

Qualidade fitossanitária e germinativa de sementes de milho submetidas à termoterapia

Phytosanitary and germinal quality of maize seeds submitted to thermotherapy

Calidad fitosanitaria y germinal de semillas de maíz sometidas a termoterapia

Recebido: 08/02/2022 | Revisado: 15/02/2022 | Aceito: 14/05/2022 | Publicado: 20/05/2022

Sayure Mariana Raad

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4127-7351>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: raadsayure@gmail.com

Erick dos Santos Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9204-366X>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: erick.rib39@gmail.com

Vilani Gusmão da Silva Brandão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7347-5881>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: vilabran25@gmail.com

Rayanne de Jesus Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7460-4390>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: castrorayanne60@gmail.com

Amanda de Nazaré Rodrigues Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5595-136X>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: rodriguesamanda069@gmail.com

Yan Patrick Moita Cid

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5613-8867>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: moitacid1994@gmail.com

Ana Paula Magno do Amaral

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1749-791X>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: magno_ana@yahoo.com.br

Ana Claudia Corrêa Moraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8651-822X>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: agro.semas@gmail.com

Lilian Conceição Tavares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0071-2932>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: lilianc.tavares@hotmail.com

Francimary da Silva Carneiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1693-8779>
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
E-mail: francimarycarneiro@gmail.com

Resumo

Este presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência da termoterapia no controle de patógenos de sementes de milho e seu poder germinativo. O mesmo foi desenvolvido no laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA. Para isso, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado(DIC), com 6 tratamentos e cinco repetições, cada repetição foi composta por um lote de 20 sementes. Os tratamentos térmicos empregados foram por imersão em água aquecida nas seguintes temperaturas: 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C e 80 °C, sendo denominados, T2, T3, T4, T5, T6 e T7, respectivamente. Após as sementes serem submetidas aos tratamentos, analisou-se a sanidade para a determinação da eficiência dos tratamentos na redução fúngica das sementes e germinação. A termoterapia mostrou-se eficiente em relação a testemunha em todos os tratamentos na redução fúngica das sementes, dando destaque para os tratamentos T5 e T6. Na germinação, esse método obteve resultados positivos nos tratamentos T2 e T3, obtendo 60% e 98% de germinação em relação a testemunha. Com isso,

a termoterapia demonstrou ser um método alternativo positivo na redução do potencial fúngico das sementes de milho e no aumento do poder germinativo em determinadas temperaturas.

Palavras-chave: Tratamento de sementes; Método alternativo; Germinação.

Abstract

This study aimed to evaluate the efficiency of thermotherapy in the control of pathogens in corn seeds and their germination power. The same was developed in the Phytopathology laboratory of the Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA. For this, the experimental design used was completely randomized (DIC), with 6 treatments and five replications, each repetition consisted of a batch of 20 seeds. The heat treatments used were by immersion in heated water at the following temperatures: 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C and 80 °C, being called, T2, T3, T4, T5, T6 and T7, respectively. After the seeds were submitted to the treatments, the sanity was analyzed to determine the efficiency of the treatments in the fungal reduction of the seeds and germination. Thermotherapy was efficient in relation to the control in all treatments in the fungal reduction of the seeds, highlighting the treatments T5 and T6. In germination, this method obtained positive results in treatments T2 and T3, obtaining 60% and 98% of germination in relation to the control. Thus, thermotherapy proved to be a positive alternative method in reducing the fungal potential of corn seeds and increasing germination power at certain temperatures.

Keywords: Seed treatment; Alternative method; Germination.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de la termoterapia en el control de patógenos en semillas de maíz y su poder germinativo, el mismo fue desarrollado en el laboratorio de Fitopatología de la Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA. Para ello se utilizó el diseño experimental completamente al azar (DIC), con 6 tratamientos y cinco repeticiones, cada repetición consistió en un lote de 20 semillas. Los tratamientos térmicos utilizados fueron por inmersión en agua caliente a las siguientes temperaturas: 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C y 80 °C, denominándose, T2, T3, T4, T5, T6 y T7, respectivamente. Luego de que las semillas fueron sometidas a los tratamientos, se analizó la sanidad para determinar la eficiencia de los tratamientos en la reducción fúngica de las semillas y germinación. La termoterapia fue eficiente con relación al testigo en todos los tratamientos en la reducción fúngica de las semillas, destacándose los tratamientos T5 y T6. En germinación, este método obtuvo resultados positivos en los tratamientos T2 y T3, obteniendo 60% y 98% de germinación con relación al testigo. Por lo tanto, la termoterapia demostró ser un método alternativo positivo para reducir el potencial fúngico de las semillas de maíz y aumentar el poder de germinación a ciertas temperaturas.

Palabras clave: Tratamiento de semillas; Método alternativo; Germinación.

1. Introdução

A cultura do milho (*Zea mays* L.) pertence à família Poaceae, sendo uma das principais espécies cultivadas no mundo. Apresenta elevada demanda agrícola, tendo seu uso destinado tanto para consumo na bovinocultura, suinocultura e piscicultura, quanto para na alimentação humana. A utilização de sementes certificadas está interligada aos acréscimos tecnológicos em lavouras, nas mais diferentes culturas, essas por sua vez desenvolvidas e produzidas conforme os exigentes padrões do Sistema Brasileiro de Sementes e Mudas (Brasil, 2003, Miyamoto, 2013, Brasil, 2020).

No decorrer das últimas décadas, o milho alcançou o patamar de maior cultura agrícola do mundo, sendo a única a ter ultrapassado a marca de um bilhão de toneladas, deixando para trás antigos concorrentes, como o arroz e o trigo. Concomitantemente à sua importância em termos de produção, a cultura ainda se notabiliza pelos diversos usos. Estimativas apontam para mais de 3.500 aplicações deste cereal. Além da relevância no aspecto de segurança alimentar, na alimentação humana e, principalmente, animal, é possível produzir com o milho uma infinidade de produtos, tais como combustíveis, bebidas, polímeros, etc. (Miranda, 2018).

Da safra de 2000/01 para a de 2017/18, a produção mundial de milho passou de 591 milhões de toneladas para 1,076 bilhão de toneladas (representando um aumento de 82%), por causa principalmente do uso como ração animal para a produção de frangos e suínos. A produção é relativamente concentrada em poucos países, com destaque para os Estados Unidos, com 34,5% (371 milhões de toneladas) da produção mundial, seguidos da China, com 24,5% (263 milhões de toneladas) (Contini et al., 2019). No entanto, a associação de fungos fitopatogênicos a sementes de milho é responsável, muitas vezes, pela redução da qualidade fisiológica das sementes e baixa produtividade. Para isso, a eliminação ou redução do inóculo infectivo de fungos

em sementes, tem sido eficientemente alcançada por tratamentos químicos, biológicos e físicos. Dentre os métodos físicos, a eficácia da termoterapia, que consiste na exposição das sementes à ação do calor em combinação com o tempo de tratamento, tem sido demonstrada em vários estudos (Bergman, 1994; Trigo et al., 1998; Machado, 2000).

Desta forma neste trabalho, objetivou-se avaliar o tratamento de sementes de milho por termoterapia em diferentes temperaturas, avaliando-se a sanidade das sementes, bem como o efeito destes na germinação.

Há um grande número de fatores que afetam a qualidade das sementes. Dentre eles podemos citar os fatores sanitários, que se caracterizam pelo efeito deletério provocado pela ocorrência de microrganismos e insetos associados às sementes, desde o campo de produção até o armazenamento (Lucca Filho, 2003). Esses fatores são mais intensificados em virtude da semente ser um veículo para distribuição e disseminação de patógenos, os quais podem, às vezes, causar surtos de doenças nas plantas, pois pequenas quantidades de inóculo na semente podem ter uma grande significância epidemiológica (Peske & Barros, 2003)

A germinação de sementes ocorre sob limites relativamente amplos de temperatura, sendo que os extremos dependem principalmente da espécie e suas características genéticas (Matheus & Lopes, 2009). Cada espécie apresenta temperaturas cardeais para a germinação de sementes, ou seja, a temperatura máxima, mínima e ótima para que o processo aconteça (Marcos Filho, 2005). Para sementes de milho, as temperaturas cardeais são: 9 °C (mínima), 32-35 °C (ótima) e 44 °C (máxima) (Borba et al., 1995).

Zambolim (2004) relata que a termoterapia é uma das técnicas mais citadas e descritas na literatura para erradicação de fitobactérias localizadas interna ou externamente nas sementes. O sucesso do tratamento térmico depende do tipo de calor, seco ou úmido, da temperatura empregada, do período de exposição e da uniformidade da aplicação do calor (MENDES et al., 2001), devendo ser cuidadosamente ajustados à espécie, cultivar e lote. Contudo, seja qual for a modalidade empregada, a termoterapia requer o uso de equipamentos com controle preciso de temperatura, apresentando, conseqüentemente, inconvenientes quando aplicada a grandes quantidades de sementes (Estefani et al., 2007).

2. Metodologia

Os ensaios foram conduzidos nos Laboratórios de Fitopatologia da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no período de 2018. Para o ensaio foram utilizadas sementes de milho (*Zea mays* L.), com viabilidade determinada por meio de testes de germinação, onde se obteve 98% de germinação, teste esse realizado segundo a metodologia de Brasil (1992).

Para a condução do experimento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado(DIC), com 6 tratamentos e cinco repetições, cada repetição foi composta por um lote de 20 sementes. Os tratamentos térmicos empregados foram por imersão em água aquecida nas seguintes temperaturas: 40°C, 50°C, 60°C, 70°C e 80°C, sendo denominados, T2, T3, T4, T5, T6 e T7, respectivamente. O tratamento testemunha, que corresponde ao tratamento T1, não foi submetido a termoterapia. As sementes foram acondicionadas em sacos de filó, os quais foram dispostos aleatoriamente em banho-maria com água aquecida nas temperaturas correspondentes aos seus tratamentos em um tempo de 5 minutos.

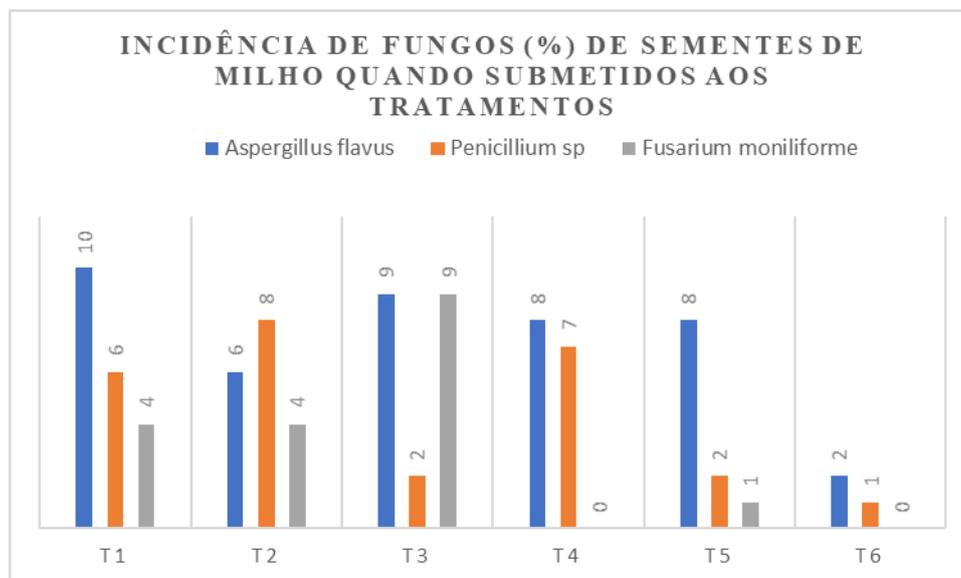
Após os tratamentos térmicos, as sementes foram postas para secar sobre papel toalha a temperatura ambiente, e distribuídas sobre uma folha de papel germitest em caixa tipo gerbox (11cm x 11cm x 4cm). Após a distribuição das sementes no gerbox, umedeceu-se o papel filtro com um volume de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Para o teste de germinação, as contagens foram realizadas aos quatro e sete dias após a semeadura; as avaliações foram realizadas de acordo com os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil,1992). Já para o teste de sanidade das sementes submetidas aos tratamentos, as avaliações dos fungos associados às sementes foram realizadas após oito dias de incubação, examinando-se, individualmente, as sementes ao microscópio estereoscópico. Em alguns casos, a identificação foi confirmada pela visualização das estruturas morfológicas dos fungos ao microscópio óptico. Os dados coletados foram submetidos à

análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR.

3. Resultados e Discussão

Os resultados referentes à ocorrência (porcentagem de sementes com fungos) de sementes de milho submetidas à termoterapia por diferentes temperaturas são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Incidência de fungos associados a sementes de milho sob diferentes temperaturas.



Fonte: Autores.

Na avaliação de sanidade das sementes de milho foram encontrados os seguintes fungos: *Aspergillus flavus*, *Penicillium sp* e *Fusarium moniliforme*.

Para *Aspergillus flavus* foram observados efeitos significativos ($P \leq 0,05$) em relação as diferentes temperaturas do tratamento térmico. Em avaliação, é possível observar que com o aumento das temperaturas, houve diminuição na incidência do fungo, principalmente no tratamento T6(80°C). Já para o fungo *Penicillium sp*, o tratamento térmico T3(40°C) e T5(70°C) mostrou ser mais eficiente no tratamento deste fungo. Avaliando a incidência de *Fusarium moniliforme*, as sementes submetidas aos tratamentos, foi possível constatar a redução da ocorrência do fungo no tratamento térmico T5(70°C) e a sua eliminação nas temperaturas de tratamento de T4(60°C) e T6(80°C). Mendes et al. (2001) observaram que sementes de alfafa submetidas a tratamento térmico seco de 60°C e 90°C não apresentaram desenvolvimento de *Fusarium oxysporum*.

Em trabalhos encontrados na literatura, com outras culturas, o uso da termoterapia foi eficaz no controle de alguns patógenos, não evidenciando implicações negativas (Erdey et al., 1997). No entanto, alguns fatores podem interferir nos resultados da termoterapia, como o tipo e procedência das sementes, ou seja, efeitos variáveis do tratamento térmico podem ser observados em relação a diferentes cultivares de uma mesma espécie ou diferentes lotes de um mesmo cultivar (Groot et al., 2006).

Na Tabela 1 verificam-se os resultados de porcentagem de germinação de sementes de milho, submetidas à transformação arco seno raiz quadrada de $x/100$.

Tabela 1. Percentagem de germinação (%) de sementes de milho submetidas a diferentes temperaturas.

Tratamentos	T1	T2	T3	T4	T5	T6
% germinação	52 a	60 ab	98 b	32 bc	30 bc	0 c

Fonte: Autores.

Conforme Tabela 1, verificaram-se diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que os tratamentos T2(40°C) e T3(50°C) diferiram significativamente dos demais tratamentos, apresentando percentagem de germinação iguais a 60% e 98% em relação a testemunha, respectivamente. Outro ponto relevante a se observar é que a partir do tratamento T4 houve diminuição na porcentagem de germinação da semente estudada. No tratamento de sementes de milho com água quente, Coutinho et al. (2007) também relataram a redução significativa do potencial fisiológico de sementes tratadas a 60 °C.

4. Conclusão

A termoterapia mostrou-se eficiente no controle dos fungos das sementes milho, porém existiu diferença na ação dos tratamentos térmicos sobre os diferentes fungos que ocorreram. Todos os tratamentos térmicos reduziram os fungos *Aspergillus flavus*, *Penicillium sp* e *Fusarium moniliforme*. Os tratamentos T4 (60oC) e T6(80o) erradicaram o fungo *Fusarium moniliforme*.

Os resultados do presente trabalho também apresentaram boas perspectivas de utilização dos tratamentos térmico na germinação de sementes de milho, com resultados positivos nos tratamentos T2(40oC) e T3(50oC), dando destaque a este último que teve o maior poder germinativo.

Referências

- Bergman, S. (1994). Hot treatment of seed-borne fungi on cereals. *Seed Pathology and Microbiology* 5:20-21.
- Brasil. (1992). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. (1992). Regras para análise de sementes. Brasília. 365p.
- Brasil. (2003). Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/LeiN10.711de5deagostode2003.pdf>.
- Brasil. (2020). Decreto nº 10.586, de 18 de dezembro de 2020. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças - SNSM, e dá outras providências. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/DecretoN5.153de23dejulhode2004.pdf>
- Borba, C. S., Andrade, R. V., Azevedo, J. T., Andreoli, C., Purcino, A. A. C. (1995). Germinação de sementes de diversos genótipos de milho tropical (*Zea mays L.*) em diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, 17(2), 141-144.
- Contini, E., Mota, M. M., Marra, R., Borghi, E., Miranda, R. A., Silva, A. F., Silva, D. D., Machado, J. R. A., Cota, L. V., Costa, R. V., Mendes, S. M. (2019). Milho: Caracterização e desafios tecnológicos. Embrapa.
- Coutinho, W. M., Silva-Mann, R., Vieira, M. G. G. C., Machado, C. F., Machado, J. C. (2007). Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho submetidas à termoterapia e condicionamento fisiológico. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 32(6), 458-464.
- Estefani, R.C.C., Miranda Filho, R.J., Uesugi, C.H. (2007). Tratamento térmico e químico de sementes de feijoeiro: eficiência na erradicação de *Curtobacterium flaccumfaciens pv flaccumfaciens* e efeitos na qualidade fisiológica das sementes. *Fitopatologia Brasileira*, 32(5), 434-438.
- Erdey, D. P., Mycock, D. J., Berjak, P. (1997). The elimination of *Fusarium moniliforme* (Sheldon) infection in maize caryopses by hot water treatment. *Seed Science and Technology*, 25(3), 485-501.
- Groot, S.P.C., Birbaum, Y., Rop, N., Jalink, H., Forsberg, G., Kromphardt, C., Werner, S., Koch, E. (2006). Effect of seed maturity on sensitivity of seeds towards physical sanitation treatments. *Seed Science and Technology*, 34, 403-413.
- Lucca Filho, O. A. (2003). Patologia de Sementes In.: Peske, S. T., Rosenthal, M. D., Rota, G. R. M. *Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos*, 1. ed.
- Machado, J.C. (2000). *Tratamento de sementes no controle de doenças*. Editora UFLA.

Marcos Filho, J. (2005). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. FEALQ, 495p.

Matheus, M.T., Lopes, J.C. (2009). Temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(3), 115-122.

Mendes, M. S. S., Lima, P. M. M. P., Fonseca, J. N. L., Santos, M. De F. (2001). Erradicação de *Fusarium oxysporum* em sementes de alfafa utilizando termo e quimioterapia. *Fitopatologia Brasileira*, 30(2), 148-152.

Miranda, R. A. De. (2018). *Uma história de sucesso da civilização*. A Granja, 74(829), 24-27.

Miyamoto, Y. (2013). *Semente, a mãe da agricultura*. Brasília: Anuário Abrasem 2013, Brasília 62-63.

Peske, S. T., Barros, A. C. S. A. (2003). Produção de sementes. In: Peske, S. T., Rosenthal, M. D., Rota, G. R. M. *Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos*, 1. ed.

Trigo, M.F.O., Pierobom, C.R., Nedel, J.L. & Trigo, L.F.N. (1998). Tratamento térmico em sementes de cenoura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 33:357-361.

Zambolim, L. (2004). Importância do tratamento de sementes no manejo integrado de doenças. In: Simpósio Brasileiro De Patologia De Sementes, 8, 2004, João Pessoa, PB. Palestras, João Pessoa: Tropical Hotel Tambaú, p.94-94.