



Redução de fungos e qualidade fisiológica de sementes de milho inoculadas com *Trichoderma harzianum*

Maria Claudenice Lins BEZERRA¹, Rommel dos Santos Siqueira GOMES^{2*},
Thamires Kelly Nunes CARVALHO³, Rummenigge de Macêdo RODRIGUES¹,
Tadeu Barbosa Martins SILVA⁴, José George Ferreira MEDEIROS¹

¹Centro de Desenvolvimento Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, PB, Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Arcaia, PB, Brasil.

³Faculdade dos Palmares, Palmares, PE, Brasil.

⁴Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Piauí, Uruçuí, PI, Brasil.

*E-mail: rommelssgomes@gmail.com

(ORCID: 000-0002-6235-861X; 0000-0001-7596-3221; 0000-0003-3847-1249; 0000-0003-1595-9567;
0000-0003-4256-0682; 0000-0002-7056-0789)

Recebido em 11/10/2021; Aceito em 18/02/2022; Publicado em 14/03/2022.

RESUMO: O milho (*Zea mays* L.) é acometido por uma infinidade de doenças, causando grandes danos e prejuízos na produção. Sendo assim, o tratamento de sementes é imprescindível para garantir uma boa produtividade com maiores rendimentos. O objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito do *Trichoderma harzianum* na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de milho. As sementes de milho, originadas dos municípios de Sumé (lote 1), Monteiro (lote 2) e Prata (lote 3) foram submetidas a dez tratamentos, constituídos de T1 = testemunha (sem tratamento), T2 = fungicida dicarboximida (24 g. kg⁻¹ de sementes), T3 = 0,5; T4 = 1; T5 = 1,5; T6 = 2; T7 = 2,5; T8 = 3; T9 = 3,5 e T10 = 4 g do *T. harzianum*. kg⁻¹ de sementes. Foi realizado o teste de sanidade de sementes (*Blotter test*) a fim de avaliar a presença de patógenos e os aspectos fisiológicos foram determinados pela germinação e vigor das sementes. O uso de *T. harzianum* independente da concentração aplicada nas sementes de milho foram eficazes na redução de *Aspergillus* sp.; *A. niger*; *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. O *T. harzianum* não interferiu negativamente na qualidade fisiológica das sementes e proporcionou um aumento nos percentuais de germinação.

Palavras-chave: controle biológico; milho; patologia de sementes.

Fungi reduction and physiological quality of corn seeds inoculated with *Trichoderma harzianum*

ABSTRACT: Corn (*Zea mays* L.) is affected by a multitude of diseases, causing great damage and losses in production. Thus, seed treatment is essential to ensure good productivity with higher yields. The objective of the research was to evaluate the effect of *Trichoderma harzianum* on the sanitary and physiological quality of corn seeds. Maize seeds, originating from the municipalities of Sumé (lot 1), Monteiro (lot 2) and Prata (lot 3) were subjected to ten treatments, consisting of T1 = control (no treatment), T2 = dicarboximide fungicide (24 g. kg⁻¹ of seeds), T3 = 0.50; T4 = 1; T5 = 1.5; T6 = 2; T7 = 2.5; T8 = 3; T9 = 3.5 and T10 = 4 g of *T. harzianum*. kg⁻¹ of seeds. The seed health test (*Blotter test*) was carried out in order to evaluate the presence of pathogens and the physiological aspects were determined by seed germination and vigor. The use of *T. harzianum*, regardless of the concentration applied to corn seeds, was effective in reducing *Aspergillus* sp.; *A. niger*; *Penicillium* sp. and *Fusarium* sp. *T. harzianum* did not negatively affect the physiological quality of seeds and provided an increase in germination percentages.

Keywords: biological control; corn; seed pathology.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais produzidas em todo o mundo, sendo uma importante fonte de alimentação humana e animal. Contudo, as variedades crioulas de milho tendem a tolerar melhor as variações ambientais e são mais resistentes ao ataque de patógenos por serem mais adaptadas às condições locais (CATÃO et al., 2017).

A semente é um fator determinante do sucesso ou fracasso da produção, uma vez que contém todas as potencialidades produtivas da planta e é praticamente o único insumo ao alcance do pequeno agricultor. Logo, o uso de

sementes certificadas constitui-se em fator preponderante para o estabelecimento das lavouras, possibilitando maiores produções (ANTONELLO et al., 2014).

No entanto, sobre condições do solo os fungos encontram condições ideais para atacar as sementes de milho, principalmente, quando a semeadura é realizada em condições de solo frio e úmido, onde há impedimento da germinação ou a velocidade de emergência é reduzida, propiciando uma maior exposição ao ataque destes (VASQUEZ et al., 2014).

Os fungos são considerados um dos mais importantes microrganismos que infectam as sementes, atribuindo a eles

a disseminação de doenças, apodrecimento de sementes no solo, deterioração no período de armazenamento e a produção de micotoxinas (MARTINS et al., 2015).

Assim, é relevante a importância de microrganismos bioprotetores como alternativa para o controle de patógenos. Os bioagentes podem ser importantes para o avanço da agricultura sustentável, para a redução do uso excessivo de agrotóxicos, principalmente para a proteção do meio ambiente (LUZ, 2001).

No entanto, a forma de uso desses produtos varia entre aplicações terrestres, aéreas e em sementes, sendo que os fungicidas biológicos registrados para o tratamento de sementes, apenas um é indicado para todas as grandes culturas, sendo também indicados para a cultura da cenoura (AGROFIT, 2017).

O armazenamento destes produtos biológicos deve ser cuidadosamente estudado, pois são provenientes de formulações à base de células vivas, havendo a necessidade de pesquisas relacionadas à vida útil e à eficiência agrônômica destes produtos (MACHADO et al., 2012).

Apesar de existir no mercado nacional diversos produtos à base de fungos e bactérias para o biocontrole de patógenos (POMELLA; RIBEIRO, 2009), conforme o banco de dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estão registrados um total de 110 produtos, a maioria deles são inseticidas, mas também existem fungicidas e nematocidas (AGROFIT, 2017).

Dentre esses microrganismos bioprotetores, têm-se o gênero *Trichoderma*, que são amplamente aplicados na agricultura, pois atuam como indutores de crescimento e de resistência, ativando mecanismos de parasitismo, competição, produção de enzimas degradadoras e outros (ALTOMARE et al., 1999).

Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do *Trichoderma harzianum* na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de milho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitossanidade do Semiárido (LAFISA) pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Sumé PB, Brasil.

2.1. Obtenção das sementes

As sementes de milho foram adquiridas através de doação por pequenos produtores que residem e cultivam nos municípios de Sumé (S7°40'18" W36°52'54"), Monteiro (S7°53'29" W37°6'33") e Prata (S7°42'4" W37°7'1"), no Estado da Paraíba, as quais foram beneficiadas e armazenadas à temperatura ambiente (26 ± 2 °C) até à realização das avaliações.

2.3. Tratamentos de sementes

Os tratamentos foram arranjados em delineamento experimental inteiramente casualizados. Os tratamentos foram constituídos por T1 = testemunha: imersão das sementes em água destilada esterilizada (ADE) por 3 min.; T2 = fungicida dicarboximida (24 g. kg⁻¹ de sementes); T3 = 0,5; T4 = 1; T5 = 1,5; T6 = 2; T7 = 2,5; T8 = 3; T9 = 3,5 e T10 = 4 g do *Trichoderma harzianum*. kg⁻¹ de sementes, na concentração de 1x10¹⁰ conídios por mL⁻¹. O biocontrolador foi aplicado diretamente sobre a superfície das sementes

segundo da mesma forma para o fungicida. Foi utilizado nos tratamentos os conídios do fungo *T. harzianum* linhagem ESALQ 1306/Koppert.

2.4. Teste de sanidade

Após tratamentos, as sementes foram incubadas por recurso ao método "Blotter test" (Brasil, 2009), sendo utilizadas 200 sementes por tratamento, distribuídas em dez repetições de 20 sementes cada. As placas foram colocadas a temperatura de 25 ± 2 °C e fotoperíodo de doze h, durante sete dias (BRASIL, 2009). A identificação dos fungos associados às sementes foi realizada com o auxílio de microscópio óptico e literatura especializada (SEIFERT et al., 2011). Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem de incidência de fungos sobre as sementes (BRASIL, 2009).

2.5. Teste fisiológico

Foi avaliada utilizando 200 sementes por tratamento, distribuídas em cinco repetições de 50 sementes, semeadas em papel "Germitest" previamente esterilizado e umedecido com ADE na proporção de 2,5 vezes o seu peso do papel seco, mantidos em sacos plásticos transparentes e incubados em câmara de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D), regulada à 30 °C e fotoperíodo de doze horas.

2.5.1. Germinação

Foi realizada no 12º dia, após a semeadura, considerando sementes germinadas aquelas que apresentaram sistema radicular com pelo menos 2 mm de comprimento, e os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

2.5.2. Índice de velocidade de germinação

Foi conduzido em conjunto com o teste fisiológico, efetuando-se contagens diárias das sementes germinadas. O índice (Equação 1) foi determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_3 + G_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} \quad (01)$$

em que: *IVG* = índice de velocidade de germinação; *G*₁, *G*₂ e *G*_{*n*} = número de sementes germinadas no primeiro, segundo e último dia; *N*₁, *N*₂ e *N*_{*n*} = número de dias decorridos da sementeira à primeira, segunda e última contagem.

2.5.3. Sementes duras e mortas

Foi feito a contagem ao final da avaliação de germinação, considerando como sementes duras aquelas que não absorveram água e apresentaram-se, com aspecto enrijecido. Já as sementes mortas àquelas que, ao final do teste de germinação encontravam-se úmidas, com aspecto macio e, em alguns casos, atacadas por microrganismos, muitas vezes emitindo secreções com aspecto purulento (BRASIL, 2009). Os dados foram expressos em porcentagem.

2.6. Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados com dez tratamentos, em que no teste de sanidade foi constituído de vinte repetições de dez sementes por tratamento, enquanto que o teste de fisiológico foi realizado em quatro repetições de cinquenta sementes. Os dados foram transformados para $\sqrt{X+1}$ quando necessário, e

submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott até o nível de 5% de significância, por meio do software estatístico SISVAR®.

3. RESULTADOS

3.1. Qualidade sanitária

Nas sementes de milho (*Z. mays* L.), pertencente à Sumé-PB, foi observado o percentual em destaque para os fungos *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp., considerando a ordem decrescente do percentual da microflora existente. Tal microflora foi constituída também pelos seguintes fungos, *Aspergillus niger* e *Penicillium* sp., embora com valores de percentual inferiores (Tabela 1).

Tabela 1. Incidência de fungos em sementes de *Zea mays* L. oriundas do município de Sumé-PB e tratadas com fungicida e *Trichoderma barzianum*.

Table 2. Incidence of fungi on seeds of *Zea mays* L. from Sumé-PB and treated with fungicide and *Trichoderma barzianum*.

Tratamentos	<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>
	sp	<i>niger</i>	sp	sp
	-----%-----			
T1	51 a	22 a	18 a	28 a
T2	0 d	0 c	0 c	0 d
T3	12 b	4 b	10 b	15 b
T4	14 b	1 c	2 c	10 c
T5	5 c	0 c	1 c	10 c
T6	5 c	0 c	0 c	2 d
T7	0 d	0 c	0 c	0 d
T8	0 d	0 c	0 c	0 d
T9	0 d	0 c	0 c	0 d
T10	0 d	0 c	0 c	0 d
CV %	21,2	19,6	30,8	18,1

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si no nível de 1% pelo teste de Scott-Knott. T1 = testemunha (sem tratamento), T2 = fungicida (dicarboximida); T3 = 0,5; T4 = 1; T5 = 1,5; T6 = 2; T7 = 2,5; T8 = 3; T9 = 3,5 e T10 = 4 g do *Trichoderma barzianum*.

Em relação a eficiência de *Trichoderma barzianum* na redução dos fungos, constatou-se que, todos os tratamentos foram eficazes quando comparados com a testemunha. Entretanto, ao analisar as concentrações entre si, observou-se que para o controle de *Aspergillus* sp., *A. niger*, *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. que as concentrações de 2,5; 3; 3,5 e 4 g do *T. barzianum* apresentaram uma maior eficiência (Tabela 1).

Nas sementes de milho, pertencente à Monteiro-PB, foi observada uma microflora constituída pelos seguintes fungos: *Aspergillus* sp., *Aspergillus niger*, *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp., considerando-se a ordem decrescente do percentual de microflora fúngica (Tabela 2).

Em comparação com a testemunha, todas as concentrações de *T. barzianum* foram eficientes, exceto 0,5 e 1 g do *T. barzianum* para *Fusarium* sp. (Tabela 2).

Analisando os tratamentos entre si, as concentrações de 2,5; 3; 3,5 e 4 g do *Trichoderma barzianum* apresentaram maior eficiência para o controle de *Aspergillus* sp., *A. niger*, *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. (Tabela 2).

Nas sementes de milho, originadas da Prata-PB, foi observada uma microflora constituída pelos seguintes fungos: *Aspergillus* sp., *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp. (Tabela 3). O percentual de incidência entre os fungos atingiu valores acima de 20% de incidência, exceto o percentual de incidência atribuído ao *Penicillium* sp nas sementes.

Tabela 3. Incidência de fungos em sementes de *Zea mays* L. oriundas do município de Monteiro-PB e tratadas com fungicida e *Trichoderma barzianum*.

Table 4. Incidence of fungi on seeds of *Zea mays* L. from Monteiro-PB and treated with fungicide and *Trichoderma barzianum*.

Tratamentos	<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>
	sp	<i>niger</i>	sp	sp
	-----%-----			
T1	28 a	21 a	9 a	14 a
T2	0 d	0 d	0 b	0 c
T3	21 b	14 b	1 b	13 a
T4	18 b	10 b	0 b	13 a
T5	10 c	5 c	0 b	6 b
T6	10 c	0 d	0 b	0 c
T7	1 d	0 d	0 b	0 c
T8	0 d	0 d	0 b	0 c
T9	0 d	0 d	0 b	0 c
T10	0 d	0 d	0 b	0 c
CV (%)	34,1	25,4	32,2	20,5

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si no nível de 1% pelo teste de Scott-Knott. T1 = testemunha (sem tratamento), T2 = fungicida (dicarboximida); T3 = 0,5; T4 = 1; T5 = 1,5; T6 = 2; T7 = 2,5; T8 = 3; T9 = 3,5 e T10 = 4 g do *Trichoderma barzianum*.

Tabela 5. Incidência de fungos em sementes de *Zea mays* L. oriundas do município de Prata-PB e tratadas com fungicida e *Trichoderma barzianum*.

Table 3. Incidence of fungi on seeds of *Zea mays* L. from Prata-PB and treated with fungicide and *Trichoderma barzianum*.

Tratamentos	<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>
	sp	<i>niger</i>	sp	sp
	-----%-----			
T1	40 a	32 a	9 a	21 a
T2	0 e	0 d	0 c	0 d
T3	34 b	20 b	3 b	18 b
T4	31 b	11 c	0 c	18 b
T5	31 b	1 d	0 c	11 c
T6	30 b	0 d	0 c	2 d
T7	23 c	0 d	0 c	1 d
T8	12 d	0 d	0 c	1 d
T9	2 e	0 d	0 c	0 d
T10	2 e	0 d	0 c	0 d
CV (%)	12,7	19,1	28,5	15,2

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si no nível de 1% pelo teste de Scott-Knott. T1 = testemunha (sem tratamento), T2 = fungicida (dicarboximida); T3 = 0,5; T4 = 1; T5 = 1,5; T6 = 2; T7 = 2,5; T8 = 3; T9 = 3,5 e T10 = 4 g do *Trichoderma barzianum*.

Verificou-se para *Aspergillus* sp. que as concentrações de 3,5 e 4 g do *T. barzianum* quando comparadas entre si foram as mais eficientes (Tabela 3).

Ao comparar entre si as concentrações de *T. barzianum* no controle de *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp., observou-se que as concentrações a partir de 2 g do *T. barzianum* foram eficientes na redução.

Para todos os lotes de sementes (Tabelas 1, 2 e 3) analisados o tratamento químico foi eficiente no controle dos fungos associados às sementes de milho.

3.2. Qualidade fisiológica

Em relação a qualidade fisiológica das sementes de milho coletadas no município de Sumé-PB, verificou-se que o uso de *Trichoderma barzianum* proporcionou um aumento no percentual de germinação e redução de sementes mortas e

duras, havendo assim um efeito positivo sobre a qualidade do stand (Tabela 4).

Tabela 6. Percentuais da germinação (G), sementes duras (SD), sementes mortas (SM) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de *Zea mays* L. oriundas do município de Sumé-PB e tratadas com fungicida e *Trichoderma harzianum*.

Table 7. Percentages of germination (G), hard seeds (SD), dead seeds (SM) and germination speed index (IVG) in seeds of *Zea mays* L. from Sumé-PB and treated with fungicide and *Trichoderma harzianum*.

Tratamentos	G	SD	SM	IVG
-----%/-----				
T1	88 b	2 a	10 a	4,0 a
T2	96 a	0 b	4 b	4,8 a
T3	95 a	0 b	5 b	4,5 a
T4	94 a	0 b	6 b	4,5 a
T5	94 a	0 b	6 b	4,8 a
T6	94 a	0 b	6 b	4,3 a
T7	94 a	0 b	6 b	4,2 a
T8	96 a	0 b	4 b	4,5 a
T9	95 a	0 b	5 b	4,1 a
T10	95 a	0 b	5 b	4,4 a
CV (%)	10,6	12,4	9,2	8,1

Médias seguidas pela mesma não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott a 1% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si no nível de 1% pelo teste de Scott-Knott. T1 = testemunha (sem tratamento), T2 = fungicida (dicarboximida); T3 = 0,5; T4 = 1; T5 = 1,5; T6 = 2; T7 = 2,5; T8 = 3; T9 = 3,5 e T10 = 4 g do *Trichoderma harzianum*.

Para as sementes oriundas do município de Monteiro-PB, observou-se um efeito semelhante ao lote anterior, onde as sementes tratadas com *T. harzianum* apresentaram os maiores percentuais de germinação e menores valores de sementes mortas e duras (Tabela 5).

Tabela 8. Percentuais da germinação (G), sementes duras (SD), sementes mortas (SM) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de milho (*Zea mays* L.) oriundas do município de Monteiro-PB e tratadas com fungicida e *Trichoderma harzianum*.

Table 9. Percentages of germination (G), hard seeds (SD), dead seeds (SM) and germination speed index (IVG) in seeds of *Zea mays* L. from Monteiro-PB and treated with fungicide and *Trichoderma harzianum*.

Tratamentos	G	SD	SM	IVG
-----%/-----				
T1	94 b	0 a	6 a	6,2 a
T2	100 a	0 a	0 b	6,8 a
T3	99 a	0 a	1 b	6,4 a
T4	99 a	0 a	1 b	6,1 a
T5	100 a	0 a	0 b	6,8 a
T6	100 a	0 a	0 b	6,7 a
T7	98 a	0 a	2 b	6,4 a
T8	98 a	0 a	2 b	6,5 a
T9	100 a	0 a	0 b	6,7 a
T10	100 a	0 a	0 b	6,7 a
CV (%)	14,2	10,4	8,5	12,2

Médias seguidas pela mesma não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott a 1% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si no nível de 1% pelo teste de Scott-Knott. T1 = testemunha (sem tratamento), T2 = fungicida (dicarboximida); T3 = 0,5; T4 = 1; T5 = 1,5; T6 = 2; T7 = 2,5; T8 = 3; T9 = 3,5 e T10 = 4 g do *Trichoderma harzianum*.

Ao analisar os dados referentes a qualidade fisiológica das sementes coletadas no município da Prata-PB, constatou-se para a variável germinação que os maiores valores percentuais foram identificados nas sementes tratadas com o fungicida e com as concentrações de 3, 3,5 e 4 g do *T. harzianum*,

observando os valores de 98, 97, 97 e 97% respectivamente (Tabela 6).

Tabela 10. Percentuais da germinação (G), sementes duras (SD), sementes mortas (SM) e índice de velocidade de germinação (IVG) em sementes de milho (*Zea mays* L.) oriundas do município de Prata-PB e tratadas com fungicida e *Trichoderma harzianum*.

Table 11. Percentages of germination (G), hard seeds (SD), dead seeds (SM) and germination speed index (IVG) in seeds of *Zea mays* L. from Prata-PB and treated with fungicide and *Trichoderma harzianum*.

Tratamentos	G	SD	SM	IVG
-----%/-----				
T1	86 c	2 a	12 a	4,3 a
T2	98 a	0 b	0 d	4,8 a
T3	92 b	0 b	8 b	4,3 a
T4	91 b	0 b	9 b	4,3 a
T5	93 b	0 b	7 b	4,0 a
T6	92 b	0 b	8 b	4,1 a
T7	92 b	0 b	8 b	4,2 a
T8	97 a	0 b	3 c	4,6 a
T9	97 a	0 b	3 c	4,8 a
T10	97 a	0 b	3 c	4,6 a
CV (%)	8,2	10,8	9,2	8,4

Médias seguidas pela mesma não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott a 1% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si no nível de 1% pelo teste de Scott-Knott. T1 = testemunha (sem tratamento), T2 = fungicida (dicarboximida); T3 = 0,5; T4 = 1; T5 = 1,5; T6 = 2; T7 = 2,5; T8 = 3; T9 = 3,5 e T10 = 4 g do *Trichoderma harzianum*.

4. DISCUSSÃO

Corroborando com Cruz et al. (2020) a microbiolização de sementes de algodoeiro orgânico com *Trichoderma* sp. foi eficiente na redução da incidência de fungos, a exemplo do *Aspergillus* sp., bem como a inibição total do crescimento micelial do *Fusarium* sp. Além disso, o *Trichoderma* sp. pôde manter o desenvolvimento inicial de plântulas.

Em estudo realizado por Carvalho et al. (2011) analisando o controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* in vitro de seis isolados de *T. harzianum*, mostraram que todos apresentaram antagonismo contra o patógeno.

Ribas et al. (2014) avaliando potencial do *Trichoderma* sp. no controle biológico de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* e *Sclerotium sclerotiorum* do feijoeiro, verificaram que o maior número de isolados foi capaz de inibir o crescimento de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*.

O efeito de *T. harzianum* no desenvolvimento e rendimento de plantas a partir do tratamento de sementes. Possivelmente, a produção fitohormônios produzido pelo *Trichoderma* favorece as atividades metabólicas que envolvem, inclusive, o processo germinatório.

Os resultados obtidos estão associados diretamente a eficiência do controle biológico na redução dos fungos que, são responsáveis por causarem danos às sementes e causarem a perda do potencial germinatório das mesmas.

De acordo com Luz et al. (2001) o conhecimento das estruturas do processo germinativo e das plântulas é importante para uma correta interpretação do teste, bem como, os fatores básicos como temperatura e água.

O tratamento de sementes com *Trichoderma* sp. proporciona um desenvolvimento radicular e está ligado a uma série de compostos liberados pelo micélio. Alguns destes elementos estimulam a ramificação das raízes, melhorando assim a absorção de nutrientes e água, que finalmente leva ao crescimento da raiz. Outro fator benéfico é a exsudação de

substâncias, como os sideróforos e ácidos orgânicos, que aumentam a disponibilidade de nutrientes (ZHAO et al., 2014).

As plantas colonizadas pelo fungo *Trichoderma* sp. apresentam altos níveis endógenos de auxinas, etileno, giberelinas, enzimas vegetais, antioxidantes, solutos e compostos compatíveis, como fitoalexinas e fenóis. Essas substâncias lhes conferem tolerância a estresses bióticos e abióticos induzidos (LOPEZ-BUCIO et al., 2015).

Para Vinale et al. (2018) a resposta de crescimento vegetativo desencadeada por *Trichoderma* spp. é reconhecida, pois esses microrganismos são capazes de solubilizar fosfato e outros minerais, tornando-os disponíveis para as plantas, além de produzir análogos de auxina.

5. CONCLUSÕES

Foram identificados nas sementes de milho (*Zea mays* L.) oriundas dos municípios paraibanos os seguintes fungos: *Aspergillus* sp., *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp.

O uso de *Trichoderma harzianum* independente da concentração aplicada nas sementes foram eficazes na redução de *Aspergillus* sp., *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. e *Fusarium* sp.

O *Trichoderma harzianum* não interferiu negativamente na qualidade fisiológica das sementes e proporcionou um aumento nos percentuais de germinação.

6. REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 08 abr. 2017.
- ANTONELLO, L. M.; MUNIZ, M. F. B.; BRAND, S. C.; RODRIGUES, J.; MENEZES, N. L.; KULCZYNSKI, S. M. Influência do tipo de embalagem na qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 4, p. 75-86, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000400009>
- ALTOMARE, C.; NORVELL, W. A.; BJÖRKMAN, T. E. HARMAN, G. E. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, n. 7, p. 2926-2933, 1999.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CARVALHO, D. D. C.; MELO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; SILVA, M. C. Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* in vitro e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, n. 1, p. 28-34, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-56762011000100004>
- CATÃO, H. C. R. M.; MAGALHÃES, H. M.; SALES, N. L. P.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; ROCHA, F. S. Incidência e viabilidade de sementes crioulas de milho naturalmente infestadas com fungos em pré e pós-armazenamento. **Ciência Rural**, v. 43, n. 5, p. 764-770, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000500002>
- CRUZ, J. M. F. D. L.; MEDEIROS, E. C. D.; FARIAS, O. R. D.; SILVA, E. C. D.; NASCIMENTO, L. C. D. Microbialization of organic cotton seeds with cerevisiae *Trichoderma* sp. and *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of Seed Science**, v. 42, e202042021, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42229182>
- LÓPEZ-BUCIO, J.; PELAGIO-FLORES, R.; HERRERA-ESTRELLA, A. *Trichoderma* as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 109-123, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.043>
- LUZ, W. C. Efeito de bioprotetores em patógenos de sementes e na emergência e rendimento de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 16-20, 2001.
- MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012. DOI: <https://doi.org/10.19084/rca.16182>
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200033x>
- MARTINS, A. L. L.; SANT'ANA, E. V. P.; SILVA JÚNIOR, J. L. C.; CARVALHO, J. J.; SILVA, E. S. Fitopatógenos associados às sementes de mucuna-preta do banco de germoplasma da Universidade do Tocantins armazenadas em diferentes condições. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 2, p. 1-3, 2015.
- POMELLA, A. W. V.; RIBEIRO, R. T. S. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas – uma visão empresarial. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 238-244.
- RIBAS, P. P. R.; MATSUMURA, A. T. DOS S.; VAN DER SAND, S. T. Caracterização de isolados de *Trichoderma* e seu potencial para o controle biológico de patógenos do feijoeiro in vitro. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 20, n. 1/2, p. 94-103, 2014.
- SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. **The genera of Hyphomycetes**. CBS Biodiversity Series n.9. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Utrecht. 997p.
- SILVA, R.R.; THEODORO, G.F.; LIBÓRIO, C.B.; VAZQUEZ, G. H.; CARDOSO, R. D., PERES A. R. Tratamento Químico de sementes de milho e o teste de condutividade elétrica. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 773-781, 2014.
- VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E.L.; MARRA, R.; WOO, S.L.; LORITO, M. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.07.002>
- ZHAO, L.; WANG, F.; ZHANG, Y.; ZHANG, J. Involvement of *Trichoderma asperellum* strain T6 in regulating iron acquisition in plants. **Journal of Basic Microbiology**, v. 54, n. S1, p. 115-124, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1002/jobm.201400148>