

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

VINICIUS BENETTI

**QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO
INOCULADAS COM MICRORGANISMOS EFICIENTES**

ERECHIM

2023

VINICIUS BENETTI

**QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO
INOCULADAS COM MICRORGANISMOS EFICIENTES**

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: Prof^a. Dr^a. Sandra Maria Maziero

ERECHIM

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Benetti, Vinicius

QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
MILHO INOCULADAS COM MICRORGANISMOS EFICIENTES /
Vinicius Benetti. -- 2023.

33 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, 2023.

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

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados

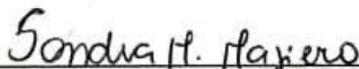
VINICIUS BENETTI

QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO
INOCULADAS COM MICRORGANISMOS EFICIENTES

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 23/06/2023.

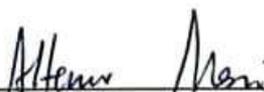
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Sandra Maria Maziero – UFFS
Orientadora



Prof. Dr. Bernardo Berencheim – UFFS
Avaliador



Prof. Dr. Atemir José Mossi – UFFS
Avaliador

RESUMO

O milho é um cereal muito versátil, sendo uma cultura de grande importância na agricultura. A utilização de produtos microbiológicos, como bactérias, fungos e vírus, pode ser uma alternativa viável para melhorar a sanidade, a germinação e o vigor dessas sementes. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de microrganismos eficientes na sanidade, germinação e vigor de sementes de três cultivares de milho. Para tanto, cinco diferentes doses de microrganismos eficientes (0, 25, 50, 75 e 100%) e três cultivares de milho (Amarelão, Pixurum e AG9025 PRO3), compuseram os tratamentos na forma de bifatorial, seguindo o delineamento inteiramente casualizado. Antes de cada teste as sementes das diferentes cultivares de milho foram inoculadas com as cinco diferentes doses de microrganismos eficientes. A sanidade das sementes foi determinada pela porcentagem de infecção dos fungos *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp.. No teste de germinação foram obtidas as porcentagens de plântulas normais e anormais e a porcentagem de sementes mortas, duras e dormentes. E o vigor das sementes foi mensurado pelo índice de velocidade de germinação e pela primeira contagem de germinação. As análises estatísticas compreenderam a análise de variância, seguida de regressão ou teste de média de Tukey, dependendo da variável analisada. Interação cultivar x microrganismo eficiente foi verificada para a infecção dos fungos (*Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Alternaria* spp.), germinação e primeira contagem de germinação. Para o índice de velocidade de germinação houve apenas efeito significativo de cultivar. A menor taxa de infecção de *Fusarium* spp. foi verificada na dose de 75% para as cultivares Amarelão e Pixurum e para a cultivar híbrida a dose de 50% foi a que obteve melhor resposta, com menor infecção. Para *Penicillium* spp. a dose de 100% reduziu a infecção em relação a testemunha para a cultivar híbrida e Pixurum. A inoculação de microrganismo eficiente aumenta a infecção por *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. na variedade Amarelão. Para a cultivar híbrida na dose de 75% houve a menor taxa de infecção de *Aspergillus* spp., enquanto a variedade Pixurum não ajustou a equação mantendo média baixa de infecção. Na porcentagem média de germinação, nas doses do tratamento testemunha (dose 0%) e 25% obteve-se a melhor média de germinação, para ambas as cultivares. Conforme as sementes das três cultivares foram submetidas a maiores doses de microrganismos eficientes houve impacto negativo na germinação, aumentando a porcentagem de plântulas anormais. Para sementes mortas e duras não foi verificado diferença significativa entre os tratamentos avaliados. Maior IVG foi obtido pelo híbrido (16), seguido do Amarelão com (12) e Pixurum com valor igual a 11, maior IVG, significa maior vigor. Para as cultivares Pixurum e híbrido o melhor resultado na primeira contagem foi no tratamento testemunha (dose 0%) e na cultivar Amarelão o maior vigor foi na dose de 100%, portanto nesse sentido para elevar o vigor das sementes na cultivar Amarelão o uso de microrganismos eficientes é uma ótima alternativa. Com isso, o uso de microrganismos eficientes para o uso para o tratamento de sementes de milho pode se tornar algo viável, para assim reduzir a infecção de fungos em doses mais elevadas, mas pode afetar a germinação e o vigor das sementes.

Palavras – chave: *Zea mays*; Microrganismos eficientes; Fungos de sementes; Germinação e Vigor.

ABSTRACT

Corn is a very versatile cereal, being a crop of great importance in agriculture. The use of microbiological products, such as bacteria, fungi and viruses, can be a viable alternative to improve the health, germination and vigor of these seeds. Thus, this work aimed to evaluate the effect of different doses of efficient microorganisms on health, germination and seed vigor of three maize cultivars. For that, five different doses of efficient microorganisms (0, 25, 50, 75 and 100%) and three maize cultivars (Amarelão, Pixurum and AG9025 PRO3), composed the treatments in a bifactorial way, following a completely randomized design. Before each test, seeds of different maize cultivars were inoculated with five different doses of efficient microorganisms. Seed health was determined by the percentage of infection by *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. and *Aspergillus* spp.. In the germination test, the percentage of normal and abnormal seedlings and the percentage of dead, hard and dormant seeds were obtained. And seed vigor was measured by the germination speed index and the first germination count. Statistical analyzes comprised analysis of variance, followed by regression or Tukey's mean test, depending on the analyzed variable. Efficient cultivar x microorganism interaction was verified for fungal infection (*Fusarium* spp., *Penicillium* spp. and *Alternaria* spp.), germination and first germination count. For the germination speed index there was only a significant effect of cultivar. The lowest rate of *Fusarium* spp. was verified at a dose of 75% for the Amarelão and Pixurum cultivars and for the hybrid cultivar the dose of 50% was the one that obtained the best response, with less infection. For *Penicillium* spp. the 100% dose reduced the infection in relation to the control for the hybrid cultivar and Pixurum. Efficient microorganism inoculation enhances *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. in the Amarelão variety. For the hybrid cultivar at a dose of 75%, there was the lowest infection rate of *Aspergillus* spp., while the Pixurum variety did not adjust the equation, maintaining a low average of infection. In the average percentage of germination, in the doses of the control treatment (dose 0%) and 25%, the best average of germination was obtained, for both cultivars. As the seeds of the three cultivars were subjected to higher doses of efficient microorganisms, there was a negative impact on germination, increasing the percentage of abnormal seedlings. For dead and hard seeds, no significant difference was verified between the evaluated treatments. Higher IVG was obtained by the hybrid (16), followed by Amarelão with (12) and Pixurum with a value equal to 11, higher IVG, means greater vigor. For the Pixurum and hybrid cultivars, the best result in the first count was in the control treatment (dose 0%) and in the Amarelão cultivar, the highest vigor was at the 100% dose, therefore, in order to increase seed vigor in the Amarelão cultivar, the use of efficient microorganisms is a great alternative. With this, the use of efficient microorganisms for use in the treatment of corn seeds can become something viable, in order to reduce fungal infection at higher doses, but it can affect the germination and vigor of the seeds.

Keywords: *Zea mays*; Efficient microorganisms; Seed fungus; Germination and Vigor.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sementes de milho utilizadas no experimento para avaliar o potencial sanitário e fisiológico de sementes inoculadas com microrganismos eficientes.....	12
Figura 2 – Inoculação de sementes de milho em copos plástico com 30 ml de solução na dose de 75% de microrganismo eficiente para a realização do teste de germinação.....	14
Figura 3 – Sementes de milho após a inoculação com microrganismos eficientes aguardando a instalação do teste de germinação.....	14
Figura 4 – Caixas gerbox contendo sementes de milho submetidas ao método “ <i>blotter test</i> ” para avaliação dos fungos <i>Fusarium</i> spp., <i>Penicillium</i> spp. e <i>Aspergillus</i> spp.....	15
Figura 5 – Teste de germinação em sementes de milho com 50 sementes distribuídas de forma equidistante sobre papel germitest.....	16
Figura 6 – Avaliação de plântulas normais no 4° (PCG) e de plântulas e sementes no 7° dia (teste de germinação), respectivamente.....	16
Gráfico 1 – Média de infecção de <i>Fusarium</i> spp. em sementes de milho nas cultivares Amarelão, Pixurum e AG9025 PRO3 (Híbrido) inoculadas com diferentes doses com microrganismos eficientes.....	18
Gráfico 2 – Média de infecção de <i>Penicillium</i> spp. em sementes de milho nas cultivares Amarelão, Pixurum e Híbrido (AG9025 PRO3) inoculadas com diferentes doses com microrganismos eficientes.....	20
Gráfico 3 – Média de infecção de <i>Aspergillus</i> spp. em sementes de milho nas cultivares Amarelão, Pixurum e AG9025 PRO3 (Híbrido) inoculadas com diferentes doses com microrganismos eficientes.....	22
Gráfico 4 – Porcentagem média de germinação de sementes de milho inoculadas com diferentes doses com microrganismos eficientes.....	23
Gráfico 5 – Média de plântulas anormais (% , A), sementes mortas (% , B) e sementes duras (% , C) de cultivares de milho submetidas a inoculação de sementes com microrganismos eficientes.....	25
Gráfico 6 – Média de índice de velocidade de germinação para sementes de três cultivares de milho.....	26
Gráfico 7 – Primeira contagem de germinação (PCG, % de plântulas normais) de três cultivares de milho, Amarelão (A), Pixurum (B) e híbrido AG9025 PRO3 (C) submetidas a diferentes doses de microrganismos eficientes.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição de esquema fatorial entre três cultivares de milho e cinco doses de microrganismos eficientes.	12
Tabela 2 – Proporção entre a quantidade de microrganismo eficiente e água destilada para obter 30 ml de solução para inocular as sementes de milho.	13

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 DESENVOLVIMENTO	11
2.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1.1 Delineamento experimental.....	11
2.1.2 Inoculação das sementes com microrganismos eficientes.....	13
2.1.3 Determinação da qualidade sanitária de sementes.....	14
2.1.4 Teste de germinação e vigor.....	15
2.1.5 Análise estatística dos dados.....	17
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
3 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea da família Poaceae, que pode ser utilizada tanto para alimentação humana e animal de maneira direta (SILVA *et al.*, 2020). Segundo Mary Poll (2007) os primeiros registros do cultivo do milho foram cerca a 7 mil anos atrás, no Golfo do México.

O cultivo de milho no Brasil tem crescido a cada ano. Em relação à safra 2022, é esperado um aumento de 11,2 % na produção em 2023 (ROCHA, 2023), com expectativa de gerar uma produção de 123 milhões de toneladas (CONAB, 2022). Os Estados Unidos e a China são os maiores produtores mundiais de milho, seguido de Índia e do Brasil (EMBRAPA, 2022).

O milho pode ser semeado em dois períodos diferentes, denominadas como: safra e a safrinha (SILVA *et al.*, 2020) e as cultivares de milho podem ser subdivididas em dois grupos comerciais: híbridos e as variedades de polinização aberta (VPA) (CRUZ *et al.*, 2021). O híbrido é a primeira geração obtida através do cruzamento de linhagens puras (OLIVEIRA, 2022) e os principais tipos de híbridos são: simples, triplos e duplos. Já, as VPA são resultantes do cruzamento entre várias linhagens e são comumente cultivadas por pequenos produtores, cujas sementes podem ser utilizadas para na próxima safra, ao contrário das sementes híbridas.

As VAP são uma alternativa em sistemas de produção orgânicos, uma vez que, não é permitido o uso de cultivares transgênicas (BRASIL, 2023). Quando comparados com híbridos, as VAP possuem tetos produtivos menores, porém em função da sua base genética ampla, tem maior tolerância a estresses bióticos e abióticos (VOGT, BALBINOT JUNIOR, BACKES 2011). Assim, o uso de VAP reduz custo de produção, pois o produtor consegue produzir sua própria semente e é a cultivar que mais se adapta a sistemas de produção sub-ótimos do ponto de vista do uso de defensivos agrícolas e fertilizantes minerais.

Nos sistemas orgânicos de produção também são preconizados o uso de métodos culturais, biológicos e mecânicos para o controle de plantas daninhas, insetos e doenças, não sendo permitidos o uso de materiais sintéticos, como os tradicionais herbicidas, inseticidas e fungicidas químicos (BRASIL, 2023). Considerando o uso de sementes, a legislação vigente preconiza que em 2025 os produtores orgânicos possam utilizar apenas sementes orgânicas. Assim, alternativas para o tratamento de sementes com produtos microbiológicos (fungos, bactérias e vírus) devem ser fomentadas, para viabilizar essa cadeia produtiva.

Em 2022 haviam 552 produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) considerados de baixo impacto (MAPA, 2022). Os produtos que possuem baixo impacto têm ingredientes ativos biológicos, microbiológicos, extratos vegetais

ou reguladores de crescimento. Considerando os agentes de controle de doenças, as bactérias do gênero *Bacillus* são as mais utilizadas. A espécie do tipo *Bacillus subtilis*, por exemplo, é utilizada para controle de doenças foliares e de raízes e pode ter impacto positivo na germinação de sementes (ARAÚJO, 2008).

Em alternativa aos produtos de baixo impacto já registrados no MAPA, o uso de microrganismos eficientes pode ser uma ferramenta de baixo custo para o produtor, pois são encontrados em solos férteis e podem ser facilmente capturados seguindo as orientações das fichas agroecológicas do MAPA (ANDRADE, 2020). Os microrganismos eficientes estão relacionados ao aumento na produtividade agrícola, ajudam na estruturação do solo (aceleram a decomposição da matéria orgânica, evitam compactação e aumentam a porosidade e infiltração da água) e podem evitar a proliferação de doenças e pragas (GUIA, 2018).

Estudos prévio mostraram que a utilização de microrganismos pode ser uma ferramenta viável que pode ser utilizada para os produtores, pois podem contribuir para aumento do vigor das sementes e reduzir a infecção de alguns fungos, como os *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. em semente de milho (GROMANN, 2022).

O intuito dessa pesquisa é atender produtores que buscam por tratamentos microbiológicos de sementes, que possam ser utilizados em sistemas orgânicos de produção e produtores convencionais em transição, que cultivam híbridos de milho ou VAP. Portanto, esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de microrganismos eficientes na sanidade, germinação e vigor de sementes em três cultivares de milho.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1 Delineamento experimental

Os experimentos foram realizados na Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Erechim, seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema bifatorial: fator 1 cultivar (3 níveis) e fator 2: dose de microrganismo eficiente (5 níveis), como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição de esquema bifatorial entre três cultivares de milho e cinco doses de microrganismos eficientes.

Tratamentos	Fator 1	Fator 2
	Cultivar de milho	Dose de microrganismo eficiente (%)
1	Amarelão ¹	0
2	Amarelão	25
3	Amarelão	50
4	Amarelão	75
5	Amarelão	100
6	Pixurum ¹	0
7	Pixurum	25
8	Pixurum	50
9	Pixurum	75
10	Pixurum	100
11	AG9025 PRO3 ²	0
12	AG9025 PRO3	25
13	AG9025 PRO3	50
14	AG9025 PRO3	75
15	AG9025 PRO3	100

¹Variedade de polinização aberta. ²Híbrido simples.

As sementes das cultivares Amarelão e Pixurum foram adquiridas no Centro de Apoio e Promoção da Agroecologia (CAPA) de Erechim e as sementes do híbrido AG9025 PRO3, safra 2022/23, foram doadas por um produtor rural de Vila Lângaro/RS (Figura 1).

Figura 1 – Sementes de milho utilizadas no experimento para avaliar o potencial sanitário e fisiológico de sementes inoculadas com microrganismos eficientes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

2.1.2 Inoculação das sementes com microrganismos eficientes

O “extrato mãe” dos microrganismos eficientes utilizados neste trabalho foram obtidos por GROMANN (2022), em sua pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso, as quais foram obtidas pela metodologia das fichas de agroecologia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), (ANDRADE, 2020), e passaram por um processo de reativação (multiplicação dos microrganismos eficientes presentes no “extrato mãe”). Para tanto, 100 ml de microrganismos eficientes do “extrato mãe” foram misturados a 200 g de açúcar mascavo orgânico e acondicionados em uma garrafa pet, com capacidade de 2 litros, completando-se o volume com água destilada. Por um período de 10 dias a garrafa pet foi aberta diariamente para eliminar o gás proveniente da fermentação. Desta forma, o açúcar mascavo funcionou como um substrato para multiplicar os microrganismos eficientes que estavam inativados no “extrato mãe”.

A inoculação das sementes com diferentes doses de microrganismos eficientes foi feita em copos plásticos de 200 ml, contendo 30 ml de solução. Assim, para cada porcentagem de microrganismos eficientes foram colocadas diferentes proporções de água destilada e microrganismos eficientes como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Proporção entre a quantidade de microrganismo eficiente e água destilada para obter 30 ml de solução para inocular as sementes de milho.

Dose de microrganismo eficiente	Quantidade em ml de microrganismo eficiente	Quantidade em ml de água destilada
0	0	30
25	7,5	22,5
50	15	15
75	22,5	7,5
100	30	0

As sementes ficaram em contato com a solução durante 5 minutos, como preconizado por Santos *et al.* (2020), (Figura 2).

Figura 2 – Inoculação de sementes de milho em copos plástico com 30 ml de solução na dose de 75% de microrganismo eficiente para a realização do teste de germinação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Transcorrido o tempo de inoculação, as sementes de milho foram postas sob telas de aço de caixa gerbox para drenar a solução e aguardar a instalação dos testes para avaliação do potencial sanitário e fisiológico (Figura 3).

Figura 3 – Sementes de milho após a inoculação com microrganismos eficientes aguardando a instalação do teste de germinação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

2.1.3 Determinação da qualidade sanitária de sementes

A sanidade das sementes de milho foi avaliada pelo método de “*blotter test*” (BRASIL, 2009a). Inicialmente, as caixas gerbox foram higienizadas com hipoclorito de sódio (solução a 1%) e os papéis germitest foram esterilizados em estufa a 150°C, por 1h e 30 minutos. Um total de 200 sementes por tratamento divididas em 4 repetições foram postas, após a inoculação com

microrganismos eficientes, nas caixas gerbox, com papéis umedecidos 3 vezes seu peso seco, com água esterilizada em autoclave.

As amostras foram mantidas por 24 horas em incubadora BOD, regulada a 20°C e fotoperíodo de 12 horas, sendo transferidas posteriormente para um freezer de gavetas, por igual período. Isso é feito a fim de bloquear a germinação das sementes, permitindo assim a avaliação de fungos em sementes e não em plântulas. Após o período de congelamento houve a necessidade de reumedecimento das amostras, sendo utilizados 5 ml de água esterilizada em todas as amostras. E por fim, as amostras retornaram a BOD por mais 5 dias.

O computo de sementes com infecção de patógenos foi feita com um auxílio de microscópio estereoscópico e óptico, observando-se as estruturas morfológicas dos fungos *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp. (NEERGAARD, 1979) (Figura 4).

Figura 4 – Caixas gerbox contendo sementes de milho submetidas ao método “blotter test” para avaliação dos fungos *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

2.1.4 Teste de germinação e vigor

Para determinar o potencial fisiológico das sementes inoculadas com microrganismos eficientes foram usados o teste de germinação e os testes de vigor: Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Primeira Contagem de Germinação (PCG).

O teste de germinação foi instalado com 400 sementes, divididas em oito repetições (BRASIL, 2009b). Os rolos de germinação foram compostos por três papéis germitest, umedecidos previamente com água destilada, 2,5 vezes o seu peso. Para montar os rolos, duas folhas umedecidas foram postas sobre a bancada e 50 sementes foram distribuídas de forma equidistante e, após, foi colocada mais uma folha umedecida sobre as sementes (Figura 5). As

laterais e a parte inferior dos papéis germitest foram dobradas para evitar a perda de sementes e enroladas em formato de rolo.

Figura 5 – Teste de germinação em sementes de milho com 50 sementes distribuídas de forma equidistante sobre papel germitest.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os rolos de papel foram identificados por tratamentos, com acondicionamento dentro de sacos plástico e mantidos em incubadora BOD, regulada a 20 °C e com fotoperíodo de 8 horas. A primeira contagem de germinação (teste de vigor) ocorreu no 4° dia, avaliando-se apenas o número de plântulas normais (Figura 6). E no 7° dia foi avaliado o número de plântulas normais novamente, plântulas anormais, sementes duras, sementes mortas e sementes dormentes, dados esses que compuseram o resultado do teste de germinação. Tanto os resultados para PCG, quanto para germinação foram expressos em porcentagem (números inteiros).

Figura 6 – Avaliação de plântulas normais no 4° (PCG) e de plântulas e sementes no 7° dia (teste de germinação), respectivamente.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O IVG foi instalado da mesma forma que o teste de germinação, porém com 200 sementes (COLOGNI; LAURINDO, 2019; GROMANN, 2022). O parâmetro utilizado para avaliação foi o comprimento da raiz primária da plântula, igual ou maior que 5 mm, sendo que os rolos de papel eram analisados diariamente, durante 5 dias (MOURA et al., 2020; GROMANN, 2023). A fórmula de Maguire (1962) foi utilizada para calcular o IVG:

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

Em que:

G₁: Número de sementes germinadas no dia 1;

N₁: Primeiro dia de avaliação;

G₂: Número de sementes germinadas no dia 2;

N₂: Segundo dia de avaliação;

G_n: Número de sementes germinadas no dia n;

N_n: n-ésimo dia de avaliação;

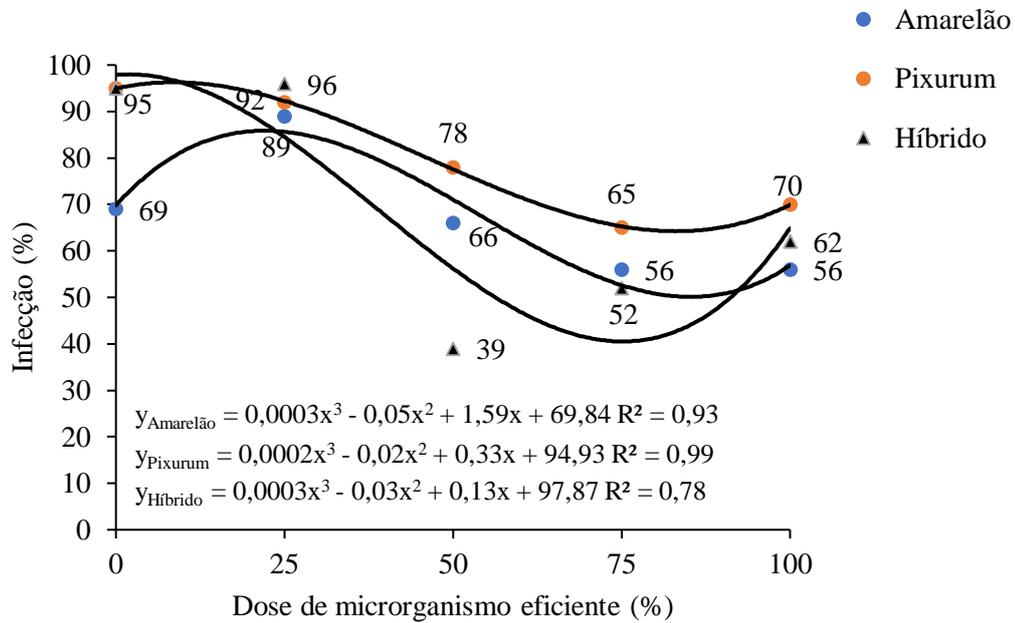
2.1.5 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, considerando as fontes de variação: cultivar, dose, cultivar x dose e erro. Os dados com interação cultivar x dose significativa foram analisados por meio de regressão. Já, os dados que não ajustaram equação com coeficiente de determinação (R²) menor de 70% ou com efeitos principais significativos (cultivar e/ou dose) tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey. Todas as análises foram feitas a 5% de probabilidade de erro no Programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A infecção de *Fusarium* spp. foi afetada pela interação dose de microrganismo eficiente x cultivar, ou seja, as três cultivares de milho apresentaram diferentes comportamentos em relação a infecção em função da dose de microrganismo eficiente inoculada na semente (Gráfico 1). Regressões cúbicas foram ajustadas para as três cultivares, com coeficiente de determinação (R²) de 78% (híbrido) a 99% (Pixurum).

Gráfico 1 – Média de infecção de *Fusarium* spp. em sementes de milho nas cultivares Amarelão, Pixurum e AG9025 PRO3 (Híbrido) inoculadas com diferentes doses com microrganismos eficientes.



*interação dose x cultivar significativa ($p > 0,05$), CV: 12,02%.

No tratamento testemunha (dose 0% de microrganismo eficiente), as cultivares Pixurum e híbrido apresentaram porcentagem de infecção por *Fusarium* spp. iguais (95%), e maiores que a cultivar amarelão (69%) (Gráfico 1). Assim, inicialmente, a cultivar Amarelão continha uma infecção menor por *Fusarium* spp. que as demais cultivares. Em outro trabalho, GROMANN (2022) avaliou quatro cultivares de milho e verificou menores valores de infecção de *Fusarium* spp., onde as variedades Argentino Branco e Palha Roxa apresentaram infecção média em 17%, a Cunha com 18% de infecção e a híbrida com a média mais alta, com 20%.

Segundo Cardoso *et al.* (2021) e Callegari (2021), o *Fusarium* spp. é um fungo de campo, que afeta os grãos e sementes de milho durante a maturação, e causa podridão e quebra no colmo, mudança de coloração na medula da planta, e, também, é responsável por introduzir micotoxinas em espigas ou em grãos armazenados (CARDOSO *et al.*, 2021).

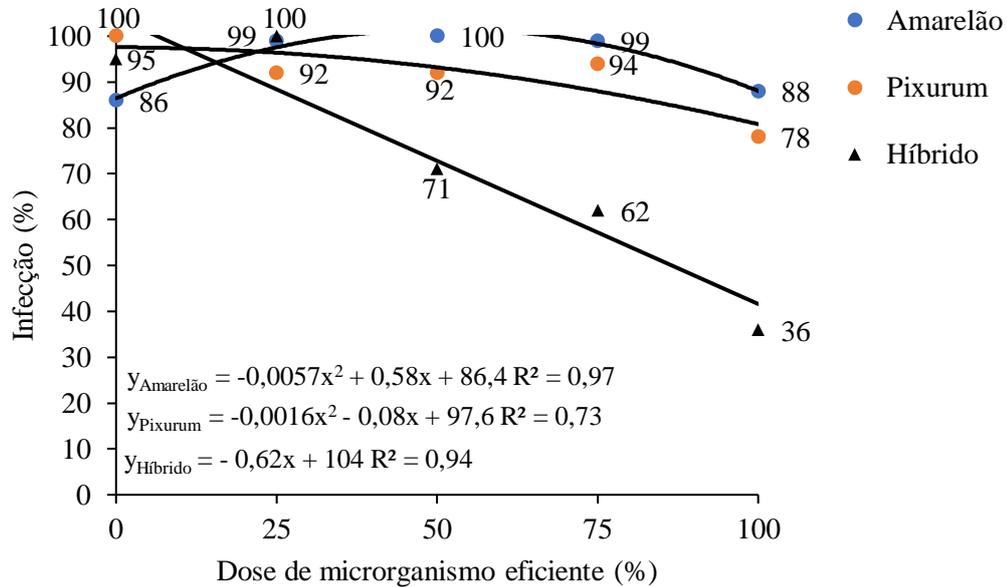
No geral, quando foram inoculados microrganismos eficientes nas sementes das três cultivares de milho houve redução da porcentagem de infecção por *Fusarium* spp., mesmo verificando-se um aumento de infecção na dose de 100% de microrganismo eficiente (Gráfico 1). Assim, podemos dizer que, em geral, quando aumenta a dose de microrganismo eficiente a porcentagem de infecção vai reduzindo. Para as cultivares Amarelão e Pixurum, a dose de

microrganismo eficiente mais indicada para controlar *Fusarium* spp. é a de 75%, já para o híbrido menor porcentagem de infecção foi verificada quando se utilizou 50% de microrganismo eficiente.

A redução de infecção nas cultivares de milho na melhor dose de microrganismo em relação a testemunha, foram na ordem de 68% para o híbrido, 41% para Pixurum e de 8% para Amarelão (Gráfico 1). Resultados como esse foram similares observados por DOURADO (2018). Em seu trabalho, o melhor tratamento, que teve menor incidência de *Fusarium* spp., foi o microrganismo de Cerrado filtrado na dose de 100%, que reduziu em 67% da infecção do patógeno. Deste modo, há indício que em concentrações mais altas favorecem a diminuição da incidência do patógeno. Isto corrobora com os resultados obtidos no presente estudo, em que doses mais elevadas de microrganismo reduzem a infecção por *Fusarium* spp. Portanto, o tratamento de sementes de milho com microrganismo eficiente pode ser uma ferramenta de controle de *Fusarium* spp., porém, deve ser associada a outra para que o controle seja mais assertivo e reduza a porcentagem de infecção a patamares menores, próximos a 0%.

Para a infecção de *Penicillium* spp. as três cultivares de milho apresentaram comportamentos bem diferentes em função da dose de microrganismo eficiente inoculada na semente (Gráfico 2). Regressões quadráticas foram ajustadas para as duas variedades de polinização aberta, Amarelão e Pixurum (R^2 : 97 e 73%, respectivamente) e linear para o híbrido AG9025 PRO3 (R^2 : 94%).

Gráfico 2 – Média de infecção de *Penicillium* spp. em sementes de milho nas cultivares Amarelão, Pixurum e Híbrido (AG9025 PRO3) inoculadas com diferentes doses com microrganismos eficientes.



*interação dose x cultivar significativa ($p > 0,05$), CV: 10,88%.

A cultivar Amarelão aumentou a infecção por *Penicillium* spp. com o uso de microrganismo eficiente (Gráfico 2). Na dose 0% (testemunha) havia uma infecção de 86%, esta aumentou para 100% nas doses seguintes de 25 e 50% e nas doses de 75% e 100% manteve-se elevada, resultado em 99% e 88% de infecção, respectivamente. Assim, os valores de infecção quando se usou microrganismo eficiente foram superiores a testemunha, que não continha microrganismo eficiente. Portanto, a inoculação de microrganismo eficiente nas sementes de milho da cultivar Amarelão é ineficaz para o controle de *Penicillium* spp..

A cultivar Pixurum obteve resultados melhores que a Amarelão no sentido de redução da infecção por *Penicillium* spp. (Gráfico 2). A infecção inicial do fungo (dose 0%) foi 100%, ou seja, todas as sementes de Pixurum estavam infectadas com *Penicillium* spp.. Quando as sementes foram submetidas as doses de 25 e 50%, houve uma redução da infecção para 92%, leve aumento foi verificado na dose de 75%, chegando a 94% de infecção e na dose de 100% de microrganismo eficiente houve o melhor controle, a infecção reduziu para 78%, gerando uma redução de 22% em relação a testemunha.

Na cultivar de milho híbrida houve um melhor controle da infecção de *Penicillium* spp. quando comparado com as outras duas cultivares avaliadas no experimento (Gráfico 2). A medida que as doses de microrganismos eficientes foram aumentadas houve redução na porcentagem de infecção do fungo. Comparando o tratamento testemunha (dose 0%) e a maior

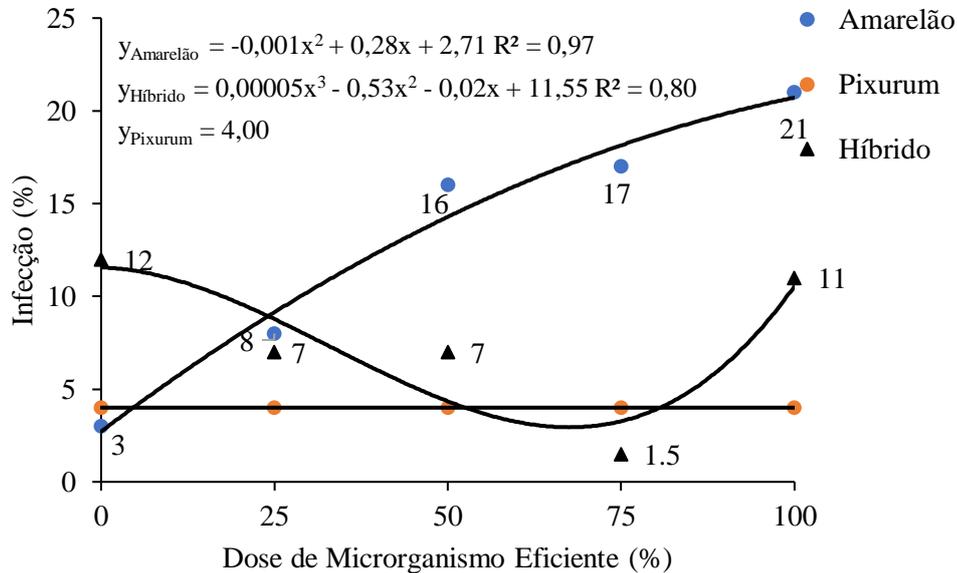
dose de microrganismo eficiente (100%) houve uma redução de 62%, ou seja, a infecção reduziu de 95% para 36%. Assim, na cultivar híbrida a inoculação de microrganismo eficiente nas sementes foi mais eficaz e estaria mais próxima de ser utilizada de forma isolada para o controle de *Penicillium* spp..

Comparando o comportamento das três cultivares a inoculação com microrganismo eficiente, no híbrido houve um controle melhor da infecção de *Penicillium* spp. conforme foi aumentando as doses comparado com as cultivares de polinização aberta (Amarelão e Pixurum). Entretanto, visando um controle mais eficaz, recomenda-se que os microrganismos eficientes sejam associados a outros agentes microbiológicos de controle.

Resultados parecidos foram obtidos por GROMANN (2022), onde ele avaliou a incidência de *Penicillium* spp., com inoculação em três diferentes doses de microrganismo eficiente (0, 25 e 50%), em sementes de quatro cultivares de milho (Argentino branco, Cunha, Palha roxa e o híbrido FS533PWU). Na cultivar de polinização aberta Cunha houve uma redução de 52% de infecção entre as doses de 0 e 50% e na variedade de Palha roxa de 33%, enquanto que, as cultivares Argentino Branco e híbrida manteve valores médios de infecção (93,00% e 0,67%, respectivamente).

Para a infecção por *Aspergillus* spp., assim como para *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp., as cultivares também se comportaram de formas diferentes com o uso de microrganismo eficiente. A infecção na variedade de polinização aberta Amarelão foi baixa, de apenas 3% no tratamento testemunha (dose 0%) (Gráfico 3). Mas, conforme foi se aumentando a dose de microrganismo eficiente inoculada nas sementes, foi tendo um aumento significativo, chegando a 21% de infecção na dose de 100% de microrganismos eficientes. A variedade Pixurum manteve uma média de infecção baixa também, em 4%, não ajustando equação.

Gráfico 3 – Média de infecção de *Aspergillus* spp. em sementes de milho nas cultivares Amarelão, Pixurum e AG9025 PRO3 (Híbrido) inoculadas com diferentes doses com microrganismos eficientes.



*interação dose x cultivar significativa ($p > 0,05$), CV: 22,46%.

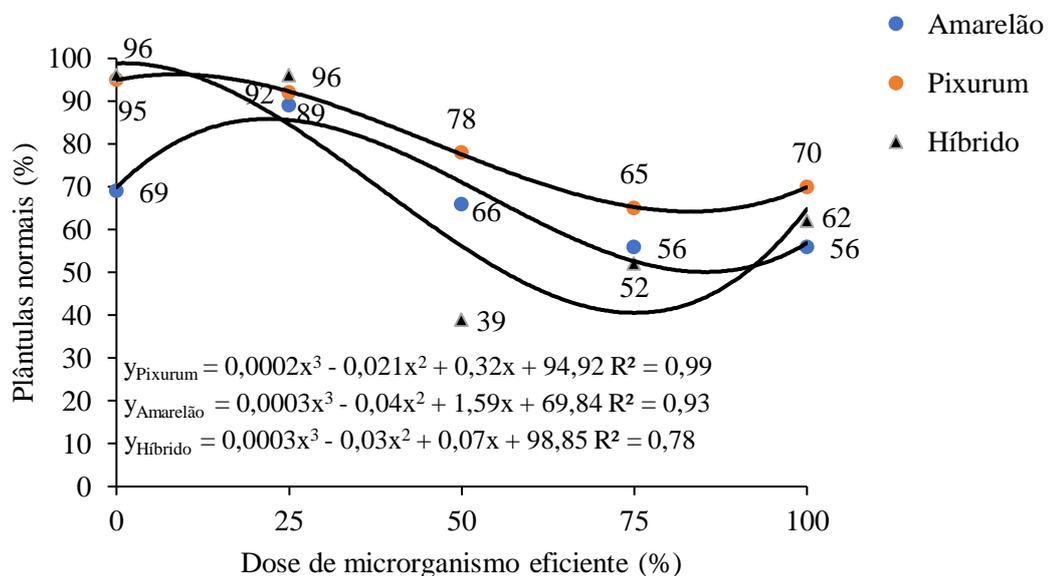
Resultados um pouco diferentes tivemos na cultivar híbrida. No tratamento testemunha (dose 0%) apresentou uma infecção de 12%, tendo uma pequena baixa nas doses de 25 e 50%, com 7% cada e na dose de 75% a menor infecção, de apenas 1,5%, mas quando as sementes foram sujeitas a inoculação em dose de 100% de microrganismos eficientes teve um aumento para 11% (Gráfico 3). Portanto, a partir dos resultados do presente trabalho, o uso de microrganismos eficiente para controlar *Aspergillus* spp. é eficaz apenas na cultivar híbrida, com melhor dose de inoculação de 75%, a qual reduziu 88% a infecção. Já GROMANN (2022) encontrou que a melhor dose de microrganismos eficientes para controlar *Aspergillus* spp. em sementes de milho de três VAP foi de 50%. Cabe ressaltar que esse autor não testou doses acima de 50%.

Diferenças de infecção de *Aspergillus* spp. entre cultivares também foi verificada por STRIEDER (2018). A cultivar Amarelão apresentou uma taxa de 52% de infecção e menos de 2% foi observada nas cultivares Branco e Branco Doce. Esta variabilidade de infecção, verificada por STRIEDER (2018) e pelo presente estudo podem ser atribuídas as condições de cultivo em que foram obtidas essas sementes e a tolerância ao patógeno intrínseca de cada cultivar. O *Aspergillus* spp. é um fungo de pós colheita responsável pela deterioração e

comprometimento da germinação da semente do milho (MOURA et al., 2020), por isso deve ser controlado com tratamento de sementes.

A germinação também foi afetada pela interação cultivar x dose de microrganismo (Gráfico 4). Para a média de germinação a variedade de polinização aberta Pixurum no tratamento testemunha teve uma média de 95% de plântulas normais, mantendo na dose seguinte de 25% uma germinação bem boa com 92%, mas nas doses de 50, 75 e 100% de inoculação de microrganismos eficientes teve redução na germinação das sementes de milho com 78, 65 e 70%, respectivamente.

Gráfico 4 – Porcentagem média de germinação de sementes de milho inoculadas com diferentes doses com microrganismos eficientes.



*interação dose x cultivar significativa ($p > 0,05$), CV: 7,84%.

A cultivar de semente híbrida (AG9025 PRO3) na dose de 25% de microrganismo eficiente manteve o mesmo índice de porcentagem de germinação que no tratamento testemunha, 96% de plântulas normais (Gráfico 4). Porém, nas doses seguintes houve redução de germinação, para 39% na dose de 50%, para 52% na dose de 75% e de 62% na dose de 100% (Gráfico 4).

Já a Amarelão melhorou a porcentagem de germinação na dose de 25%, passando de 69% na dose 0% para 89% na dose de 25% (Gráfico 4). Contudo, conforme foi se aumentando a dose de microrganismos eficientes a porcentagem de plântulas normais foi diminuindo gradativamente, mesmo comportamento verificado nas outras duas cultivares Pixurum e Híbrida. Assim, a dose de até 25% de microrganismo eficiente pode ser benéfica para a

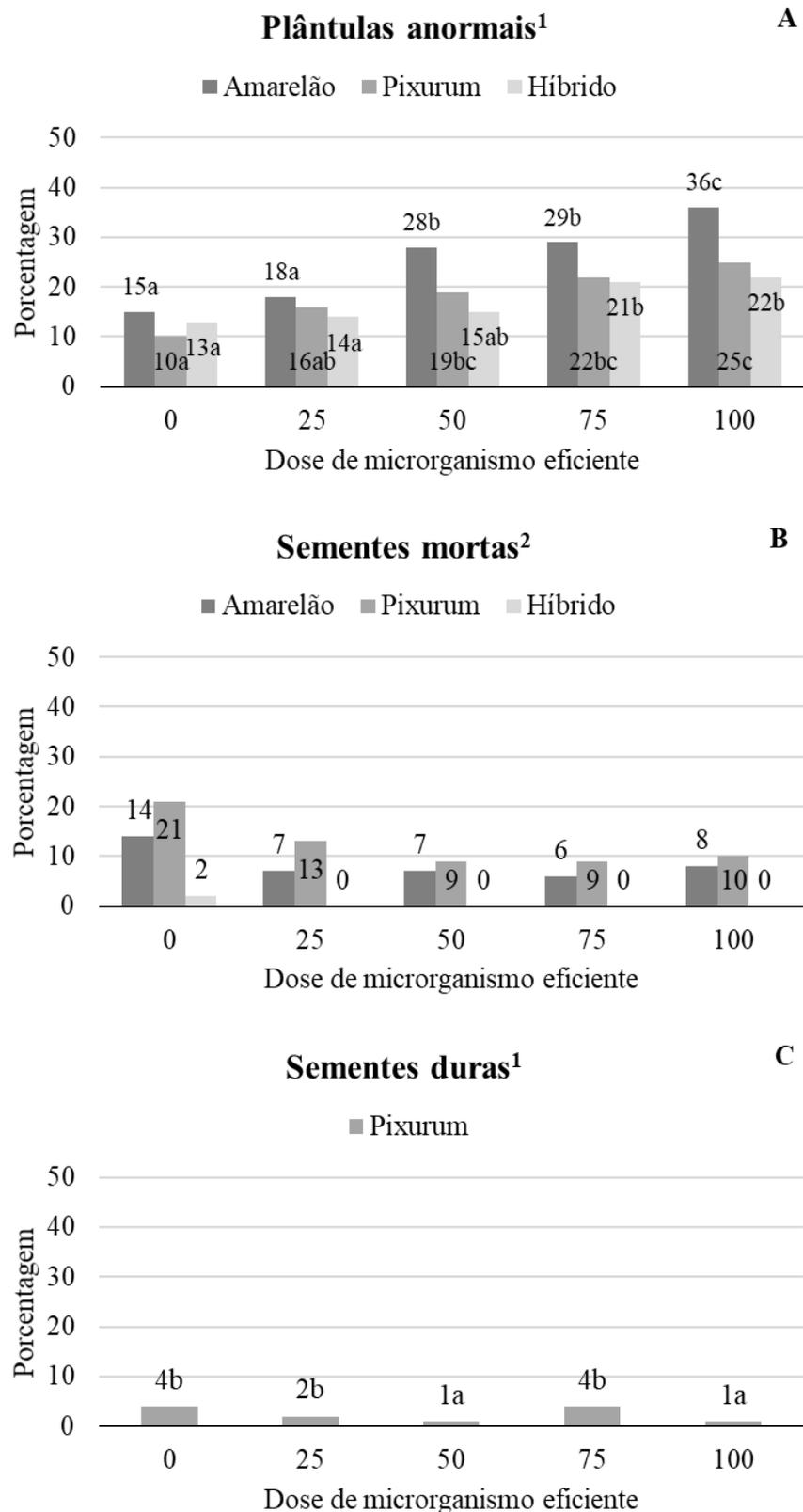
germinação de sementes de milho, resultado em porcentagem iguais ou superiores a 89% de germinação, sendo que esse impacto positivo na germinação foi mais nítido na cultivar Amarelão.

Em um estudo parecido COLOGNI; LAURINDO (2019) também verificaram impacto negativo na germinação quando as sementes de milho foram tratadas com produtos microbiológicos, microrganismos eficientes, Supermagro e Trichoderma. Portanto, visando a melhoria da germinação das sementes de milho com tratamento de sementes por meio de microrganismo eficiente recomenda-se usar apenas a dose de 25% microrganismo eficiente.

Para média de plântulas anormais os valores obtidos no tratamento testemunha (dose de 0%) e na dose de 25% não diferiram, nas três cultivares de milho (Gráfico 5). Sem o uso de microrganismo eficiente o número de plântulas anormais foi de 10, 13 e 15%, nas cultivares Pixurum, híbrida e Amarelão, respectivamente, e na dose de 25% de 16, 14 e 18%, respectivamente. Desta forma, a inoculação com 25% de microrganismo eficiente não afeta o número de plântulas anormais quando comparada ao tratamento sem microrganismos eficientes. As plântulas anormais não são de interesse na agricultura por terem anomalias que impactam no sistema radicular ou na parte aérea das plântulas, as quais não contribuem para a emergência da plântula a campo.

Na dose de 100% de microrganismos eficientes observou-se o maior número de plântulas anormais, com 36 e 25% nas cultivares de polinização aberta Amarelão e Pixurum e a híbrida tendo valor mais baixo com 22% (Gráfico 5). Diante disso, podemos observar que conforme as sementes foram submetidas a dose de microrganismo eficiente e se aumentando essas doses o número de plântulas anormais foi aumentando, exceto na dose de 25%. Portanto, o uso de doses mais elevadas de microrganismo eficiente impacta negativamente na germinação de sementes de milho, aumentando o número de plântulas anormais em detrimento ao número de plântulas normais.

Gráfico 5 – Média de plântulas anormais (%), sementes mortas (%) e sementes duras (%), C) de cultivares de milho submetidas a inoculação de sementes com microrganismos eficientes.

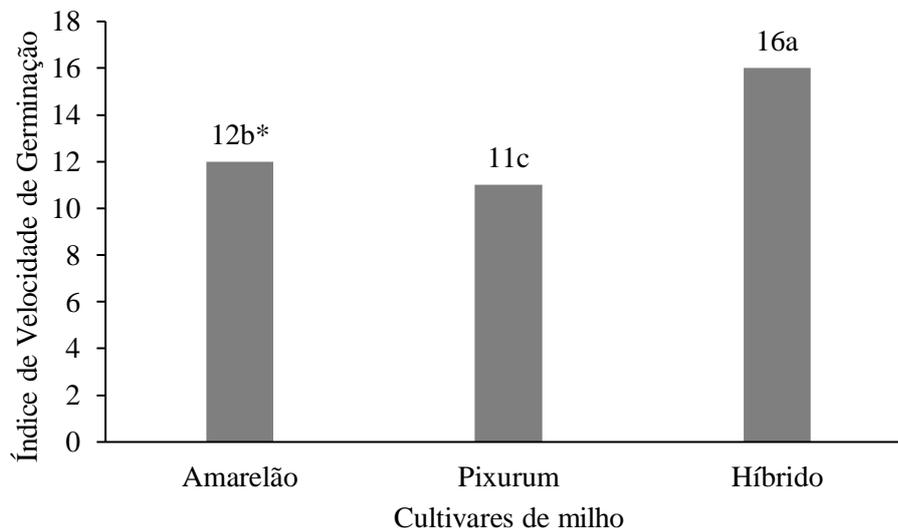


¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro. ns: não significativo. ²Não difere pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Para sementes mortas e duras não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos avaliados nesse estudo (Gráfico 6). O número de sementes mortas variou de 0 a 21%, sendo que a cultivar híbrida não apresentou sementes mortas quando tratada com microrganismos (doses de 25, 50, 75 e 100%). Segundo dados das regras para análise de sementes – RAS (BRASIL, 2009b), sementes mortas são descoloridas, moles e mofadas. Como anteriormente verificou-se que os microrganismos ajudam no controle de fungos, era de se esperar que o número de sementes mortas fosse menor que o número de plântulas anormais. A cultivar Pixurum foi a única que teve entre as três cultivares a apresentar sementes duras, revelando a ocorrência de sementes dormentes, as quais ocorrem em função da dificuldade de embebição de água.

O IVG diferiu significativamente entre as cultivares de milho (Gráfico 6). O híbrido apresentou o maior vigor de sementes, com valor igual a 16, seguido da Amarelão, com 12 e o Pixurum com 11. Valores mais altos de IVG são ponto positivo, pois indicam maior vigor, ou seja, maior número de plântulas em menor tempo. Portanto, para IVG houve efeito significativo apenas de cultivar, as doses de microrganismos eficientes não impactaram no IVG.

Gráfico 6 – Média de índice de velocidade de germinação para sementes de três cultivares de milho.



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

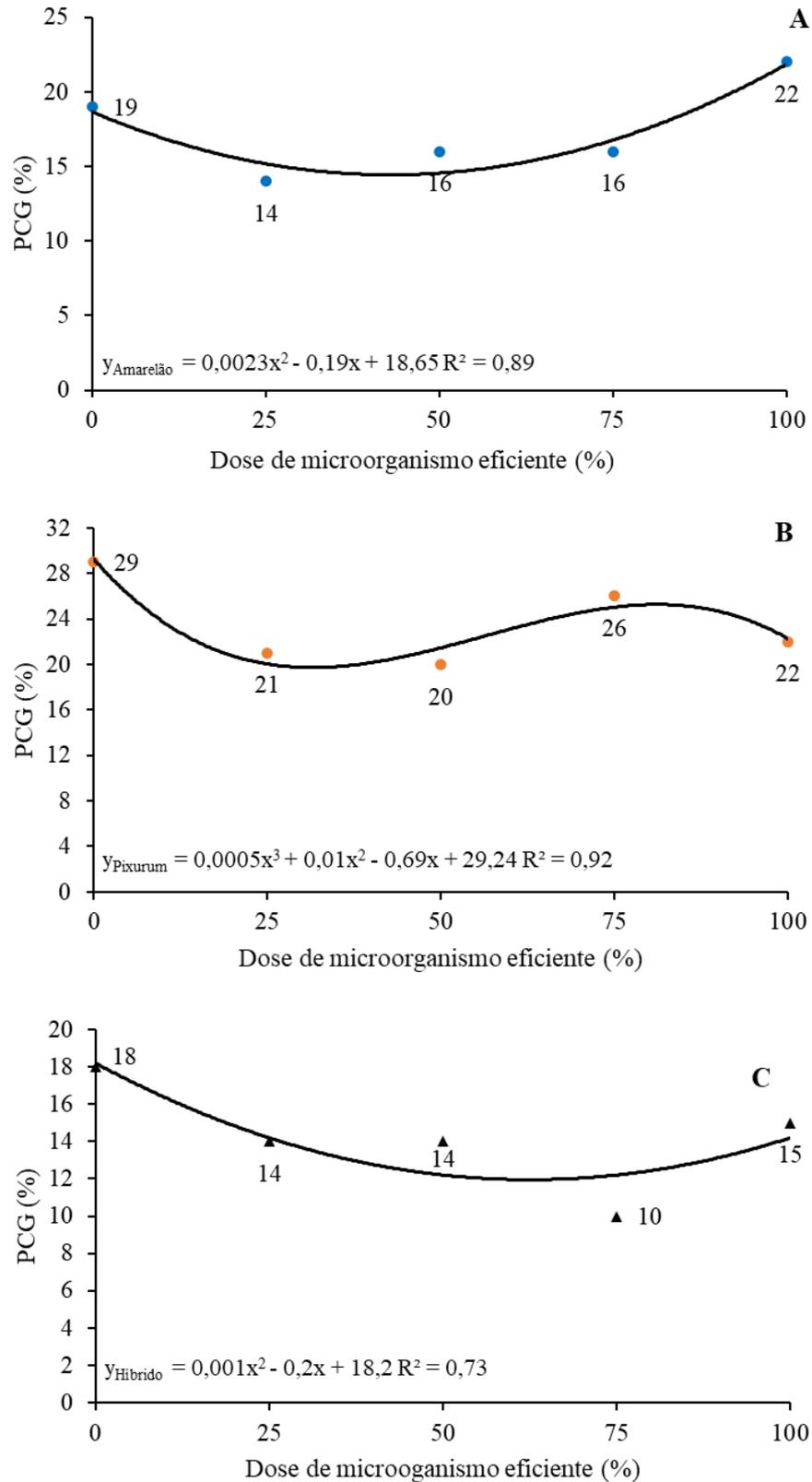
Em seu trabalho TROIAN *et al.* (2017) também verificou diferença de vigor entre três cultivares crioulas (Argentino Amarelo, Argentino Branco e Caiano) e uma híbrida (BR 473).

As cultivares com melhor média de IVG foram Argentino Amarelo (36) e BR 473 (35), e as com menor vigor, a Argentino Branco e Caiano (26 e 27, respectivamente). Essa variabilidade encontrada por TROIAN *et al.*, (2017) e no presente trabalho mostra que tanto as VAP como híbridos podem ter bom vigor de sementes, resultando numa emergência rápida e uniforme no campo.

Em outro estudo GROMANN (2022) observou para o IVG, que a cultivar híbrida teve a maior média, com valor igual a 20, diferindo das VAPs avaliadas. A Cunha teve o maior IVG entre as VAPS, 18 e Argentino Branco e Palha Roxa apresentaram valor iguais a 17.

O vigor mensurado pela primeira contagem de germinação teve impacto das doses de microrganismos dentro de cada uma das cultivares avaliadas (Gráfico 7). Para Amarelão e híbrido houve ajuste de regressões quadráticas (R^2 : 89 e 73%, respectivamente) e para o Pixurum, cúbica (R^2 : 92%). Para as cultivares Pixurum e híbrido o melhor resultado ocorreu no tratamento testemunha (dose 0%) onde foi utilizado apenas água destilada, sem nenhum uso de microrganismo eficiente, com valores de 29% na variedade Pixurum e 18% para a cultivar híbrida. E para a cultivar Amarelão a melhor PCG foi na dose de 100% (22% de germinação). Portanto, com os resultados obtidos no presente trabalho, o uso de microrganismos eficientes pode ser uma alternativa viável para elevar o vigor de sementes de milho apenas na cultivar Amarelão.

Gráfico 7 – Primeira contagem de germinação (PCG, % de plântulas normais) de três cultivares de milho, Amarelão (A), Pixurum (B) e híbrido AG9025 PRO3 (C) submetidas a diferentes doses de microrganismos eficientes.



Em um outro estudo GROMANN (2022) verificou que a cultivar híbrida FS533PWU aumentou o vigor com o uso de doses mais elevadas de microrganismos, onde nas doses de 0, 25 e 50% foram obtidas 68, 83 e 94%, resultados diferentes do presente trabalho. E nas variedades de Polinização Aberta, Argentino Branco e Palha Roxa, os microrganismos eficientes reduziram o vigor das sementes. De acordo com Santos *et al.* (2020), o uso de microrganismos eficientes em alta concentração de inóculo pode levar a uma competição por os nutrientes com embrião, ocorrendo um impacto negativo no desenvolvimento das plântulas.

Portanto, as cultivares de milho avaliadas no presente trabalho responderam a inoculação com microrganismo eficiente de diferentes modos. Os microrganismos eficientes inoculados as sementes de milho podem se tornar uma alternativa viável para a utilização como tratamento de sementes pelos produtores de milho por reduzirem a porcentagem de infecção de fungos em doses mais elevadas (igual ou maior que 50%), mas impactaram negativamente na germinação quando aplicados em doses maiores que 25%. E no vigor há efeito de cultivar no IVG, contudo para primeira contagem de germinação, em qualquer dose há impacto negativo da inoculação com microrganismos eficientes, exceto para a cultivar Amarelão, que apresentou maior valor para primeira contagem de germinação na dose de 100%.

3 CONCLUSÃO

As cultivares de milho respondem de diferentes formas a inoculação de sementes com microrganismo eficiente, quanto a sanidade, a germinação e o vigor, exceto para o índice de velocidade de germinação, que é afetado apenas pelo efeito de cultivar.

A dose de 50% de microrganismo eficiente é mais eficaz para reduzir a infecção por *Fusarium* spp. na cultivar híbrida AG9025 PRO3 e a dose de 75% nas cultivares Amarelão e Pixurum e reduz a infecção em 68%, 8% e 41%, respectivamente.

A infecção por *Penicillium* spp. é reduzida em 62% e 22% na dose de 100% de microrganismos eficientes nas cultivares Pixurum e Híbrida, respectivamente.

A inoculação das sementes com microrganismos eficientes reduz a infecção por *Alternaria* spp. em 87,5% na dose de 75% e o uso de microrganismo aumenta a infecção na cultivar Amarelão.

Doses de microrganismos eficientes maiores que 25% reduzem a germinação das sementes e aumentam o número de plântulas anormais nas três cultivares de milho.

O vigor das sementes de milho é reduzido com o uso de microrganismos eficientes, exceto na cultivar Amarelão na dose de 100% e o híbrido AG9025 PRO3 tem maior índice de velocidade de germinação.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. M. C. de. **Caderno dos Microrganismos Eficientes (EM):** Instruções práticas sobre o uso ecológico e social do EM. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2020.

ARAUJO, F. F. de. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostras e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 456-462, mar./abr., 2008.

BRASIL. Lei Nº 10.831, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2003. **Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2003.

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

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

CALEGARI, B. H. et al. Incidência de *Fusarium* spp. no milho: da planta ao grão. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 10, n. 14, pág. e384101422068, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i14.22068. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22068>.

CARDOSO, A. A. R.; MARTINS, W. S.; DE MIRANDA, F. F. R. Transmissibilidade do *Fusarium moniliforme* em sementes de milho sob diferentes períodos de exposição. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 9, n. 3, p. 269-273, 2021.

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, nº 7. Brasília: CONAB, 2022.

CRUZ; J.C *et al.* Milho/Cultivares. **Embrapa.** 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/cultivares>
Disponível em: <http://www.pnas.org.br>

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

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Brasil pode superar a Índia em 2023 na produção de grãos.** Portal Notícias. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/73611968/brasil-pode-superar-a-india-em-2023-na-producao-de-graos>.

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

GROMANN, I.J. **Microrganismos eficientes no tratamento de sementes de milho**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2022.

GUIA, A. P. de O. M. **Produtividade de milho verde cultivado em sucessão a adubação verde com aplicação de microrganismos eficientes, nas condições de Matias Barbosa, MG**. 2018. 63 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2018.

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.

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Registro de Produtos para Controle Biológicos**. Defesa Agropecuária, Governo Federal, 2022.

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.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. 2. ed. London: MacMillan Press, 1979. 1191 p.

OLIVEIRA, Carina. Tudo que você precisa saber para escolher o milho híbrido correto. **Blog/aegro**, 2022. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/milho-hibrido/>

POLL, M. **Novos dados ampliam em mais de um século a domesticação da planta**. 2007. Disponível em: <http://www.pnas.org>.

ROCHA, Isabel. Previsão para o preço do Milho. **Blog/aegro**, 2023. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/previsao-do-preco-do-milho/>.

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, 2020.

SILVA, L. E. B. et al., Desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.): revisão de literatura. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 1636–1657, 2020. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v5i3-869. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/869.

STRIEDER, Carmine. **Potencial germinativo de variedades de milho crioulo e incidência de fungos dos gêneros *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2018.

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>.

VOGT, G. A.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; BACKES, R. L. Estabilidade e adaptabilidade de variedades de polinização aberta de milho em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 77–82, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/682>.