de todo o experimento sugere que fatores ambientais ou a pressão do inóculo podem ter sido insuficientes para promover maior manifestação da doença. No livro Epidemiologia de Plantas os autores discutem como a quantidade de inóculo inicial e sua distribuição são fundamentais para o desenvolvimento de epidemias (BERGAMIN et al, 2018).

A ausência de resposta à adubação pode estar relacionada a diferentes fatores. Embora a nutrição mineral possa alterar a suscetibilidade das plantas a patógenos seja por efeito sobre o vigor vegetativo, espessura de parede celular ou balanço fisiológico, tais interações dependem da intensidade da doença, do patossistema envolvido e das condições ambientais. Em situações de baixa pressão da doença, diferenças nutricionais frequentemente não se traduzem em alterações detectáveis na incidência (DATNOFF et al., 2007)

Do ponto de vista agrônomo, os resultados sugerem que as doses avaliadas não aumentam nem reduzem o risco de ocorrência da doença sob as condições experimentais testadas. Entretanto, estudos adicionais sob maior pressão de inóculo ou em diferentes ambientes podem ser necessários para confirmar essas observações.

## CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, as doses de adubação avaliadas não influenciaram significativamente a incidência da doença na cultura do milho. A proporção de plantas doentes manteve-se baixa em todos os tratamentos, não sendo observada tendência linear ou quadrática em função do incremento das doses. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

## REFERÊNCIAS

- BERGAMIN FILHO, Armando et al. Epidemiologia de doenças de plantas. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. Tradução. Ouro Fino: Agrônoma Ceres, 2018. v. 1. . . Acesso em: 19 mar. 2026.
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. Silicon and Plant Disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). Mineral nutrition and plant disease. St. Paul, MN: APS Press, 2007. p. 233-246.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2ª ed., Piracicaba, ed. Guaíba, 360p. 2004.
- FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. Manejo de doenças na cultura do milho safrinha. Campinas: Instituto Agrônomo, 99p., 2009.
- FARIAS, J. R. B., ASSAD, E. D., ALMEIDA, I. D., EVANGELISTA, B. A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER,



- N., NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 415-421. 2001.
- FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. *Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul Porto Alegre*: Pallotti, 1998. 148 p. *Boletim Técnico*, 5.
- KIMAT, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. *MANUAL de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas*. São Paulo: Ceres, 2005.
- MENDES, M. C., PINHO, R. G. V., MACHADO, J. C., ALBUQUERQUE, C. J. B. & FALQUETE, J. C. F. (2011). Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espigas. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5), 931-939. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000500010>
- MOREIRA, D. S., UHLEIN, A., FERNANDES, M. L. S., MIZUSAKI, A. M., GALÉRY, R., & DELBEM, D. Estratigrafia, petrografia e mineralização de potássio em siltitos verdes do Grupo Bambuí na região de São Gotardo, Minas Gerais. *Geociências*, 35(2), 157-171, 2016.
- NADER, B., & ACKROYD, B. Pre-Feasibility Technical Report?Cerrado Verde Project (NI 43-101). Minas Gerais, Brazil; Verde AgriTech PLC. London, 2017.
- NAIDOO, P. V.; MCFARLANE, S.; KEEPING, M. G.; CALDWELL, P. M. Deposition of silicon in leaves of sugarcane (*Saccharum spp. hybridus*) and its effect on the severity of brown rust caused by *Puccinia melanocephala*. *Proceedings of South Africa Sugar Technology*, v. 82, p. 542-546, 2009.
- OLIVEIRA, I. J., FONTES, J. R. A., BARRETO, J. F. & PINHEIRO, J. O. C. (2018). *Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 28p. (Circular técnica 68).
- POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; BOTELHO, D. M. S. Silicon in plant disease control. *Revista Ceres*, v. 62, n. 3, p. 323-331, 2015.
- PRESTES, I. D., ROCHA, L. O., NUÑEZ, K. V. M. & SILVA, N. C. C. (2019). Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. *Scientia Agropecuária*, 10(4), 559-570. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>
- RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; GOMES, R. J.; NASCIMENTO, K. J. T. Microscopic and biochemical aspects of sorghum resistance to anthracnose mediated by silicon. *Annals of Applied Biology*, v. 163, p. 114-123, 2013.
- SANTIN, E. Micotoxicoses. In: BERCHIERI Jr., A.; MACARI, M. *Doenças das aves*. Campinas: Facta, 2000. p. 379-388.
- SILVA, J. S. (2008). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. S., BERBERT, P. A., AFONSO, A. D. L., RUFFATO, S. *Qualidade de grãos*. pp. 63-105. 2th ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 560p.
- SILVA, O.C. da; SCHIPANSKI, C.A. *Manual de identificação e manejo das doenças do milho*. Castro: Fundação ABC, 2006.
- VIOLATTI, I. C. A., GUALBERTO, C. A. C., SILVEIRA, L. H., SANTOS, G. A., FERREIRA, B. C., MACHADO, P. M. M., & PEREIRA, H. S. Glauconitic siltstone as multi-nutrient fertilizer for *Urochloa brizantha* cv. Marandú. *Australian Journal of Crop Science*, 13(8), 1280-1287, 2019.
- ZANÃO JÚNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A., FONTES, R. L. F.; KORNDÖRFER, G. H.; NEVES, J. C. L. Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. *Journal of Phytopathology*, v. 157, p. 73-78, 2009.



=====

**Arquivo de entrada:** [TCC Rogério.docx](#) (2644 termos)

**Candidato:** [revistas.usp.br/guspsc/article/download/217053/198564/653928](https://revistas.usp.br/guspsc/article/download/217053/198564/653928) (3752 termos)

**Termos comuns:** 107

**Similaridade**

Índice novo (Si): **4,04%**

Agrupamento (Sg): **Moderado**

Índice antigo (S): 1,70%

O texto abaixo é o conteúdo do **Arquivo de entrada** com destaque em vermelho para os termos comuns e agrupados encontrados no **Candidato**. Os termos em amarelo são comuns, mas não caracterizam cópias. Id: 41d64a8cb42t79

=====

4

UNiversidade federal do Paraná

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito **DO SILTITO GLAUCONÍTICO** EM LINHAGEM DE MILHO: RESPOSTA À DOSES CRESCENTES NA INCIDÊNCIA DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

CURITIBA  
2026

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em  
Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

CURITIBA  
2026

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Rogério Sinfrônio Rocha; Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

## resumo

A morte prematura em linhagens de milho é um problema significativo em campos de produção de sementes, causando perdas expressivas na pré-colheita. O siltito glauconítico, um remineralizador de solo rico em potássio e silício, pode influenciar a resistência das plantas a patógenos. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de siltito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em uma linhagem de milho suscetível. O experimento foi conduzido na safra 2024/25, em Latossolo Vermelho eutrófico, no município de Piraju-SP. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg/ha de siltito glauconítico) e quatro repetições. O siltito foi aplicado em pré-semeadura e incorporado ao solo. Avaliou-se a incidência de morte prematura através da contagem de plantas sintomáticas na área útil das parcelas, no estágio R5. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão ( $p \leq 0,05$ ). Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

Palavras-chave: Zea mays; manejo fitossanitário; resistência a doenças; remineralizador de solo

## ABSTRACT

Premature death in maize inbred lines is a significant problem in seed production fields, causing substantial pre-harvest losses. Glauconitic siltstone, a soil remineralizer rich in potassium and silicon, may influence plant resistance to pathogens. This study aimed to evaluate the effect of increasing doses of glauconitic siltstone on the incidence of premature death in a susceptible maize inbred line. The experiment was conducted during the 2024/25 growing season on a Rhodic Eutrudox soil in Piraju, São Paulo State, Brazil. A randomized complete block design was used with five treatments (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 kg/ha of glauconitic siltstone) and four replications. The siltstone was applied pre-sowing and incorporated into the soil. The incidence of premature death was evaluated by counting symptomatic plants in the useful plot area at the R5 growth stage. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis ( $p \leq 0.05$ ). There was no significant effect of treatments on disease incidence, which ranged from 0 to 3.08% among plots. The 1000 kg/ha dose showed a numerical trend towards lower incidence, suggesting potential for complementary studies under higher disease pressure conditions.

Keywords: Zea mays; glauconitic siltstone; phytosanitary management; disease resistance; soil remineralizer.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes globalmente, com produção mundial superior a 1,27 bilhão de toneladas na safra 2025/26 (USDA, 2025). No Brasil, segundo maior exportador mundial, a produção atingiu 138,45 milhões de toneladas na safra 2025/26, consolidando sua posição estratégica no agronegócio nacional (CONAB, 2026).

A produção de sementes híbridas de milho requer cuidados específicos devido à sensibilidade das linhagens parentais a estresses bióticos e abióticos. Entre os principais desafios fitossanitários, destaca-se a morte prematura, caracterizada pela senescência antecipada das plantas e deterioração dos colmos, podendo causar perdas superiores a 30% em campos de produção de sementes (ANDERSON *et al.*, 2020).

As podridões de colmo resultam no apodrecimento dos tecidos internos da medula, sendo principalmente ocasionadas pelos fungos *Fusarium verticillioides*, *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson e *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Esses patógenos geram perdas por interromperem o fluxo de seiva entre a parte aérea e o sistema radicular, o que leva à morte prematura das plantas, menor enchimento dos grãos, acamamento e aumento das perdas na colheita (FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS, 1998).

Entre os agentes causais, destaca-se o *F. verticillioides* que ocorre em tecidos senescentes, pois estes apresentam baixos teores de carboidratos e substâncias fungistáticas (FANCELLI *et al.*, 2004). Esta condição ocorre no final de ciclo ou quando as plantas sofrem estresse. Normalmente, os sintomas aparecem após a polinização, aumentando a severidade próxima à maturação (FANTIN *et al.*, 2009). Os tecidos dos nós e entrenós tornam-se avermelhados, progredindo da base para o ápice (SILVA *et al.*, 2006). Com o avanço da doença, ocorre o fendilhamento dos tecidos, os quais adquirem semelhança à consistência de isopor. O enfraquecimento do colmo causa a quebra prematura das plantas (FANTIN *et al.*, 2009). As condições ambientais que favorecem o desenvolvimento do fungo são temperaturas em torno de 30°C e altitudes abaixo de 700 m (SILVA *et al.*, 2006) condições estas que predominam em grande parte da área plantada com a cultura do milho no estado de São Paulo.

Numerosos relatos na literatura demonstram o silício como um elemento que está associado à resistência de plantas a doenças. As gramíneas são amplamente conhecidas como acumuladoras deste nutriente, mas, posteriormente, resultados significativos foram relatados em dicotiledônias (POZZA *et al.*, 2015). A adubação via solo com silício reduziu em aproximadamente 55% a severidade de mancha marrom do arroz causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (ZANÃO *et al.*, 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em cana-de-açúcar com *Puccinia melanocephala* (NAIDOO *et al.*, 2009) e sorgo com *Collectotrichum sublineolum* (RESENDE *et al.*, 2013).

O siltito glauconítico (SG) é uma rocha sedimentar, encontrada principalmente no estado de Minas Gerais, e representa importante reserva mineral que poderia garantir a independência brasileira em fertilização potássica por décadas (NADER & ACKROYD, 2017). Esta rocha sedimentar, caracterizada por sua coloração verde-escura e textura fina com estrutura laminada, apresenta em sua composição

mineralógica: glauconita como mineral predominante (40-80%), seguida por quartzo (10-20%), feldspato potássico (10-15%), muscovita (5%), biotita (2%), e em menores proporções (<1%), óxidos de titânio e manganês, goethita, além de fosfatos de bário e elementos terras raras (MOREIRA et al., 2016). Com teor médio de 10% de K<sub>2</sub>O total (Nader & Ackroyd, 2017) o SG destaca-se por fornecer potássio livre de cloro, característica que viabiliza sua aplicação na agricultura orgânica. Um diferencial adicional é a presença de silício (Si) e manganês (Mn) em sua composição, conferindo ao material potencial para uso como fertilizante multinutriente, superando a função exclusiva de fonte de potássio (VIOLATTI et al., 2019).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de silito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em linhagem de milho, buscando alternativas sustentáveis para o manejo fitossanitário em campos de produção de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em que foi realizado o estudo está localizada na Fazenda Canaã, no município de Piraju. O clima da região é tropical com verão chuvoso e inverno seco (Aw), de acordo com a classificação de Koppen. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, em parcelas com área total de 26 m<sup>2</sup> (5x5,2 m) e 7,8 m<sup>2</sup> (3x2,6 m) de área útil. Os tratamentos foram constituídos pela adição de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg de silito glauconítico por hectare.

A linhagem em estudo foi a fêmea NPB6997 do híbrido em produção Supremo VIP3 White. Antes do plantio da fêmea foi realizada a aplicação do SG nas parcelas, como a área era de preparo convencional foi incorporado no solo após aplicação. Após os tratamentos devidamente aplicados e incorporados foi realizada irrigação via pivô central com 5 mm de lâmina, para melhor incorporação do SG aplicado.

O plantio foi realizado após 10 dias do preparo do solo e incorporação do SG, no dia 24 de setembro de 2025, o espaçamento utilizado foi de 65 cm entre linhas. O manejo fitossanitário foi o mesmo para todas as parcelas conforme o protocolo para produção de sementes de milho de alta qualidade.

A coleta dos dados foi realizada após 119 dias do plantio. O material estava no estágio R5 com 41,5% de umidade. Foi realizada a contagem de plantas com espigas e avaliada a incidência de sintomas de morte prematura nas espigas (Figura 1).

Figura 1 ? Espigas de milho (*Zea mays*) com sintomas de morte prematura.  
Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

Fonte: Rocha (2026)

Os dados ambientais de temperatura (oC), Umidade relativa (UR%) do ar e precipitação (mm) foram coletados com a estação do ?Irriga? instalada no campo de produção do ensaio (Figura 2). Esta estação é instalada em todos os campos de produção de sementes de milho para manejo da irrigação.

Figura 2 ? Estação do irriga instalada na área de realização do ensaio. Piraju-SP, 01 de setembro de 2025.

Fonte: Rocha (2026)

Na área útil do ensaio (4 linhas de 3 metros cada uma) foi contabilizado o número de espigas da parcela e avaliado o número de espigas com incidência de morte prematura.

Os dados de incidência foram submetidos à análise de variância em delineamento em blocos casualizados (ANOVA), ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), adotando-se nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no software RStudio, versão [4.5.1].

## RESULTADOS

Em pré-colheita, com o material no estágio R5, foi avaliado o número de espigas na parcela (Figura 3), o **siltito glauconítico**, nas doses avaliadas, não influenciou o número de espigas por hectare ( $p=0,391$ ). O efeito de bloco foi significativo ( $p=0,037$ ), validando o delineamento em blocos casualizados adotado. O CV de 5,28% indica boa precisão experimental.

Figura 3 ? Média de espigas finais em pré-colheita. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A incidência da doença, expressa como proporção de plantas doentes (%MP), foi baixa em todos os tratamentos, variando de 0 a 3,08% entre as parcelas avaliadas. Observou-se elevada frequência de parcelas com ausência total de sintomas, independentemente da dose de SG aplicada. A **dose de 1000 kg/ha** apresentou tendência numérica de menor incidência 0% em todas as repetições, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença (Figura 4).

Figura 4 ? Boxplot de % de plantas com sintoma de Morte Prematura. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A regressão quadrática é significativa ( $p$ -valor 0,022) e explica 36% da variação. O comportamento em "U" (queda nas doses intermediárias e retorno na dose 4000) pode ser observado na Figura 5.

FIGURA 5 ? Curva do modelo. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).



## DISCUSSÃO

As condições ambientais foram monitoradas de setembro de 2025 a janeiro de 2026 (Figura 6). Quanto à precipitação, observou-se distribuição irregular ao longo do período, com pico máximo de 87 mm registrado em 09 de dezembro de 2025, seguido por redução no volume de chuvas em janeiro de 2026. O menor volume precipitado foi observado em setembro de 2025, com aproximadamente 27,4 mm. Mendes et al. (2011) relatam que a redução da precipitação durante o enchimento dos grãos (a partir do estágio R2) e no final do ciclo pode favorecer menor incidência de fungos patogênicos.

No presente ensaio, o florescimento ocorreu em 9 de dezembro de 2025, período de maior concentração pluviométrica. Já o mês de janeiro de 2026, correspondente à fase de enchimento de grãos, registrou volumes de chuva relativamente menores. Segundo OLIVEIRA et al. (2018), a precipitação média necessária por ciclo da cultura do milho situa-se entre 500 e 800 mm. No ensaio, o volume acumulado superou esse limite máximo; contudo, o manejo da irrigação, conduzido com base nos dados coletados pelo sistema Irriga, permitiu manter o suprimento hídrico adequado ao desenvolvimento da cultura, sem favorecer condições propícias ao desenvolvimento de patógenos.

Figura 6 ? Precipitação (mm), irrigações (mm) e acumulado (mm). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A temperatura média do ar apresentou oscilação moderada ao longo do período, com valores entre 14,6 °C e 30,8 °C (Figura 7). O pico máximo foi registrado em 05 de outubro de 2025, coincidindo com o estágio vegetativo da cultura, entre V5 e V8. A partir desse pico, observou-se declínio gradual até janeiro de 2026. A umidade relativa do ar manteve-se relativamente estável, variando entre 30,3% e 98,3%, com tendência de elevação ao final do período, atingindo aproximadamente 93% em janeiro de 2026. Portanto, tanto no florescimento quanto no enchimento dos grãos, a umidade relativa média do ar esteve elevada. Essas condições são compatíveis com o microclima favorável ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. SANTIN et al. (2000) descrevem temperatura ideal entre 20 e 26°C para o desenvolvimento do fungo, enquanto PRESTES et al. (2019) indicam favorecimento do crescimento em temperaturas próximas a 30°C. SILVA et al. (2008) acrescentam que a umidade relativa do ar em torno de 90% favorece a colonização fúngica nos grãos em campo. De forma complementar, KIMATI et al. (2005) relatam que a combinação de umidade relativa entre 70 e 90% com temperaturas de 25 a 30 °C cria ambiente propício ao desenvolvimento de diversos gêneros fúngicos, incluindo *Fusarium* spp.

Os dados climáticos obtidos no ensaio indicam que as condições ambientais da região de Piraju-SP, ao longo do período avaliado, foram favoráveis ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. e outros patógenos causadores de morte prematura. No entanto, a baixa incidência observada em todos os tratamentos sugere que a pressão do inóculo pode ter sido insuficiente para resultar em epidemia expressiva nas condições do presente estudo, limitando a capacidade de discriminação entre os tratamentos avaliados.

Figura 7 ? Umidade média do ar (%), temperaturas mínima, média e máxima (oC). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

Os resultados indicam que, nas condições do presente estudo, as doses de adubação testadas não influenciaram a incidência da doença **na cultura do milho**. A baixa severidade observada ao longo de todo o experimento sugere que fatores ambientais ou a pressão do inóculo podem ter sido insuficientes para promover maior manifestação da doença. No livro Epidemiologia de Plantas os autores discutem como a quantidade de inóculo inicial e sua distribuição são fundamentais para o desenvolvimento de epidemias (BERGAMIN et al, 2018).

A ausência de resposta à adubação pode estar relacionada a diferentes fatores. Embora a nutrição mineral possa alterar a suscetibilidade das plantas a patógenos seja por efeito sobre o vigor vegetativo, espessura de parede celular ou balanço fisiológico, tais interações dependem da intensidade da doença, do patossistema envolvido e das condições ambientais. Em situações de baixa pressão da doença, diferenças nutricionais frequentemente não se traduzem em alterações detectáveis na incidência ( DATNOFF et al., 2007)

Do ponto de vista agrônomo, os resultados sugerem que as doses avaliadas não aumentam nem reduzem o risco de ocorrência da doença sob as condições experimentais testadas. Entretanto, estudos adicionais sob maior pressão de inóculo ou em diferentes ambientes podem ser necessários para confirmar essas observações.

## CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, as doses de adubação avaliadas não influenciaram significativamente a incidência da doença **na cultura do milho**. A proporção de plantas doentes manteve-se baixa em todos os tratamentos, não sendo observada tendência linear ou quadrática em função do incremento das doses. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A **dose de 1000 kg/ha** apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

## REFERÊNCIAS

- BERGAMIN FILHO, Armando et al. Epidemiologia de doenças de plantas. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. Tradução. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1. . . Acesso em: 19 mar. 2026.
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. Silicon and Plant Disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). Mineral nutrition and plant disease. St. Paul, MN: APS Press, 2007. p. 233-246.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2ª ed., Piracicaba, ed. Guaíba, 360p. 2004.
- FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. Manejo de doenças **na cultura do milho** safrinha. **Campinas: Instituto Agrônomo**, 99p., 2009.
- FARIAS, J. R. B., ASSAD, E. D., ALMEIDA, I. D., EVANGELISTA, B. A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER,

N., NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 415-421. 2001.

FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. Recomendações técnicas para a *cultura do milho* no estado do Rio Grande do Sul Porto Alegre: Pallotti, 1998. 148 p. Boletim Técnico, 5.

KIMAT, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. MANUAL de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas. São Paulo: Ceres, 2005.

MENDES, M. C., PINHO, R. G. V., MACHADO, J. C., ALBUQUERQUE, C. J. B. & FALQUETE, J. C. F. (2011). Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espigas. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5), 931-939. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000500010>

MOREIRA, D. S., UHLEIN, A., FERNANDES, M. L. S., MIZUSAKI, A. M., GALÉRY, R., & DELBEM, D. Estratigrafia, petrografia e mineralização de potássio em siltitos verdes do Grupo Bambuí na região de São Gotardo, Minas Gerais. *Geociências*, 35(2), 157-171, 2016.

NADER, B., & ACKROYD, B. *Pre-Feasibility Technical Report?Cerrado Verde Project* (NI 43-101). Minas Gerais, Brazil; Verde AgriTech PLC. London, 2017.

NAIDOO, P. V.; MCFARLANE, S.; KEEPING, M. G.; CALDWELL, P. M. Deposition of silicon in leaves of sugarcane (*Saccharum spp. hybridus*) and its effect on the severity of brown rust caused by *Puccinia melanocephala*. *Proceedings of South Africa Sugar Technology*, v. 82, p. 542-546, 2009.

OLIVEIRA, I. J., FONTES, J. R. A., BARRETO, J. F. & PINHEIRO, J. O. C. (2018). Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 28p. (Circular técnica 68).

POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; BOTELHO, D. M. S. Silicon in plant disease control. *Revista Ceres*, v. 62, n. 3, p. 323-331, 2015.

PRESTES, I. D., ROCHA, L. O., NUÑEZ, K. V. M. & SILVA, N. C. C. (2019). Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. *Scientia Agropecuária*, 10(4), 559-570. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>

RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; GOMES, R. J.; NASCIMENTO, K. J. T. Microscopic and biochemical aspects of sorghum resistance to anthracnose mediated by silicon. *Annals of Applied Biology*, v. 163, p. 114-123, 2013.

SANTIN, E. Micotoxinas. In: BERCHIERI Jr., A.; MACARI, M. Doenças das aves. Campinas: Facta, 2000. p. 379-388.

SILVA, J. S. (2008). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. S., BERBERT, P. A., AFONSO, A. D. L., RUFFATO, S. Qualidade de grãos. pp. 63-105. 2th ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 560p.

SILVA, O.C. da; SCHIPANSKI, C.A. Manual de identificação e manejo das doenças do milho. Castro: Fundação ABC, 2006.

VIOLATTI, I. C. A., GUALBERTO, C. A. C., SILVEIRA, L. H., SANTOS, G. A., FERREIRA, B. C., MACHADO, P. M. M., & PEREIRA, H. S. Glauconitic siltstone as multi-nutrient fertilizer for *Urochloa brizantha* cv. Marandú. *Australian Journal of Crop Science*, 13(8), 1280-1287, 2019.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A., FONTES, R. L. F.; KORNDÖRFER, G. H.; NEVES, J. C. L. Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. *Journal of Phytopathology*, v. 157, p. 73-78, 2009.



=====

**Arquivo de entrada:** [TCC Rogério.docx](#) (2644 termos)

**Candidato:** [revistas.usp.br/guspsc/article/view/217053](https://revistas.usp.br/guspsc/article/view/217053) (1412 termos)

**Termos comuns:** 94

**Similaridade**

Índice novo (Si): **3,55%**

Agrupamento (Sg): **Moderado**

Índice antigo (S): 2,37%

O texto abaixo é o conteúdo do **Arquivo de entrada** com destaque em vermelho para os termos comuns e agrupados encontrados no **Candidato**. Os termos em amarelo são comuns, mas não caracterizam cópias. Id: 15474526b42t79

=====

4

UNiversidade federal do Paraná

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito **DO SILTITO GLAUCONÍTICO** EM LINHAGEM DE MILHO: RESPOSTA À DOSES CRESCENTES NA INCIDÊNCIA DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

CURITIBA  
2026

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em  
Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

CURITIBA  
2026

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Rogério Sinfrônio Rocha; Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

## resumo

A morte prematura em linhagens de milho é um problema significativo em campos de produção de sementes, causando perdas expressivas na pré-colheita. O siltito glauconítico, um remineralizador de solo rico em potássio e silício, pode influenciar a resistência das plantas a patógenos. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de siltito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em uma linhagem de milho suscetível. O experimento foi conduzido na safra 2024/25, em Latossolo Vermelho eutrófico, no município de Piraju-SP. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg/ha de siltito glauconítico) e quatro repetições. O siltito foi aplicado em pré-semeadura e incorporado ao solo. Avaliou-se a incidência de morte prematura através da contagem de plantas sintomáticas na área útil das parcelas, no estágio R5. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão ( $p \leq 0,05$ ). Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

Palavras-chave: Zea mays; manejo fitossanitário; resistência a doenças; remineralizador de solo

## ABSTRACT

Premature death in maize inbred lines is a significant problem in seed production fields, causing substantial pre-harvest losses. Glauconitic siltstone, a soil remineralizer rich in potassium and silicon, may influence plant resistance to pathogens. This study aimed to evaluate the effect of increasing doses of glauconitic siltstone on the incidence of premature death in a susceptible maize inbred line. The experiment was conducted during the 2024/25 growing season on a Rhodic Eutrudox soil in Piraju, São Paulo State, Brazil. A randomized complete block design was used with five treatments (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 kg/ha of glauconitic siltstone) and four replications. The siltstone was applied pre-sowing and incorporated into the soil. The incidence of premature death was evaluated by counting symptomatic plants in the useful plot area at the R5 growth stage. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis ( $p \leq 0.05$ ). There was no significant effect of treatments on disease incidence, which ranged from 0 to 3.08% among plots. The 1000 kg/ha dose showed a numerical trend towards lower incidence, suggesting potential for complementary studies under higher disease pressure conditions.

Keywords: Zea mays; glauconitic siltstone; phytosanitary management; disease resistance; soil remineralizer.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes globalmente, com produção mundial superior a 1,27 bilhão de toneladas na safra 2025/26 (USDA, 2025). No Brasil, segundo maior exportador mundial, a produção atingiu 138,45 milhões de toneladas na safra 2025/26, consolidando sua posição estratégica no agronegócio nacional (CONAB, 2026).

A produção de sementes híbridas de milho requer cuidados específicos devido à sensibilidade das linhagens parentais a estresses bióticos e abióticos. Entre os principais desafios fitossanitários, destaca-se a morte prematura, caracterizada pela senescência antecipada das plantas e deterioração dos colmos, podendo causar perdas superiores a 30% em campos de produção de sementes (ANDERSON et al., 2020).

As podridões de colmo resultam no apodrecimento dos tecidos internos da medula, sendo principalmente ocasionadas pelos fungos *Fusarium verticillioides*, *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson e *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Esses patógenos geram perdas por interromperem o fluxo de seiva entre a parte aérea e o sistema radicular, o que leva à morte prematura das plantas, menor enchimento dos grãos, acamamento e aumento das perdas na colheita (FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS, 1998).

Entre os agentes causais, destaca-se o *F. verticillioides* que ocorre em tecidos senescentes, pois estes apresentam baixos teores de carboidratos e substâncias fungistáticas (FANCELLI et al., 2004). Esta condição ocorre no final de ciclo ou quando as plantas sofrem estresse. Normalmente, os sintomas aparecem após a polinização, aumentando a severidade próxima à maturação (FANTIN et al., 2009). Os tecidos dos nós e entrenós tornam-se avermelhados, progredindo da base para o ápice (SILVA et al., 2006). Com o avanço da doença, ocorre o fendilhamento dos tecidos, os quais adquirem semelhança à consistência de isopor. O enfraquecimento do colmo causa a quebra prematura das plantas (FANTIN et al., 2009). As condições ambientais que favorecem o desenvolvimento do fungo são temperaturas em torno de 30°C e altitudes abaixo de 700 m (SILVA et al., 2006) condições estas que predominam em grande parte da área plantada com a cultura do milho no estado de São Paulo.

Numerosos relatos na literatura demonstram o silício como um elemento que está associado à resistência de plantas a doenças. As gramíneas são amplamente conhecidas como acumuladoras deste nutriente, mas, posteriormente, resultados significativos foram relatados em dicotiledônias (POZZA et al., 2015). A adubação via solo com silício reduziu em aproximadamente 55% a severidade de mancha marrom do arroz causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (ZANÃO et al., 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em cana-de-açúcar com *Puccinia melanocephala* (NAIDOO et al., 2009) e sorgo com *Collectotrichum sublineolum* (RESENDE et al., 2013).

O siltito glauconítico (SG) é uma rocha sedimentar, encontrada principalmente no estado de Minas Gerais, e representa importante reserva mineral que poderia garantir a independência brasileira em fertilização potássica por décadas (NADER & ACKROYD, 2017). Esta rocha sedimentar, caracterizada por sua coloração verde-escura e textura fina com estrutura laminada, apresenta em sua composição



mineralógica: glauconita como mineral predominante (40-80%), seguida por quartzo (10-20%), feldspato potássico (10-15%), muscovita (5%), biotita (2%), e em menores proporções (<1%), óxidos de titânio e manganês, goethita, além de fosfatos de bário e elementos terras raras (MOREIRA et al., 2016). Com teor médio de 10% de K<sub>2</sub>O total (Nader & Ackroyd, 2017) o SG destaca-se por fornecer potássio livre de cloro, característica que viabiliza sua aplicação na agricultura orgânica. Um diferencial adicional é a presença de silício (Si) e manganês (Mn) em sua composição, conferindo ao material potencial para uso como fertilizante multinutriente, superando a função exclusiva de fonte de potássio (VIOLATTI et al., 2019).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de siltito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em linhagem de milho, buscando alternativas sustentáveis para o manejo fitossanitário em campos de produção de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em que foi realizado o estudo está localizada na Fazenda Canaã, no município de Piraju. O clima da região é tropical com verão chuvoso e inverno seco (Aw), de acordo com a classificação de Koppen. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, em parcelas com área total de 26 m<sup>2</sup> (5x5,2 m) e 7,8 m<sup>2</sup> (3x2,6 m) de área útil. Os tratamentos foram constituídos pela adição de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg de siltito glauconítico por hectare.

A linhagem em estudo foi a fêmea NPB6997 do híbrido em produção Supremo VIP3 White. Antes do plantio da fêmea foi realizada a aplicação do SG nas parcelas, como a área era de preparo convencional foi incorporado no solo após aplicação. Após os tratamentos devidamente aplicados e incorporados foi realizada irrigação via pivô central com 5 mm de lâmina, para melhor incorporação do SG aplicado.

O plantio foi realizado após 10 dias do preparo do solo e incorporação do SG, no dia 24 de setembro de 2025, o espaçamento utilizado foi de 65 cm entre linhas. O manejo fitossanitário foi o mesmo para todas as parcelas conforme o protocolo para produção de sementes de milho de alta qualidade.

A coleta dos dados foi realizada após 119 dias do plantio. O material estava no estágio R5 com 41,5% de umidade. Foi realizada a contagem de plantas com espigas e avaliada a incidência de sintomas de morte prematura nas espigas (Figura 1).

Figura 1 ? Espigas de milho (*Zea mays*) com sintomas de morte prematura.  
Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

Fonte: Rocha (2026)

Os dados ambientais de temperatura (oC), Umidade relativa (UR%) do ar e precipitação (mm) foram coletados com a estação do ?Irriga? instalada no campo de produção do ensaio (Figura 2). Esta estação é instalada em todos os campos de produção de sementes de milho para manejo da irrigação.

Figura 2 ? Estação do irriga instalada na área de realização do ensaio. Piraju-SP, 01 de setembro de 2025.

Fonte: Rocha (2026)

Na área útil do ensaio (4 linhas de 3 metros cada uma) foi contabilizado o número de espigas da parcela e avaliado o número de espigas com incidência de morte prematura.

Os dados de incidência foram submetidos à análise de variância em delineamento em blocos casualizados (ANOVA), ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), adotando-se nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no software RStudio, versão [4.5.1].

## RESULTADOS

Em pré-colheita, com o material no estágio R5, foi avaliado o número de espigas na parcela (Figura 3), o siltito glauconítico, nas doses avaliadas, não influenciou o número de espigas por hectare ( $p=0,391$ ). O efeito de bloco foi significativo ( $p=0,037$ ), validando o delineamento em blocos casualizados adotado. O CV de 5,28% indica boa precisão experimental.

Figura 3 ? Média de espigas finais em pré-colheita. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A incidência da doença, expressa como proporção de plantas doentes (%MP), foi baixa em todos os tratamentos, variando de 0 a 3,08% entre as parcelas avaliadas. Observou-se elevada frequência de parcelas com ausência total de sintomas, independentemente da dose de SG aplicada. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência 0% em todas as repetições, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença (Figura 4).

Figura 4 ? Boxplot de % de plantas com sintoma de Morte Prematura. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A regressão quadrática é significativa ( $p$ -valor 0,022) e explica 36% da variação. O comportamento em "U" (queda nas doses intermediárias e retorno na dose 4000) pode ser observado na Figura 5.

FIGURA 5 ? Curva do modelo. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

## DISCUSSÃO

As condições ambientais foram monitoradas de setembro de 2025 a janeiro de 2026 (Figura 6). Quanto à precipitação, observou-se distribuição irregular ao longo do período, com pico máximo de 87 mm registrado em 09 de dezembro de 2025, seguido por redução no volume de chuvas em janeiro de 2026. O menor volume precipitado foi observado em setembro de 2025, com aproximadamente 27,4 mm. Mendes et al. (2011) relatam que a redução da precipitação durante o enchimento dos grãos (a partir do estágio R2) e no final do ciclo pode favorecer menor incidência de fungos patogênicos.

No presente ensaio, o florescimento ocorreu em 9 de dezembro de 2025, período de maior concentração pluviométrica. Já o mês de janeiro de 2026, correspondente à fase de enchimento de grãos, registrou volumes de chuva relativamente menores. Segundo OLIVEIRA et al. (2018), a precipitação média necessária por ciclo da cultura do milho situa-se entre 500 e 800 mm. No ensaio, o volume acumulado superou esse limite máximo; contudo, o manejo da irrigação, conduzido com base nos dados coletados pelo sistema Irriga, permitiu manter o suprimento hídrico adequado ao desenvolvimento da cultura, sem favorecer condições propícias ao desenvolvimento de patógenos.

Figura 6 ? Precipitação (mm), irrigações (mm) e acumulado (mm). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A temperatura média do ar apresentou oscilação moderada ao longo do período, com valores entre 14,6 °C e 30,8 °C (Figura 7). O pico máximo foi registrado em 05 de outubro de 2025, coincidindo com o estágio vegetativo da cultura, entre V5 e V8. A partir desse pico, observou-se declínio gradual até janeiro de 2026. A umidade relativa do ar manteve-se relativamente estável, variando entre 30,3% e 98,3%, com tendência de elevação ao final do período, atingindo aproximadamente 93% em janeiro de 2026. Portanto, tanto no florescimento quanto no enchimento dos grãos, a umidade relativa média do ar esteve elevada. Essas condições são compatíveis com o microclima favorável ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. SANTIN et al. (2000) descrevem temperatura ideal entre 20 e 26°C para o desenvolvimento do fungo, enquanto PRESTES et al. (2019) indicam favorecimento do crescimento em temperaturas próximas a 30°C. SILVA et al. (2008) acrescentam que a umidade relativa do ar em torno de 90% favorece a colonização fúngica nos grãos em campo. De forma complementar, KIMATI et al. (2005) relatam que a combinação de umidade relativa entre 70 e 90% com temperaturas de 25 a 30 °C cria ambiente propício ao desenvolvimento de diversos gêneros fúngicos, incluindo *Fusarium* spp.

Os dados climáticos obtidos no ensaio indicam que as condições ambientais da região de Piraju-SP, ao longo do período avaliado, foram favoráveis ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. e outros patógenos causadores de morte prematura. No entanto, a baixa incidência observada em todos os tratamentos sugere que a pressão do inóculo pode ter sido insuficiente para resultar em epidemia expressiva nas condições do presente estudo, limitando a capacidade de discriminação entre os tratamentos avaliados.

Figura 7 ? Umidade média do ar (%), temperaturas mínima, média e máxima (oC). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

Os resultados indicam que, nas condições do presente estudo, as doses de adubação testadas não influenciaram a incidência da doença na cultura do milho. A baixa severidade observada ao longo de todo o experimento sugere que fatores ambientais ou a pressão do inóculo podem ter sido insuficientes para promover maior manifestação da doença. No livro Epidemiologia de Plantas os autores discutem como a quantidade de inóculo inicial e sua distribuição são fundamentais para o desenvolvimento de epidemias (BERGAMIN et al, 2018).

A ausência de resposta à adubação pode estar relacionada a diferentes fatores. Embora a nutrição mineral possa alterar a suscetibilidade das plantas a patógenos seja por efeito sobre o vigor vegetativo, espessura de parede celular ou balanço fisiológico, tais interações dependem da intensidade da doença, do patossistema envolvido e das condições ambientais. Em situações de baixa pressão da doença, diferenças nutricionais frequentemente não se traduzem em alterações detectáveis na incidência (DATNOFF et al., 2007)

Do ponto de vista agrônomo, os resultados sugerem que as doses avaliadas não aumentam nem reduzem o risco de ocorrência da doença sob as condições experimentais testadas. Entretanto, estudos adicionais sob maior pressão de inóculo ou em diferentes ambientes podem ser necessários para confirmar essas observações.

## CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, as doses de adubação avaliadas não influenciaram significativamente a incidência da doença na cultura do milho. A proporção de plantas doentes manteve-se baixa em todos os tratamentos, não sendo observada tendência linear ou quadrática em função do incremento das doses. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

## REFERÊNCIAS

- BERGAMIN FILHO, Armando et al. Epidemiologia de doenças de plantas. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. Tradução. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1. . . Acesso em: 19 mar. 2026.
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. Silicon and Plant Disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). Mineral nutrition and plant disease. St. Paul, MN: APS Press, 2007. p. 233-246.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2ª ed., Piracicaba, ed. Guaíba, 360p. 2004.
- FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. Manejo de doenças na cultura do milho safrinha. Campinas: Instituto Agrônomo, 99p., 2009.
- FARIAS, J. R. B., ASSAD, E. D., ALMEIDA, I. D., EVANGELISTA, B. A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER,

- N., NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 415-421. 2001.
- FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. Recomendações técnicas para a *cultura do milho* no estado do Rio Grande do Sul Porto Alegre: Pallotti, 1998. 148 p. Boletim Técnico, 5.
- KIMAT, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. MANUAL de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas. São Paulo: Ceres, 2005.
- MENDES, M. C., PINHO, R. G. V., MACHADO, J. C., ALBUQUERQUE, C. J. B. & FALQUETE, J. C. F. (2011). Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espigas. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5), 931-939. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000500010>
- MOREIRA, D. S., UHLEIN, A., FERNANDES, M. L. S., MIZUSAKI, A. M., GALÉRY, R., & DELBEM, D. Estratigrafia, petrografia e mineralização de potássio em siltitos verdes do Grupo Bambuí na região de São Gotardo, Minas Gerais. *Geociências*, 35(2), 157-171, 2016.
- NADER, B., & ACKROYD, B. *Pre-Feasibility Technical Report?Cerrado Verde Project* (NI 43-101). Minas Gerais, Brazil; Verde AgriTech PLC. London, 2017.
- NAIDOO, P. V.; MCFARLANE, S.; KEEPING, M. G.; CALDWELL, P. M. Deposition of silicon in leaves of sugarcane (*Saccharum spp. hybridus*) and its effect on the severity of brown rust caused by *Puccinia melanocephala*. *Proceedings of South Africa Sugar Technology*, v. 82, p. 542-546, 2009.
- OLIVEIRA, I. J., FONTES, J. R. A., BARRETO, J. F. & PINHEIRO, J. O. C. (2018). Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 28p. (Circular técnica 68).
- POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; BOTELHO, D. M. S. Silicon in plant disease control. *Revista Ceres*, v. 62, n. 3, p. 323-331, 2015.
- PRESTES, I. D., ROCHA, L. O., NUÑEZ, K. V. M. & SILVA, N. C. C. (2019). Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. *Scientia Agropecuária*, 10(4), 559-570. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>
- RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; GOMES, R. J.; NASCIMENTO, K. J. T. Microscopic and biochemical aspects of sorghum resistance to anthracnose mediated by silicon. *Annals of Applied Biology*, v. 163, p. 114-123, 2013.
- SANTIN, E. Micotoxicoses. In: BERCHIERI Jr., A.; MACARI, M. Doenças das aves. Campinas: Facta, 2000. p. 379-388.
- SILVA, J. S. (2008). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. S., BERBERT, P. A., AFONSO, A. D. L., RUFFATO, S. Qualidade de grãos. pp. 63-105. 2th ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 560p.
- SILVA, O.C. da; SCHIPANSKI, C.A. Manual de identificação e manejo das doenças do milho. Castro: Fundação ABC, 2006.
- VIOLATTI, I. C. A., GUALBERTO, C. A. C., SILVEIRA, L. H., SANTOS, G. A., FERREIRA, B. C., MACHADO, P. M. M., & PEREIRA, H. S. Glauconitic siltstone as multi-nutrient fertilizer for *Urochloa brizantha* cv. Marandú. *Australian Journal of Crop Science*, 13(8), 1280-1287, 2019.
- ZANÃO JÚNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A., FONTES, R. L. F.; KORNDÖRFER, G. H.; NEVES, J. C. L. Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. *Journal of Phytopathology*, v. 157, p. 73-78, 2009.



=====

**Arquivo de entrada:** [TCC Rogério.docx](#) (2644 termos)

**Candidato:** [revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/2668](https://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/2668) (1474 termos)

**Termos comuns:** 80

**Similaridade**

Índice novo (Si): **3,02%**

Agrupamento (Sg): **Moderado**

Índice antigo (S): 1,98%

O texto abaixo é o conteúdo do **Arquivo de entrada** com destaque em vermelho para os termos comuns e agrupados encontrados no **Candidato**. Os termos em amarelo são comuns, mas não caracterizam cópias. Id: 21185391b35t48

=====

4

UNiversidade federal do Paraná

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito DO SILTITO GLAUCONÍTICO EM LINHAGEM DE MILHO: RESPOSTA À DOSES CRESCENTES  
NA INCIDÊNCIA DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

CURITIBA  
2026

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em  
Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

CURITIBA  
2026



efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Rogério Sinfrônio Rocha; Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

## resumo

A morte prematura em linhagens de milho é um problema significativo em campos de produção de sementes, causando perdas expressivas na pré-colheita. O siltito glauconítico, um remineralizador de solo rico em potássio e silício, pode influenciar a resistência das plantas a patógenos. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de siltito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em uma linhagem de milho suscetível. O experimento foi conduzido na safra 2024/25, em Latossolo Vermelho eutrófico, no município de Piraju-SP. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg/ha de siltito glauconítico) e quatro repetições. O siltito foi aplicado em pré-semeadura e incorporado ao solo. Avaliou-se a incidência de morte prematura através da contagem de plantas sintomáticas na área útil das parcelas, no estágio R5. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão ( $p \leq 0,05$ ). Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

Palavras-chave: Zea mays; manejo fitossanitário; resistência a doenças; remineralizador de solo

## ABSTRACT

Premature death in maize inbred lines is a significant problem in seed production fields, causing substantial pre-harvest losses. Glauconitic siltstone, a soil remineralizer rich in potassium and silicon, may influence plant resistance to pathogens. This study aimed to evaluate the effect of increasing doses of glauconitic siltstone on the incidence of premature death in a susceptible maize inbred line. The experiment was conducted during the 2024/25 growing season on a Rhodic Eutrudox soil in Piraju, São Paulo State, Brazil. A randomized complete block design was used with five treatments (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 kg/ha of glauconitic siltstone) and four replications. The siltstone was applied pre-sowing and incorporated into the soil. The incidence of premature death was evaluated by counting symptomatic plants in the useful plot area at the R5 growth stage. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis ( $p \leq 0.05$ ). There was no significant effect of treatments on disease incidence, which ranged from 0 to 3.08% among plots. The 1000 kg/ha dose showed a numerical trend towards lower incidence, suggesting potential for complementary studies under higher disease pressure conditions.

Keywords: Zea mays; glauconitic siltstone; phytosanitary management; disease resistance; soil remineralizer.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes globalmente, com produção mundial superior a 1,27 bilhão de toneladas na safra 2025/26 (USDA, 2025). No Brasil, segundo maior exportador mundial, a produção atingiu 138,45 milhões de toneladas na safra 2025/26, consolidando sua posição estratégica no agronegócio nacional (CONAB, 2026).

A produção de sementes híbridas de milho requer cuidados específicos devido à sensibilidade das linhagens parentais a estresses bióticos e abióticos. Entre os principais desafios fitossanitários, destaca-se a morte prematura, caracterizada pela senescência antecipada das plantas e deterioração dos colmos, podendo causar perdas superiores a 30% em campos de produção de sementes (ANDERSON et al., 2020).

As podridões de colmo resultam no apodrecimento dos tecidos internos da medula, sendo principalmente ocasionadas pelos fungos *Fusarium verticillioides*, *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson e *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Esses patógenos geram perdas por interromperem o fluxo de seiva entre a parte aérea e o sistema radicular, o que leva à morte prematura das plantas, menor enchimento dos grãos, acamamento e aumento das perdas na colheita (FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS, 1998).

Entre os agentes causais, destaca-se o *F. verticillioides* que ocorre em tecidos senescentes, pois estes apresentam baixos teores de carboidratos e substâncias fungistáticas (FANCELLI et al., 2004). Esta condição ocorre no final de ciclo ou quando as plantas sofrem estresse. Normalmente, os sintomas aparecem após a polinização, aumentando a severidade próxima à maturação (FANTIN et al., 2009). Os tecidos dos nós e entrenós tornam-se avermelhados, progredindo da base para o ápice (SILVA et al., 2006). Com o avanço da doença, ocorre o fendilhamento dos tecidos, os quais adquirem semelhança à consistência de isopor. O enfraquecimento do colmo causa a quebra prematura das plantas (FANTIN et al., 2009). As condições ambientais que favorecem o desenvolvimento do fungo são temperaturas em torno de 30°C e altitudes abaixo de 700 m (SILVA et al., 2006) condições estas que predominam em grande parte da área plantada com a cultura do milho no estado de São Paulo.

Numerosos relatos na literatura demonstram o silício como um elemento que está associado à resistência de plantas a doenças. As gramíneas são amplamente conhecidas como acumuladoras deste nutriente, mas, posteriormente, resultados significativos foram relatados em dicotiledônias (POZZA et al., 2015). A adubação via solo com silício reduziu em aproximadamente 55% a severidade de mancha marrom do arroz causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (ZANÃO et al., 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em cana-de-açúcar com *Puccinia melanocephala* (NAIDOO et al., 2009) e sorgo com *Collectotrichum sublineolum* (RESENDE et al., 2013).

O siltito glauconítico (SG) é uma rocha sedimentar, encontrada principalmente no estado de Minas Gerais, e representa importante reserva mineral que poderia garantir a independência brasileira em fertilização potássica por décadas (NADER & ACKROYD, 2017). Esta rocha sedimentar, caracterizada por sua coloração verde-escura e textura fina com estrutura laminada, apresenta em sua composição

mineralógica: glauconita como mineral predominante (40-80%), seguida por quartzo (10-20%), feldspato potássico (10-15%), muscovita (5%), biotita (2%), e em menores proporções (<1%), óxidos de titânio e manganês, goethita, além de fosfatos de bário e elementos terras raras (MOREIRA et al., 2016). Com teor médio de 10% de K<sub>2</sub>O total (Nader & Ackroyd, 2017) o SG destaca-se por fornecer potássio livre de cloro, característica que viabiliza sua aplicação na agricultura orgânica. Um diferencial adicional é a presença de silício (Si) e manganês (Mn) em sua composição, conferindo ao material potencial para uso como fertilizante multinutriente, superando a função exclusiva de fonte de potássio (VIOLATTI et al., 2019).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de silito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em linhagem de milho, buscando alternativas sustentáveis para o manejo fitossanitário em campos de produção de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em que foi realizado o estudo está localizada na Fazenda Canaã, no município de Piraju. O clima da região é tropical com verão chuvoso e inverno seco (Aw), de acordo com a classificação de Koppen. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, em parcelas com área total de 26 m<sup>2</sup> (5x5,2 m) e 7,8 m<sup>2</sup> (3x2,6 m) de área útil. Os tratamentos foram constituídos pela adição de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg de silito glauconítico por hectare.

A linhagem em estudo foi a fêmea NPB6997 do híbrido em produção Supremo VIP3 White. Antes do plantio da fêmea foi realizada a aplicação do SG nas parcelas, como a área era de preparo convencional foi incorporado no solo após aplicação. Após os tratamentos devidamente aplicados e incorporados foi realizada irrigação via pivô central com 5 mm de lâmina, para melhor incorporação do SG aplicado.

O plantio foi realizado após 10 dias do preparo do solo e incorporação do SG, no dia 24 de setembro de 2025, o espaçamento utilizado foi de 65 cm entre linhas. O manejo fitossanitário foi o mesmo para todas as parcelas conforme o protocolo para produção de sementes de milho de alta qualidade.

A coleta dos dados foi realizada após 119 dias do plantio. O material estava no estágio R5 com 41,5% de umidade. Foi realizada a contagem de plantas com espigas e avaliada a incidência de sintomas de morte prematura nas espigas (Figura 1).

Figura 1 ? Espigas de milho (*Zea mays*) com sintomas de morte prematura.  
Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

Fonte: Rocha (2026)

Os dados ambientais de temperatura (oC), Umidade relativa (UR%) do ar e precipitação (mm) foram coletados com a estação do ?Irriga? instalada no campo de produção do ensaio (Figura 2). Esta estação é instalada em todos os campos de produção de sementes de milho para manejo da irrigação.

Figura 2 ? Estação do irriga instalada na área de realização do ensaio. Piraju-SP, 01 de setembro de 2025.

Fonte: Rocha (2026)

Na área útil do ensaio (4 linhas de 3 metros cada uma) foi contabilizado o número de espigas da parcela e avaliado o número de espigas com incidência de morte prematura.

Os dados de incidência foram submetidos à análise de variância em delineamento em blocos casualizados (ANOVA), ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), adotando-se nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no software RStudio, versão [4.5.1].

## RESULTADOS

Em pré-colheita, com o material no estágio R5, foi avaliado o número de espigas na parcela (Figura 3), o siltito glauconítico, nas doses avaliadas, não influenciou o número de espigas por hectare ( $p=0,391$ ). O efeito de bloco foi significativo ( $p=0,037$ ), validando o delineamento em blocos casualizados adotado. O CV de 5,28% indica boa precisão experimental.

Figura 3 ? Média de espigas finais em pré-colheita. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A incidência da doença, expressa como proporção de plantas doentes (%MP), foi baixa em todos os tratamentos, variando de 0 a 3,08% entre as parcelas avaliadas. Observou-se elevada frequência de parcelas com ausência total de sintomas, independentemente da dose de SG aplicada. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência 0% em todas as repetições, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença (Figura 4).

Figura 4 ? Boxplot de % de plantas com sintoma de Morte Prematura. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A regressão quadrática é significativa ( $p$ -valor 0,022) e explica 36% da variação. O comportamento em "U" (queda nas doses intermediárias e retorno na dose 4000) pode ser observado na Figura 5.

FIGURA 5 ? Curva do modelo. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

## DISCUSSÃO

As condições ambientais foram monitoradas de setembro de 2025 a janeiro de 2026 (Figura 6). Quanto à precipitação, observou-se distribuição irregular ao longo do período, com pico máximo de 87 mm registrado em 09 de dezembro de 2025, seguido por redução no volume de chuvas em janeiro de 2026. O menor volume precipitado foi observado em setembro de 2025, com aproximadamente 27,4 mm. Mendes et al. (2011) relatam que a redução da precipitação durante o enchimento dos grãos (a partir do estágio R2) e no final do ciclo pode favorecer menor **incidência de fungos** patogênicos.

No presente ensaio, o florescimento ocorreu em 9 de dezembro de 2025, período de maior concentração pluviométrica. Já o mês de janeiro de 2026, correspondente à fase de enchimento de grãos, registrou volumes de chuva relativamente menores. Segundo OLIVEIRA et al. (2018), a precipitação média necessária por ciclo **da cultura do milho** situa-se entre 500 e 800 mm. No ensaio, o volume acumulado superou esse limite máximo; contudo, o manejo da irrigação, conduzido com base nos dados coletados pelo sistema Irriga, permitiu manter o suprimento hídrico adequado ao desenvolvimento da cultura, sem favorecer condições propícias ao desenvolvimento de patógenos.

Figura 6 ? Precipitação (mm), irrigações (mm) e acumulado (mm). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A temperatura média do ar apresentou oscilação moderada ao longo do período, com valores entre 14,6 °C e 30,8 °C (Figura 7). O pico máximo foi registrado em 05 de outubro de 2025, coincidindo com o estágio vegetativo da cultura, entre V5 e V8. A partir desse pico, observou-se declínio gradual até janeiro de 2026. A umidade relativa do ar manteve-se relativamente estável, variando entre 30,3% e 98,3%, com tendência de elevação ao final do período, atingindo aproximadamente 93% em janeiro de 2026. Portanto, tanto no florescimento quanto no enchimento dos grãos, a umidade relativa média do ar esteve elevada. Essas condições são compatíveis com o microclima favorável ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. SANTIN et al. (2000) descrevem temperatura ideal entre 20 e 26°C para o desenvolvimento do fungo, enquanto PRESTES et al. (2019) indicam favorecimento do crescimento em temperaturas próximas a 30°C. SILVA et al. (2008) acrescentam que a umidade relativa do ar em torno de 90% favorece a colonização fúngica nos grãos em campo. De forma complementar, KIMATI et al. (2005) relatam que a combinação de umidade relativa entre 70 e 90% com temperaturas de 25 a 30 °C cria ambiente propício ao desenvolvimento de diversos gêneros fúngicos, incluindo *Fusarium* spp.

Os dados climáticos obtidos no ensaio indicam que as condições ambientais da região de Piraju-SP, ao longo do período avaliado, foram favoráveis ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. e outros patógenos causadores de morte prematura. No entanto, a baixa incidência observada em todos os tratamentos sugere que a pressão do inóculo pode ter sido insuficiente para resultar em epidemia expressiva nas condições do presente estudo, limitando a capacidade de discriminação entre os tratamentos avaliados.

Figura 7 ? Umidade média do ar (%), temperaturas mínima, média e máxima (oC). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

Os resultados indicam que, nas condições do presente estudo, as doses de adubação testadas não influenciaram a incidência da doença **na cultura do milho**. A baixa severidade observada ao longo de todo o experimento sugere que fatores ambientais ou a pressão do inóculo podem ter sido insuficientes para promover maior manifestação da doença. No livro Epidemiologia de Plantas os autores discutem como a quantidade de inóculo inicial e sua distribuição são fundamentais para o desenvolvimento de epidemias (BERGAMIN et al, 2018).

A ausência de resposta à adubação pode estar relacionada a diferentes fatores. Embora a nutrição mineral possa alterar a suscetibilidade das plantas a patógenos seja por efeito sobre o vigor vegetativo, espessura de parede celular ou balanço fisiológico, tais interações dependem da intensidade da doença, do patossistema envolvido e das condições ambientais. Em situações de baixa pressão da doença, diferenças nutricionais frequentemente não se traduzem em alterações detectáveis na incidência ( DATNOFF et al., 2007)

Do ponto de vista agrônomo, os resultados sugerem que as doses avaliadas não aumentam nem reduzem o risco de ocorrência da doença sob as condições experimentais testadas. Entretanto, estudos adicionais sob maior pressão de inóculo ou em diferentes ambientes podem ser necessários para confirmar essas observações.

## CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, as doses de adubação avaliadas não influenciaram significativamente a incidência da doença **na cultura do milho**. A proporção de plantas doentes manteve-se baixa em todos os tratamentos, não sendo observada tendência linear ou quadrática **em função do** incremento das doses. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

## REFERÊNCIAS

- BERGAMIN FILHO, Armando et al. Epidemiologia **de doenças de plantas**. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. Tradução. Ouro Fino: **Agrônoma Ceres**, 2018. v. 1. . . Acesso em: 19 mar. 2026.
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. Silicon and Plant Disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). Mineral nutrition and plant disease. St. Paul, MN: APS Press, 2007. p. 233-246.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2ª ed., Piracicaba, ed. Guaíba, 360p. 2004.
- FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. Manejo **de doenças na cultura do milho** safrinha. Campinas: Instituto Agrônomo, 99p., 2009.
- FARIAS, J. R. B., ASSAD, E. D., ALMEIDA, I. D., EVANGELISTA, B. A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER,



N., NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 415-421. 2001.

FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul Porto Alegre: Pallotti, 1998. 148 p. Boletim Técnico, 5.

KIMAT, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. *MANUAL de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas*. São Paulo: Ceres, 2005.

MENDES, M. C., PINHO, R. G. V., MACHADO, J. C., ALBUQUERQUE, C. J. B. & FALQUETE, J. C. F. (2011). Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espigas. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5), 931-939. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000500010>

MOREIRA, D. S., UHLEIN, A., FERNANDES, M. L. S., MIZUSAKI, A. M., GALÉRY, R., & DELBEM, D. Estratigrafia, petrografia e mineralização de potássio em siltitos verdes do Grupo Bambuí na região de São Gotardo, Minas Gerais. *Geociências*, 35(2), 157-171, 2016.

NADER, B., & ACKROYD, B. Pre-Feasibility Technical Report?Cerrado Verde Project (NI 43-101). Minas Gerais, Brazil; Verde AgriTech PLC. London, 2017.

NAIDOO, P. V.; MCFARLANE, S.; KEEPING, M. G.; CALDWELL, P. M. Deposition of silicon in leaves of sugarcane (*Saccharum spp. hybridus*) and its effect on the severity of brown rust caused by *Puccinia melanocephala*. *Proceedings of South Africa Sugar Technology*, v. 82, p. 542-546, 2009.

OLIVEIRA, I. J., FONTES, J. R. A., BARRETO, J. F. & PINHEIRO, J. O. C. (2018). Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 28p. (Circular técnica 68).

POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; BOTELHO, D. M. S. Silicon in plant disease control. *Revista Ceres*, v. 62, n. 3, p. 323-331, 2015.

PRESTES, I. D., ROCHA, L. O., NUÑEZ, K. V. M. & SILVA, N. C. C. (2019). Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. *Scientia Agropecuária*, 10(4), 559-570. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>

RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; GOMES, R. J.; NASCIMENTO, K. J. T. Microscopic and biochemical aspects of sorghum resistance to anthracnose mediated by silicon. *Annals of Applied Biology*, v. 163, p. 114-123, 2013.

SANTIN, E. Micotoxicoses. In: BERCHIERI Jr., A.; MACARI, M. *Doenças das aves*. Campinas: Facta, 2000. p. 379-388.

SILVA, J. S. (2008). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. S., BERBERT, P. A., AFONSO, A. D. L., RUFFATO, S. *Qualidade de grãos*. pp. 63-105. 2th ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 560p.

SILVA, O.C. da; SCHIPANSKI, C.A. *Manual de identificação e manejo das doenças do milho*. Castro: Fundação ABC, 2006.

VIOLATTI, I. C. A., GUALBERTO, C. A. C., SILVEIRA, L. H., SANTOS, G. A., FERREIRA, B. C., MACHADO, P. M. M., & PEREIRA, H. S. Glauconitic siltstone as multi-nutrient fertilizer for *Urochloa brizantha* cv. Marandú. *Australian Journal of Crop Science*, 13(8), 1280-1287, 2019.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A., FONTES, R. L. F.; KORNDÖRFER, G. H.; NEVES, J. C. L. Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. *Journal of Phytopathology*, v. 157, p. 73-78, 2009.





=====

**Arquivo de entrada:** [TCC Rogério.docx](#) (2644 termos)

**Candidato:** [www.scielo.br/j/rceres/a/NPf3CRzsDgDngdVj7dQ3MyK](http://www.scielo.br/j/rceres/a/NPf3CRzsDgDngdVj7dQ3MyK) (5109 termos)

**Termos comuns:** 77

**Similaridade**

Índice novo (Si): **2,91%**

Agrupamento (Sg): **Moderado**

Índice antigo (S): 1,00%

O texto abaixo é o conteúdo do **Arquivo de entrada** com destaque em vermelho para os termos comuns e agrupados encontrados no **Candidato**. Os termos em amarelo são comuns, mas não caracterizam cópias. Id: c225253eb28t42

=====

4

UNiversidade federal do Paraná

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito DO SILTITO GLAUCONÍTICO EM LINHAGEM DE MILHO: RESPOSTA À DOSES CRESCENTES  
NA INCIDÊNCIA DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

CURITIBA  
2026

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em  
Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

CURITIBA  
2026

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Rogério Sinfrônio Rocha; Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

## resumo

A morte prematura em linhagens de milho é um problema significativo em campos de produção de sementes, causando perdas expressivas na pré-colheita. O siltito glauconítico, um remineralizador de solo rico em potássio e silício, pode influenciar a resistência das plantas a patógenos. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de siltito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em uma linhagem de milho suscetível. O experimento foi conduzido na safra 2024/25, em Latossolo Vermelho eutrófico, no município de Piraju-SP. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg/ha de siltito glauconítico) e quatro repetições. O siltito foi aplicado em pré-semeadura e incorporado ao solo. Avaliou-se a incidência de morte prematura através da contagem de plantas sintomáticas na área útil das parcelas, no estágio R5. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão ( $p \leq 0,05$ ). Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

Palavras-chave: Zea mays; manejo fitossanitário; resistência a doenças; remineralizador de solo

## ABSTRACT

Premature death in maize inbred lines is a significant problem in seed production fields, causing substantial pre-harvest losses. Glauconitic siltstone, a soil remineralizer rich in potassium and silicon, may influence plant resistance to pathogens. This study aimed to evaluate the effect of increasing doses of glauconitic siltstone on the incidence of premature death in a susceptible maize inbred line. The experiment was conducted during the 2024/25 growing season on a Rhodic Eutrudox soil in Piraju, São Paulo State, Brazil. A randomized complete block design was used with five treatments (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 kg/ha of glauconitic siltstone) and four replications. The siltstone was applied pre-sowing and incorporated into the soil. The incidence of premature death was evaluated by counting symptomatic plants in the useful plot area at the R5 growth stage. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis ( $p \leq 0.05$ ). There was no significant effect of treatments on disease incidence, which ranged from 0 to 3.08% among plots. The 1000 kg/ha dose showed a numerical trend towards lower incidence, suggesting potential for complementary studies under higher disease pressure conditions.

Keywords: Zea mays; glauconitic siltstone; phytosanitary management; disease resistance; soil remineralizer.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes globalmente, com produção mundial superior a 1,27 bilhão de toneladas na safra 2025/26 (USDA, 2025). No Brasil, segundo maior exportador mundial, a produção atingiu 138,45 milhões de toneladas na safra 2025/26, consolidando sua posição estratégica no agronegócio nacional (CONAB, 2026).

A produção de sementes híbridas de milho requer cuidados específicos devido à sensibilidade das linhagens parentais a estresses bióticos e abióticos. Entre os principais desafios fitossanitários, destaca-se a morte prematura, caracterizada pela senescência antecipada das plantas e deterioração dos colmos, podendo causar perdas superiores a 30% em campos de produção de sementes (ANDERSON et al., 2020).

As podridões de colmo resultam no apodrecimento dos tecidos internos da medula, sendo principalmente ocasionadas pelos fungos *Fusarium verticillioides*, *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson e *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Esses patógenos geram perdas por interromperem o fluxo de seiva entre a parte aérea e o sistema radicular, o que leva à morte prematura das plantas, menor enchimento dos grãos, acamamento e aumento das perdas na colheita (FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS, 1998).

Entre os agentes causais, destaca-se o *F. verticillioides* que ocorre em tecidos senescentes, pois estes apresentam baixos teores de carboidratos e substâncias fungistáticas (FANCELLI et al., 2004). Esta condição ocorre no final de ciclo ou quando as plantas sofrem estresse. Normalmente, os sintomas aparecem após a polinização, aumentando a severidade próxima à maturação (FANTIN et al., 2009). Os tecidos dos nós e entrenós tornam-se avermelhados, progredindo da base para o ápice (SILVA et al., 2006). Com o avanço da doença, ocorre o fendilhamento dos tecidos, os quais adquirem semelhança à consistência de isopor. O enfraquecimento do colmo causa a quebra prematura das plantas (FANTIN et al., 2009). As condições ambientais que favorecem o desenvolvimento do fungo são temperaturas em torno de 30°C e altitudes abaixo de 700 m (SILVA et al., 2006) condições estas que predominam em grande parte da área plantada com a cultura do milho no estado de São Paulo.

Numerosos relatos na literatura demonstram o silício como um elemento que está associado à **resistência de plantas** a doenças. As gramíneas são amplamente conhecidas como acumuladoras deste nutriente, mas, posteriormente, resultados significativos foram relatados em dicotiledônias (POZZA et al., 2015). A adubação via solo com silício reduziu em aproximadamente 55% a severidade de mancha marrom do arroz causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (ZANÃO et al., 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em cana-de-açúcar com *Puccinia melanocephala* (NAIDOO et al., 2009) e sorgo com *Collectotrichum sublineolum* (RESENDE et al., 2013).

O siltito glauconítico (SG) é uma rocha sedimentar, encontrada principalmente no estado de Minas Gerais, e representa importante reserva mineral que poderia garantir a independência brasileira em fertilização potássica por décadas (NADER & ACKROYD, 2017). Esta rocha sedimentar, caracterizada por sua coloração verde-escura e textura fina com estrutura laminada, apresenta em sua composição

mineralógica: glauconita como mineral predominante (40-80%), seguida por quartzo (10-20%), feldspato potássico (10-15%), muscovita (5%), biotita (2%), e em menores proporções (<1%), óxidos de titânio e manganês, goethita, além de fosfatos de bário e elementos terras raras (MOREIRA et al., 2016). Com teor médio de 10% de K<sub>2</sub>O total (Nader & Ackroyd, 2017) o SG destaca-se por fornecer potássio livre de cloro, característica que viabiliza sua aplicação na agricultura orgânica. Um diferencial adicional é a presença de silício (Si) e manganês (Mn) em sua composição, conferindo ao material potencial para uso como fertilizante multinutriente, superando a função exclusiva de fonte de potássio (VIOLATTI et al., 2019).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de silito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em linhagem de milho, buscando alternativas sustentáveis para o manejo fitossanitário em campos de produção de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em que foi realizado o estudo está localizada na Fazenda Canaã, no município de Piraju. O clima da região é tropical com verão chuvoso e inverno seco (Aw), de acordo com a classificação de Koppen. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, em parcelas com área total de 26 m<sup>2</sup> (5x5,2 m) e 7,8 m<sup>2</sup> (3x2,6 m) de área útil. Os tratamentos foram constituídos pela adição de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg de silito glauconítico por hectare.

A linhagem em estudo foi a fêmea NPB6997 do híbrido em produção Supremo VIP3 White. Antes do plantio da fêmea foi realizada a aplicação do SG nas parcelas, como a área era de preparo convencional foi incorporado no solo após aplicação. Após os tratamentos devidamente aplicados e incorporados foi realizada irrigação via pivô central com 5 mm de lâmina, para melhor incorporação do SG aplicado.

O plantio foi realizado após 10 dias do preparo do solo e incorporação do SG, no dia 24 de setembro de 2025, o espaçamento utilizado foi de 65 cm entre linhas. O manejo fitossanitário foi o mesmo para todas as parcelas conforme o protocolo para produção de sementes de milho de alta qualidade.

A coleta dos dados foi realizada após 119 dias do plantio. O material estava no estágio R5 com 41,5% de umidade. Foi realizada a contagem de plantas com espigas e avaliada a incidência de sintomas de morte prematura nas espigas (Figura 1).

Figura 1 ? Espigas de milho (*Zea mays*) com sintomas de morte prematura.  
Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

Fonte: Rocha (2026)

Os dados ambientais de temperatura (oC), Umidade relativa (UR%) do ar e precipitação (mm) foram coletados com a estação do ?Irriga? instalada no campo de produção do ensaio (Figura 2). Esta estação é instalada em todos os campos de produção de sementes de milho para manejo da irrigação.

Figura 2 ? Estação do irriga instalada na área de realização do ensaio. Piraju-SP, 01 de setembro de 2025.

Fonte: Rocha (2026)

Na área útil do ensaio (4 linhas de 3 metros cada uma) foi contabilizado o número de espigas da parcela e avaliado o número de espigas com incidência de morte prematura.

Os dados de incidência foram submetidos à análise de variância em delineamento em blocos casualizados (ANOVA), ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), adotando-se nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no software RStudio, versão [4.5.1].

## RESULTADOS

Em pré-colheita, com o material no estágio R5, foi avaliado o número de espigas na parcela (Figura 3), o siltito glauconítico, nas doses avaliadas, não influenciou o número de espigas por hectare ( $p=0,391$ ). O efeito de bloco foi significativo ( $p=0,037$ ), validando o delineamento em blocos casualizados adotado. O CV de 5,28% indica boa precisão experimental.

Figura 3 ? Média de espigas finais em pré-colheita. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A incidência da doença, expressa como proporção de plantas doentes (%MP), foi baixa em todos os tratamentos, variando de 0 a 3,08% entre as parcelas avaliadas. Observou-se elevada frequência de parcelas com ausência total de sintomas, independentemente da dose de SG aplicada. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência 0% em todas as repetições, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença (Figura 4).

Figura 4 ? Boxplot de % de plantas com sintoma de Morte Prematura. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A regressão quadrática é significativa ( $p$ -valor 0,022) e explica 36% da variação. O comportamento em "U" (queda nas doses intermediárias e retorno na dose 4000) pode ser observado na Figura 5.

FIGURA 5 ? Curva do modelo. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

## DISCUSSÃO

As condições ambientais foram monitoradas de setembro de 2025 a janeiro de 2026 (Figura 6). Quanto à precipitação, observou-se distribuição irregular ao longo do período, com pico máximo de 87 mm registrado em 09 de dezembro de 2025, seguido por redução no volume de chuvas em janeiro de 2026. O menor volume precipitado foi observado em setembro de 2025, com aproximadamente 27,4 mm. Mendes et al. (2011) relatam que a redução da precipitação durante o enchimento dos grãos (a partir do estágio R2) e no final do ciclo pode favorecer menor incidência de fungos patogênicos.

No presente ensaio, o florescimento ocorreu em 9 de dezembro de 2025, período de maior concentração pluviométrica. Já o mês de janeiro de 2026, correspondente à fase de enchimento de grãos, registrou volumes de chuva relativamente menores. Segundo OLIVEIRA et al. (2018), a precipitação média necessária por ciclo da cultura do milho situa-se entre 500 e 800 mm. No ensaio, o volume acumulado superou esse limite máximo; contudo, o manejo da irrigação, conduzido com base nos dados coletados pelo sistema Irriga, permitiu manter o suprimento hídrico adequado ao desenvolvimento da cultura, sem favorecer condições propícias ao desenvolvimento de patógenos.

Figura 6 ? Precipitação (mm), irrigações (mm) e acumulado (mm). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A temperatura média do ar apresentou oscilação moderada ao longo do período, com valores entre 14,6 °C e 30,8 °C (Figura 7). O pico máximo foi registrado em 05 de outubro de 2025, coincidindo com o estágio vegetativo da cultura, entre V5 e V8. A partir desse pico, observou-se declínio gradual até janeiro de 2026. A umidade relativa do ar manteve-se relativamente estável, variando entre 30,3% e 98,3%, com tendência de elevação ao final do período, atingindo aproximadamente 93% em janeiro de 2026. Portanto, tanto no florescimento quanto no enchimento dos grãos, a umidade relativa média do ar esteve elevada. Essas condições são compatíveis com o microclima favorável ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. SANTIN et al. (2000) descrevem temperatura ideal entre 20 e 26°C para o desenvolvimento do fungo, enquanto PRESTES et al. (2019) indicam favorecimento do crescimento em temperaturas próximas a 30°C. SILVA et al. (2008) acrescentam que a umidade relativa do ar em torno de 90% favorece a colonização fúngica nos grãos em campo. De forma complementar, KIMATI et al. (2005) relatam que a combinação de umidade relativa entre 70 e 90% com temperaturas de 25 a 30 °C cria ambiente propício ao desenvolvimento de diversos gêneros fúngicos, incluindo *Fusarium* spp.

Os dados climáticos obtidos no ensaio indicam que as condições ambientais da região de Piraju-SP, ao longo do período avaliado, foram favoráveis ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. e outros patógenos causadores de morte prematura. No entanto, a baixa incidência observada em todos os tratamentos sugere que a pressão do inóculo pode ter sido insuficiente para resultar em epidemia expressiva nas condições do presente estudo, limitando a capacidade de discriminação entre os tratamentos avaliados.

Figura 7 ? Umidade média do ar (%), temperaturas mínima, média e máxima (oC). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

Os resultados indicam que, nas condições do presente estudo, as doses de adubação testadas não influenciaram a incidência da doença na cultura do milho. A baixa severidade observada ao longo de todo o experimento sugere que fatores ambientais ou a pressão do inóculo podem ter sido insuficientes para promover maior manifestação da doença. No livro Epidemiologia de Plantas os autores discutem como a quantidade de inóculo inicial e sua distribuição são fundamentais para o desenvolvimento de epidemias (BERGAMIN et al, 2018).

A ausência de resposta à adubação pode estar relacionada a diferentes fatores. Embora a **nutrição mineral** possa alterar a suscetibilidade das plantas a patógenos seja por efeito sobre o vigor vegetativo, espessura de parede celular ou balanço fisiológico, tais interações dependem da intensidade da doença, do patossistema envolvido e das condições ambientais. Em situações de baixa pressão da doença, diferenças nutricionais frequentemente não se traduzem em alterações detectáveis na incidência ( **DATNOFF et al.**, 2007)

Do ponto de vista agrônomo, os resultados sugerem que as doses avaliadas não aumentam nem reduzem o risco de ocorrência da doença sob as condições experimentais testadas. Entretanto, estudos adicionais sob maior pressão de inóculo ou em diferentes ambientes podem ser necessários para confirmar essas observações.

## CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, as doses de adubação avaliadas não influenciaram significativamente a incidência da doença na cultura do milho. A proporção de plantas doentes manteve-se baixa em todos os tratamentos, não sendo observada tendência linear ou quadrática **em função do** incremento das doses. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

## REFERÊNCIAS

- BERGAMIN FILHO, Armando et al. Epidemiologia **de doenças de plantas**. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. Tradução. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1. . . Acesso em: 19 mar. 2026.
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. **Silicon and Plant Disease**. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). Mineral nutrition **and plant disease**. St. Paul, MN: APS Press, 2007. p. 233-246.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2ª ed., Piracicaba, ed. Guaíba, 360p. 2004.
- FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. Manejo de doenças na cultura do milho safrinha. Campinas: Instituto Agrônomo, 99p., 2009.
- FARIAS, J. R. B., ASSAD, E. D., ALMEIDA, I. D., EVANGELISTA, B. A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER,



- N., NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 415-421. 2001.
- FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul Porto Alegre: Pallotti, 1998. 148 p. Boletim Técnico, 5.
- KIMAT, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. MANUAL de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas. São Paulo: Ceres, 2005.
- MENDES, M. C., PINHO, R. G. V., MACHADO, J. C., ALBUQUERQUE, C. J. B. & FALQUETE, J. C. F. (2011). Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espigas. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5), 931-939. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000500010>
- MOREIRA, D. S., UHLEIN, A., FERNANDES, M. L. S., MIZUSAKI, A. M., GALÉRY, R., & DELBEM, D. Estratigrafia, petrografia e mineralização de potássio em siltitos verdes do Grupo Bambuí na região de São Gotardo, Minas Gerais. *Geociências*, 35(2), 157-171, 2016.
- NADER, B., & ACKROYD, B. Pre-Feasibility Technical Report?Cerrado Verde Project (NI 43-101). *Minas Gerais, Brazil*; Verde AgriTech PLC. London, 2017.
- NAIDOO, P. V.; MCFARLANE, S.; KEEPING, M. G.; CALDWELL, P. M. *Deposition of silicon in leaves of sugarcane (Saccharum spp. hybridus) and its effect on the severity of brown rust caused by Puccinia melanocephala. Proceedings of South Africa Sugar Technology*, v. 82, p. 542-546, 2009.
- OLIVEIRA, I. J., FONTES, J. R. A., BARRETO, J. F. & PINHEIRO, J. O. C. (2018). Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 28p. (Circular técnica 68).
- POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; BOTELHO, D. M. S. *Silicon in plant disease control*. *Revista Ceres*, v. 62, n. 3, p. 323-331, 2015.
- PRESTES, I. D., ROCHA, L. O., NUÑEZ, K. V. M. & SILVA, N. C. C. (2019). Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. *Scientia Agropecuária*, 10(4), 559-570. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>
- RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; GOMES, R. J.; NASCIMENTO, K. J. T. *Microscopic and biochemical aspects of sorghum resistance to anthracnose mediated by silicon. Annals of Applied Biology*, v. 163, p. 114-123, 2013.
- SANTIN, E. Micotoxinas. In: BERCHIERI Jr., A.; MACARI, M. Doenças das aves. Campinas: Facta, 2000. p. 379-388.
- SILVA, J. S. (2008). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. S., BERBERT, P. A., AFONSO, A. D. L., RUFFATO, S. Qualidade de grãos. pp. 63-105. 2th ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 560p.
- SILVA, O.C. da; SCHIPANSKI, C.A. Manual de identificação e manejo das doenças do milho. Castro: Fundação ABC, 2006.
- VIOLATTI, I. C. A., GUALBERTO, C. A. C., SILVEIRA, L. H., SANTOS, G. A., FERREIRA, B. C., MACHADO, P. M. M., & PEREIRA, H. S. Glauconitic siltstone as multi-nutrient fertilizer for Urochloa brizantha cv. Marandú. *Australian Journal of Crop Science*, 13(8), 1280-1287, 2019.
- ZANÃO JÚNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A., FONTES, R. L. F.; KORNDÖRFER, G. H.; NEVES, J. C. L. *Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. Journal of Phytopathology*, v. 157, p. 73-78, 2009.



=====

**Arquivo de entrada:** [TCC Rogério.docx](#) (2644 termos)

**Candidato:** [www.passeidireto.com/arquivo/118778096/2019-rejayne-barbosa-lima](http://www.passeidireto.com/arquivo/118778096/2019-rejayne-barbosa-lima) (35753 termos)

**Termos comuns:** 183

**Similaridade**

Índice novo (Si): **6,92%**

Agrupamento (Sg): **Baixo**

Índice antigo (S): 0,47%

O texto abaixo é o conteúdo do **Arquivo de entrada** com destaque em vermelho para os termos comuns e agrupados encontrados no **Candidato**. Os termos em amarelo são comuns, mas não caracterizam cópias. Id: 2063bca1b19t19

=====

4

UNiversidade federal do Paraná

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito DO SILTITO GLAUCONÍTICO EM LINHAGEM DE MILHO: RESPOSTA À DOSES CRESCENTES  
NA INCIDÊNCIA DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

CURITIBA  
2026

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em  
Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

CURITIBA  
2026

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Rogério Sinfrônio Rocha; Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

## resumo

A morte prematura em linhagens de milho é um problema significativo em campos de produção de sementes, causando perdas expressivas na pré-colheita. O siltito glauconítico, um remineralizador de solo rico em potássio e silício, pode influenciar a resistência das plantas a patógenos. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de siltito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em uma linhagem de milho suscetível. O experimento foi conduzido na safra 2024/25, em Latossolo Vermelho eutrófico, no município de Piraju-SP. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg/ha de siltito glauconítico) e quatro repetições. O siltito foi aplicado em pré-semeadura e incorporado ao solo. Avaliou-se a incidência de morte prematura através da contagem de plantas sintomáticas na área útil das parcelas, no estágio R5. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão ( $p \leq 0,05$ ). Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a incidência da doença, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

Palavras-chave: Zea mays; manejo fitossanitário; resistência a doenças; remineralizador de solo

## ABSTRACT

Premature death in maize inbred lines is a significant problem in seed production fields, causing substantial pre-harvest losses. Glauconitic siltstone, a soil remineralizer rich in potassium and silicon, may influence plant resistance to pathogens. This study aimed to evaluate the effect of increasing doses of glauconitic siltstone on the incidence of premature death in a susceptible maize inbred line. The experiment was conducted during the 2024/25 growing season on a Rhodic Eutrudox soil in Piraju, São Paulo State, Brazil. A randomized complete block design was used with five treatments (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 kg/ha of glauconitic siltstone) and four replications. The siltstone was applied pre-sowing and incorporated into the soil. The incidence of premature death was evaluated by counting symptomatic plants in the useful plot area at the R5 growth stage. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis ( $p \leq 0.05$ ). There was no significant effect of treatments on disease incidence, which ranged from 0 to 3.08% among plots. The 1000 kg/ha dose showed a numerical trend towards lower incidence, suggesting potential for complementary studies under higher disease pressure conditions.

Keywords: Zea mays; glauconitic siltstone; phytosanitary management; disease resistance; soil remineralizer.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes globalmente, com produção mundial superior a 1,27 bilhão de toneladas na safra 2025/26 (USDA, 2025). No Brasil, segundo maior exportador mundial, a produção atingiu 138,45 milhões de toneladas na safra 2025/26, consolidando sua posição estratégica no agronegócio nacional (CONAB, 2026).

A produção de sementes híbridas de milho requer cuidados específicos devido à sensibilidade das linhagens parentais a estresses bióticos e abióticos. Entre os principais desafios fitossanitários, destaca-se a morte prematura, caracterizada pela senescência antecipada das plantas e deterioração dos colmos, podendo causar perdas superiores a 30% em campos de produção de sementes (ANDERSON et al., 2020).

As podridões de colmo resultam no apodrecimento dos tecidos internos da medula, sendo principalmente ocasionadas pelos fungos *Fusarium verticillioides*, *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson e *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Esses patógenos geram perdas por interromperem o fluxo de seiva entre a parte aérea e o sistema radicular, o que leva à morte prematura das plantas, menor enchimento dos grãos, acamamento e aumento das perdas na colheita (FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS, 1998).

Entre os agentes causais, destaca-se o *F. verticillioides* que ocorre em tecidos senescentes, pois estes apresentam baixos teores de carboidratos e substâncias fungistáticas (FANCELLI et al., 2004). Esta condição ocorre no final de ciclo ou quando as plantas sofrem estresse. Normalmente, os sintomas aparecem após a polinização, aumentando a severidade próxima à maturação (FANTIN et al., 2009). Os tecidos dos nós e entrenós tornam-se avermelhados, progredindo da base para o ápice (SILVA et al., 2006). Com o avanço da doença, ocorre o fendilhamento dos tecidos, os quais adquirem semelhança à consistência de isopor. O enfraquecimento do colmo causa a quebra prematura das plantas (FANTIN et al., 2009). As condições ambientais que favorecem o desenvolvimento do fungo são temperaturas em torno de 30°C e altitudes abaixo de 700 m (SILVA et al., 2006) condições estas que predominam em grande parte da área plantada com a cultura do milho no estado de São Paulo.

Numerosos relatos na literatura demonstram o silício como um elemento que está associado à resistência de plantas a doenças. As gramíneas são amplamente conhecidas como acumuladoras deste nutriente, mas, posteriormente, resultados significativos foram relatados em dicotiledônias (POZZA et al., 2015). A adubação via solo com silício reduziu em aproximadamente 55% a severidade de mancha marrom do arroz causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (ZANÃO et al., 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em cana-de-açúcar com *Puccinia melanocephala* (NAIDOO et al., 2009) e sorgo com *Collectotrichum sublineolum* (RESENDE et al., 2013).

O siltito glauconítico (SG) é uma rocha sedimentar, encontrada principalmente no estado de Minas Gerais, e representa importante reserva mineral que poderia garantir a independência brasileira em fertilização potássica por décadas (NADER & ACKROYD, 2017). Esta rocha sedimentar, caracterizada por sua coloração verde-escura e textura fina com estrutura laminada, apresenta em sua composição

mineralógica: glauconita como mineral predominante (40-80%), seguida por quartzo (10-20%), feldspato potássico (10-15%), muscovita (5%), biotita (2%), e em menores proporções (<1%), óxidos de titânio e manganês, goethita, além de fosfatos de bário e elementos terras raras (MOREIRA *et al.*, 2016). Com teor médio de 10% de K<sub>2</sub>O total (Nader & Ackroyd, 2017) o SG destaca-se por fornecer potássio livre de cloro, característica que viabiliza sua aplicação na agricultura orgânica. Um diferencial adicional é a presença de silício (Si) e manganês (Mn) em sua composição, conferindo ao material potencial para uso como fertilizante multinutriente, superando a função exclusiva de fonte de potássio (VIOLATTI *et al.*, 2019).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito de doses crescentes de silito glauconítico sobre a incidência de morte prematura em linhagem de milho, buscando alternativas sustentáveis para o manejo fitossanitário em campos de produção de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em que foi realizado o estudo está localizada na Fazenda Canaã, no município de Piraju. O clima da região é tropical com verão chuvoso e inverno seco (Aw), de acordo com a classificação de Koppen.

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, em parcelas com área total de 26 m<sup>2</sup> (5x5,2 m) e 7,8 m<sup>2</sup> (3x2,6 m) de área útil. Os tratamentos foram constituídos pela adição de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg de silito glauconítico por hectare.

A linhagem em estudo foi a fêmea NPB6997 do híbrido em produção Supremo VIP3 White. Antes do plantio da fêmea foi realizada a aplicação do SG nas parcelas, como a área era de preparo convencional foi incorporado no solo após aplicação. Após os tratamentos devidamente aplicados e incorporados foi realizada irrigação via pivô central com 5 mm de lâmina, para melhor incorporação do SG aplicado.

O plantio foi realizado após 10 dias do preparo do solo e incorporação do SG, no dia 24 de setembro de 2025, o espaçamento utilizado foi de 65 cm entre linhas. O manejo fitossanitário foi o mesmo para todas as parcelas conforme o protocolo para produção de sementes de milho de alta qualidade.

A coleta dos dados foi realizada após 119 dias do plantio. O material estava no estágio R5 com 41,5% de umidade. Foi realizada a contagem de plantas com espigas e avaliada a incidência de sintomas de morte prematura nas espigas (Figura 1).

Figura 1 ? Espigas de milho (*Zea mays*) com sintomas de morte prematura.  
Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

Fonte: Rocha (2026)

Os dados ambientais de temperatura (oC), Umidade relativa (UR%) do ar e precipitação (mm) foram coletados com a estação do ?Irriga? instalada no campo de produção do ensaio (Figura 2). Esta estação é instalada em todos os campos de produção de sementes de milho para manejo da irrigação.

Figura 2 ? Estação do irriga instalada na área de realização do ensaio. Piraju-SP, 01 de setembro de 2025.

Fonte: Rocha (2026)

Na área útil do ensaio (4 linhas de 3 metros cada uma) foi contabilizado o número de espigas da parcela e avaliado o número de espigas com incidência de morte prematura.

Os dados de incidência foram submetidos à análise de variância em delineamento em blocos casualizados (ANOVA), ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), adotando-se nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no software RStudio, versão [4.5.1].

## RESULTADOS

Em pré-colheita, com o material no estágio R5, foi avaliado o número de espigas na parcela (Figura 3), o siltito glauconítico, nas doses avaliadas, não influenciou o número de espigas por hectare ( $p=0,391$ ). O efeito de bloco foi significativo ( $p=0,037$ ), validando o delineamento em blocos casualizados adotado. O CV de 5,28% indica boa precisão experimental.

Figura 3 ? Média de espigas finais em pré-colheita. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A incidência da doença, expressa como proporção de plantas doentes (%MP), foi baixa em todos os tratamentos, variando de 0 a 3,08% entre as parcelas avaliadas. Observou-se elevada frequência de parcelas com ausência total de sintomas, independentemente da dose de SG aplicada. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência 0% em todas as repetições, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença (Figura 4).

Figura 4 ? Boxplot de % de plantas com sintoma de Morte Prematura. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A regressão quadrática é significativa ( $p$ -valor 0,022) e explica 36% da variação. O comportamento em "U" (queda nas doses intermediárias e retorno na dose 4000) pode ser observado na Figura 5.

FIGURA 5 ? Curva do modelo. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).



## DISCUSSÃO

As condições ambientais foram monitoradas de setembro de 2025 a janeiro de 2026 (Figura 6). Quanto à precipitação, observou-se distribuição irregular ao longo do período, com pico máximo de 87 mm registrado em 09 de dezembro de 2025, seguido por redução no volume de chuvas em janeiro de 2026. O menor volume precipitado foi observado em setembro de 2025, com aproximadamente 27,4 mm. Mendes et al. (2011) relatam que a redução da precipitação durante o enchimento dos grãos (a partir do estágio R2) e no final do ciclo pode favorecer menor incidência de fungos patogênicos.

No presente ensaio, o florescimento ocorreu em 9 de dezembro de 2025, período de maior concentração pluviométrica. Já o mês de janeiro de 2026, correspondente à fase de enchimento de grãos, registrou volumes de chuva relativamente menores. Segundo OLIVEIRA et al. (2018), a precipitação média necessária por ciclo da cultura do milho situa-se entre 500 e 800 mm. No ensaio, o volume acumulado superou esse limite máximo; contudo, o manejo da irrigação, conduzido com base nos dados coletados pelo sistema Irriga, permitiu manter o suprimento hídrico adequado ao desenvolvimento da cultura, sem favorecer condições propícias ao desenvolvimento de patógenos.

Figura 6 ? Precipitação (mm), irrigações (mm) e acumulado (mm). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A temperatura média do ar apresentou oscilação moderada ao longo do período, com valores entre 14,6 °C e 30,8 °C (Figura 7). O pico máximo foi registrado em 05 de outubro de 2025, coincidindo com o estágio vegetativo da cultura, entre V5 e V8. A partir desse pico, observou-se declínio gradual até janeiro de 2026. A umidade relativa do ar manteve-se relativamente estável, variando entre 30,3% e 98,3%, com tendência de elevação ao final do período, atingindo aproximadamente 93% em janeiro de 2026. Portanto, tanto no florescimento quanto no enchimento dos grãos, a umidade relativa média do ar esteve elevada. Essas condições são compatíveis com o microclima favorável ao desenvolvimento de *Fusarium spp.* SANTIN et al. (2000) descrevem temperatura ideal entre 20 e 26°C para o desenvolvimento do fungo, enquanto PRESTES et al. (2019) indicam favorecimento do crescimento em temperaturas próximas a 30°C. SILVA et al. (2008) acrescentam que a umidade relativa do ar em torno de 90% favorece a colonização fúngica nos grãos em campo. De forma complementar, KIMATI et al. (2005) relatam que a combinação de umidade relativa entre 70 e 90% com temperaturas de 25 a 30 °C cria ambiente propício ao desenvolvimento de diversos gêneros fúngicos, incluindo *Fusarium spp.*

Os dados climáticos obtidos no ensaio indicam que as condições ambientais da região de Piraju-SP, ao longo do período avaliado, foram favoráveis ao desenvolvimento de *Fusarium spp.* e outros patógenos causadores de morte prematura. No entanto, a baixa incidência observada em todos os tratamentos sugere que a pressão do inóculo pode ter sido insuficiente para resultar em epidemia expressiva nas condições do presente estudo, limitando a capacidade de discriminação entre os tratamentos avaliados.

Figura 7 ? Umidade média do ar (%), temperaturas mínima, média e máxima (oC). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

Os resultados indicam que, nas condições **do presente estudo**, **as doses de** adubação testadas não influenciaram a **incidência da doença na cultura do** milho. A baixa severidade observada **ao longo de** todo o experimento sugere que fatores ambientais ou a pressão do inóculo podem ter sido insuficientes para promover maior manifestação da doença. No livro Epidemiologia de Plantas os autores discutem como **a quantidade de** inóculo inicial e sua distribuição **são fundamentais para o desenvolvimento de epidemias** (BERGAMIN et al, 2018).

A ausência de resposta à adubação pode estar relacionada a diferentes fatores. Embora a nutrição mineral possa alterar **a suscetibilidade das** plantas a patógenos seja por efeito sobre o vigor vegetativo, espessura de parede celular ou balanço fisiológico, tais interações dependem da intensidade da doença, do patossistema envolvido e das condições ambientais. Em situações de baixa pressão da doença, diferenças nutricionais frequentemente não se traduzem em alterações detectáveis na incidência ( DATNOFF et al., 2007)

**Do ponto de vista** agrônomo, os resultados sugerem **que as doses** avaliadas não aumentam nem reduzem **o risco de ocorrência** da doença sob as condições experimentais testadas. Entretanto, estudos adicionais sob maior pressão de inóculo ou em diferentes ambientes podem ser necessários para confirmar essas observações.

## CONCLUSÃO

Nas condições **do experimento**, **as doses de** adubação avaliadas não influenciaram significativamente a **incidência da doença na cultura do** milho. A proporção **de plantas doentes** manteve-se baixa **em todos os tratamentos**, não sendo observada tendência linear ou quadrática **em função do** incremento das doses. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a **incidência da doença**, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. **A dose de** 1000 kg/ha apresentou tendência numérica **de menor incidência**, sugerindo potencial para estudos complementares **em condições de** maior pressão **da doença**.

## REFERÊNCIAS

- BERGAMIN FILHO, Armando et al. Epidemiologia **de doenças de plantas**. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. Tradução. Ouro Fino: **Agrônoma Ceres**, 2018. v. 1. . . Acesso em: 19 mar. 2026.
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. Silicon and Plant Disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). Mineral nutrition and plant disease. St. Paul, MN: APS Press, 2007. p. 233-246.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2ª ed., Piracicaba, ed. Guaíba, 360p. 2004.
- FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. **Manejo de doenças na cultura do** milho safrinha. Campinas: Instituto Agrônomo, 99p., 2009.
- FARIAS, J. R. B., ASSAD, E. D., ALMEIDA, I. D., EVANGELISTA, B. A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER,

N., NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 415-421. 2001.

FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul Porto Alegre: Pallotti, 1998. 148 p. Boletim Técnico, 5.

KIMAT, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. *MANUAL de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas*. São Paulo: Ceres, 2005.

MENDES, M. C., PINHO, R. G. V., MACHADO, J. C., ALBUQUERQUE, C. J. B. & FALQUETE, J. C. F. (2011). Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espigas. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5), 931-939. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000500010>

MOREIRA, D. S., UHLEIN, A., FERNANDES, M. L. S., MIZUSAKI, A. M., GALÉRY, R., & DELBEM, D. Estratigrafia, petrografia e mineralização de potássio em siltitos verdes do Grupo Bambuí na região de São Gotardo, Minas Gerais. *Geociências*, 35(2), 157-171, 2016.

NADER, B., & ACKROYD, B. Pre-Feasibility Technical Report?Cerrado Verde Project (NI 43-101). Minas Gerais, Brazil; Verde AgriTech PLC. London, 2017.

NAIDOO, P. V.; MCFARLANE, S.; KEEPING, M. G.; CALDWELL, P. M. Deposition of silicon in leaves of sugarcane (*Saccharum spp. hybridus*) and its effect on the severity of brown rust caused by *Puccinia melanocephala*. *Proceedings of South Africa Sugar Technology*, v. 82, p. 542-546, 2009.

OLIVEIRA, I. J., FONTES, J. R. A., BARRETO, J. F. & PINHEIRO, J. O. C. (2018). Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 28p. (Circular técnica 68).

POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; BOTELHO, D. M. S. Silicon in plant disease control. *Revista Ceres*, v. 62, n. 3, p. 323-331, 2015.

PRESTES, I. D., ROCHA, L. O., NUÑEZ, K. V. M. & SILVA, N. C. C. (2019). Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. *Scientia Agropecuária*, 10(4), 559-570. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>

RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; GOMES, R. J.; NASCIMENTO, K. J. T. Microscopic and biochemical aspects of sorghum resistance to anthracnose mediated by silicon. *Annals of Applied Biology*, v. 163, p. 114-123, 2013.

SANTIN, E. Micotoxicoses. In: BERCHIERI Jr., A.; MACARI, M. *Doenças das aves*. Campinas: Facta, 2000. p. 379-388.

SILVA, J. S. (2008). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. S., BERBERT, P. A., AFONSO, A. D. L., RUFFATO, S. *Qualidade de grãos*. pp. 63-105. 2th ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 560p.

SILVA, O.C. da; SCHIPANSKI, C.A. *Manual de identificação e manejo das doenças do milho*. Castro: Fundação ABC, 2006.

VIOLATTI, I. C. A., GUALBERTO, C. A. C., SILVEIRA, L. H., SANTOS, G. A., FERREIRA, B. C., MACHADO, P. M. M., & PEREIRA, H. S. Glauconitic siltstone as multi-nutrient fertilizer for *Urochloa brizantha* cv. Marandú. *Australian Journal of Crop Science*, 13(8), 1280-1287, 2019.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A., FONTES, R. L. F.; KORNDÖRFER, G. H.; NEVES, J. C. L. Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. *Journal of Phytopathology*, v. 157, p. 73-78, 2009.





=====

**Arquivo de entrada:** [TCC Rogério.docx](#) (2644 termos)

**Candidato:** [www.revistaifpsr.com/v14381022.pdf](http://www.revistaifpsr.com/v14381022.pdf) (3581 termos)

**Termos comuns:** 132

**Similaridade**

Índice novo (Si): **4,99%**

Agrupamento (Sg): **Baixo**

Índice antigo (S): 2,16%

O texto abaixo é o conteúdo do **Arquivo de entrada** com destaque em vermelho para os termos comuns e agrupados encontrados no **Candidato**. Os termos em amarelo são comuns, mas não caracterizam cópias. Id: c8a18b35b18t50

=====

4

UNiversidade federal do Paraná

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito DO SILTITO GLAUCONÍTICO EM LINHAGEM DE MILHO: RESPOSTA À DOSES CRESCENTES  
NA INCIDÊNCIA DE ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

CURITIBA  
2026

ROGERIO SINFRONIO ROCHA

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Artigo apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em  
Fitossanidade.

Orientadora: Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

CURITIBA  
2026

efeito do siltito glauconítico em linhagem de milho: resposta à doses crescentes na incidência DE  
ESPIGAS COM SINTOMAS DE MORTE PREMATURA EM PRÉ-COLHEITA.

Rogério Sinfrônio Rocha; Profa. Dr. Natasha Akemi Hamada

## resumo

A morte prematura em linhagens de milho é um problema significativo em campos de produção de sementes, causando perdas expressivas na pré-colheita. O siltito glauconítico, um remineralizador de solo rico em potássio e silício, pode influenciar a **resistência das plantas** a patógenos. Este trabalho objetivou **avaliar o efeito** de doses crescentes de siltito glauconítico sobre **a incidência de** morte prematura em uma linhagem de milho suscetível. **O experimento foi** conduzido na safra 2024/25, em Latossolo Vermelho eutrófico, **no município de** Piraju-SP. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg/ha de siltito glauconítico) e quatro repetições. O siltito foi aplicado em pré-semeadura e incorporado ao solo. Avaliou-se **a incidência de** morte prematura através da contagem de plantas sintomáticas na área útil das parcelas, no estágio R5. Os dados foram submetidos **à análise de variância** e regressão ( $p \leq 0,05$ ). Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a **incidência da doença**, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. **A dose de** 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

Palavras-chave: Zea mays; manejo fitossanitário; resistência a doenças; remineralizador de solo

## ABSTRACT

Premature death in maize inbred lines is a significant problem in seed production fields, causing substantial pre-harvest losses. Glauconitic siltstone, a soil remineralizer rich in potassium and silicon, may influence plant resistance to pathogens. This study aimed **to evaluate the effect of** increasing doses of glauconitic siltstone on the incidence of premature death in a susceptible maize inbred line. The experiment was conducted during the 2024/25 growing season on a Rhodic Eutrudox soil in Piraju, São Paulo State, Brazil. A randomized complete block design was used with five treatments (0, 1000, 2000, 3000, and 4000 kg/ha of glauconitic siltstone) and four replications. The siltstone was applied pre-sowing and incorporated into the soil. The incidence of premature death was evaluated by counting symptomatic plants in the useful plot area at the R5 growth stage. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis ( $p \leq 0.05$ ). There was no significant effect of treatments on disease incidence, which ranged from 0 to 3.08% among plots. The 1000 kg/ha dose showed a numerical trend towards lower incidence, suggesting potential for complementary studies under higher disease pressure conditions.

Keywords: Zea mays; glauconitic siltstone; phytosanitary management; disease resistance; soil remineralizer.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes globalmente, com produção mundial superior a 1,27 bilhão de toneladas na safra 2025/26 (USDA, 2025). No Brasil, segundo maior exportador mundial, a produção atingiu 138,45 milhões de toneladas na safra 2025/26, consolidando sua posição estratégica no agronegócio nacional (CONAB, 2026).

A produção de sementes híbridas de milho requer cuidados específicos devido à sensibilidade das linhagens parentais a **estresses bióticos e abióticos**. Entre os principais desafios fitossanitários, destaca-se a morte prematura, caracterizada pela senescência antecipada das plantas e deterioração dos colmos, podendo causar perdas superiores a 30% em campos de produção de sementes (ANDERSON et al., 2020).

As podridões de colmo resultam no apodrecimento dos tecidos internos da medula, sendo principalmente ocasionadas pelos fungos *Fusarium verticillioides*, *Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson e *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc. Esses patógenos geram perdas por interromperem o fluxo de seiva entre a parte aérea e o sistema radicular, o que leva à morte prematura das plantas, menor enchimento dos grãos, acamamento e aumento das perdas na colheita (FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS, 1998).

Entre os agentes causais, destaca-se o *F. verticillioides* que ocorre em tecidos senescentes, pois estes apresentam baixos teores de carboidratos e substâncias fungistáticas (FANCELLI et al., 2004). Esta condição ocorre no final de ciclo ou quando as plantas sofrem estresse. Normalmente, os sintomas aparecem após a polinização, aumentando a severidade próxima à maturação (FANTIN et al., 2009). Os tecidos dos nós e entrenós tornam-se avermelhados, progredindo da base para o ápice (SILVA et al., 2006). **Com o avanço da doença**, ocorre o fendilhamento dos tecidos, os quais adquirem semelhança à consistência de isopor. O enfraquecimento do colmo causa a quebra prematura das plantas (FANTIN et al., 2009). As condições ambientais **que favorecem o** desenvolvimento do fungo são temperaturas em torno **de 30°C** e altitudes abaixo de 700 m (SILVA et al., 2006) condições estas que predominam em grande parte da área plantada **com a cultura do** milho no estado de São Paulo.

Numerosos relatos na literatura demonstram o silício como **um elemento que** está associado à resistência de plantas a doenças. As gramíneas são amplamente conhecidas como acumuladoras deste nutriente, mas, posteriormente, resultados significativos foram relatados em dicotiledônias (POZZA et al., 2015). A adubação via solo com silício reduziu em aproximadamente 55% **a severidade de** mancha marrom do arroz causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* (ZANÃO et al., 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em cana-de-açúcar com *Puccinia melanocephala* (NAIDOO et al., 2009) e sorgo com *Collectotrichum sublineolum* (RESENDE et al., 2013).

**O** siltito glauconítico (SG) é uma rocha sedimentar, encontrada principalmente no estado de Minas Gerais, e representa importante reserva mineral que poderia garantir a independência brasileira em fertilização potássica por décadas (NADER & ACKROYD, 2017). Esta rocha sedimentar, caracterizada por sua coloração verde-escura e textura fina com estrutura laminada, apresenta em sua composição



mineralógica: glauconita como mineral predominante (40-80%), seguida por quartzo (10-20%), feldspato potássico (10-15%), muscovita (5%), biotita (2%), e em menores proporções (<1%), óxidos de titânio e manganês, goethita, além de fosfatos de bário e elementos terras raras (MOREIRA *et al.*, 2016). Com teor médio de 10% de K<sub>2</sub>O total (Nader & Ackroyd, 2017) o SG destaca-se por fornecer potássio livre de cloro, característica que viabiliza sua aplicação na agricultura orgânica. Um diferencial adicional é a presença de silício (Si) e manganês (Mn) em sua composição, conferindo ao material potencial para uso como fertilizante multinutriente, superando a função exclusiva de fonte de potássio (VIOLATTI *et al.*, 2019).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou **avaliar o efeito** de doses crescentes de silito glauconítico sobre **a incidência de** morte prematura em linhagem de milho, buscando alternativas sustentáveis para o manejo fitossanitário em campos de produção de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área em que foi realizado o estudo está localizada na Fazenda Canaã, **no município de** Piraju. O clima da região é tropical com verão chuvoso e inverno seco (Aw), **de acordo com** a classificação de Koppen. **O delineamento experimental** adotado foi **blocos ao acaso**, com cinco tratamentos e quatro repetições, em parcelas com área total de 26 m<sup>2</sup> (5x5,2 m) e 7,8 m<sup>2</sup> (3x2,6 m) de área útil. Os tratamentos foram constituídos pela adição de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 kg de silito glauconítico por hectare. A linhagem em estudo foi a fêmea NPB6997 do híbrido em produção Supremo VIP3 White. Antes do plantio da fêmea foi realizada **a aplicação do** SG nas parcelas, como a área era de preparo convencional foi incorporado no solo após aplicação. Após os tratamentos devidamente aplicados e incorporados foi realizada irrigação via pivô central com 5 mm de lâmina, para melhor incorporação do SG aplicado. O plantio foi realizado após 10 dias do preparo do solo e incorporação do SG, no dia 24 de setembro de 2025, o espaçamento utilizado foi de 65 cm entre linhas. O manejo fitossanitário foi o mesmo para todas as parcelas conforme o protocolo para produção de sementes de milho de alta qualidade. A coleta dos dados foi realizada após 119 dias do plantio. O material estava no estágio R5 com 41,5% de umidade. Foi realizada a contagem de plantas com espigas e avaliada **a incidência de** sintomas de morte prematura nas espigas (Figura 1).

Figura 1 ? Espigas de milho (*Zea mays*) com sintomas de morte prematura.  
Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

Fonte: Rocha (2026)

Os dados ambientais de temperatura (oC), Umidade relativa (UR%) do ar e precipitação (mm) foram coletados com a estação do ?Irriga? instalada no campo de produção do ensaio (Figura 2). Esta estação é instalada em todos os campos de produção de sementes de milho para manejo da irrigação.

Figura 2 ? Estação do irriga instalada na área de realização do ensaio. Piraju-SP, 01 de setembro de 2025.

Fonte: Rocha (2026)

Na área útil do ensaio (4 linhas de 3 metros cada uma) foi contabilizado o número de espigas da parcela e avaliado o número de espigas com incidência de morte prematura.

Os dados de incidência foram submetidos à análise de variância em delineamento em blocos casualizados (ANOVA), ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e à análise de regressão polinomial (linear e quadrática), adotando-se nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas no software RStudio, versão [4.5.1].

## RESULTADOS

Em pré-colheita, com o material no estágio R5, foi avaliado o número de espigas na parcela (Figura 3), o siltito glauconítico, nas doses avaliadas, não influenciou o número de espigas por hectare ( $p=0,391$ ). O efeito de bloco foi significativo ( $p=0,037$ ), validando o delineamento em blocos casualizados adotado. O CV de 5,28% indica boa precisão experimental.

Figura 3 ? Média de espigas finais em pré-colheita. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A incidência da doença, expressa como proporção de plantas doentes (%MP), foi baixa em todos os tratamentos, variando de 0 a 3,08% entre as parcelas avaliadas. Observou-se elevada frequência de parcelas com ausência total de sintomas, independentemente da dose de SG aplicada. A dose de 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência 0% em todas as repetições, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença (Figura 4).

Figura 4 ? Boxplot de % de plantas com sintoma de Morte Prematura. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A regressão quadrática é significativa ( $p$ -valor 0,022) e explica 36% da variação. O comportamento em "U" (queda nas doses intermediárias e retorno na dose 4000) pode ser observado na Figura 5.

FIGURA 5 ? Curva do modelo. Piraju-SP, 21 de Janeiro 2026.

FONTE: Rocha (2026).

## DISCUSSÃO

As condições ambientais foram monitoradas de setembro de 2025 a janeiro de 2026 (Figura 6). Quanto à precipitação, observou-se distribuição irregular ao longo do período, com pico máximo de 87 mm registrado em 09 de dezembro de 2025, seguido por redução no volume de chuvas em janeiro de 2026. O menor volume precipitado foi observado em setembro de 2025, com aproximadamente 27,4 mm. Mendes et al. (2011) relatam que a redução da precipitação durante o enchimento dos grãos (a partir do estádio R2) e no final do ciclo pode favorecer menor incidência de fungos patogênicos.

No presente ensaio, o florescimento ocorreu em 9 de dezembro de 2025, período de maior concentração pluviométrica. Já o mês de janeiro de 2026, correspondente à fase de enchimento de grãos, registrou volumes de chuva relativamente menores. Segundo OLIVEIRA et al. (2018), a precipitação média necessária por ciclo da cultura do milho situa-se entre 500 e 800 mm. No ensaio, o volume acumulado superou esse limite máximo; contudo, o manejo da irrigação, conduzido com base nos dados coletados pelo sistema Irriga, permitiu manter o suprimento hídrico adequado ao desenvolvimento da cultura, sem favorecer condições propícias ao desenvolvimento de patógenos.

Figura 6 ? Precipitação (mm), irrigações (mm) e acumulado (mm). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

A temperatura média do ar apresentou oscilação moderada ao longo do período, com valores entre 14,6 °C e 30,8 °C (Figura 7). O pico máximo foi registrado em 05 de outubro de 2025, coincidindo com o estádio vegetativo da cultura, entre V5 e V8. A partir desse pico, observou-se declínio gradual até janeiro de 2026. A umidade relativa do ar manteve-se relativamente estável, variando entre 30,3% e 98,3%, com tendência de elevação ao final do período, atingindo aproximadamente 93% em janeiro de 2026. Portanto, tanto no florescimento quanto no enchimento dos grãos, a umidade relativa média do ar esteve elevada. Essas condições são compatíveis com o microclima favorável ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. SANTIN et al. (2000) descrevem temperatura ideal entre 20 e 26°C para o desenvolvimento do fungo, enquanto PRESTES et al. (2019) indicam favorecimento do crescimento em temperaturas próximas a 30°C. SILVA et al. (2008) acrescentam que a umidade relativa do ar em torno de 90% favorece a colonização fúngica nos grãos em campo. De forma complementar, KIMATI et al. (2005) relatam que a combinação de umidade relativa entre 70 e 90% com temperaturas de 25 a 30 °C cria ambiente propício ao desenvolvimento de diversos gêneros fúngicos, incluindo *Fusarium* spp.

Os dados climáticos obtidos no ensaio indicam que as condições ambientais da região de Piraju-SP, ao longo do período avaliado, foram favoráveis ao desenvolvimento de *Fusarium* spp. e outros patógenos causadores de morte prematura. No entanto, a baixa incidência observada em todos os tratamentos sugere que a pressão do inóculo pode ter sido insuficiente para resultar em epidemia expressiva nas condições do presente estudo, limitando a capacidade de discriminação entre os tratamentos avaliados.

Figura 7 ? Umidade **média do ar** (%), temperaturas mínima, média e máxima (oC). Piraju-SP, de Setembro de 2025 a Fevereiro de 2026.

FONTE: Rocha (2026).

Os resultados indicam que, nas **condições do presente estudo**, **as doses de** adubação testadas não influenciaram a **incidência da doença na cultura do milho**. A baixa severidade observada ao longo de todo o experimento sugere que fatores ambientais ou a pressão do inóculo podem ter sido insuficientes para promover maior manifestação **da doença**. No livro Epidemiologia de Plantas os autores discutem como a quantidade de inóculo inicial e sua distribuição são fundamentais para **o desenvolvimento de** epidemias (BERGAMIN *et al*, 2018).

A ausência de resposta à adubação pode estar relacionada a diferentes fatores. Embora a nutrição mineral possa alterar a suscetibilidade das plantas a patógenos seja por efeito sobre o vigor vegetativo, espessura de parede celular ou balanço fisiológico, tais interações dependem da intensidade da doença, do patossistema envolvido e **das condições ambientais**. Em situações de baixa pressão da doença, diferenças nutricionais frequentemente não se traduzem em alterações detectáveis na incidência ( DATNOFF *et al.*, 2007)

Do ponto de vista agrônomo, os resultados sugerem **que as doses** avaliadas não aumentam nem reduzem o risco de **ocorrência da doença** sob as condições experimentais testadas. Entretanto, estudos adicionais sob maior pressão de inóculo ou em diferentes ambientes podem ser necessários para confirmar essas observações.

## CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, **as doses de** adubação avaliadas não influenciaram significativamente a **incidência da doença na cultura do milho**. A proporção de plantas doentes manteve-se baixa em **todos os tratamentos**, não sendo observada tendência linear ou quadrática em função do incremento das doses. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a **incidência da doença**, que variou de 0 a 3,08% entre as parcelas. **A dose de** 1000 kg/ha apresentou tendência numérica de menor incidência, sugerindo potencial para estudos complementares em condições de maior pressão da doença.

## REFERÊNCIAS

- BERGAMIN FILHO, Armando *et al.* Epidemiologia **de doenças de plantas**. Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. Tradução. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1. . . Acesso em: 19 mar. 2026.
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. **Silicon and Plant Disease**. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.). **Mineral nutrition and plant disease**. St. Paul, MN: APS Press, 2007. p. 233-246.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2ª ed., Piracicaba, ed. Guaíba, 360p. 2004.
- FANTIN, G. M.; DUARTE, A. P. **Manejo de doenças na cultura do milho safrinha**. Campinas: Instituto Agrônomo, 99p., 2009.
- FARIAS, J. R. B., ASSAD, E. D., ALMEIDA, I. D., EVANGELISTA, B. A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER,

N., NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(3), 415-421. 2001.

FEPAGRO/EMATER/FECOAGRO-RS. Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul Porto Alegre: Pallotti, 1998. 148 p. Boletim Técnico, 5.

KIMAT, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. MANUAL de fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas. São Paulo: Ceres, 2005.

MENDES, M. C., PINHO, R. G. V., MACHADO, J. C., ALBUQUERQUE, C. J. B. & FALQUETE, J. C. F. (2011). Qualidade sanitária de grãos de milho com e sem inoculação a campo dos fungos causadores de podridões de espigas. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(5), 931-939. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000500010>

MOREIRA, D. S., UHLEIN, A., FERNANDES, M. L. S., MIZUSAKI, A. M., GALÉRY, R., & DELBEM, D. Estratigrafia, petrografia e mineralização de potássio em siltitos verdes do Grupo Bambuí na região de São Gotardo, Minas Gerais. *Geociências*, 35(2), 157-171, 2016.

NADER, B., & ACKROYD, B. Pre-Feasibility Technical Report?Cerrado Verde Project (NI 43-101). Minas Gerais, Brazil; Verde AgriTech PLC. London, 2017.

NAIDOO, P. V.; MCFARLANE, S.; KEEPING, M. G.; CALDWELL, P. M. Deposition of silicon in leaves of sugarcane (*Saccharum spp. hybridus*) and its effect on the severity of brown rust caused by *Puccinia melanocephala*. *Proceedings of South Africa Sugar Technology*, v. 82, p. 542-546, 2009.

OLIVEIRA, I. J., FONTES, J. R. A., BARRETO, J. F. & PINHEIRO, J. O. C. (2018). Recomendações técnicas para o cultivo de milho no Amazonas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 28p. (Circular técnica 68).

POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; BOTELHO, D. M. S. Silicon in plant disease control. *Revista Ceres*, v. 62, n. 3, p. 323-331, 2015.

PRESTES, I. D., ROCHA, L. O., NUÑEZ, K. V. M. & SILVA, N. C. C. (2019). Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. *Scientia Agropecuária*, 10(4), 559-570. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>

RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; GOMES, R. J.; NASCIMENTO, K. J. T. Microscopic and biochemical aspects of sorghum resistance to anthracnose mediated by silicon. *Annals of Applied Biology*, v. 163, p. 114-123, 2013.

SANTIN, E. Micotoxinas. In: BERCHIERI Jr., A.; MACARI, M. Doenças das aves. Campinas: Facta, 2000. p. 379-388.

SILVA, J. S. (2008). Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. In: SILVA, J. S., BERBERT, P. A., AFONSO, A. D. L., RUFFATO, S. Qualidade de grãos. pp. 63-105. 2th ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 560p.

SILVA, O. C. da; SCHIPANSKI, C. A. Manual de identificação e manejo das doenças do milho. Castro: Fundação ABC, 2006.

VIOLATTI, I. C. A., GUALBERTO, C. A. C., SILVEIRA, L. H., SANTOS, G. A., FERREIRA, B. C., MACHADO, P. M. M., & PEREIRA, H. S. Glauconitic siltstone as multi-nutrient fertilizer for *Urochloa brizantha* cv. Marandú. *Australian Journal of Crop Science*, 13(8), 1280-1287, 2019.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; RODRIGUES, F. A., FONTES, R. L. F.; KORNDÖRFER, G. H.; NEVES, J. C. L. Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. *Journal of Phytopathology*, v. 157, p. 73-78, 2009.

