

Sementes de milho tratada: substratos e metodologia alternativa para o teste de germinação**Treated corn seeds: substrates and alternative methodology for germination test**

DOI:10.34117/bjdv6n6-600

Recebimento dos originais:08/05/2020

Aceitação para publicação:27/06/2020

Gabriel Alverenga

Mestre em Ciências e Tecnologia de Sementes

Universidade Federal de Pelotas - UFPel

Endereço: Campus Universitário, S/N -CEP 96160-000 - Capão do Leão, RS – Brasil

E-mail: Gabriel.alverenga.agro@gmail.com

Cristina Rossetti

Mestranda em Ciências e Tecnologia de Sementes

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Endereço: Campus Universitário, S/N -CEP 96160-000 - Capão do Leão, RS – Brasil

E-mail: cristinarossetti@yahoo.com.br

Andréia da Silva Almeida

Doutora em Ciências e Tecnologia de Sementes

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Endereço: Campus Universitário, S/N -CEP 96160-000 - Capão do Leão, RS – Brasil

E-mail: andreiasalmeida@yahoo.com.br

Daniele Brandstetter Rodrigues

Doutora em Ciências e Tecnologia de Sementes

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Endereço: Campus Universitário, S/N -CEP 96160-000 - Capão do Leão, RS – Brasil

E mail: ufpelbrandstetter@hotmail.com

Andrea Bicca Noguez Martins

Doutora em Ciências e Tecnologia de Sementes

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Endereço: Campus Universitário, S/N -CEP 96160-000 - Capão do Leão, RS – Brasil

E mail: amartinsfv@hotmail.com

Rafael Nunes de Aguiar

Mestrando em Ciências e Tecnologia de Sementes

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Endereço: Campus Universitário, S/N -CEP 96160-000 - Capão do Leão, RS – Brasil

E-mail: rafaelnunesdeaguiar@gmail.com

Erica de Almeida Evangelista

Mestre em Ciências e Tecnologia de Sementes

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Endereço: Campus Universitário, S/N -CEP 96160-000 - Capão do Leão, RS – Brasil

E-mail: herikaae@hotmail.com

Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Professora no PPG Ciências e Tecnologia de Sementes – departamento de Fitotecnia

Universidade Federal de Pelotas - UFPel

Endereço: Campus Universitário, S/N -CEP 96160-000 - Capão do Leão, RS - Brasil

E-mail: lilianmtunes@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a utilização de substratos e metodologias alternativas para a execução do teste de germinação em sementes milho tratadas com agroquímicos. Utilizaram-se sementes de milho, safra 2015/2016, com germinação igual ou superior a 90% e teor de água médio de 12,5%. As sementes foram submetidas a quatro tratamentos químicos (Cruiser® 350 FS; Avicta Completo, Standak Top e Crop Star). Após foram montados os testes para avaliação do potencial germinativo das sementes x tratamentos x substratos. Dessa forma, conclui-se que o substrato mais indicado para instalação do teste de germinação em milho depende do tipo de produto e ingrediente ativo do tratamento de sementes. A utilização da vermiculita para o teste de germinação em sementes de milho tratadas mostrou-se como uma alternativa viável, devido à interferência positiva nos tratamentos conduzidos com a mesma. A temperatura de 30°C possibilita o desenvolvimento mais uniforme e rápido de plântulas normais no teste de germinação em sementes de milho tratadas e sem tratamento. O aumento de plântulas normais em sementes tratadas está relacionado ao ingrediente bioativo que colaboram para um melhor e rápido desenvolvimento inicial.

Palavras chave: *Zeamays*, fungicida, inseticida, número de sementes, pré-hidratação, temperatura.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the use of substrates and alternative methodologies to perform the germination test on corn seeds treated with agrochemicals. Corn seeds, harvest 2015/2016, with germination equal to or greater than 90% and average water content of 12.5% were used. The seeds were subjected to four chemical treatments (Cruiser® 350 FS; Avicta Completo, Standak Top and Crop Star). Afterwards, tests were carried out to evaluate the germinative potential of seeds x treatments x substrates. Thus, it is concluded that the substrate most suitable for installing the germination test in corn depends on the type of product and active ingredient of the seed treatment. The use of vermiculite for the germination test in treated corn seeds proved to be a viable alternative, due to the positive interference in the treatments carried out with it. The temperature of 30 ° C allows the more uniform and faster development of normal seedlings in the germination test in treated and untreated corn seeds. The increase in normal seedlings in treated seeds is related to the bioactive ingredient that collaborates for a better and faster initial development.

Keywords: *Zea mays*, fungicide, insecticide, number of seeds, pre-hydration, temperature.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho está entre as culturas de maior importância mundial, sendo utilizada de diversas formas, tanto para consumo humano quanto como ração para animais. Está entre as culturas que mais disponibilizam variedades no mercado, as quais possuem características agronômicas em comum que as diferenciam de outros materiais genéticos e podem ser multiplicadas por agricultores durante anos sucessivos.

A produção de milho é crescente no Brasil, onde a média brasileira foi 5.400 kg.ha⁻¹ na safra 2014/15, considerada baixa em comparação com outros países como os Estados Unidos. No entanto, se considerarmos a média de 10 anos atrás, cerca de 3.400 kg.ha⁻¹, o Brasil vem mantendo uma taxa de crescimento de produtividade na ordem de 5% ao ano. Muito superior à própria soja, que neste mesmo período aumentou a produtividade numa taxa de 1,6% a 1,8% ao ano (CONAB 2015).

O sucesso de qualquer empreendimento agrícola baseado na exploração comercial de cultivos vegetais requer a utilização de sementes de alta qualidade, com potencial para produzir plantas vigorosas e produtivas, de maneira uniforme e no menor tempo possível.

O mercado de tratamento de sementes vem aumentando significativamente, conforme a percepção do valor das sementes de milho e a importância de proteger o seu desempenho. A principal finalidade do tratamento é de proteger as sementes com o uso de inseticidas e fungicidas e/ou de nutrição com a adição de micronutrientes, para melhorar o desenvolvimento inicial, tanto no aspecto fisiológico como econômico (AVELAR et al., 2011). A qualidade das sementes envolve um conjunto de atributos como os físicos, sanitários, genéticos e fisiológicos; onde o padrão é o teste de germinação.

Tanto para sementes sem tratamento ou tratadas, o teste padronizado de qualidade exigido pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o comércio de sementes é o de germinação. No entanto, o teste de germinação é realizado sob condições ideais de umidade, temperatura, substrato, luz e oxigênio, fato esse, que não condiz com a realidade de campo. É um teste padronizado, pois possui ampla possibilidade de repetições de resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância, desde que sejam seguidas as instruções estabelecidas nas Regras de Análise de Sementes nacionais (BRASIL, 2009) como as internacionais, como a ISTA e a AOSA.

É bastante rotineiro em laboratório de controle de qualidade de sementes que o percentual de germinação das sementes tratadas com agroquímicos seja inferior ao encontrado na germinação em campo. Fato esse que ocorre, pois no uso do papel germitest a área de

contato das sementes com o produto é de em média 3.500 vezes maior que na emergência em canteiro, ocasionando o efeito fito tóxico nas sementes. Segundo as Regras para Análise de Sementes para soja (BRASIL, 2009), que indica o uso do papel germitest para execução do teste de germinação, este, muitas vezes não é bem aceito para avaliar sementes tratadas com agroquímicos. O substrato influencia diretamente na germinação, pois em função de sua capacidade de retenção de água, estrutura e aeração, afeta o fornecimento de água e de oxigênio para as sementes e oferece suporte físico para o desenvolvimento da plântula (FIGLIOLIA et al., 2005).

No comércio de sementes de milho, o teste de germinação em sementes tratadas tem merecido atenção tanto das empresas como do meio científico, visando a obtenção de informações, atualmente escassas, que expressem a real qualidade fisiológica, evitando perdas de bons materiais e venda de sementes com baixa qualidade. Considerando-se a importância do tratamento fitossanitário de sementes, o trabalho teve como objetivo analisar a utilização de substratos e metodologias alternativas para a execução do teste de germinação em sementes de milho tratadas com agroquímicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório Didático de Análise de Sementes “Flavio Rocha” da Universidade Federal de Pelotas, localizada na cidade de Pelotas no estado do Rio Grande do Sul.

Utilizaram-se sementes de milho híbrido simples, safra 2015/2016, com germinação igual ou superior a 90% e teor de água médio de 12,5%. As sementes foram submetidas a quatro tratamentos químicos (Cruiser[®] 350 FS; Avicta Completo, Standak Top e Crop Star) todos com a dose recomendada para a cultura (Tabela 1). A calda (produto + água) foi aplicada, com o auxílio de uma pipeta graduada, no fundo de um saco plástico transparente e distribuída pelas paredes do saco. O volume de calda utilizado foi de 0,6L.100kg⁻¹ de sementes.

Tabela 1. Produtos comerciais, doses e volumes de calda final para cada tratamento de sementes na cultura do milho híbrido simples. Pelotas, 2016.

Tratamentos	Ingrediente Ativo (i.a)	Nome comercial ¹	Tipo do produto ¹	Dose do produto comercial (mL)	Volume de água (mL)
1	Testemunha	-	-	-	-
2	Thiamethoxam	*Cruiser® 350 FS	I	120	480
3	Abamectina+Thiamethoxam	*Avicta Completo	I	120	390
	Fludioxonil+Mefenoxan		F	30	
	Thiabendazole		N	60	
4	Fipronil+Piraclostrobina	**Standak Top	F	225	125
	Tiofanato Metílico		I	250	
5	Imidacloprido	**Crop Star	I	150	-
	Tiodicarbe			250	

¹ Nome comercial: *mL.60.000-1 sementes e **mL 100kg-1 de sementes.

¹ Tipo de produto: I = inseticida; F = fungicida; N = nematicida.

Os tratamentos consistiram em 50 sementes nos rolos e três temperaturas (20, 25 ou 30°C) e quatro substratos (germitest; germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas). A quantidade total de sementes por tratamento foi de 200 distribuídas em quatro subamostras de 50 sementes.

O tratamento que inclui areia adicionou-se 17,5 g deste material, de forma homogênea, sobre o papel substrato de cada rolo. Antes da semeadura, a areia foi umedecida na proporção de 1 L de água para cada 1kg de areia.

No tratamento que inclui vermiculita, adicionou-se 17,5 g deste material, de forma homogênea, sobre o papel substrato de cada rolo. Antes da semeadura, a vermiculita foi umedecida na proporção de 1 L de água para cada 1kg de vermiculita.

A pré-hidratação foi realizada em caixas plásticas do tipo gerbox, contendo 40 mL de água destilada, e em cujo interior utilizou-se tela metálica para evitar a imersão das sementes na água e mantê-las em câmara úmida, por 48 horas, a 20°C.

Após foram montados os testes para avaliação do potencial germinativo das sementes x tratamentos x substratos.

Teste de germinação: o teste de germinação foi realizado utilizando quatro repetições de cada tratamento, contendo quatro subamostras de 50 sementes, semeadas em rolos de papel germitest umedecidas, com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados no germinador a uma temperatura de 20, 25 ou 30°C. A germinação foi realizada aos 7 dias, na qual foi determinada a percentagem de plântulas normais, anormais e

sementes não germinadas (duras, dormentes ou mortas), obtendo o resultado da germinação de acordo com as Regras para Análise de Semente (BRASIL, 2009).

Emergência de plântulas a campo: o teste foi realizado com 200 sementes por tratamento, divididas em quatro repetição de 50 sementes, distribuídas em sulcos de 1 metro de comprimento e com 3 cm de profundidade, com 2 cm entre sementes e espaçadas a 20 cm entre linhas. A contagem foi realizada aos 14 dias após a semeadura (ocorreu à estabilização da cultura) onde se observou as plântulas emergidas, considerando apenas as que emitirem os cotilédones acima da superfície do solo.

O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x4 (tratamento de sementes x substratos) com quatro repetições. As médias obtidas foram submetidas à análise de variância (FERREIRA, 2000) e a análise estatística foi realizada com auxílio do pacote estatístico Sisvar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade fisiológica das sementes é rotineiramente avaliada pelo teste de germinação, que possibilita ao lote expressar sua máxima germinação sob condições favoráveis. Esse teste é padronizado para a maioria das espécies cultivadas e apresenta ampla possibilidade de repetição dos resultados (MARCOS FILHO, 2015). No entanto, lotes de sementes de milho aprovados pelas análises de germinação nem sempre apresentam alta emergência em campo, por isso são recomendados testes complementares. O tratamento de sementes é uma prática cada vez mais utilizada para diferentes culturas, pois através dessa tecnologia é possível agregar produtos as sementes para protegê-las contra pragas presentes na própria semente e no solo (VANIN et al., 2011). À medida que aumenta o valor da semente e a importância de proteger ou melhorar seu desempenho surge no mercado novos produtos, alguns proporcionam alterações morfológicas e fisiológicas nas plantas (ALMEIDA et al., 2011), outros tem finalidade de nutrição como os micronutrientes.

Na tabela 2, o teste de emergência em campo mostrou o comportamento dos diferentes tratamentos, onde os produtos Cruiser[®], Avicta Completo, Standak Top e Standak Top não diferiram das sementes sem tratamento (testemunha) para o controle no desenvolvimento inicial das plântulas. O mesmo foi verificado por Oliveira et al. (2015) logo após o tratamento de sementes de feijão-caupi quando comparado a testemunha, observou-se que os produtos agiram de maneira semelhante não influenciando sobre a emergência de plântulas. Contrariamente ao observado nesta pesquisa com milho, em sementes de soja por Trafane

(2014) e Silva (2016), onde as sementes sem tratamento apresentaram baixa emergência, porém o que pode ter influenciado os resultados foram a ocorrência de pragas e fungos de solo, já que as sementes não estavam tratada com fungicida e inseticida.

O teste de emergência a campo em milho é um fator preponderante para o estabelecimento de plântulas em condições de campo e é considerado o teste de vigor mais apropriado para caracterizar a qualidade de sementes tratadas com agroquímicos, pois não há metodologia padronizada nessa categoria no Brasil.

O vigor das sementes de milho, independente da presença ou não de tratamento agroquímico, ficou acima de 90%, assim, considera-se o lote de alto vigor, independente do tratamento utilizado. Segundo pesquisa de Dan et al. (2010) e Dan et al. (2012), plântulas com maior emergência em campo possuem maior desempenho e, conseqüentemente, maior capacidade de resistir a estresses que porventura possam interferir no desenvolvimento inicial da futura planta.

O teste de emergência apresenta sua importância na avaliação da qualidade fisiológica de sementes tratadas, pois o mesmo possibilita a lixiviação dos produtos revestidos nas sementes, o que já não acontece utilizando o papel como substrato no qual o produto fica ao redor da semente, além disso, pode causar fitotoxidez (OLIVEIRA et al., 2015). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), o nível de vigor das sementes por ocasião da semeadura tem um pronunciado efeito sobre sua resposta ao tratamento com fungicida e inseticida. Fato esse, foi observado em sementes de alto vigor que não reagem ao tratamento químico; as de vigor médio reagem até certo ponto e as de vigor baixo praticamente não reagem ao tratamento químico (GOMES et al., 2009), indo ao encontro dos resultados encontrados na presente pesquisa.

Tabela 2. Teste de emergência de plântulas em campo (EC) de milho em sementes sem tratamento (testemunha) com tratamento químico com Cruiser® 350 FS; Avicta Completo; Standak Top e Crop Star. Pelotas, 2016.

	Testemunha	Cruiser®	Avicta Completo	Standak Top	Crop Star
%	95a	96a	95a	95a	95a
CV(%)	1,82				

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teste padrão de germinação para sementes de milho (*Zeamays* L.) está descrito nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), na qual indica a utilização de substratos

como o rolo de papel (RP) ou entre areia (EA), submetidas às temperaturas constantes de 20, 25 ou 30°C e/ou temperatura alternada de 20-30°C. Também descreve algumas instruções adicionais ao teste padrão de qualidade como, se no caso de encontrar alguma semente dura no final do teste de germinação, para que o resultado possa ser considerado satisfatório e válido para emissão do resultado, é preciso que a variação entre as porcentagens de germinação das repetições de 100 sementes esteja dentro das tolerâncias máximas permitidas, para plântulas normais. Essas instruções indicadas nas Regras de Análise de Sementes (RAS) muitas vezes não são adequadas para sementes tratadas, por isso, a necessidade de aperfeiçoamento da metodologia para garantir um resultado confiável do laboratório de análise de sementes, pela importância do teste para comercialização (BRASIL, 2009).

Na tabela 3 estão os resultados do teste de germinação com o percentual de plântulas normais conduzido com uma temperatura constante de 20 °C. O percentual de plântulas normais no tratamento sem adição de agroquímicos não diferiram entre as metodologias alternativas na condução do teste de germinação. No entanto, para as sementes tratadas com Cruiser[®], Avicta Completo, Standak Top e Crop Star na condição do teste de germinação com o papel germitest (metodologia padronizada nas Regras de Análise de Sementes) apresentaram percentuais de plântulas normais inferiores as demais metodologias alternativas testadas.

Também na tabela 3 o percentual de plântulas normais das sementes sem tratamento não diferiu das sementes tratadas com Avicta Completo e Standak Top. Para o tratamento de sementes com Cruiser[®], o substrato Germitest+vermiculita apresentou percentuais mais elevados de plântulas normais quando comparado as sementes que não receberam tratamento químico. Esse efeito positivo do inseticida Cruiser[®], com o ingrediente ativo Thiamethoxam (Tabela 3), são relatados também nas pesquisas de Battistus et al. (2013) onde constataram que o produto promoveu melhor proteção de planta, sendo atribuído este resultado a ação bioativadora. Assim como nas pesquisas de Almeida et al. (2011); Almeida et al., (2012) e Almeida et al., (2015) em sementes de arroz, aveia preta e Urochloa, respectivamente, onde afetou positivamente a qualidade fisiológica das sementes. Esse resultado é confirmado por Almeida et al. (2009) em sementes de cenoura e por Tavares et al. (2008) em sementes de soja. Segundo Castro et al. (2007), essa afirmação de diversos autores pode ser explicada devido a hipótese de que o tiametoxam favorece a absorção de água e a resistência estomática, melhorando o equilíbrio hídrico da planta, com maior tolerância a déficits hídricos.

Os efeitos positivos da aplicação de Cruiser[®] nas sementes vão de encontro aos percentuais de plântulas normais detectados nas sementes tratadas com o produto Crop Star

(tabela 3). O efeito negativo do Crop Star pode estar associado a um efeito fitotóxico, uma maior concentração de produto ao redor das sementes no teste de germinação. É importante salientar que o conhecimento do efeito dos tratamentos sobre a formação de plântulas normais é de grande importância, uma vez que existe uma relação entre a área foliar e a atividade fotossintética, conseqüentemente, maior desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al., 2009 e SOUSA et al., 2015).

Tabela 3. Comparação de diferentes substratos:germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação (plântulas normais) com uma temperatura constante de 20°C; número de 50 sementes sem tratamento e tratadas com Cruiser® 350 FS; Avicta Completo; Standak Top e Crop Star.

Substratos	Tratamentos	
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Cruiser® 350 FS
Germitest	91 aA	93 bA
Germitest+vermiculita	93 aA	98 aB
Germitest+areia	92 aA	93 aA
Sementes pré hidratadas	91 aA	94 aA
	Sementes não tratada	Sementes tratadas com Avicta Completo
Germitest	91 aA	91 bA
Germitest+vermiculita	93 aA	94 aA
Germitest+areia	92 aA	93 aA
Sementes pré hidratadas	91 aA	93 aA
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Standak Top
Germitest	91 aA	90 bA
Germitest+vermiculita	93 aA	94 aA
Germitest+areia	92 aA	93 aA
Sementes pré hidratadas	91 aA	93 aA
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Crop Star
Germitest	91 aA	85 bB
Germitest+vermiculita	93 aA	89 aB
Germitest+areia	92 aA	88 aB
Sementes pré hidratadas	91 aA	87 aB

CV (%) = 1,06

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A utilização de diferentes substratos como o germitest; o germitest + areia; o germitest + vermiculita e o papel germitest com sementes pré-hidratadas; têm grande influência, pois de acordo com o tipo de material utilizado, fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos, podem variar de um para o outro. Assim, podem ocorrer diferenças entre os resultados, se não houver uma uniformização da

metodologia com relação ao substrato, levando-se em conta presença de algum tratamento químico.

Na Tabela 4 estão os dados referentes ao teste de germinação para as sementes de milho (sementes sem tratamento e tratadas) na temperatura constante de 25°C e utilização de quatro substratos: o germitest; o germitest + areia; o germitest + vermiculita e o papel germitest com sementes pré-hidratadas. Sementes tratadas com Cruiser® 350 FS e a utilização do papel germitest para a condução do teste de germinação apresentou um percentual de plântulas normais inferiores quando comparado as demais metodologias alternativas testadas na pesquisa.

A utilização do substrato Germitest+vermiculita, proporcionou resultados superiores de plântulas normais nas sementes de milho tratadas quimicamente com Avicta Completo, Standak Top e Crop Star. O resultado da germinação das sementes de milho tratadas com Crop Star no substrato germitest e com a metodologia alternativa utilizando sementes pré hidratadas, apresentaram uma redução de plântulas normais de 10 e 7% nos substratos Germitest+vermiculita e Germitest+areia, respectivamente (Tabela 4).

Ainda na tabela 4, ao analisar as sementes sem adição de tratamento químico com as com tratadas, pode-se verificar que a utilização dos substratos Germitest+vermiculita e Germitest+areia proporcionaram um melhor desenvolvimento de plântulas normais, independente do tipo de produto utilizado. Segundo Martins et al., 2009 e Silva (2016), a utilização da vermiculita e areia para o teste de germinação em sementes tratadas também poderia ser utilizada nos laboratórios de análise de sementes, por apresentar vantagens como a facilidade de obtenção; viabilidade econômica, uniformidade e na composição química e granulométrica, porosidade e capacidade de retenção de água e baixa densidade.

Assim, podem ocorrer diferenças entre os resultados, se não houver uma uniformização da metodologia com relação ao substrato, levando-se em conta presença de algum tratamento químico. Principalmente para sementes tratadas, o substrato utilizado no teste de germinação é muito importante para obtenção de resultados confiáveis, visto que este teste agrega ou não valor às sementes na etapa de comercialização.

Tabela 4. Comparação de diferentes substratos:germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação (plântulas normais) com uma temperatura constante de 25°C; número de 50 sementes sem tratamento e tratadas com Cruiser® 350 FS; Avicta Completo; Standak Top e Crop Star.

Substratos	Tratamentos	
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Cruiser® 350 FS
Germitest	93aA	93bA
Germitest+vermiculita	92aB	98aA
Germitest+areia	91aB	97aA
Sementes pré hidratadas	93aB	97aA
	Sementes não tratada	Sementes tratadas com Avicta Completo
Germitest	93aA	93bA
Germitest+vermiculita	92aB	98aA
Germitest+areia	91aB	95bA
Sementes pré hidratadas	93aA	94bA
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Standak Top
Germitest	93aA	93cA
Germitest+vermiculita	92aB	97aA
Germitest+areia	91aB	95bA
Sementes pré hidratadas	93aA	95bA
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Crop Star
Germitest	93aA	88cA
Germitest+vermiculita	92aB	98aA
Germitest+areia	91aB	95bA
Sementes pré hidratadas	93aA	88cA

CV (%) 1,10

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 5 as sementes não tratadas apresentaram um menor percentual de plântulas normais do substrato padrão (BRASIL, 2009). As sementes tratadas com Cruiser® 350 FS e Standak Top prejudicaram o desenvolvimento das plântulas normais com a utilização do substrato germitest e sementes pré hidratadas. O mesmo foi verificado por Guimarães et al. (2007) no teste de germinação em *Calyptroanthusclusiifolia*, ao testarem os substratos: areia, substrato agrícola “Mecplant”, vermiculita e rolo de papel; e constataram que o único substrato não eficiente foi o rolo de papel. Entretanto, foi concluído por Silva (2016) que em sementes de soja a pré hidratação é uma boa opção para o teste de germinação em comparação ao padronizado para comercialização de sementes.

Na tabela 5 as sementes que foram tratadas com Avicta Completo apresentaram um melhor percentual de plântulas normais com o substrato Germitest+vermiculita. Na vermiculita, o contato entre as sementes e o substrato é bem maior, de acordo com Figliolia et

al. (2005), e pode ser recomendado para as sementes de milho. Assim como em soja, o uso da vermiculita para o teste de germinação em sementes tratadas mostrou-se como uma alternativa viável, devido a interferência positiva nos tratamentos conduzidos com a mesma (SILVA, 2016).

Na comparação das sementes não tratadas com as tratadas com diferentes agroquímicos, pode-se verificar que a adição do produto Cruiser® 350 FS e Avicta Completo favoreceram o desenvolvimento de plântulas normais com a utilização dos substratos Germistest e Germitest+vermiculita (tabela 5). Assim como o uso do tratamento químico Standak em sementes de milho e após condução do teste de germinação com o substrato Germitest+vermiculita. O mesmo foi encontrado por Varela et al. (2005), onde a temperatura de 30°C, em substrato de vermiculita, foi indicada como ótima para germinação. No entanto, o produto Avicta teve efeito negativo no percentual germinativo quando as sementes foram submetidas a metodologia alternativa com a utilização de uma pré hidratação das sementes.

O tratamento de sementes de milho com Crop Star prejudicou o processo germinativo, independente da temperatura de condução do teste de germinação (Tabelas 3, 4 e 5). O mesmo foi verificado por Dan et al. (2012) os ingredientes ativos Imidacloprido e Tiodicarbe prejudicam a germinação e o vigor de sementes de soja. Apesar do tratamento de sementes serem uma operação rotineira, pouco se conhece sobre a influência dos inseticidas na germinação e o vigor das sementes de milho. Alguns resultados de pesquisa têm mostrado que certos produtos, quando aplicados nas sementes de outras culturas podem, em determinadas situações, reduzir a germinação e a sobrevivência das plântulas (SILVEIRA et al., 2001).

Segundo as Regras de Análise de Sementes, o tipo de substrato constitui o suporte físico no qual a semente é colocada e tem a função de manter as condições adequadas para a germinação e o desenvolvimento das plântulas. Portanto, o tipo de substrato utilizado deve ser adequado às exigências fisiológicas de germinação, tamanho, forma da semente e o tipo de tratamento utilizado (BRASIL, 2009)

Tabela 5. Comparação de diferentes substratos:germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação (plântulas normais) com uma temperatura constante de 30°C; número de 50 sementes sem tratamento e tratadas com Cruiser® 350 FS; Avicta Completo; Standak Top e Crop Star.

Substratos	Tratamentos	
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Cruiser® 350 FS
Germitest	90bB	94bA
Germitest+vermiculita	95aB	99aA
Germitest+areia	94aA	95bA

Sementes pré hidratadas	94aA	95bA
	Sementes não tratada	Sementes tratadas com Avicta Completo
Germitest	90bB	95bA
Germitest+vermiculita	95aB	97aA
Germitest+areia	94aA	95bA
Sementes pré hidratadas	94aA	91cB
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Standak Top
Germitest	90bA	93cA
Germitest+vermiculita	95aB	97aA
Germitest+areia	94aA	95bA
Sementes pré hidratadas	94aA	93cA
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Crop Star
Germitest	90bA	88cB
Germitest+vermiculita	95aA	96aA
Germitest+areia	94aA	96aA
Sementes pré hidratadas	94aA	93bA

CV (%) 0,94

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Nas tabelas 6, 7 e 8 estão os dados percentuais de plântulas anormais contabilizados durante o teste de germinação para todos os tratamentos analisados. Segundo as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), plântulas anormais são aquelas que não mostram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas normais (com todas as estruturas essenciais desenvolvidas), mesmo conduzidas em condições favoráveis de temperatura, umidade, luz e oxigênio. No presente experimento, as plântulas de milho anormais foram classificadas como plântulas deformadas (BRASIL, 2009), onde apresentaram desenvolvimento fraco, com as estruturas essenciais deformadas e/ou desproporcionais. A redução de plântulas anormais em sementes tratadas está relacionada ao ingrediente bioativo de cada produto químico que colaboram para um melhor e rápido desenvolvimento inicial.

Na tabela 6 as sementes tratadas com Cruiser[®] 350 FS, Avicta Completo, Standak Top e Crop Star não diferiram entre os substratos e metodologia alternativa testada. Os danos mais comuns nas plântulas normais foram: ápice danificado ou ausente; ápice do coleóptilo danificado ou ausente, plântula fortemente curvada, retorcida e comprimento de plântula total médio de 2 cm.

Algumas sementes apresentaram contaminação fúngica e não iniciaram o processo de germinação, principalmente nas avaliações das sementes sem tratamento. A adoção do tratamento de sementes como métodos de combate a patógenos e como via de disponibilização

de micronutrientes, apresenta grande potencial para a minimização dos custos de produção. Esta prática, geralmente representa valores variando de 0,5 a 1% dos custos, promovendo assim uma boa relação de custo/benefício (MENTEN e MORAES, 2010). O tratamento de sementes é importante porque existem muitos fungos associados às sementes, que podem ser disseminados, ou que estejam presentes no solo, afetando a germinação. Por isso, fungicidas, inseticidas e nematicidas são uma alternativa adotada pelos produtores de sementes a fim de assegurar uma população adequada de plantas e um bom desempenho destas no campo (PICININI; PRESTES, 1996 e MENTEN, 2011).

O tratamento de sementes constitui-se em um seguro barato. Culturas como soja e milho têm, praticamente, 100% das sementes tratadas com fungicidas. Devido às vantagens agrônômicas, sociais e ambientais e ao maior reconhecimento da importância da sanidade e tratamento adequado dos materiais de propagação vegetal no manejo integrado de pragas, a tecnologia deve ser cada vez mais aprimorada e mais utilizada em todas as culturas.

Tabela 6. Comparação de diferentes substratos:germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação (plântulas anormais) com uma temperatura constante de 20°C; número de 50 sementes sem tratamento e tratadas com Cruiser® 350 FS; Avicta Completo; Standak Top e Crop Star

Substratos	Tratamentos	
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Cruiser® 350 FS
Germitest	8 a	7 a
Germitest+vermiculita	8 a	6 a
Germitest+areia	7 a	7 a
Sementes pré hidratadas	7 a	5 a
	Sementes não tratada	Sementes tratadas com Avicta Completo
Germitest	8 a	8 a
Germitest+vermiculita	8 a	6 b
Germitest+areia	7 a	7 ab
Sementes pré hidratadas	7 a	7 ab
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Standak Top
Germitest	8 a	8 a
Germitest+vermiculita	8 a	6 b
Germitest+areia	7 a	7 ab
Sementes pré hidratadas	7 a	7 ab
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Crop Star
Germitest	8 a	8 a
Germitest+vermiculita	8 a	6 b
Germitest+areia	7 a	7 ab
Sementes pré hidratadas	7 a	7 ab

CV (%) = 12,2

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 7 as sementes tratadas com Cruiser® 350 FS o substrato padronizado pelas RAS (2009) foi o que apresentou um maior percentual de plântulas anormais quando comparado aos comgermitest+vermiculita, germitest+areia e sementes pré hidratadas.

As sementes tratadas com Avicta Completo, Standak Top e Crop Star apresentaram um menor percentual de plântulas anormais com a utilização do substrato germitest+vermiculita (Tabela 7). No tratamento de sementes com Avicta Completo em milho e soja, o thiamethoxam promove a expressão de genes relacionados com a síntese e atividade de enzimas, alterando a produção de aminoácidos precursores de fitohormônios, o que resulta em aumento de germinação, vigor e comprimento radicular (CASTRO et al., 2008 e BALARDIN et al. 2011) e rendimento da cultura no campo.

A anormalidade de plântulas pode ser ocasionada por fatores ambientais, que acarretam deformidades, atrofia ou até mesmo ausência de seus órgãos vitais. Dessa forma, alguns trabalhos têm descrito tais efeitos fitotóxicos apresentados pelas culturas após o tratamento de sementes com produtos químicos, como Goulart et al. (1999), que verificaram a redução da qualidade fisiológica de sementes de soja quando submetidas ao tratamento fúngico à base do ingrediente ativo thiabendazole.

Alguns produtos como inseticidas e fungicidas de atuação fisiológica, podem promover crescimento mais vigoroso e com melhor aproveitamento do seu potencial produtivo (CASTRO et al., 2008 e CUNHA et al., 2015). A cada ano são descobertos e utilizados novos ingredientes ativos para o tratamento de sementes de milho (MENTEN et al., 2010). Assim como a pesquisa de Venâncio et al. (2004) com o produto utilizado no tratamento de sementes de milho Standak Top® (piraclostrobina + tiofanato-metílico + fipronil), que tem ação inseticida, fungicida e devido a sua molécula de estrubirulina (piraclostrobina) pode exercer ação fisiológica na planta conferindo “efeito verde”, influenciando na regulação hormonal, no estresse oxidativo, na assimilação de carbono e nitrogênio, na indução de resistência a patógenos e no retardo da senescência das plantas, auxiliando em uma proteção para o desenvolvimento inicial de plântulas normais (com todas as estruturas essenciais presentes e proporcionais). No entanto, Similarmente, Silveira et al. (2001) verificaram que o inseticida fipronil reduziu o desenvolvimento radicular de plântulas de milho. Do mesmo modo, a adição do produto Crop Star em pesquisa de feijão por Barbosa et al. (2002) e Dan et al. (2010), a presença do inseticida imidacloprid proporciona melhoria nas características agrônômicas da cultura e maior porcentagem de germinação.

Tabela 7. Comparação de diferentes substratos:germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação (plântulas anormais) com uma temperatura constante de 25°C; número de 50 sementes sem tratamento e tratadas com Cruiser® 350 FS; Avicta Completo; Standak Top e Crop Star.

Substratos	Tratamentos	
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Cruiser® 350 FS
Germitest	7 a	8 a
Germitest+vermiculita	6 a	2 b
Germitest+areia	7 a	3 b
Sementes pré hidratadas	6 a	3 b
Substratos	Sementes não tratada	Sementes tratadas com Avicta Completo
Germitest	7 a	7 a
Germitest+vermiculita	6 a	3 b
Germitest+areia	7 a	6 a
Sementes pré hidratadas	6 a	6 a
Substratos	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Standak Top
Germitest	7 a	7 a
Germitest+vermiculita	6 a	3 b
Germitest+areia	7 a	6 a
Sementes pré hidratadas	6 a	6 a
Substratos	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Crop Star
Germitest	7 a	7 a
Germitest+vermiculita	6 a	3 c
Germitest+areia	7 a	5 b
Sementes pré hidratadas	6 a	6 ab

CV (%) 18,5

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Comparação de diferentes substratos:germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para a quantificação de plântulas anormais decorrentes da condução do teste de germinação a 30°C constante estão na tabela 8. Da mesma forma que foi discutido anteriormente na condução do teste de germinação com uma temperatura constante de 25°C, foi verificado que o substrato Germitest+vermiculita proporcionou um percentual reduzido de plântulas anormais nos tratamentos de sementes com Cruiser® 350 FS,Avicta Completo e Standak Top. No entanto, o tratamento de sementes de milho com Crop Star não diferiu entre as metodologias alternativas e a padrão o percentual de plântulas anormais.

Tabela 8. Comparação de diferentes substratos:germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação (plântulas anormais) com uma temperatura constante de 30°C; número de 50 sementes sem tratamento e tratadas com Cruiser® 350 FS; Avicta Completo; Standak Top e Crop Star.

Substratos	Tratamentos	
	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Cruiser® 350 FS
Germitest	7 a	6 a
Germitest+vermiculita	5 b	2 b
Germitest+areia	6 ab	6 a
Sementes pré hidratadas	6 ab	5 a
Substratos	Sementes não tratada	Sementes tratadas com Avicta Completo
Germitest	7 a	6 ab
Germitest+vermiculita	5 b	3 c
Germitest+areia	6 ab	5 b
Sementes pré hidratadas	6 ab	7 a
Substratos	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Standak Top
Germitest	7 a	7 a
Germitest+vermiculita	5 b	3 c
Germitest+areia	6 ab	5 b
Sementes pré hidratadas	6 ab	7 a
Substratos	Sementes não tratadas	Sementes tratadas com Crop Star
Germitest	7 a	6 a
Germitest+vermiculita	5 b	4 b
Germitest+areia	6 ab	5 ab
Sementes pré hidratadas	6 ab	7 a

CV (%) 16,4

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Alguns tratamentos de sementes visam à melhoria e /ou a manutenção da sua qualidade. Todos os tratamentos alcançaram níveis adequados de germinação para sementes de soja, com percentagem acima de 80% (Tabelas 3, 4 e 5), valor mínimo referido pelo Ministério da Agricultura para comercialização das sementes (MAPA, 2013). As sementes, em geral, apresentam um desempenho variável, quanto à germinação, em diferentes temperaturas e substratos, que são componentes básicos do teste de germinação.

4 CONCLUSÕES

O substrato mais indicado para instalação do teste de germinação em milho depende do tipo de produto e ingrediente ativo do tratamento de sementes.

A utilização da vermiculita para o teste de germinação em sementes de milho tratadas mostrou-se como uma alternativa viável, devido à interferência positiva nos tratamentos conduzidos com a mesma.

A temperatura de 30°C possibilita o desenvolvimento mais uniforme e rápido de plântulas normais no teste de germinação em sementes de milho tratadas e sem tratamento. A redução de plântulas anormais em sementes tratadas de milho está relacionada ao ingrediente bioativo que colaboram para um melhor e rápido desenvolvimento inicial.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. S.; DEUNER, C.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 501-510, 2011.

AVELAR, S.A.G.; BAUDET, L.; PESKE, S.T.; LUDWIG, M.P.; RIGO, G.A.; CRIZEL, R.L.; OLIVEIRA, S. Storage of soybean seed treated with fungicide, insecticide and micronutrient and coated with liquid and powered polymer. **Ciência Rural**, v.41, n.10, p.1719-1725, 2011.

BALARDINI, R.S.; SILVA, F.D.L.; DANIEL DEBONA, D.; CORTE, G.D; FAVERA, D.D.; TORMEN, N.R. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, v.41, n.7, p.1120-1126, 2011.

BARBOSA, F. R.; SIQUEIRA, K. M. M.; SOUZA, E. A.; MOREIRA, W. A.; HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A. Efeito do controle químico da mosca-branca na incidência do vírus-do-mosaico-dourado e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 879-883, 2002.

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

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.

CASTRO, P.R.C.; PEREIRA, M.A. **Bioativadores na agricultura**. In: GAZZONI, D.L. (Ed.). Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira. Petrópolis: Vozes, p.118-126, 2008.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Brasília, DF: Conab, 2015.

CUNHA, R.P.; CORRÊA, M.F.; SCHUCH, L.O.B.; OLIVEIRA, R.C.; JUNIOR ABREU, J.S.; SILVA, J.D.G.; ALMEIDA, T.L. Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. **Ciência Rural**, v.45, n°. 10, p. 1761-1767, 2015.

DAN, L.G.M.; DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; BRACCINI, A.L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 2 p. 131-139, 2010.

DAN, L.G.M.; DAN, H.A.; PICCININ, G.G.; RICCI, T.T.; ORTIZ, A.H.T.; Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, n.1, p.45-51. 2012.

FERREIRA, D.F. 2000. **Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0**. (Ed.) Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45 pag. São Carlos. Anais. São Carlos: UFSCAR. 225-258p.

FIGLIOLIA, M.B.; MARTINS, L.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P.; PIÑA RODRIGUES, F.C.M. Aferição de testes de germinação de sementes florestais nativas. **Informativo ABRATES**, v.15, n.1,2,3, p.327, 2005.

GOMES, D.P.; BARROZO, L.M.; SOUZA, A.L.; SADER, R.; SILVA, G.C. Efeito do vigor e do tratamento fungicida nos testes de germinação e sanidade de sementes de soja. **Journal Bioscience**, Uberlândia, v. 25, n. 6, p.59-65, 2009.

GUIMARÃES, D.M.; BARBOSA, J.M.; GUIMARÃES, C.C.; CASTAN, G.S. Influência de diferentes substratos e níveis de temperatura sobre o processo germinativo de sementes de *Calyptrocalyx clusiifolia* (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl.2, p.816-818, 2007.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2.ed. 2015. 660p.

MARTINS, C.C.; BOVI, M.L.A.; SPIERING, S.H. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 224-230, 2009.

MENTEN, J.O.; MORAES, M.H.D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, v.20, n.3, p.52, 2010.

OLIVEIRA, L.M.; SCHUCH, L.O.B. ; BRUNO, R.L.A. ; PESKE, S.T. Qualidade de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e armazenadas em condições controladas e não controladas de temperatura e umidade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1263-1276, 2015

SCOTT, J.M.; BLAIR, G.J. Phosphorus seed coatings for pasture species: effect of source and rate of phosphorus on emergence and early growth of phalaris (*Phalaris aquatic L.*) and Luceme (*Medicago sativa L.*) **Australian Journal of Agricultural Research**, v.39, p. 437-445, 1998.

SILVA, N.D. **Substratos e Metodologia Alternativa para o Teste de Germinação em Sementes de Soja Tratadas Quimicamente**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL, Pelotas-RS, 55 p. 2016.

SILVEIRA, R. E.; MACCARI, M.; MARQUEZI, C. F. **Avaliação do efeito de inseticidas aplicados via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento de raízes de milho, na proteção de pragas do solo**. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA SOBRE PRAGAS DE SOLO,8, 2001, Londrina.

SOUSA, G.C.; RIBEIRO, A.A.; MENEZES, A.S.; MOREIRA, F.J.; CUNHA, C.S.M. Emergência e crescimento inicial de sorgo (*Sorghum bicolor L.*) em diferentes substratos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Brasília, v.11, n.4, p.63-71, 2015.

VANIN, A.; SILVA, A. G.; FERNANDES, C. P. C.; FERREIRA, W. S.; RATTES, J. F. Tratamento de sementes de sorgo com inseticidas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 299-309, 2011.

Brazilian Journal of Development

VARELA, V.P.; COSTA, S.S.; RAMOS, M.B.P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaubarana (*Acosmiumnitens* (Vog.Yakovlev) - Leguminosae, Caesalpinoideae. **Acta amazônica**, Manaus, v.35, n.1, p. 35-39, 2005.

VENÂNCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. de. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Publication UEPG**, Ponta Grossa, v.9, n.3, p. 59-68, 2004.