

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS ERECHIM  
CURSO DE AGRONOMIA**

**MICROORGANISMOS EFICIENTES NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE  
MILHO**

**IGOR JONATAN GROMANN**

**ERECHIM  
2022**

**IGOR JONATAN GROMANN**

**MICROORGANISMOS EFICIENTES NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE  
MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul UFFS – Campus Erechim, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Maria Maziero

**ERECHIM**

**2022**

## Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Gromann, Igor Jonatan  
MICROORGANISMOS EFICIENTES NO TRATAMENTO DE SEMENTES  
DE MILHO / Igor Jonatan Gromann. -- 2022.  
30 f.:il.

Orientadora: Doutora Sandra Maria Maziero

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Erechim,RS, 2022.

1. Zea mays L. 2. Microrganismos eficientes. 3.  
Germinação. 4. Vigor. 5. Sanidade de sementes. I.  
Maziero, Sandra Maria, orient. II. Universidade Federal  
da Fronteira Sul. III. Título.

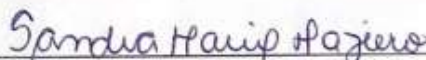
**Igor Jonatan Gromann**

**MICROORGANISMOS EFICIENTES NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE  
MILHO**

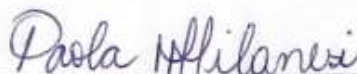
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul UFFS – Campus Erechim, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 17/08/2022.

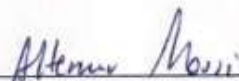
**BANCA EXAMINADORA**



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sandra Maria Maziero – UFFS  
Orientadora



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paola Mendes Milanesi – UFFS  
Avaliador



Prof. Dr. Altemir José Mossi – UFFS  
Avaliador

## RESUMO

O milho é um cereal que possui grande versatilidade de uso, tendo grande importância para a agricultura brasileira. No contexto da produção, o tratamento de sementes, com fungicidas e inseticidas, é uma ferramenta utilizada para controlar pragas e garantir estande inicial de plantas, bem como podem ser adicionados outros produtos para melhorar a germinação e o vigor de sementes, como os micronutrientes. Considerando a produção orgânica de milho, há falta de alternativas para o tratamento de sementes, uma vez que, não é permitido o uso de defensivos agrícolas e insumos tradicionais. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência de microrganismos eficientes no potencial fisiológico e sanitário de sementes de milho. O experimento foi realizado no delineamento inteiramente casualizado em esquema de bifatorial: quatro cultivares de milho (três variedades de polinização aberta: Argentino branco, Cunha e Palha roxa, ambas sem tratamento de sementes; e um híbrido comercial: FS533PWU, com tratamento industrial de sementes que continha fungicida e inseticida, e; três doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%). As variáveis mensuradas foram grau de umidade, porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e incidência de fungos nas sementes (*Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp.). Em todas as análises as sementes foram inoculadas previamente com os microrganismos eficientes por 5 minutos. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, com desdobramento com teste de médias de Tukey e análise de regressão, conforme o resultado da Anova. As cultivares apresentaram teores de umidade distintos, mas nenhuma ultrapassou o limite de 13% preconizado para o armazenamento. Para a germinação apenas o efeito de cultivar foi significativo, sendo que o híbrido e o Cunha apresentaram maior porcentagem de plântulas normais (94 e 90%, respectivamente). Interação cultivar x dose significativa foi obtida para primeira contagem de germinação. Efeito linear positivo foi verificado para o híbrido, mostrando um sinergismo entre o tratamento industrial de sementes e os microrganismos eficientes. Já, para as variedades de polinização aberta houve efeito inverso (efeito linear negativo), quanto maior a dose de microrganismos eficientes utilizada menor o vigor das sementes. Assim, não se recomenda o uso de microrganismos eficientes quando o vigor é mensurado pela primeira contagem de germinação em variedades de polinização aberta. No índice de velocidade de germinação (IVG), por sua vez, obteve-se efeito significativo de cultivar e de dose. Maior IVG foi obtido para o híbrido (20), seguido pela dose de 50% de microrganismos eficientes (19). Desta forma, quando o vigor foi avaliado pelo IVG o uso de microrganismos eficientes foi benéfico. Os microrganismos eficientes também tiveram efeito positivo sobre a qualidade sanitária das sementes, provocando a diminuição de *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp., sendo a dose de 50% de microrganismos eficientes a recomendada para o tratamento de sementes. Já para *Fusarium* spp. houve diferença somente entre cultivares, sendo que o Argentino branco e Palha roxa apresentaram as menores porcentagens de infecção, ambos com 17%. Portanto, as cultivares de milho apresentam diferentes respostas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes no aspecto fisiológico e sanitário.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L.; Microrganismos eficientes; Germinação; Vigor; Sanidade de sementes.

## ABSTRACT

Corn is a cereal that has great versatility of use, having great importance for Brazilian agriculture. In the production context, seed treatment with fungicides and insecticides is a tool used to control pests and ensure initial plant stand, as well as other products, which can be added to improve seed germination and vigor, such as micronutrients. Considering the organic corn production, there is a lack of alternatives for seed treatment, since the use of pesticides and traditional inputs is not allowed. Thus, the objective of this work was to evaluate the efficiency of efficient microorganisms in the physiological and sanitary potential of corn seeds. The experiment was carried out in a completely randomized design in a two-factor scheme: four corn cultivars (three open-pollinated varieties: Argentino branco, Cunha, and Palha roxa, all without seed treatment; and a commercial hybrid: FS533PWU, with industrial seed treatment that contained fungicide and insecticide; and three doses of efficient microorganisms (0, 25 and 50%). The variables measured were seed moisture content, percentage of germination, percentage of normal seedlings at the first germination count, germination rate index, and incidence of fungi in the seeds (*Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., and *Fusarium* spp.). In all analyzes, the seeds were previously inoculated with the efficient microorganisms for 5 minutes. The data obtained were submitted to analysis of variance, with splitting with Tukey's test of means and regression analysis, according to the ANOVA result. The cultivars showed different moisture contents, but none exceeded the limit of 13% recommended for storage. For germination, only the cultivar effect was significant, with the hybrid and Cunha showing the highest percentage of normal seedlings (94 and 90%, respectively). A significant interaction between cultivar and dose was obtained for the first germination count. A positive linear effect was verified for the hybrid, showing a synergism between industrial seed treatment and efficient microorganisms. On the other hand, for the open pollinated varieties, there was an inverse effect (negative linear effect), i.e., the higher the dose of efficient microorganisms used, the lower the seed vigor. Thus, the use of efficient microorganisms is not recommended when vigor is measured by the first germination count in open-pollinated varieties. In the germination rate index (GRI), in turn, there was a significant effect of cultivar and dose. The highest GRI was obtained for the hybrid (20), followed by the 50% dose of efficient microorganisms (19). Thus, when seed vigor was evaluated by the GRI, the use of efficient microorganisms was beneficial. The efficient microorganisms also had a positive effect on the sanitary quality of the seeds, causing the decrease of *Penicillium* spp. and *Aspergillus* spp., where the dose of 50% of efficient microorganisms was recommended for seed treatment. For *Fusarium* spp. there was a difference only between cultivars, with Argentino branco and Palha roxa showing the lowest percentages of infection, both with 17%. Therefore, corn cultivars show different responses to seed inoculation with different doses of efficient microorganisms in the physiological and sanitary aspects.

**Keywords:** *Zea mays* L.; Efficient microorganisms; Germination; Vigor; Seed healthy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cultivares de milho utilizadas no experimento.....	12
Figura 2 - Procedimento de inoculação de sementes de milho com microrganismos eficientes, nas doses 0, 25 e 50%.....	14
Gráfico 1 - Porcentagem de plântulas normais (%) na primeira contagem da germinação de cultivares de milho ( $Y_1$ = Argentino branco; $Y_2$ = Cunha; $Y_3$ = Palha roxa e $Y_4$ = Híbrido FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).....	20
Gráfico 2 - Porcentagem de infecção de <i>Penicillium</i> spp. em sementes de cultivares de milho ( $Y_1$ = Argentino branco; $Y_2$ = Cunha; $Y_3$ = Palha roxa e $Y_4$ = Híbrido FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).....	23
Gráfico 3 - Porcentagem de infecção de <i>Aspergillus</i> spp. em sementes de cultivares de milho ( $Y_1$ = Argentino branco; $Y_2$ = Cunha; $Y_3$ = Palha roxa e $Y_4$ = Híbrido FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).....	24

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Combinação de tratamentos avaliados no experimento de eficiência de uso de microrganismos eficientes na cultura do milho.....	11
Tabela 2 - Teores de umidade (%) de quatro cultivares de milho.....	15
Tabela 3 - Análise de variância para porcentagem de germinação (%) de três variedades de polinização aberta (Argentino branco, Cunha e Palha roxa) e de um híbrido comercial de milho (FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).....	16
Tabela 4 - Médias de porcentagem de germinação (%) obtidas para quatro cultivares de milho.....	17
Tabela 5 - Análise de variância para primeira contagem de germinação (%) e índice de velocidade de germinação de três variedades de polinização aberta (Argentino branco, Cunha e Palha roxa) e um híbrido comercial de milho (FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).....	18
Tabela 6 - Médias para índice de velocidade de germinação para quatro cultivares de milho submetidas a inoculação de sementes com três doses de microrganismos eficientes.....	21
Tabela 7 - Análise de variância para porcentagem de infecção (%) de patógenos de três cultivares crioulas (Argentino branco, Cunha e Palha roxa) e um híbrido comercial de milho (FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).....	22
Tabela 8 - Médias para porcentagem de infecção (%) de <i>Fusarium</i> spp. em sementes de quatro cultivares de milho.....	25



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
2.1 SEMENTES UTILIZADAS NO EXPERIMENTO.....	12
2.2 OBTENÇÃO DOS MICRORGANISMOS EFICIENTES.....	12
2.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DAS AMOSTRAS DE SEMENTES...	12
2.4 INOCULAÇÃO DE SEMENTES.....	13
2.5 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO.....	13
2.6 TESTE DE SANIDADE.....	14
2.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	15
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea Mays* L.) tem como centro de origem as Américas, e é um dos cereais mais antigos do mundo; a desintegração radioativa indica que o milho é cultivado há pelo menos cinco mil anos (DUARTE; MATTOSO; GARCIA, 2021). É uma gramínea da família Poaceae, com grande versatilidade de usos, tendo uma grande importância para a agricultura brasileira (MAGALHÃES; SOUZA, 2013).

No Brasil o cultivo de milho segue em crescimento. A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) prevê um aumento de 6,5% de produtividade nas lavouras em 2022 comparado a safra de 2021, tendo uma expectativa para produção de 116 milhões de toneladas (CONAB, 2022). Sendo que dentre os produtores mundiais, os Estados Unidos é o maior produtor, seguido da China e do Brasil (USDA, 2022).

O cultivo do milho é feito tanto de forma convencional, como de forma orgânica; segundo a Associação de Certificação Instituto Biodinâmico (IBD) o milho orgânico apresenta apenas 0,03% da safra 15/16, ou seja, a produção não atende toda a demanda (GAZZOLA *et al.*, 2019). Um dos fatores que limitam a expansão da produção de milho orgânico são os patógenos, podendo ser citados os fungos que atacam sementes como *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., responsável por perdas econômicas na cultura (PARIKH *et al.*, 2018).

Para o controle de patógenos pode ser utilizado rotação de cultura, variedades resistentes, controle químico e biológico (JASSEN *et al.*, 2019; SAVIC *et al.*, 2020), sendo que um dos manejos primários na produção do milho é o tratamento de semente, o que assegura o período inicial da cultura (COSTAMILAN *et al.*, 2010). Além dos Fungicidas químico e biológico pode ser adicionado no tratamento de sementes polímeros, corantes, micronutrientes e reguladores de crescimento (ABRASEM, 2015).

Para produção convencional, Luz (2003) encontrou resultados que o controle químico associado com o biológico, reduz significativamente o nível da infecção dos patógenos na semente, sendo que quando utilizado metade de dose de ambos supera-se a dose normal do fungicida, resultando na redução do uso de pesticidas. Já, em ambiente de produção orgânica há um entrave em encontrar produtos alternativos para que o tratamento de sementes seja realizado (MOREIRA, 2017)

Nesse sentido, a realização de pesquisas com este foco de encontrar métodos alternativos, são fundamentais. Dentre as opções, os microrganismos eficientes tem merecido a atenção, pois é um método que pode ser facilmente feito pelo produtor, com baixo investimento,

sendo necessário somente a aquisição de arroz e açúcar. Os microrganismos eficientes podem produzir compostos que aceleram a germinação (MOWA; MASS, 2012) e também reduzem a infecção por patógenos (BONFIM *et al.*, 2011). Assim, essa ferramenta poderá ser utilizada tanto por produtores que utilizam materiais convencionais (variedades de polinização aberta e híbridos), quanto para materiais geneticamente modificados. Portanto, isso pode se tornar uma ferramenta viável para melhorar o sistema agrícola deixando-o mais sustentável.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de microrganismos eficientes no potencial fisiológico e sanitário de sementes de milho de variedades de polinização aberta e de um híbrido comercial.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de quatro cultivares de milho, destas três de polinização aberta: Argentino branco, Cunha, Palha roxa, e uma híbrida: FS533PWU, da empresa Forseed, foram inoculadas com três diferentes doses de microrganismos eficientes, 0%, 25% e 50% e testadas quanto a influência na qualidade fisiológica e sanitária das sementes. Os experimentos foram realizados na Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Erechim, seguindo o delineamento inteiramente casualizado, com quatro a oito repetições, dependendo da variável analisada, em esquema bifatorial (fator 1: cultivar e fator 2: dose), como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Combinação de tratamentos avaliados no experimento de eficiência de uso de microrganismos eficientes na cultura do milho.

Tratamentos	Cultivares de milho	Doses de microrganismos eficientes (%)
1	Argentino branco	0
2	Argentino branco	25
3	Argentino branco	50
4	Cunha	0
5	Cunha	25
6	Cunha	50
7	Palha roxa	0
8	Palha roxa	25
9	Palha roxa	50
10	Híbrido FS533PWU	0
11	Híbrido FS533PWU	25
12	Híbrido FS533PWU	50

## 2.1 SEMENTES UTILIZADAS NO EXPERIMENTO

As sementes das variedades de polinização aberta (Argentino branco, Cunha e Palha roxa) foram cedidas por um agricultor familiar, do município de Paulo Bento-RS, que faz o cultivo das suas próprias sementes (Figura 1). Já o híbrido FS533PWU foi adquirido no comércio, é um híbrido triplo (resultante do cruzamento de um híbrido simples com uma linhagem) tendo a transgenia para resistência a lagarta e herbicidas. Cabe ressaltar que as sementes das variedades de polinização aberta não eram tratadas, ao passo que, as sementes do híbrido continham tratamento industrial com inseticida (tiametoxam) e fungicida (metalaxil-M + tiabendazol + fludioxonil).

Figura 1 - Cultivares de milho utilizadas no experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

## 2.2 OBTENÇÃO DOS MICRORGANISMOS EFICIENTES

Os microrganismos eficientes foram capturados em área de mata preservada na Universidade Federal da Fronteira Sul, entre as duas áreas experimentais do campus Erechim, utilizando a técnica preconizada nas Fichas Agroecológicas disponibilizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Para tanto foi utilizada uma armadilha com copos plásticos (capacidade de 200 ml) contendo arroz orgânico (500g) cozido (sem sal), os quais foram vedados com tela sombrite, presa com borracha elástica. As armadilhas foram dispostas no chão da mata, de forma a estabelecer contato do arroz com o solo e cobertas com serapilheira. Após 11 dias as armadilhas foram recolhidas e o arroz colonizado com microrganismos eficientes foi disposto em uma bandeja, onde foram selecionados apenas os fungos com coloração clara (rosa, amarelo e alaranjado).

A multiplicação dos microrganismos eficientes coletados foi feita com açúcar mascavo orgânico. Numa garrafa pet (capacidade de 2 litros), previamente lavada com água destilada, foi posto o arroz colonizado selecionado, 200 g de açúcar mascavo e completado o volume com água destilada. O mesmo foi guardado em local sombreado até o uso, sendo que diariamente se fazia a abertura da garrafa pet para eliminar o gás proveniente da fermentação.

### 2.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DAS AMOSTRAS DE SEMENTES

O teor de umidade foi determinado pelo método da estufa a 105°C, seguindo as recomendações das Regras de Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009a). Inicialmente, as cápsulas de alumínio foram pesadas em uma balança analítica, seguida da pesagem da amostra de sementes ( $4,5 \pm 0,5$ g). As Amostras permaneceram na estufa por 24 horas, a temperatura de 105°C, sendo posteriormente transferidas para um dessecador. Após o resfriamento, as amostras foram pesadas obtendo-se o peso da cápsula + semente seca. O teor de umidade foi obtido pela seguinte fórmula:

$$\text{Teor de umidade (\%)} = \frac{100(P - p)}{P - t}$$

Em que:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

### 2.4 INOCULAÇÃO DE SEMENTES

A inoculação das sementes foi feita com doses de 0%, 25% e 50% de microrganismos eficientes. Para tanto, as sementes de cada tratamento foram acondicionadas dentro de copos plásticos com capacidade de 180 ml, com 30 ml de solução, a fim de cobrir todas as sementes. Adotou-se a seguinte proporção: dose 0%: 0 ml de microrganismos eficientes e 30 ml de água destilada; dose 25%: 7,5 ml de microrganismos eficientes e 22,5 ml de água destilada; dose 50%: 15 ml de microrganismos eficientes e 15 ml de água destilada (Figura 2). O tempo de contato das sementes com os tratamentos foi de 5 minutos (SANTOS *et al.*, 2020; ARAÚJO *et al.*, 2022). Após, as sementes foram escorridas em gerbox com tela de aço e, na sequência, foram instalados os testes de germinação, vigor e sanidade.

Figura 2 - Procedimento de inoculação de sementes de milho com microrganismos eficientes, nas doses 0, 25 e 50%.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

## 2.5 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO

O potencial fisiológico foi determinado pelo teste de germinação, primeira contagem de germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG), seguindo as premissas contidas nas Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009a).

O teste de germinação e a primeira contagem de germinação foram realizados simultaneamente. Um total de 400 sementes foram organizadas em oito repetições de 50 sementes. As sementes foram distribuídas de forma equidistante sobre o papel germitest, o qual foi umedecido previamente (2,5 vezes o seu peso).

Após a confecção dos rolos de papel, estes foram colocados dentro de sacos plásticos e levados para a incubadora a 25 °C e fotoperíodo de 8 horas. O teste de germinação foi encerrado no sétimo dia obtendo-se o número de plântulas normais, plântulas anormais, sementes duras, sementes mortas e sementes dormentes. Já, a primeira contagem de germinação foi efetuada no quinto dia de teste e computado apenas o número de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem, em números inteiros.

Para o IVG foram utilizadas no total 200 sementes por tratamento, arranjadas em quatro repetições de 50 sementes cada (COLOGNI; LAURINDO, 2019). O procedimento de umedecimento do papel germitest, confecção dos rolos de papel e condições de acondicionamento das amostras, foi igual ao descrito anteriormente, no teste de germinação e primeira contagem de germinação. A análise das amostras foi feita diariamente, durante 7 dias, sempre no mesmo horário, verificando o número de sementes germinadas, com comprimento de raiz igual ou maior que 5 mm (MOURA *et al.*, 2020). Para o cálculo do IVG foi utilizada a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$$

Em que:

G<sub>1</sub>: Número de sementes germinadas no dia 1;

N<sub>1</sub>: Primeiro dia de avaliação;

G<sub>2</sub>: Número de sementes germinadas no dia 2;

N<sub>2</sub>: Segundo dia de avaliação;

G<sub>n</sub>: Número de sementes germinadas no dia n;

N<sub>n</sub>: n-ésimo dia de avaliação;

## 2.6 TESTE DE SANIDADE

O método "*blotter test*" foi utilizado na análise sanitária das sementes (BRASIL, 2009b). As amostras foram compostas por 100 sementes, formando 4 repetições de 25 sementes para cada tratamento (MOURA *et al.*, 2020). O teste foi montado em gerbox, higienizados com hipoclorito de sódio na concentração de 1% e com papéis germitest esterilizados em estufa a 150°C, por 1h e 30 minutos, e umedecidos 2,5 vezes o seu peso.

Inicialmente, as amostras foram acondicionadas em BOD, a 20°C, com regime de luz de 12 horas, durante 24 horas. Logo após, foram submetidas a congelamento, em freezer, por 24 horas, a fim de bloquear a germinação das sementes. E, posteriormente, as amostras retornaram para a BOD por mais 5 dias (BRASIL, 2009b). A avaliação dos patógenos que colonizaram as sementes foi feita em nível de gênero, com o auxílio de microscópio óptico e estereoscópico, com a observação das estruturas morfológica dos fungos *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp. (NEERGAARD, 1979), sendo o resultado expresso em percentagem de fungos presentes nas sementes, com duas casas após a vírgula.

## 2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, com desdobramentos com teste de médias de Tukey e análise de regressão, ambos a 5% de probabilidade de erro, conforme a significância da interação cultivar x dose e, posteriormente, no caso da interação não significativa do estudo dos efeitos principais (cultivar e dose). A análise estatística para o teor de umidade foi realizada no Programa Genes (CRUZ, 2013) e as demais no Programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quatro cultivares de milho utilizadas nesse estudo diferiram para o teor de umidade, com valores variando de 11,0% (Palha roxa) a 12,8 % (Argentino branco) (Tabela 2). Apesar da análise de variância indicar diferença significativa entre as cultivares, os teores de umidade não ultrapassam o limite preconizado para o armazenamento de 13% (PESKE; LUCCA FILHO; BARROS, 2019).

Tabela 2 - Teor de umidade (%) da semente de quatro cultivares de milho.

Cultivar	Umidade (%) <sup>1</sup>
Argentino branco	12,8 a <sup>2</sup>
Híbrido FS533PWU	12,0 b
Cunha	11,1 c
Palha roxa	11,0 c
Coeficiente de variação (%)	1,3

<sup>1</sup>Significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F. <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Além desse padrão de umidade para o armazenamento, Toledo; Marcos Filho (1977) ressaltam um faixa de umidade ideal para sementes ortodoxas, como o milho, entre 11 e 14 % para um período de 12 meses. Um baixo teor de umidade é preconizado, pois o teor de umidade da semente tem correlação com a sua atividade metabólica, podendo impactar negativamente na germinação, vigor e na sanidade quando estiver fora dessa faixa. Diante do exposto, se pressupõem que o teor de umidade não será um fator que influenciará nos resultados de potencial fisiológico e sanitário que serão apresentados na sequência, uma vez que, estão dentro do padrão aceito na armazenagem.

A interação cultivar x dose foi não significativa a 1% de probabilidade de erro para a porcentagem de germinação (Tabela 3). Assim, não foi possível ajustar uma dose de microrganismos eficientes para cada cultivar. O efeito de dose também foi não significativo, ou seja, não há uma dose de microrganismos eficientes que contribua para aumentar a porcentagem de germinação. Já, o efeito de cultivar foi significativo, indicando que o genótipo influencia na porcentagem de germinação.

A média obtida para germinação foi de 88%, sendo considerada adequada (Tabela 3). Troian *et al.* (2017) ao avaliar quatro cultivares de milho de polinização aberta (Argentino amarelo, Argentino branco, Caiano e BR 473) obteve valor médio de germinação muito similar (87%). Quanto mais próximo de 100%, melhor é a porcentagem de germinação e maior é a possibilidade de sucesso do lote de sementes em condições de campo. Nesse sentido, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece padrões mínimos para



que um lote possa ter suas sementes comercializadas no país. Na cultura do milho, independente da categoria da semente (certificada ou fiscalizada) e do tipo de cultivar (variedade ou híbrido), a germinação mínima aceita é de 85% (BRASIL, 2013).

Tabela 3 - Análise de variância para porcentagem de germinação (%) de três variedades de polinização aberta (Argentino branco, Cunha e Palha roxa) e de um híbrido comercial de milho (FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
Cultivar	3	654,94 **
Dose	2	68,13 <sup>ns</sup>
Cultivar x Dose	6	41,25 <sup>ns</sup>
Resíduo	84	38,70
Média (%)		88
CV (%)		7,1

\*\* significativo pelo teste F, a 1% de probabilidade de erro. <sup>ns</sup> não significativo.

O coeficiente de variação obtido para porcentagem de germinação foi baixo (7,1%) (Tabela 3), sendo similar aos obtidos por Troian *et al.* (2017), Cologni; Laurindo (2019) e Moura *et al.* (2020) (5,5, 10.7 e 6.1%, respectivamente).

O híbrido FS533PWU e a variedade de polinização aberta Cunha obtiveram os melhores desempenhos quanto a germinação, com porcentagem de plântulas normais de 94% e 90%, respectivamente (Tabela 4). Isso denota que as sementes de uma variedade obtida por um agricultor familiar podem ter o mesmo potencial germinativo que um híbrido comercial, que foi cultivado em campos de produção de sementes, com padrões rígidos de cultivo. Já, as variedades Palha roxa (84%) e Argentino branco (83%) obtiveram porcentagens de germinação um pouco inferiores ao padrão comercial de 85% estabelecido pelo MAPA (BRASIL, 2013).

Tabela 4 - Médias de porcentagem de germinação (%) obtidas para quatro cultivares de milho.

Cultivar	Número de plântulas normais (%)
Híbrido FS533PWU	94 a
Cunha	90 a
Palha roxa	84 b
Argentino branco	83 b

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

A porcentagem de germinação de variedades de polinização aberta também foi avaliada por Troian *et al.* (2017), sendo que as variedades Argentino amarelo, Argentino branco e BR 473 não diferiram e apresentaram valores de variando de 91 a 95% de germinação; já a Caiano apresentou baixa porcentagem de germinação (69%). Cabe ressaltar que nesse estudo não foram testadas doses de microrganismos eficientes e sim avaliado o efeito de genótipo sobre a variável germinação, sendo preconizado a avaliação dos materiais mais utilizados pelos agricultores familiares do Sul do estado do Rio Grande do Sul.

Em um outro estudo, Cologni; Laurindo (2019) verificaram um efeito negativo desses produtos alternativos (microrganismos eficientes, supermagro e *Trichoderma*) sobre a porcentagem de germinação de um híbrido de milho (P4285) em comparação a testemunha (sem nenhum tratamento). Contudo, o uso de microrganismos eficientes isoladamente ou supermagro isoladamente ou estes combinados resultaram em maiores porcentagens de plântulas normais, que os tratamentos que continham *Trichoderma*. Os autores atribuem o efeito negativo do uso de *Trichoderma* a uma possível fitotoxidez. No presente trabalho, não se verificou efeito de produto (microrganismos eficientes), mas sim de cultivar. Assim, as diferenças verificadas na germinação são exclusivamente genéticas.

Na primeira contagem de germinação, tido como um teste de vigor, obteve-se diferenças significativas, com 1% de probabilidade de erro, para interação cultivar x dose (Tabela 5), ou seja, há possibilidade de encontrarmos uma dose ideal de microrganismos eficientes para cada cultivar de milho.

Tabela 5 - Análise de variância para primeira contagem de germinação (%) e índice de velocidade de germinação de três variedades de polinização aberta (Argentino branco, Cunha e Palha roxa) e um híbrido comercial de milho (FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).

Fonte de variação	Primeira contagem da germinação		Índice de velocidade de germinação	
	GL	QM	GL	QM
Cultivar	3	5246,87 **	3	29,29 **
Dose	2	350,95 <sup>ns</sup>	2	10,69 **
Cultivar x Dose	6	1089,39 **	6	0,75 <sup>ns</sup>
Resíduo	84	129,13	36	0,48
Média		62		18
CV (%)		18,5		3,9

\*\* significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro e <sup>ns</sup> não significativo.

Já, para o índice de velocidade de germinação (IVG) não obtive-se a interação cultivar x dose significativa (Tabela 5). Contudo, houve efeito significativo para cultivar e dose, a 1% de probabilidade de erro. Quanto ao coeficiente de variação, este foi de 18,5% e 3,9%, respectivamente. Considerando, outras pesquisas, os dados de IVG foram muito precisos (baixo coeficiente de variação) (MOURA *et al.*, 2020; ARAÚJO *et al.*, 2022).

O uso de diferentes fontes de microrganismos eficientes (comercial e agricultores familiar de regiões diferentes – Viçosa e Montes Claros/MG) não resultou em diferença significativa para a primeira contagem de germinação para cultivares de polinização aberta no estudo utilizado por Dourado (2018). Moura *et al.* (2020) avaliando diferentes ambientes de captura e concentrações de microrganismos sobre o IVG de uma variedade de polinização aberta (Avaré) não observaram efeitos significativos na análise de variância. Araújo *et al.* (2022) também não verificaram efeito significativo sobre o IVG quando avaliaram diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 10, 50, 80 e 100%) em um híbrido comercial e uma variedade crioula. Portanto, os resultados obtidos na análise de variância no presente trabalho para as variáveis primeira contagem de germinação e IVG discordam dos relatados na literatura.

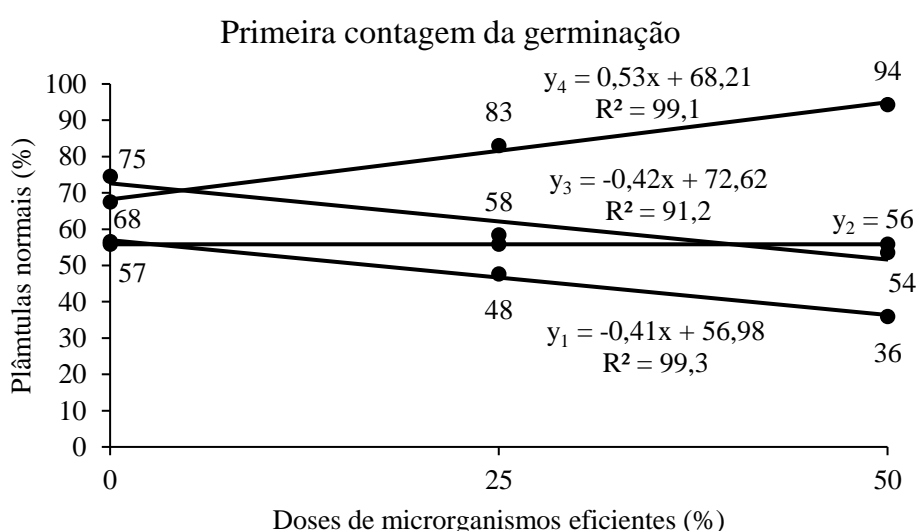
O vigor quando avaliado pela primeira contagem de germinação apresentou comportamento distinto entre a cultivar híbrida e as variedades de polinização aberta (Gráfico 1). Para o híbrido FS533PWU verificou-se um efeito linear positivo, ou seja, o uso de microrganismos eficientes resultou em aumento no número de plântulas normais. Na dose de 0, 25 e 50% foram obtidas 68, 83 e 94% plântulas normais, respectivamente. Portanto, a medida que aumenta-se a dose de microrganismos eficientes, há impacto positivo no vigor das sementes, sendo a dose de 50% a melhor para a primeira contagem de germinação.

Para as variedades de polinização aberta, Argentino branco e Palha roxa foi verificado um efeito linear negativo, com redução do número de plântulas normais na primeira contagem de germinação com o aumento da dose de microrganismos eficientes (Gráfico 1). Na variedade Argentino branco o número de plântulas normais reduziu de 75% (dose 0%) para 54% (dose 50%). Já para a variedade Palha roxa reduziu de 57% (dose 0%) para 36% (dose 50%). Assim, inocular as sementes com a dose de 50% causa uma redução de 21% no vigor para ambas cultivares. A variedade Cunha não ajustou equação, resultado numa média de 53% de plântulas normais na primeira contagem de germinação.

A primeira contagem é um parâmetro utilizado para aferir vigor, pois sementes deterioradas tem velocidade de germinação menor (BHERING *et al.*, 2003). O comportamento divergente entre o híbrido e as variedades de polinização aberta para primeira contagem de germinação, pode ser atribuído ao tratamento industrial de sementes presente no híbrido. O

fungicida e o inseticida presentes nestas sementes provavelmente eliminaram fungos patogênicos que estavam presentes nas sementes e na suspensão de microrganismos eficientes, promovendo a ação de microrganismos benéficos presentes na suspensão de microrganismos eficientes.

Gráfico 1 - Porcentagem de plântulas normais (%) na primeira contagem da germinação de cultivares de milho ( $Y_1$  = Argentino branco;  $Y_2$  = Cunha;  $Y_3$  = Palha roxa e  $Y_4$  = Híbrido FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).



Araújo *et al.*, (2022) corroboram com essa hipótese ao verificarem vigor superior em um híbrido em relação a uma variedade crioula, quando testados com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 10, 50, 80 e 100%). Além disso, o efeito linear negativo nas variedades de polinização aberta pode estar ligado a uma possível toxidez causada pela alta concentração de microrganismos, pois segundo Santos *et al.*, (2020) em altas concentrações do inóculo pode haver uma competição por nutrientes entre os microrganismos eficientes e o embrião, impactando negativamente no desenvolvimento das plântulas.

A cultivar com maior IVG foi a híbrida, com valor igual a 20, seguido da Cunha com 18 e do Palha roxa e Argentino branco com 17, as quais não diferiram entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro (Tabela 6). Valores mais altos de IVG são desejados, pois indicam maior vigor das sementes. Quanto a dose, a que resultou em maior IVG foi a de 50% (19), seguida da 25% (18) e da testemunha (dose 0% com 17). Portanto, para garantir

germinação rápida, com uniformidade e, conseqüentemente, estando uniforme o produtor terá impactos positivos se inocular as sementes com microrganismos eficientes.

Tabela 6 - Médias para índice de velocidade de germinação para quatro cultivares de milho submetidas a inoculação de sementes com três doses de microrganismos eficientes.

Cultivar	Índice de velocidade de germinação (IVG)		
	IVG	Dose	IVG
Híbrido FS533PWU	20 a	0%	17 c
Cunha	18 b	25%	18 b
Palha roxa	17 c	50%	19 a
Argentino branco	17 c		

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Este efeito de aumento no IVG relacionado a maior dose de microrganismos eficientes, segundo Moura *et al.* (2020) e Araújo *et al.* (2022) pode estar atrelado a capacidade de degradação do tegumento da semente, provocado pelas enzimas e fito-hormônios produzidos pelos microrganismos eficientes, como giberelinas, auxinas, citocinas, ácido indolacético e ácido abcísico. Além disso, os microrganismos eficientes quebram a matéria orgânica liberando substâncias solúveis benéficas (aminoácidos e açúcares) que podem ser absorvidas pelas plântulas, colaborando para o desenvolvimento destas (MOWA; MAASS, 2012).

Porém, quando são avaliadas doses de microrganismo eficientes os dados obtidos para IVG são contrários ao verificados na literatura. Araújo *et al.* (2022), por exemplo, verificaram que as cinco doses de microrganismos testadas (0, 10, 50, 80 e 100%) não influenciaram o IVG em sementes de um híbrido e de uma variedade crioula. Já, Santos *et al.* (2016) constataram impacto negativo da inoculação com microrganismos eficientes. Mowa; Maass (2012) verificaram que sementes tratadas com microrganismos em doses mais baixas (1% e 2%) resultaram em maior IVG em sementes de capim-marandu.

Cabe ressaltar ainda que o vigor foi avaliado por duas metodologias: primeira contagem de germinação e IVG e que os resultados foram contrastantes. Se levarmos em consideração a primeira contagem de germinação, o uso de microrganismos eficientes é recomendado apenas para o híbrido comercial, pois reduz o vigor em variedades de polinização aberta. Já, o IVG além do efeito de genótipo, a dose 50% de microrganismos eficientes é a que gera melhores resultados. A baixa correlação (0,34) verificada entre esses métodos pode ser uma hipótese para explicar esses resultados divergentes (SENA; ALVES; MEDEIROS, 2015).

Quanto a análise de variância para a porcentagem de infecções por patógenos obtive-se interação cultivar x dose significativa para os fungos *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. E para

o *Fusarium* spp. observamos somente diferença significativa para cultivares (Tabela 7). Assim, para *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. existe a possibilidade de ajustar uma dose de microrganismos eficientes que controlam melhor esses patógenos para cada cultivar avaliada nesse trabalho. Ao passo que, para *Fusarium* spp. temos um efeito de genótipo apenas.

Tabela 7 – Análise de variância para porcentagem de infecção (%) de patógenos de três variedades crioulas (Argentino branco, Cunha e Palha roxa) e um híbrido comercial de milho (FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).

Fonte de variação	GL	% de Infecção		
		<i>Penicillium</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.
Cultivar	3	20077,67 **	8626,67 **	18251,11 **
Dose	2	2266,33 **	2386,33 **	236,33 <sup>ns</sup>
Cultivar x Dose	6	953,00 **	378,33 **	339,44 <sup>ns</sup>
Resíduo	36	72,78	134,00	188,00
Média (%)		59,92	58,91	50,17
CV (%)		14,24	19,67	27,33

\*\* significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro e <sup>ns</sup> não significativo.

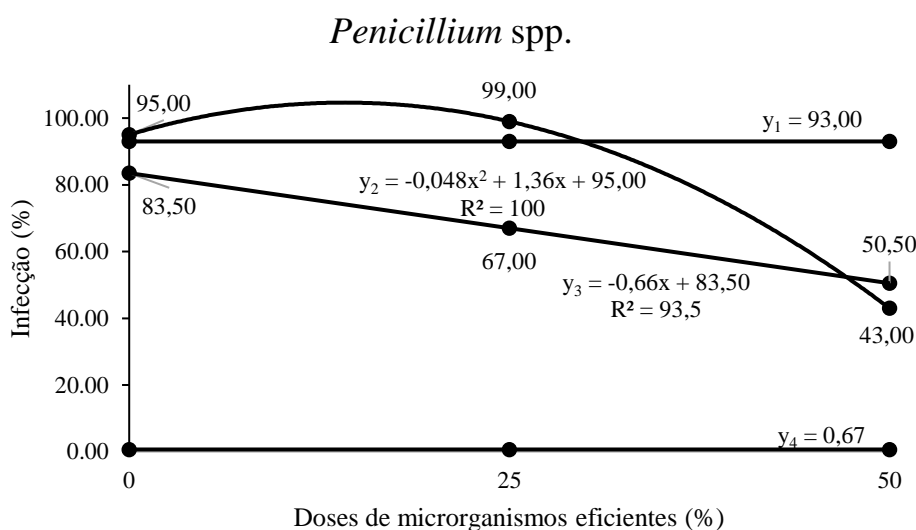
Os coeficientes de variação foram de 14,24% para *Penicillium* spp., 19,67% para *Aspergillus* spp. e de 27,33% para *Fusarium* spp., sendo maiores que os verificados por Moura *et al.* (2020) e para *Fusarium* spp. inferiores ao encontrado por Dourado (2018) (Tabela 7).

A média geral de porcentagem de infecção para *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp. foi alta, de 59,92, 58,91 e 50,17 %, respectivamente (Tabela 7). Para a produção de sementes um dos fatores que implicam na qualidade das mesmas são os patógenos, pode-se citar os fungos como um dos patógenos de bastante relevância, pois eles atacam as sementes, causando podridão, além desse sintoma também são observados em raiz e colmo, o que compromete a germinação e o vigor, a palatabilidade dos grãos, podendo levar ao comprometimento da produção (SACHS *et al.*, 2012).

Para Piveta *et al.* (2014) a perda de qualidade fisiológica está diretamente ligada a qualidade sanitária da semente. Stefanello (2014) avaliando sementes crioulas de milho durante nove meses de armazenamento verificou que os principais fungos que causaram deterioração e redução da qualidade fisiológica foram dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*. Portanto, os fungos podem comprometer as sementes durante o armazenamento e durante a semeadura, afetando também o estágio de plântula.

Houve efeito de doses sobre as cultivares na infecção por *Penicillium* spp., na cultivar Cunha, a dose de 50% de microrganismos eficientes reduziu 52% a infecção pelo fungo, em relação ao tratamento testemunha (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Porcentagem de infecção de *Penicillium* spp. em sementes de cultivares de milho ( $Y_1$  = Argentino branco;  $Y_2$  = Cunha;  $Y_3$  = Palha roxa e  $Y_4$  = Híbrido FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).



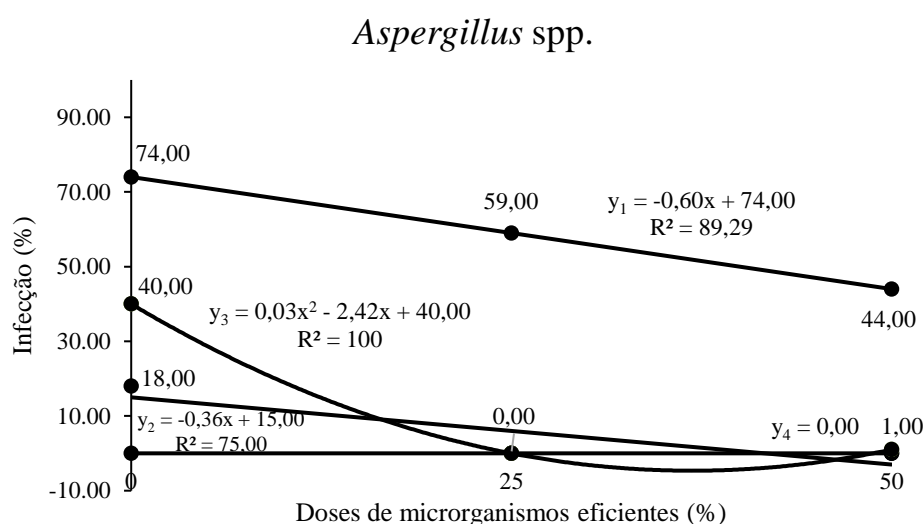
Efeito similar foi observado para a variedade Palha roxa, mas de menor magnitude, redução de 33% na infecção, com efeito linear negativo, ou seja, quanto maior a dose de microrganismos eficientes, menor a porcentagem de infecção (Gráfico 2). Para a cultivar Argentino branco e o híbrido não houve ajuste de equação, sendo observados valores médios de infecção de 93% e 0,67%, respectivamente. Portanto, as cultivares de polinização aberta foram mais acometidas pelo fungo *Penicillium* spp. que o híbrido e isso por ser atribuído a existência prévia de tratamento industrial nas sementes híbridas.

Esses resultados foram similares aos encontrados por Dourado (2018), que obteve um decréscimo na incidência de *Penicillium* spp., quando as sementes foram inoculadas com microrganismos eficientes coletados por agricultores em Vicoso-MG e Montes Claros- MG, e com resultados próximos ao tratamento com fungicida carbendazim + tiram. Portanto, o tratamento com microrganismos eficientes pode ser utilizado com o intuito de reduzir a infecção por *Penicillium* spp. nas sementes de milho.

Para *Aspergillus* spp., a variedade Argentino branco na testemunha (Dose 0%) apresentou uma infecção de 74%; quando aplicado 25% de microrganismos eficientes houve

uma redução de infecção para 59%; e na dose de 50% resultou em, 44% de infecção (Gráfico 3). Para a variedade Cunha na dose de 25% e de 50% de microrganismos eficientes não houve infecção (0%), comparada a testemunha com infecção de 18%, ou seja, também houve uma redução da infecção para esta cultivar com o tratamento com microrganismos eficientes.

Gráfico 3 - Porcentagem de infecção de *Aspergillus* spp. em sementes de cultivares de milho ( $Y_1$  = Argentino branco;  $Y_2$  = Cunha;  $Y_3$  = Palha roxa e  $Y_4$  = Híbrido FS533PWU), submetidas a inoculação de sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25 e 50%).



A variedade Palha roxa, por sua vez, apresentou infecção de 40% (testemunha) para 0%, ao ter suas sementes inoculadas com a dose de 25% de microrganismos eficientes, sendo observado um pequeno aumento da infecção (1%) na dose de 50% (Gráfico 3). Já, para o híbrido, não houve ajuste de equação, pois em todos tratamentos testados não houve infecção do patógeno. Portanto, de modo geral, a inoculação das sementes com microrganismos eficientes reduz a infecção por *Aspergillus* spp. em variedades de polinização aberta.

Resultados similares a este foi encontrado por Moura *et al.* (2020) que observou que os microrganismos eficientes mitigaram a infecção de *Aspergillus* spp. quando comparada a testemunha. Para Morocho; Mora (2019) essa redução pode estar ligada com ação de controle biológico dos actinomicetos, que fazem parte dos microrganismos eficientes, e produziram compostos antifúngicos que causam a inibição do crescimento micelial de algumas espécies que tem efeito patogênico.

A infecção por *Fusarium* spp. ocorreu nas variedades Argentino branco e Palha roxa com 17%, as quais não diferiram entre si (Tabela 8). A variedade Cunha apresentou 18%,



diferindo do híbrido com 20%. Assim, verificou-se uma menor incidência de *Fusarium* spp. nas variedades de polinização aberta que no híbrido.

Essa diferença entre cultivares provavelmente está ligada a resistência genética intrínseca dos materiais. Sabe-se até o momento que a resistência a *Fusarium* spp., tem herança poligênica, com complexo controle genético (MESTERHÁZY; LEMMENS; REID, 2012).

O gênero *Fusarium* spp. tem papel de protagonismo para problemas causados na agricultura, destacando-se como patógeno de plantas com grande importância mundial. É relatado como patógeno produtor de micotoxina, pois pode provocar podridões nas espigas do milho (PINTO, 2005). Está atrelado também a redução na germinação de sementes (MACHADO *et al.*, 2013; KUHNEM-JUNIOR *et al.*, 2013), podendo causar podridão da base do colmo, provocando tombamento de planta e paralização do processo de enchimento de grãos. (NERBASS; CASA; ANGELO, 2004; REIS *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005).

Tabela 8 – Médias para porcentagem de infecção (%) de *Fusarium* spp. em sementes de quatro cultivares de milho.

Cultivar	<i>Fusarium</i> spp. (% infecção)
Argentino branco	17 a
Palha roxa	17 a
Cunha	18 b
Híbrido FS533PWU	20 c

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Dourado (2018) aplicando dosagens de 0, 1, 2, 5 e 100% de microrganismos eficientes (comercial, coletados em Montes Claros - MG e em Viçosa - MG) verificou melhores resultados com o uso da maior dose (100%) causando uma redução significativa do patógeno. Portanto, concentrações de microrganismos mais altas favorecem a diminuição do patógeno. Moura *et al.* (2020), avaliando doses de microrganismos (0, 50 e 100%) capturados em mata e em canaviais, determinou que a inoculação de microrganismos eficientes capturados na mata reduzem de forma linear a infecção por *Fusarium* spp. em sementes de milho.

Portanto, esse trabalho teve o intuito de buscar alternativas para os produtores que utilizam sementes com tratamento industrial, e para os que não utilizam defensivos agrícolas no tratamento de semente. Os microrganismos eficientes mostram-se uma ferramenta viável para ser utilizada pelos produtores, contribuindo no aumento do vigor das sementes e reduzindo a infecção por alguns fungos (*Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp.). As cultivares de milho

respondem de diferentes formas as doses de microrganismos eficientes (0, 25, 50%), demonstrando que o posicionamento deverá ser diferente para cada cultivar.

Como foram ajustadas somente equações lineares que indicam que quanto maior a dose melhor vai ser a resposta, tanto no sentido de aumento quanto de redução, novos estudos, com maiores doses de microrganismos eficientes, devem ser conduzidos, para que se possa ajustar um valor de dose que expresse a maior eficiência técnica.

#### **4 CONCLUSÃO**

A germinação não é afetada pelas diferentes doses de microrganismos eficientes, há somente efeito de genótipo.

O híbrido FS533PWU e a variedade de polinização aberta Cunha apresentam as maiores porcentagens de germinação.

Na primeira contagem de germinação há impacto negativo no número de plântulas normais a medida que aumenta a dose de microrganismos para as variedades de polinização aberta, e impacto positivo no híbrido.

O híbrido apresenta maior IVG que as variedades de polinização aberta. A dose de 50% de microrganismos eficientes resulta em melhor IVG.

Os microrganismos eficientes tem efeito positivo sobre a qualidade sanitária das sementes, provocando a diminuição da infecção por *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp..

A incidência de *Fusarium* spp. não é afetada pelo uso de microrganismos eficientes e sim pelo efeito de genótipo. As variedades de polinização aberta Argentino branco e Palha roxa apresentam as menores porcentagens de infecção por *Fusarium* spp..

## REFERÊNCIAS

ABRASEM. Associação Brasileira de Semente. **Guia de boas práticas de tratamento de sementes**. Paraná: ABRASEM, 2015. 15 p. Disponível em: <  
[https://boaspraticasagronicas.com.br/wp-content/uploads/2015/12/Guia\\_TSI.pdf](https://boaspraticasagronicas.com.br/wp-content/uploads/2015/12/Guia_TSI.pdf)>

ARAÚJO, L. R. *et al.* Influência dos microrganismos eficazes (EM) inoculados em duas variedades de milho (*Zea mays* L.). **Revista da Universidade Estadual de Alagoas**. v. 14, n. 1, p. 12-18, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 45, DE 17 DE SETEMBRO DE 2013**. Estabelecer os padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes de algodão, amendoim, arroz, arroz preto, arroz vermelho, aveia branca e amarela, canola, centeio, cevada, ervilha, feijão, feijão caupi, gergelim, girassol variedades, girassol cultivares híbridas, juta, linho, mamona variedades, mamona cultivares híbridas, milho variedades, milho cultivares híbridas, painço, soja, sorgo variedades, sorgo cultivares híbridas, tabaco, trigo, trigo duro, triticale e de espécies de grandes culturas inscritas no Registro Nacional de Cultivares - RNC e não contempladas com padrão específico, a partir do início da safra 2013/2014, na forma dos Anexos I a XXX desta Instrução Normativa. Diário Oficial da União: 18 set. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009a. 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009b. 200 p.

BHERING, M. C. *et al.* Avaliação do vigor de sementes de melancia (*Citrullus lunatus* Schrad.) pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 1-6, 2003.

BONFIM, F. P. G. *et al.* **Caderno dos microrganismos eficientes (EM)**: instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Fitotecnia; 2011. 32 p.

COLOGNI; F. R.; LAURINDO, M. C. de O. Eficiência do tratamento de sementes de milho com produtos alternativos. In: SEMANA ACADÊMICA DE AGRONOMIA, 13., 2019, Paraná. **Anais** [...]. Paraná: FAG, 2019. p. 29-32. Disponível em:  
<https://www.fag.edu.br/upload/revista/seagro/5d0a7e26bb5c5.pdf>

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos**. V. 9, n. 7. Brasília: CONAB, 2022.

COSTAMILAN, L. M. *et al.* **La Niña e os possíveis efeitos sobre a ocorrência de doenças de soja na safra 2010/2011**. 1. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2012. Disponível em:  
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/109968/1/2012-soja-resultados-2011-2012.pdf>.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

DOURADO, E. da R. **Microrganismos Eficientes (EM) no tratamento de sementes de milho**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C. **Importância socioeconômica**. Minas Gerais: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>>

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GAZZOLA, R. et al. Renta de agricultores y agroindustrias cooperados en Santa Catarina, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 69-77, 2019.

JANSSEN, E. et al. Pre-harvest measures against *Fusarium* spp. Infection and related mycotoxins implemented by Dutch wheat farmers. **Crop Protection**, v. 122, p. 1-34, 2019.

KOVÁCS, K.; KOVÁCS, G. Jr.; MESTERHÁZY, Á. Expression of resistance to fusarial ear blight in corn inbreds and their hybrids. **Maydica**, v. 39, p. 187-190, 1994.

KUHNEM JÚNIOR, P. R. et al. Características patogênicas de isolados do complexo *Fusarium graminearum* e de *Fusarium verticillioides* em sementes e plântulas de milho. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 583-588, 2013.

LUZ, W. C. da. Combinação dos tratamentos biológico e químico de semente de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 37-40, 2003.

MACHADO, J. C. et al. Inoculum potential of *Fusarium verticillioides* and performance of maize seeds. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, n. 3, 21-217, 2013.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. **Cultivo do Milho: Ecofisiologia**. Disponível em:< [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_8\\_ed/ecofisiologia.html](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/ecofisiologia.html)>.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MESTERHÁZY, Á.; LEMMENS, M.; REID, L. M. Breeding for resistance to ear rots caused by *Fusarium* spp. in maize – a review. **Plant Breeding**, v. 131, n. 1, p. 1-19, 2012.

MOREIRA, V. R. da R. **Desafios da produção de sementes de hortaliças em associações de agricultores orgânicos e biodinâmicos no sul de Minas Gerais**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Desenvolvimento Sustentável e Extensão) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

MOURA, A. Q. et al. Microrganismos e seus produtos de fermentação interferem na qualidade de sementes e plântulas de milho? **Nativa**. v. 8, n. 4, p. 490-497, 2020.

- MOROCHO, M. T.; MORA, M. L. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. **Centro Agrícola**, v. 46, n. 2, p. 93-103, 2019.
- MOWA, E.; MAASS, E. The effect of sulphuric acid and effective micro-organisms on the seed germination of *Harpagophytum procumbens* (devil's claw). **South African Journal of Botany**, v. 82, p. 193-199, 2012.
- MUKANGA, M. et al. A survey of pre-harvest ear rot diseases of maize and associated mycotoxins in south and central Zambia. **International Journal of Food Microbiology**, v. 141, n. 3, p. 213–221, 2010.
- NEERGAARD, P. **Seed pathology**. 2. ed. London: MacMillan Press, 1979. 1191 p.
- NERBASS, F. R.; CASA, R. T.; ANGELO, H. R. Qualidade do tratamento comercial de sementes de milho com fungicidas na safra de 2006/07. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 7, n. 1, p. 30-36, 2008.
- PARIKH, L. et al. Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp. in row crops in Nebraska. **Crop Protection**, v. 108, p. 120-127, 2018.
- PEREIRA, O. A. P., CARVALHO, R. V.; CAMARGO, L. E. A. **Doenças do milho**. In: KIMATI, H. et al. Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas. 4ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. p. 477-488.
- PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; BARROS, A. C. S. A. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 4 ed. Pelotas: Ed. Universitária, 2019. 579 p.
- PINTO, N. F. J. A. **Grãos ardidos em milho**. Circular Técnica 66. Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005. 5 p.
- PIVETA, G. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de Aroeira-Preta (*Lithraea molleoides*) submetidas a métodos de superação de dormência. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 289–297, 2014.
- REIS, E. M.; CASA, R. T.; BRESOLIN, A. C. R. **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2. ed. Lages: Graphel, 2004. 144 p.
- SACHS, C. et al. Incidência de *Fusarium verticillioides* em sementes de milho e transmissão para o sistema radicular e parte aérea da planta. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29., 2012, São Paulo. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: Embrapa, 2012. p. 614-620.
- SANTOS, L. F. dos et al. Effective microorganisms inoculant: Diversity and effect on the germination of palisade grass seeds. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, suppl. 1, e20180426, 2020.
- SAVIĆ, Z. et al. Biological control of aflatoxin in maize grown in Serbia. **Toxins**, v. 12, n. 3, p. 1-11, 2020.
- SENA, D. V dos A.; ALVES, E. U.; MEDEIROS D. S. de. Vigor de sementes de milho cv. ‘Sertanejo’ por testes baseados no desempenho de plântulas. **Ciência Rural**, v. 45, n. 11, p. 1910-1916, 2015.

STEFANELLO, R. et al. **Composição química e qualidade de sementes de variedades crioulas de milho no armazenamento**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1977. 224 p.

TROIAN; A. et al. Teste de germinação em três variedades e uma cultivar de milho crioulo. In: XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência –Universidade do Vale do Paraíba, 21., 17., 7., 2017, Paraíba. **Anais [...]**. Paraíba: UNIVAP, 2017. p. 1-5. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/revista/seagro/5d0a7e26bb5c5.pdf>

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - Foreign Agricultural Service (FAS). **Grãos: Mercados e Comércio Mundial**, 2022. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/commodities/corn>