

Trichoderma harzianum, fungicida e armazenamento de sementes de trigo

Trichoderma harzianum, fungicide and storage of wheat seeds

Patrick Machado*, Nádía Graciele Krohn†,

Ana Gabriela Tessaro‡

RESUMO

Objetivou-se avaliar a associação de *Trichoderma harzianum* e fungicida em sementes de trigo antes do armazenamento, avaliando para tanto o uso de polímero e a ordem de aplicação dos produtos. Foram avaliados cinco períodos de armazenamento e nove tratamentos. Períodos avaliados: 0, 45, 90, 135 e 180 dias de tratamento e armazenamento. Tratamentos: T0 (testemunha), T1 (*T. harzianum*), T2 (fungicida), T3 (polímero), T4 (*T. harzianum* + polímero), T5 (fungicida + polímero), T6 (fungicida + *T. harzianum*), T7 (*T. harzianum* + polímero + fungicida) e T8 (fungicida + polímero + *T. harzianum*). A qualidade das sementes foi avaliada pelos testes de germinação e Índice de Velocidade de Germinação. Os tratamentos testados, nas condições do presente trabalho, não foram eficientes para aumentar a conservação da qualidade fisiológica de sementes de trigo durante o armazenamento. No entanto, ressalta-se a importância do tratamento de sementes, seja químico ou biológico. Além do estudado no projeto, o tratamento de sementes proporciona benefícios comprovados cientificamente. Cita-se proteção contra patógenos do solo e da semente, mantendo a germinação em ambientes desfavoráveis, estabelecendo estande de plantas adequado, culminando em produtividades maiores. Adicionalmente, *T. harzianum* promove crescimento de plantas, indução de resistência a patógenos e aumento da absorção de nutrientes.

Palavras-chave: vigor, tratamento biológico, associação de tratamentos, qualidade de sementes.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the association of *Trichoderma harzianum* and fungicide in wheat seeds before storage, evaluating the use of polymer and the order of products application. Five storage periods and nine treatments were evaluated. Periods evaluated: 0, 45, 90, 135 and 180 days of treatment and storage. Treatments: T0 (control), T1 (*T. harzianum*), T2 (fungicide), T3 (polymer), T4 (*T. harzianum* + polymer), T5 (fungicide + polymer), T6 (fungicide + *T. harzianum*), T7 (*T. harzianum* + polymer + fungicide) and T8 (fungicide + polymer + *T. harzianum*). Seed quality was assessed by germination tests and germination speed index. The treatments tested, under the conditions of the present work, were not efficient to increase the conservation of the physiological quality of wheat seeds during storage. However, we emphasize the importance of seed treatment, whether chemical or biological. In addition to what is studied in the project, seed treatment provides scientifically proven benefits. Protection against soil and seed pathogens is mentioned, maintaining germination in unfavorable environments, establishing an adequate plant stand, culminating in higher yields. Additionally, *T. harzianum* promotes plant growth, induction of resistance to pathogens and increased nutrient absorption.

Keywords: vigor, biological treatment, combination of treatments, seed quality.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é o cereal de maior importância econômica dentre as culturas de inverno e seus derivados apresentam demanda cada vez maior. Dentre os fatores limitantes da cultura, destacam-se a ocorrência de patógenos causadores de doenças (MARINI et al., 2011). O tratamento de sementes se faz essencial para o controle dos patógenos, podendo ser realizado de forma química ou biológica. O uso de

* Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil; patrickmachado@alunos.utfpr.edu.br

† Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Santa Helena; ngkrohn@utfpr.edu.br

‡ Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Santa Helena; anagabrielatessaro@alunos.utfpr.edu.br



produtos biológicos tem crescido no mercado atual, devido aos seus benefícios para a planta e para o ambiente, além de que a interação biológico-químico pode ter muito a oferecer aos produtores de grãos.

O tratamento biológico é definido como o controle de patógenos por meio de um microrganismo benéfico, que atua no controle das doenças, podendo aumentar a germinação de sementes, emergência de plântulas, o crescimento e o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, a produtividade dos grãos (HOWELL, 2003; MACHADO et al., 2012).

O *Trichoderma* está entre o gênero de fungos mais estudado no uso para o controle biológico. Já existem no mercado vários produtos à base do fungo com eficiência no controle de patógenos de solo, podendo ser encontrado em diversas formulações no mercado. O efeito do fungo não pode ser visto a olho nu no sistema radicular, porém, é notório quando realizado o estudo *in vitro* (FARIA et al., 2003; POMELLA e RIBEIRO, 2009; SAMOLSKI et al., 2012). Existem cepas de *Trichoderma* que possuem efeito direto, aumentando a porcentagem de germinação das sementes, crescimento, absorção de nutrientes, eficiência do uso de fertilizantes e o estímulo na defesa de plantas (HARMAN, 2006).

Apesar de o tratamento biológico crescer no mercado agrônômico, o tratamento químico é sabidamente importante no rendimento das culturas, incluindo a cultura do trigo. Fungicidas como o carboxina + tiram protegem a semente e a planta nos estádios iniciais contra patógenos do solo, principalmente em situações que se encontram em condições desfavoráveis ao seu desenvolvimento (BITTENCOURT et al., 2007). Adicionalmente, benefícios pelo uso de fungicidas no desenvolvimento da planta já foram comprovados (PEREIRA et al., 2011).

No tratamento de sementes, outra tecnologia empregada é o polímero, o qual contribui com a melhor aplicação de inoculantes, defensivos agrícolas, nutrientes e outros, formando um filme adesivo que permite a melhoria da aderência dos ingredientes ativos presentes no tratamento na superfície das sementes, melhorando seu desempenho. Com o revestimento das sementes realizado pelo polímero, pode-se melhorar a germinação e o crescimento de plântulas, devido à permanência dos materiais utilizados durante o tratamento, evitando perdas do mesmo durante a semeadura, devido ao atrito mecânico entre sementes e componentes da semeadora e no solo devido à lixiviação, por exemplo (KARAM et al., 2007).

Devido à importância dos diferentes produtos no tratamento de sementes, a interação entre os mesmos precisa ser estudada. No período do armazenamento não se consegue aumentar a qualidade das sementes, porém pode ser mantida de forma com que as mesmas sofram o mínimo possível de danos (EICHELBERGER, 2011). Para tanto se deve fazer o controle da temperatura e da umidade relativa do ar no ambiente de armazenamento, bem como estudar tratamentos de sementes visando a conservação da viabilidade e da sanidade das mesmas durante esse período.

Considerando todos os fatores citados anteriormente, objetivou-se estudar a viabilidade da associação dos tratamentos com *Trichoderma harzianum* e fungicida em sementes de trigo antes do armazenamento, visando manter a sobrevivência das células do tratamento biológico, avaliando para tanto o uso de polímero e a ordem de aplicação dos produtos nas sementes, visando a manutenção da qualidade fisiológica das mesmas.

2 MÉTODO

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5x9, com quatro repetições. Foram avaliadas cinco épocas de armazenamento e nove tratamentos. As épocas se referem ao momento do tratamento e início do armazenamento, correspondendo a zero dias, continuando com 45, 90, 135 e 180 dias de tratamento e armazenamento.

Os tratamentos das sementes foram realizados todos no mesmo dia e armazenadas a 4°C, em sacos de papel pardo e os testes conduzidos e avaliados nas épocas descritas anteriormente. Os tratamentos são T0



(testemunha), T1 (*T. harzianum*), T2 (fungicida químico), T3 (polímero), e as associações T4 (*T. harzianum* + polímero), T5 (fungicida + polímero), T6 (fungicida + *T. harzianum*), T7 (*T. harzianum* + polímero + fungicida) e T8 (fungicida + polímero + *T. harzianum*).

Foram utilizados 5.10^{10} UFC (Unidades Formadoras de Colônia) 100 kg^{-1} de sementes de *T. harzianum* IBLF006 (Ecotrich®). Para o tratamento fungicida químico foi utilizada carboxina + tiram, com o produto comercial Vitavax-Thiram 200 SC® com 250 mL p.c. 100 kg^{-1} de sementes. O polímero empregado foi Likoseed Natural®, na proporção de 100 mL 100 kg^{-1} de sementes.

Os tratamentos foram realizados em sementes de trigo da cultivar TBIO DUQUE com aplicação dos produtos nas doses recomendadas e com volume de calda $1000 \text{ mL } 100 \text{ kg}^{-1}$ de sementes, em sacos plásticos com agitação vigorosa até a uniformização do tratamento. Na associação de produtos, cada um foi aplicado isoladamente e na ordem descrita anteriormente, sendo que após cada tratamento, as sementes permaneceram a temperatura ambiente, por aproximadamente uma hora, para promover a secagem.

O teste de germinação foi efetuado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, em rolo de papel, incubados em germinador a $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, com fotoperíodo de 12 h. Os resultados foram obtidos ao oitavo dia com a contagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas (BRASIL, 2009).

O vigor foi avaliado a partir do teste de germinação com contagem realizada quatro dias após a instalação do teste, calculando a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi determinado conjuntamente com o teste de germinação. As avaliações foram efetuadas com contagens diárias do número de sementes germinadas por dia, até que ocorreu a estabilização da germinação. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram emissão da raiz primária com no mínimo dois milímetros de comprimento. Por fim, se aplicou a fórmula proposta por Maguire (1962) para o cálculo do IVG.

Os resultados obtidos para os testes descritos anteriormente foram submetidos à análise de variância (teste F) a 5% de probabilidade e as médias do fator época de armazenamento foram submetidas à análise de regressão e o teste de Scott-Knott, também a 5%, para comparar as médias do fator tratamento, utilizando o programa estatístico SISVAR - Versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS

De acordo com os dados de análise de variância (Tab. 1), para as variáveis IVG e primeira contagem do teste de germinação constatou-se efeito significativo do fator tratamento. Para germinação total e plântulas anormais constatou-se efeito significativo dos fatores períodos e tratamento (Tab. 1).

Tabela 1 – Análise de variância dos fatores

	IVG	Primeira contagem	Germinação total	Plântulas anormais
Período (P)	1,224 ^{ns}	1,412 ^{ns}	9,377**	7,759**
Tratamento (T)	18,17**	11,849**	12,712**	6,547**
P x T	1,006 ^{ns}	0,660 ^{ns}	0,943 ^{ns}	0,568 ^{ns}
C.V. (%)	4,82	7,03	6,99	7,37

ns = não significativo, * e ** = significativo a 5 e 1%, respectivamente. C.V. = coeficiente de variação.

Fonte: Autoria própria (2021).

O IVG é um teste que avalia o vigor de sementes, sendo que quanto maior o valor obtido, subentende-se maior velocidade de germinação e, conseqüentemente, maior vigor do lote, pois o índice calculado estima o número médio plântulas normais por dia. Para esta variável (Tab. 2) os tratamentos com maiores médias foram o T0 (testemunha) com 49,0 e T3 (polímero) com 48,6, sendo seguidos pelas menores médias dos



tratamentos com presença de *T. harzianum* (T1, T4, T6, T7 e T8). Os tratamentos T2 e T5 que continham fungicida e fungicida + polímero, respectivamente, apresentaram resultados intermediários de IVG de 47,3 e 47,1 respectivamente. Resultados semelhantes do observado para o IVG foram também observados para as variáveis primeira contagem do teste de germinação (considerado como um teste de vigor) e para a germinação total (Tab. 2).

Os tratamentos contendo *T. harzianum* não apresentaram as maiores médias em nenhum dos fatores avaliados. Uma hipótese para esses dados seria a interação endofítica que ocorre entre o fungo *Trichoderma* e a raiz. Conforme relatado por Hardoim et al. (2015) estresses entre a planta e o fungo no experimento em condições de laboratório podem resultar em efeito antagonista, havendo competição por espaço e nutrientes, prejudicando o crescimento das raízes e como não havia disponibilidade de nutrientes no meio para o *Trichoderma*, no estabelecimento da relação endofítica pode ter ocorrido consumo de reservas da plântula ou da semente pelo fungo.

Outra hipótese para este resultado é de que as plantas possuem a característica de expressar resistência em resposta a interações com outros organismos, podendo ser induzida por vários microrganismos e podendo ocasionar na diminuição da biossíntese de proteínas, que são necessárias para que ocorra o metabolismo e crescimento das plantas, portanto, prejudicando o seu desenvolvimento, porém, necessita-se de estudos mais recentes para explicar tal fato (HEIL e BALDWIN, 2002).

O tratamento T3 com polímero foi o que apresentou menor porcentagem de plântulas anormais, sem diferir da testemunha (T0) e os tratamentos T6 (fungicida + *T. harzianum*), T7 (*T. harzianum* + polímero + fungicida) e T8 (fungicida + polímero + *T. harzianum*) foram os que apresentaram maior porcentagem de plântulas anormais.

Tabela 2 – Comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5%

Tratamentos	IVG	Primeira contagem da germinação (%)	Germinação total (%)	Plântulas anormais (%)
T0	49,0 a	96,7 a	97,7 a	1,4 c
T1	43,7 c	83,9 c	85,2 c	5,3 b
T2	47,3 b	92,2 b	93,2 b	3,6 b
T3	48,6 a	94,4 a	96,0 a	2,7 c
T4	44,3 c	86,3 c	86,6 c	4,8 b
T5	47,1 b	91,7 b	92,3 b	4,4 b
T6	43,9 c	83,7 d	84,9 c	8,3 a
T7	45,3 c	85,9 c	86,3 c	7,5 a
T8	44,1 c	86,0 c	86,1 c	6,4 a

T0 = testemunha, T1 = *T. harzianum*, T2 = fungicida químico, T3 = polímero, T4 = *T. harzianum* + polímero, T5 = fungicida + polímero, T6 = fungicida + *T. harzianum*, T7 = *T. harzianum* + polímero + fungicida, T8 = fungicida + polímero + *T. harzianum*. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Fonte: Autoria própria (2021).

No gráfico de germinação total (Fig. 1A), os dados se ajustaram a regressão linear, sendo que houve uma relação direta entre o aumento dos dias de armazenamento e a diminuição da germinação total.

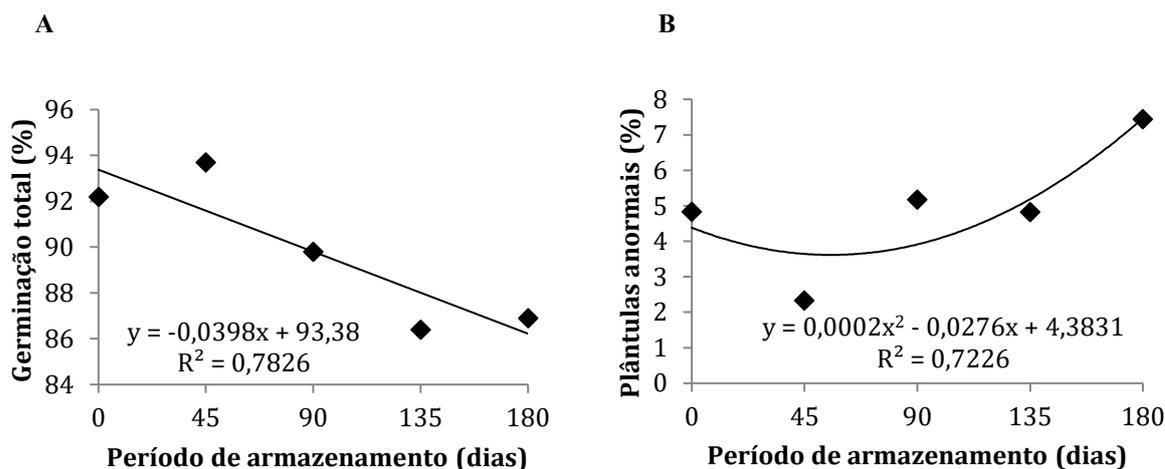
Considerando o fator período para as plântulas anormais (Fig. 1B), observou-se ajuste dos dados à regressão quadrática. As plântulas anormais diminuíram até os 69 dias de tratamento e armazenamento, sendo que após este período ocorreu aumento no número das mesmas. A perda da qualidade fisiológica é processo natural, em função da deterioração das sementes. Os efeitos na qualidade fisiológica das sementes geralmente são traduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, no aumento de plântulas anormais e por uma redução de vigor de plântulas (VIEIRA et al., 2000), conforme o observado no presente



estudo. Portanto, os tratamentos testados não foram eficientes em promover maior qualidade fisiológica das sementes em condições de armazenamento.

No entanto, deve-se ressaltar que o teste de germinação é conduzido em condições ideais de temperatura, luminosidade e umidade. Assim sendo, nessas condições muitas vezes os tratamentos de sementes não expressam o seu potencial de efeito. Além disso, o lote de sementes apresentava alta qualidade fisiológica, o que pode contribuir para resultados menos evidentes do tratamento de sementes (MARCOS FILHO, 2015)

Figura 1 – A. Gráficos de germinação total (%) e B. plântulas anormais (%) durante o armazenamento de sementes de trigo tratadas



Fonte: Autoria própria (2021).

4 CONCLUSÃO

Os tratamentos testados, nas condições do presente trabalho, não foram eficientes para aumentar a conservação da qualidade fisiológica de sementes de trigo durante o armazenamento. No entanto, ressalta-se a importância do tratamento de sementes, seja químico ou biológico. Além do estudado no projeto, o tratamento de sementes proporciona benefícios comprovados cientificamente. Cita-se proteção contra patógenos do solo e da semente, mantendo a germinação em ambientes desfavoráveis, estabelecendo estande de plantas adequado, culminando em produtividades maiores. Adicionalmente, *T. harzianum* promove crescimento de plantas, indução de resistência a patógenos e aumento da absorção de nutrientes.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece a Fundação Araucária pela concessão bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- BITTENCOURT, S.R.M. MENTEN, J.O.M.; ARAKI, C.A.S.; MORAES, M.H.D; RUGAI, A.R.; DIEGUEZ, M.J.; VIEIRA, R.D. Eficiência do fungicida carboxin – thiram no tratamento de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.214-222, 2007.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.



- EICHELBERGER, L. Produção de sementes de trigo. In: PIRES, J.L.F.; VARGAS, L.; CUNHA, G.R. (Ed.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2011, p.349-370.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-42, 2011.
- HARDOIM, P.R.; VAN OVERBEEK, L.S.; BERG, G.; PIRTTILA, A.M.; COMPANT, S.; CAMPISANO, A.; DÖRING, M.; SESSITSCH, A. The hidden world within plants: ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v.79, n.3, p.293-320, 2015.
- HARMAN, G.E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. **Phytopathology**, v.96, n.2, p.190–194, 2006.
- HEIL, M.; BALDWIN, I.T. Fitness costs of induced resistance: emerging experimental support for a slippery concept. **Trends in Plant Science**, v.7, n.2, p.61-67, 2002.
- HOWELL, C.R. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. **Plant Disease**, v.87, n.1, p.4-10, 2003.
- KARAM, D. MAGALHÃES, P.C.; PADILHA, L. **Efeito da adição de polímeros na viabilidade no vigor e na longevidade de sementes de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica, n.94, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/485934/efeito-da-adicao-de-polimeros-na-viabilidade-no-vigor-e-na-longevidade-de-sementes-de-milho>. Acesso: 01 set. 2021.
- MACHADO, D.F.M.; PARZIANELLO, F.R.; SILVA, A.C.F.; ANTONIOLLO, Z.I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.274-288, 2012.
- MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. M. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.
- MARINI, N.; TUNES, L.M.; SILVA, J.I.; MORAES, D.M.; OLIVO, F.; CANTOS, A.A. Efeito do fungicida Carboxim Tiram na qualidade fisiológica de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.1, p.17-22, 2011.
- PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, A.R.; EVANGELISTA, J.R.E.; OLIVEIRA, G.E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.1, p.158-164, 2011.
- POMELLA, A.W.; 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, 341p.
- SAMOLSKI, I.; RINCÓN, A.; PINZÓN, L.M.; VITERBO, A.; MONTE, E. The *qid74* gene from *Trichoderma harzianum* has a role in root architecture and plant biofertilization. **Microbiology**, v.158, n.1, p.129–138, 2012.
- VIEIRA, A.R.; VIEIRA, M. DAS G. G. C.; OLIVEIRA, J.A.; SANTOS, C.D. dos. Alterações fisiológicas e enzimáticas em sementes dormentes de arroz armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.53-61, 2000.