

Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

**Sementes de Milho Tratadas: Substratos e
Alternativas para o Teste de Germinação**

Gabriel Alvarenga De Moraes

Pelotas, 2016

Gabriel Alvarenga De Moraes

**Sementes de Milho Tratadas: Substratos e
Alternativas para o Teste de Germinação**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof.^a Dr.^a Lilian Vanussa Madruga de Tunes, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, para a obtenção do título de Mestre Profissional.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Co orientação: Dr.^a Andreia da Silva Almeida

Co orientação: Dr.^a Vanessa Nogueira Soares

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M827s Moraes, Gabriel Alvarenga De

Sementes de milho tratadas : substratos e alternativas para o teste de germinação / Gabriel Alvarenga De Moraes ; Lilian Vanussa Madruga de Tunes, orientadora ; Andreia da Silva Almeida, Vanessa Nogueira Soares, coorientadoras. — Pelotas, 2016.

43 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Zea mays. 2. Tratamento químico. 3. Fungicida. 4. Inseticida. 5. Pré-hidratação. I. Tunes, Lilian Vanussa Madruga de, orient. II. Almeida, Andreia da Silva, coorient. III. Soares, Vanessa Nogueira, coorient. IV. Título.

CDD : 635.67

Gabriel Alvarenga De Moraes

Sementes de Milho Tratadas: Substratos e Alternativas para o
Teste de Germinação

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: Junho de 2016.

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Lilian Vanusa Madruga de Tunes
(FAEM/UFPEL)

Dr.^a Andréia da Silva Almeida
(Bolsista PNPD/UFPEL)

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela
(FAEM/UFPEL)

Eng. Agr. Dr. Géri Eduardo Meneghello
(FAEM/UFPEL)

Resumo

Alvarenga, Gabriel. **Sementes de Milho Tratadas: Substratos e Alternativas para o Teste de Germinação.** 2016. 44f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

O objetivo deste trabalho foi analisar a utilização de substratos e 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 instalados 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 uma alternativa viável, devido à interferência positiva nos tratamentos. 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 a partir de sementes tratadas está relacionado ao ingrediente bioativo que colabora para um melhor e rápido desenvolvimento inicial das plântulas.

Palavras chave: *Zea mays*; tratamento químico, fungicida; inseticida; pré-hidratação; temperatura.

Abstract

Alvarenga, Gabriel. **Treated corn seeds: alternative, substrates and alternative methodologies for the standard germination test.** 2016. 44f. Thesis (Master in Seeds Science and Technology) – Graduate Program in Seeds Science and Technology, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2016.

The aim of this study was to evaluate the use of substrates for implementing the germination test in treated corn seeds with pesticides. We used corn seeds season 2015/2016, germination rate equal or higher than 90% and an average water content of 12.5%. Seeds were submitted to four chemical treatments (Cruiser® 350 FS; Avicta Complete; Standak Top and Crop Star). After, the germination potential of the combinations of seeds x chemical treatments x substrates were evaluated. Thus, it is concluded that the most suitable substrate for the germination test in corn seeds depends on the type of product and the active ingredient seed treatment. The use of vermiculite for the germination test in treated corn seeds showed to be a viable alternative because of the positive interference in treatments conducted with this substrate. The temperature 30 °C enables more uniform and quick development of normal seedlings in the germination test in treated or untreated corn seeds. The increase of normal seedlings in treated seeds is related to the bioactive ingredient that contribute to a better and faster initial development.

Keywords: *Zea mays*; chemical treatment fungicide; insecticide; seeds number; prehydration; temperature.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Produção e área cultivada de milho de 1997 à 2013, no Brasil.....	12
Figura 2	Venda de sementes tratadas na indústria, 2016 no mundo.....	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Produtos comerciais, doses e volumes de calda final para cada tratamento de sementes na cultura do milho híbrido simples.....	23
Tabela 2	Teste de emergência de plântulas em campo (EC) de milho em sementes sem tratamento com tratamento químico com Cruiser® 350 FS; Avicta Completo; Standak Top e Crop Star.....	26
Tabela 3	Comparação de diferentes substratos: germitest; 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.....	28
Tabela 4	Comparação de diferentes substratos: germitest; 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.....	29
Tabela 5	Comparação de diferentes substratos: germitest; 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.....	31
Tabela 6	Comparação de diferentes substratos: germitest; 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.....	32
Tabela 7	Comparação de diferentes substratos: germitest; 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.....	33
Tabela 8	Comparação de diferentes substratos: germitest; 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.....	34

Sumario

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. Cultura do milho e qualidade de sementes.....	11
2.2. Tratamento de sementes.....	13
2.2.1. Vantagens do tratamento de sementes.....	17
2.2.2. Desvantagens do tratamento de sementes.....	18
2.3. Teste de germinação.....	19
2.3.1. Vantagens do teste de germinação.....	21
2.3.2. Desvantagens do teste de germinação.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5. CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

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. Situa-se 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, alcançando a média brasileira foi 5.400 ka.ha⁻¹ na safra 2014/15, considerada baixa em comparação com outros países como os Estados Unidos. No entanto, ao se considerar 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. Taxa 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 a proteção 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 físicos, sanitários, genéticos e fisiológicos; sendo padrão o teste de germinação.

Tanto para sementes com ou sem tratamento, 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 de 3.500 vezes maior que na emergência em canteiro, ocasionando o efeito fitotóxico nas sementes. Regras para Análise de Sementes para o Milho (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 descarte de bons materiais e também venda de sementes com baixa qualidade. Considerando-se a importância do tratamento químico de sementes, o trabalho teve como objetivo analisar a utilização de substratos e alternativas para a execução do teste de germinação em sementes de milho tratadas com agroquímicos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura do Milho e Qualidade de Sementes

O cenário, o Brasil, com uma área cultivada com milho de 15,12 milhões de hectares e produção de 82 milhões de toneladas, é hoje um país estratégico, pois, é o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador mundial de milho (CONAB, 2015).

Os três cereais mais produzidos no mundo são milho, trigo e arroz, somando 2,2 bilhões de toneladas na safra 2014/15. Nesse período, a produções de milho, trigo e arroz foram 999; 726; e 476 milhões de toneladas, nessa ordem, com estoques mundiais atuais de 197; 200; e 98 milhões de toneladas, respectivamente (USDA, 2015).

A cultura do milho vem apresentando grandes avanços tecnológicos nesses últimos anos. Até meados da década de 1990, as melhores propriedades alcançavam médias entre 7.500 a 8.000 kg.ha⁻¹ e, mesmo assim, estavam concentradas em poucos agricultores. Apesar da baixa produtividade média no Brasil, hoje ao redor de 5.400 kg.ha⁻¹, em inúmeras regiões existem propriedades que apresentam médias acima de 10.000 kg.ha⁻¹. Também já não é mais uma exceção encontrar lavouras com produtividades entre 12.000 e 14.000 kg.ha⁻¹ em muitas regiões e por inúmeros agricultores brasileiros (PEIXOTO, 2016).

A taxa de utilização de sementes(TUS) de milho está em primeiro lugar entre as espécies, com 90% (PESKE, 2016). Fato esse, devido aos agricultores que reconhecem os benefícios do uso de híbridos, cuja genética não se mantém geração após geração, sempre sendo necessária a aquisição de sementes a cada ano de cultivo.

E para sustentar todo esse crescimento houve a necessidade de investimentos substanciais, começando pelos programas de melhoramento ofertando híbridos mais adaptados, responsivos ao uso de tecnologia e, consequentemente mais produtivos, ocasionando uma crescente produção e área de cultivo de milho (Figura 1).

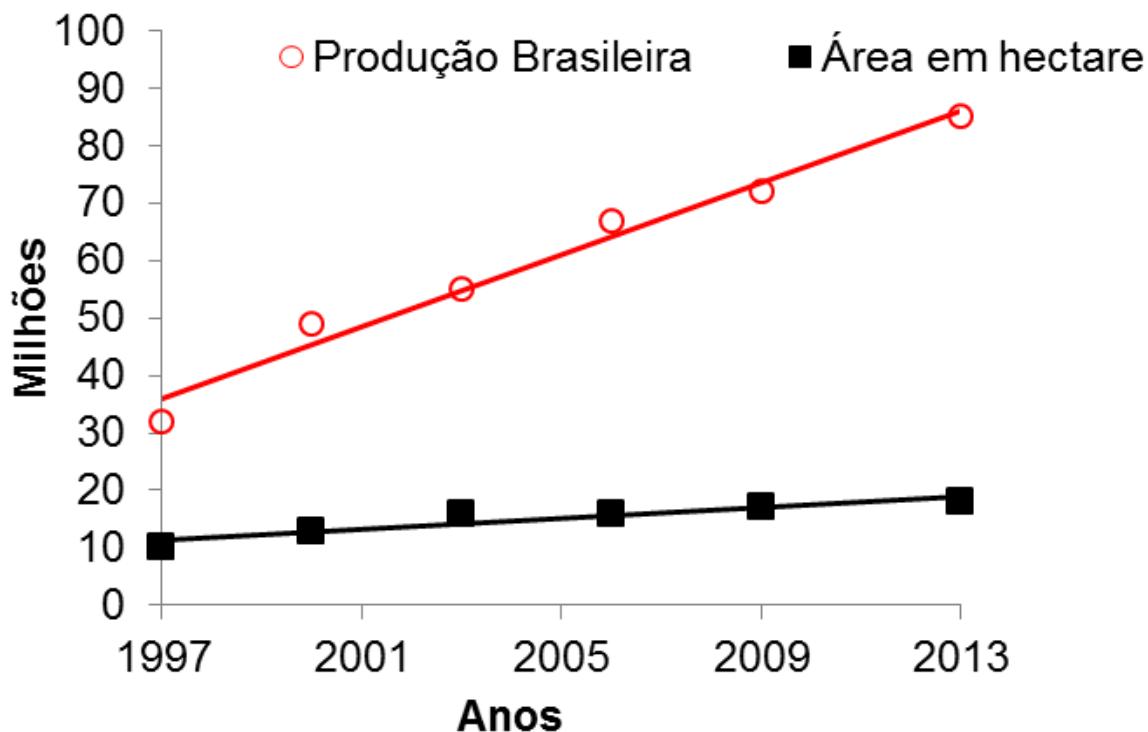


Figura 1. Produção e área cultivada de milho de 1997 à 2013, no Brasil.

Fonte: Adaptado de artigos da Pioneer, 2014 (PEIXOTO, 2014).

O mercado das sementes de milho é de dominado por oito empresas, as quais detém mais de 70% do Market Share (PESKE, 2016), pois possui grande predominância de materiais híbridos, também geneticamente modificados, com eventos para tolerância a herbicidas e resistência a insetos (GEWEHR, 2015).

Para manter o crescimento de investimentos de produção e área cultivada, o uso de material genético de alta qualidade é de suma importância. O uso de sementes de alta qualidade é um dos pré-requisitos fundamentais para se conseguir maior produtividade na lavoura. A qualidade fisiológica das sementes é influenciada pelas características genéticas herdadas de seus genitores, além da germinação e vigor, sendo estes fatores afetados pelas condições ambientais, métodos de colheita, secagem, beneficiamento, tratamento, armazenamento e embalagem (ANDRADE et al., 2001). Para que se tenha uma semente de alta qualidade, é importante observar os atributos de qualidade que estão divididos em genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários.

Os fatores genéticos estão relacionados à pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e moléstias, precocidade, qualidade de grão além da resistência a diversas condições de solo e clima. Os físicos relacionam-se com a

pureza física, teor de água nas sementes, danos mecânicos, massa de 1000 sementes, aparência e peso volumétrico. Aos atributos fisiológicos estão intimamente ligados ao percentual germinativo das sementes, longevidade e vigor. O último fator, o sanitário está relacionado principalmente a incidência às sementes com de patógenos e pragas (PESKE et al., 2012).

Utilização de sementes vigorosas pode favorecer o estabelecimento de uma população de plantas adequada sobre variações de condições ambientais de campo encontradas durante a emergência e estabelecimento na lavoura, proporcionando uma maior velocidade na emergência, e assim vantagens no aproveitamento de água, luz e nutrientes (HENNING et al., 2010).

A necessidade de se obter alta qualidade das sementes de milho aliada ao tratamento químico correto e eficaz, contendo defensivos e nutrientes, praticamente elimina os riscos de ressemeadura, prática essa que impõe uma série de restrições tecnológicas, reduzindo assim a rentabilidade do empreendimento (FRANÇA NETO et al., 2009).

2.2. Tratamento de Sementes

A importância do tratamento de sementes torna-se mais predominante dentro do sistema produtivo para cultivo de grande importância econômica como o milho e a soja. Hoje, semelhante à tecnologia de semeadura de híbridos de milho, variedades de soja com recomendações de menor população de plantas por hectare, onde deve ser garantido um stand final de oito plantas por metro linear para que todo o potencial genético e produtivo da cultura seja expresso.

A Instrução Normativa nº 9/2005 retrata o revestimento utilizado como tratamento e permite a aplicação de agrotóxicos, corantes, películas ou outros aditivos, desde que não haja aumento significativo do tamanho e peso ou alteração de formato da semente. Também torna obrigatório o uso de corante de coloração diferente da cor original da semente, para diferenciá-la da semente não tratada.

Conforme Machado (2000) e Tonin et al. (2014), a possibilidade de controle de doenças e ataque de insetos na fase que antecede à implantação de uma lavoura, ou por ocasião da semeadura, faz com que o tratamento de sementes seja considerado, na agricultura moderna, uma das medidas mais recomendadas por

também ensejar menor uso de defensivos químicos e, consequentemente, evitar problemas graves de poluição do ambiente natural.

A utilização do tratamento de sementes com ação fisiológica nas plantas está tornando tendência entre os produtores. Isso porque a planta tem um crescimento vigoroso e com melhor aproveitamento do seu potencial produtivo. Esse crescimento é conhecido como efeito fitotônico, que é a ação benéfica do ingrediente ativo sobre o desenvolvimento das plantas (CASTRO et al., 2008).

O tratamento de sementes tem uma importância relevante na proteção contra doenças e insetos, na fase inicial de desenvolvimentos das culturas agrícolas, protegendo o vigor e estabilização inicial das plântulas. Atualmente, seguindo dados apresentados (NUNES, 2016), o tratamento de sementes engloba o negócio de em média 5,33 bilhões de dólares anuais com distribuição de 51,5% na América do Norte, 21,9% na América do Sul, 19,7% na Europa e 6,9% na região da Ásia-Pacífico (Figura 1). As culturas mais importantes no cenário global são: milho; soja; algodão e arroz e as moléculas como *thiamethoxam*; *clothianidin*; *imidacloprid*; *fipronil*; *fludioxonil*; *difenoconazole*; *tebuconazole*; *metalaxyl*; *thiram* e *prothioconazole*. Em média, 98% das sementes de soja e milho híbrido no Brasil são tratadas com inseticidas e fungicidas.

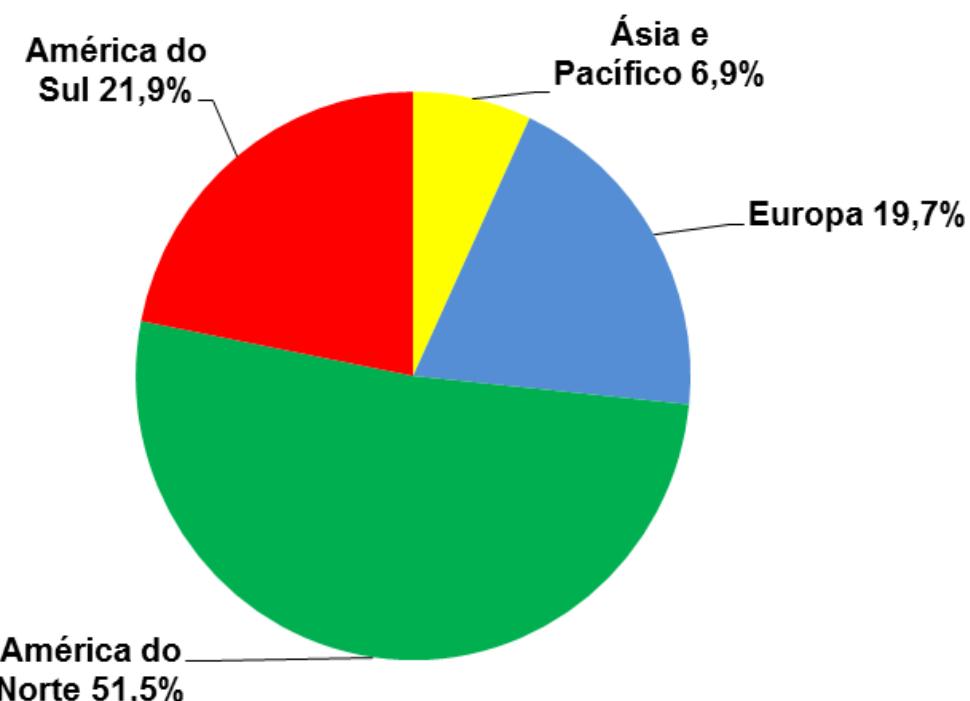


Figura 2. Venda de sementes tratadas na indústria, 2016, no mundo.

Fonte: Adaptado da SEEDnews, 2016 (NUNES, 2016).

O tratamento de sementes, é a prática que envolve processos e substâncias, que adicionada as sementes tem a capacidade de preservar ou melhorar seu desempenho, permitindo que as culturas expressem seu potencial genético. Dessa forma, o tratamento de sementes consiste na aplicação de fungicidas, inseticidas, micronutrientes, estimulantes, inoculantes, visando assim à proteção contra, patógenos (insetos e fungos), melhorar o desempenho da planta pelo suprimento de fertilizantes minerais e da fixação biológica de nitrogênio. Além de materiais inertes que permita a proteção física e uniformização da textura das sementes melhorando a plantabilidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Os principais fungos que infestam ou infectam as sementes de milho (*Zea mays* L.) são *Fusarium moniliforme* (Sheld.), *Cephalosporium* sp., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. (PINTO, 1998). Contudo, tem sido demonstrado que esses fungos normalmente não afetam a germinação das sementes de milho (PINTO, 1997; 1998), mas *F. moniliforme* pode inibir o desenvolvimento de raízes das plântulas (FUTRELL; KILGOORE, 1969; PINTO, 2000). A contaminação também pode ocorrer com fungos de solo, que encontram condições ideais para atacar as sementes, principalmente, se a semeadura é realizada em condições subótimas, isto é, em solo frio e úmido, onde há impedimento da germinação ou a velocidade de emergência é reduzida, propiciando uma maior exposição ao ataque dos fungos (PINTO, 2000). Tratamento de sementes é, provavelmente, a medida mais antiga, barata e, às vezes, a mais segura e a que propicia os melhores êxitos no controle das doenças de plantas disseminadas pelas sementes.

Na agricultura vem se buscando altos tetos produtivos, e para que isso se torne possível e necessária à utilização de ferramentas de manejo que aumentem a precisão da distribuição dos nutrientes no campo, e aproximem os mesmos da zona de absorção da raiz. O tratamento de sementes é eficiente em ambos os casos, promovendo alocação precisa dos elementos na cultura e mantendo os elementos próximos à raiz, logo na fase inicial de crescimento das plantas (TAYLOR et al., 1998). De acordo com Scott e Blair (1998), em geral, as plântulas começam a absorver nutrientes do meio a partir do quarto dia após o início da germinação. Dessa forma, a utilização de micronutrientes no tratamento de sementes pode minimizar problemas advindos da deficiência dos mesmos durante os processos de germinação, desenvolvimento e produção de sementes (FOSSATI, 2004).

O mercado de fungicidas para tratamento de sementes mais que duplicou nos últimos 10 anos. Em 2014 foi de US\$ 85 milhões (4,0% do mercado de fungicidas); sendo 59 % para soja, seguida pelo milho (13%), trigo, aveia, centeio e cevada (13%), algodão (4%), feijão (2%) e arroz (2%) (HENNING, 2015). O inseticida Cruiser® 350 FS, a empresa detentora é a Syngenta, o ingrediente ativo é o thiamethoxan e os principais alvos de controle é a cigarrinha, elasmo, percevejo barriga verde e coró. O inseticida Crop Star, inseticida a empresa detentora é a Bayer com o ingrediente ativo Carbendazim + Thiram e os principais alvos são lagarta do cartucho, lagarta elasmo, percevejo barriga verde, cigarrinha, tripés e pulgão do milho. O fungicida Maxim XL da empresa Syngenta, com os ingredientes ativos Metalaxyl-M + Fludioxonil, controla principalmente os fungos *Fusarium moliniforme* (podridão do colmo).

O aumento de produtividade que a cultura do milho no Brasil tem alcançado ao longo dos anos está vinculado a uma série de inovações tecnológicas introduzidas no seu manejo, como a introdução do sistema de comercialização de sementes de híbridos tratadas na indústria com inseticidas neonicotinóides sistêmicos. Aproximadamente 100% das sementes de milho híbrido são tratadas com fungicida e em média 80% com inseticidas (NUNES, 2008; TONIN et al., 2014).

No tratamento de sementes tem-se que ter muito cuidado com dados de eficácia do tratamento utilizado, fluidez dos produtos, quantidade de ingrediente ativo por sementes (distribuído de forma mais uniforme possível), garantindo segurança das sementes, assegurar a plantabilidade, níveis de pós da sementes tratada e limites de temperatura e outros requisitos para o processo de tratamento. A Associação Brasileira de Sementes e Mudas (ABRASEM) ressalta a importância do uso de produtos registrados para a cultura-alvo, no caso o milho, através das recomendações do fabricante acerca das doses e instalações para o tratamento de sementes. A uniformidade de tratamento deve ser demonstrada a um nível mínimo com a avaliação visual de amostras de sementes tratadas. Para a segurança da semente, conferir o resultado da capacidade germinativa pode ser importante durante todo o período de tempo equivalente ao armazenamento comercial da semente tratada, pois a germinação das sementes pode ser afetada por este tratamento. O retratamento pode causar danos físicos e fisiológicos às sementes, por superdosagem ou incompatibilidade de produtos, fitotoxicidade nas sementes e/ou plântulas, prejudicando o estabelecimento da cultura.

2.2.1. Benefícios do Tratamento de Sementes

O tratamento de sementes constitui uma medida valiosa pela sua simplicidade de execução, baixo custo relativo e eficácia sob vários aspectos e visa à melhoria ou garantia do seu desempenho (semente) em condições de cultivo (NASCIMENTO, 2009). Essa prática vem sendo utilizada por um número cada vez maior de produtores, já que, as condições edafoclimáticas durante a semeadura podem não ser ideais à germinação e à rápida emergência do milho, deixando a semente exposta por mais tempo a fitopatógenos associados às sementes e aos habitantes do solo, podendo causar deterioração das sementes e morte de plântulas.

Outro benefício do tratamento de sementes é poder assegurar um estande adequado de plantas vigorosas com atraso no início de epidemias e aumento expressivo de rendimento. Segundo Menten et al. (2010), os benefícios imediatos, ou seja, o custo do processo é menor que o ganho em rendimento; e a médio prazo, tem-se o sistema de produção bastante equilibrado.

O tratamento químico é uma das medidas mais eficientes no controle de micro-organismos transportados ou transmitidos pelas sementes, porque além de eliminar ou reduzir o inóculo do patógeno na semente, também pode impedir a entrada de patógenos em áreas isentas, e representa apenas 0,5 a 1,0% do custo de produção das grandes culturas (MENTEN et al., 2010). Assim, propiciando emergência uniforme de plantas, protegendo as sementes e plântulas contra micro-organismos presentes no solo, além de evitar a necessidade de ressemeadura, com consequente economia de sementes.

Com o controle sanitário de sementes, previne-se a contaminação de máquinas e equipamentos de colheita, beneficiamento e fases subsequentes do fluxo de sementes. Protege o avanço da deterioração de sementes durante o período de armazenamento, reduzindo o meio de perpetuação de doenças entre as gerações (NASCIMENTO, 2009). Caracteriza-se, ainda, por ser uma operação menos sujeita à ação de fatores climáticos, oferecer menor risco aos operadores, ser menos agressivo aos organismos benéficos do solo e levar a reduções do número ou da necessidade de aplicações complementares de agrotóxicos nos cultivos em desenvolvimento.

Para os produtores que cultivam áreas extensas e não podem inspecionar os campos regularmente para verificar a incidência das pragas, a aplicação de inseticidas em pós-emergência da cultura, considerando-se o nível populacional da praga, é mais

difícil de ser realizado, o tratamento de sementes reduz a necessidade de monitorar a lavoura nas primeiras semanas, permitindo a liberação da mão-de-obra e equipamentos para uso em outras atividades. A atividade dos inseticidas usados no tratamento de sementes é pouco afetada pela chuva ou irrigação, durante o período de sua recomendação (EMBRAPA, 2002).

A qualidade de um bom tratamento de sementes demanda adequado desempenho do produto selecionado, seletividade adequada em relação às sementes e plântulas, ocorrência de ambiente mínimo favorável a sua atuação (tipo de solo, acidez deste solo, temperatura, umidade do solo, regime e intensidade de chuvas, etc.) (NUNES, 2010; BAUDET, VILLELA, 2012; ROSA et al., 2012). Entretanto, existem outros fatores que interferem no resultado final do produto tratado, que são: a qualidade do pessoal responsável e executor da operação, a qualidade da tecnologia de aplicação para assegurar a dose correta do produto, sua boa distribuição semente a semente e respectiva cobertura, bem como para não causar danos mecânicos às sementes.

2.2.2. Limitações do Tratamento de Sementes

Em relação à qualidade fisiológica que depende também em grande parte da condição física das sementes, a eficácia do tratamento químico pode ser altamente influenciada. Sementes com baixo vigor, resultante de causas abióticas, podem ser beneficiadas pelo tratamento químico contra a ação de organismos presentes no solo, por ocasião da germinação, considerando-se, no entanto, que dependendo do tipo e localização dos danos, os prejuízos podem ser maiores (NASCIMENTO, 2009).

A decisão de se investir no tratamento de sementes visando ao controle das pragas iniciais da cultura deve ser tomada antes que o problema seja detectado. Portanto, o retorno econômico do investimento é incerto; caso um veranico prejudique a germinação da cultura, é necessário proceder à ressemeadura e um novo tratamento; em condições desfavoráveis à emergência das plantas, tais como semente de baixa qualidade ou temperatura excessivamente elevada, o tratamento de sementes pode contribuir para a redução do estande (EMBRAPA, 2002).

Tem-se que ter muito cuidado no tratamento de sementes, pois se for feito de forma incorreta, ao invés de trazer benefício à cultura; pode ocasionar problemas

como fitotoxicidade de plântulas. Os sintomas mais comuns são: germinação e emergência lentas; baixo percentual de emergência de plântulas; engrossamento, encurtamento e rigidez do coleóptilo; coleóptilos com fissuras longitudinais; atrofia do sistema radicular, com pouco desenvolvimento de raízes seminais; folhas primárias retorcidas; além de outras deformações, onde pode ser comprovada através de testes de laboratório (FRANÇA NETO, 2000).

Durante seu preparo para o armazenamento, e posterior comercialização, as sementes, frequentemente, têm que ser secadas e tratadas quimicamente, onde erros acidentais, ou por desconhecimento técnico, podem provocar sua morte (FREIRE, 2011). No nível de tratamento nas propriedades, as sementes tratadas devem preferencialmente, ser semeadas no mesmo dia do tratamento, A experiência tem mostrado que há tendência de perda do vigor e poder germinativo prejudicando o estabelecimento da lavoura (GALVAO et al; 2015).

A não compatibilidade dessas misturas pode gerar fitotoxicidade à planta, alteração da atividade do produto, comprometendo sua eficácia e gerando riscos ao homem, animais e ao solo. As recomendações para o tratamento de sementes são feitas baseando-se em estratégias que visam a evitar o surgimento de resistência por parte dos organismos patogênicos, neste sentido, faz-se o uso de mistura de ativos químicos. Parisi e Medina (2012) destacam, entre as desvantagens, o maior custo, pois o agricultor poderá adquirir sementes com fungicidas, inseticidas e nematicidas para ser utilizado em áreas sem necessidade de controle de patógenos, o que poderá causar contaminação do solo e do meio ambiente. Outra desvantagem é a importância de usar toda a semente tratada na semeadura, pois as sobras não poderão ser aproveitadas como grão.

2.3. Teste de Germinação

Do ponto de vista de biologia, a germinação é um processo fisiológico que tem início com a absorção de água e se encerra com a protrusão da raiz primária. No entanto, para a agronomia, e principalmente, a área de concentração de tecnologia de sementes, a germinação vai além desse evento inicial. Ou seja, necessita de uma sequência ordenada de atividades metabólicas que resultam na retomada do desenvolvimento do embrião, produzindo uma plântula vigorosa.

Nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) existem prescrições para a condução do teste de germinação de um grande número de espécies cultivadas, no entanto, as espécies cultivadas tratadas ainda são pouco pesquisadas. Atualmente, existe uma grande preocupação por parte dos pesquisadores e analistas de sementes, sobretudo os que trabalham com grandes culturas, em conduzir estudos que forneçam informações sobre a qualidade das sementes, especialmente no que diz respeito às sementes tratadas.

A avaliação do potencial germinativo das sementes é efetuada pelo teste de germinação, conduzido em laboratório sob condições controladas, empregando métodos padronizados que visam, principalmente, avaliar o valor das sementes para a semeadura e comparar a qualidade de diferentes lotes, servindo como base para a comercialização das sementes (BRASIL, 2009; MARCOS FILHO, 2015).

O processo de germinação é baseado em diversas reações químicas e atividades metabólicas em que cada uma apresenta determinadas exigências quanto à temperatura, primordial, pois dependem da atividade de sistemas enzimáticos complexos, cuja eficiência é diretamente relacionada à temperatura e à disponibilidade de oxigênio (MARCOS FILHO, 2015). Também para a condução correta do teste de germinação, as Regras de Análises para Sementes (BRASIL, 2009) citam o tipo de substrato, que tem a função de suprir as sementes de umidade e proporcionar condições ideais para a germinação e o desenvolvimento das plântulas (FIGLIOLIA et al., 1993) e para a cultura do milho é indicado o papel germitest (rolo de papel e entre areia), temperatura constante de 20; 25 ou 30°C e/ou alternada de 20-30 °C e as contagens nos quatro e sete dias (BRASIL, 2009). De acordo com Popinigis (1977), a escolha do substrato é efetuada em função da facilidade e eficiência do uso do mesmo e da espécie a ser analisada, considerando algumas de suas características, tais como o tamanho das sementes, a necessidade de água e luz, a facilidade da contagem e a avaliação das plântulas.

Dentre os fatores ambientais que influenciam a germinação encontram-se três condições imprescindíveis: a disponibilidade de água, a temperatura, oxigênio, luz (MARCOS FILHO, 2015), além do substrato (BRASIL, 2009). A escolha do substrato fica a critério do laboratório de análise, em função da disponibilidade dos materiais e da familiaridade do analista com o método de análise. A utilização do substrato adequado é fundamental para a germinação das sementes, pois é por meio dele que serão supridas as quantidades de água e oxigênio necessárias para o

desenvolvimento da plântula; além disso, em condições de laboratório, o substrato funciona como suporte físico para que estas possam se desenvolver (NOVEMBRE, 1994).

2.3.1. Vantagens do Teste de Germinação

Segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), o teste de germinação é capaz de determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual pode ser usado para comparar a qualidade dos diferentes lotes e também estimar o valor para semeadura em campo. Métodos de análise em laboratório, efetuados em condições controladas, de alguns ou de todos os fatores externos, permitem uma germinação mais regular e completa das amostras de sementes de uma determinada espécie.

As principais vantagens do teste de germinação é o baixo custo de realização do teste; rapidez na obtenção de resultados; não necessita de equipamentos especiais; não demanda treinamento específico sobre a técnica empregada.

Podem ocorrer sementes com características que apresentem resistência à germinação, o teste permite visualizar estes casos e tratamentos específicos são conduzidos de forma a promover a germinação.

O teste de germinação é considerado eficiente sob pelo menos dois pontos de vista: fornece informações sobre o potencial de uma amostra para germinar sob condições ótimas de ambiente; apresenta alto grau de padronização, com ampla possibilidade de repetição dos resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância, desde que sejam seguidas as instruções estabelecidas nas Regras de Análises de Sementes (MARCOS FILHO, 2015).

2.3.2. Desvantagens do Teste de Germinação

O resultado final do teste pode gerar dúvidas quanto ao potencial germinativo das sementes. A presença de sementes intumescidas ou em início de germinação (sintomas da ocorrência de dormência) pode determinar o prolongamento do teste, dando oportunidade para que essas sementes possam completar a germinação. Nesses casos, pode permanecer a dúvida quanto à causa da menor velocidade de germinação: dormência ou potencial fisiológico inferior.

Segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), germinação de sementes, em teste de laboratório, é a emergência das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir planta normal sob condições favoráveis de campo. Nesta conceituação, baseada na morfologia das plântulas, não é considerada a rapidez do crescimento, aspecto fundamental para o estabelecimento do estande de campo. Portanto, caso o desenvolvimento das plântulas seja relativamente lento, mas se complete durante o período de tempo previsto para o teste em laboratório, os resultados podem não se repetir sob condições ambientais adversas.

Outra limitação seria a dificuldade de detectar diferenças, durante o armazenamento, entre lotes com porcentagem de germinação semelhante. Considerando-se que lotes de sementes podem apresentar diferentes graus de deterioração, não revelados em testes de germinação, existem dificuldades para identificar diferenças entre o potencial de armazenamento de lotes com poder germinativo semelhantes. Assim como, no teste de germinação são os resultados observados que podem não se repetir sob condições ambientais menos favoráveis, fato mais provável de ocorrer no campo, dentro do zonamento de cultivo de cada cultura.

3. 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.

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

Tratamentos Químico	Ingrediente Ativo (i.a)	Nome comercial ¹	Tipo do produto ¹	Dose do produto comercial (60.000 sementes)
1	Sem Tratamento químico	-	-	-
2	Thiamethoxam	*Cruiser® 350 FS	I	120
3	Abamectina+Thiamethoxam Fludioxonil+Mefenozan Thiabendazole	*Avicta Completo	F N	30 60
4	Fipronil+Piraclostrobin Tiofanato Metílico	**Standak Top	F/I I	200
5	Imidacloprido Tiocarbe	**Cropstar	I	250

¹ Nome comercial: *mL.60.000⁻¹ sementes e **

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

Foram utilizados em 50 sementes nos rolos, e três temperaturas (20, 25 ou 30°C) e foram empregados 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.

No 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 20ºC.

Teste de germinação: foram utilizados 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 seco. Os rolos foram colocados no germinador a temperaturas de 20, 25 ou 30ºC. A germinação foi realizada aos sete 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 em campo: o teste foi realizado com 200 sementes por tratamento, divididas em quatro repetição de 50 sementes, distribuídas em sulcos de um metro de comprimento e 3 cm de profundidade, mantendo 2 cm entre sementes e espaçamento 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 experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 4 (tratamento de sementes x substratos) com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidas à análise de variância (FERREIRA, 2000) e a análise estatística foi realizada com auxílio do pacote estatístico Sisvar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade fisiológica das sementes é rotineiramente avaliada pelo teste de germinação, que possibilita ao lote expressar o máximo potencial de 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 às sementes para a proteção 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 surgem no mercado novos produtos, alguns proporcionam alterações morfológicas e fisiológicas nas plantas (ALMEIDA et al., 2011), outros tem finalidade de nutrição como os micronutrientes.

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 se 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 à 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, consequentemente, maior capacidade de resistir a estresses que por ventura 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 com tratamento químico com Cruiser® 350 FS; Avicta Completo; Standak Top e Crop Star. Pelotas, 2016.

Sem Tratamento	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 de germinação para sementes de milho (*Zea mays L.*) está descrito nas Regras Para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), que 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 Para 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 20ºC. O percentual de plântulas normais no tratamento sem adição de agroquímicos não diferiram entre os substratos 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 testadas.

Também na tabela 3, o percentual de plântulas normais para sementes sem tratamento não diferiram das sementes tratadas com Avicta Completo e Standak Top. Para o tratamento de sementes com Cruiser®, o substrato Germitest + vermiculita apresentou percentual mais elevados de plântulas normais se 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 da 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 tiame toxam 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, consequentemente, maior desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al., 2009; 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 com 50 sementes sem tratamento e tratadas com Cruiser® 350 FS; Avicta Completo; Standak Top e Crop Star.

Substratos	Tratamento de Sementes				
	Não tratadas	Cruiser® 350 FS	Avicta Completo	Standak Top	Crop Star
Germitest	91 aA	93 bA	91 bA	90 bA	84 bB
Germitest+vermiculita	93 aB	98 aA	94 aA	94 aA	89 aB
Germitest+areia	92 aA	93 aA	93 aA	93 aA	88 aB
Germitest (Pré-hidratação)	91 aA	94 aA	93 aA	93 aA	87 aB

CV (%) = 1,06

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A utilização de diferentes substratos como germitest; germitest + areia; germitest + vermiculita e o papel germitest com sementes pré-hidratadas; têm importante 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 a 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: germitest; germitest + areia; germitest + vermiculita e 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 se 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 pontos percentuais em relação aos 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, independe 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	Tratamento de Sementes				
	Não tratadas	Cruiser® 350 FS	Avicta Completo	Standak Top	Crop Star
Germitest	93 aA	93 bA	93 bA	93 cA	88 cA
Germitest+vermiculita	92 aB	98 aA	98 aA	97 aA	98 aA
Germitest+areia	91 aB	97 aA	95 bA	95 bA	95 bA
Germitest (Pré-hidratação)	93 aB	97 aA	94 bA	95 bA	88 cA

CV (%) = 1,10

Médias seguida da mesma letra minúscula 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 germitest (BRASIL, 2009). O tratamento 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) avaliando no teste de germinação em *Calyptranthes clusiifolia*, os substratos: areia, substrato agrícola “Mecplant”, vermiculita e rolo de papel; e constatarem 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.

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 assim 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 Top 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 prejudicaram 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) que os ingredientes ativos Imidacloprido e Tiodicarbe prejudicam a germinação e o vigor de sementes de soja. Apesar do tratamento de sementes ser uma operação rotineira, pouco se conhece sobre a influência dos inseticidas na germinação e o vigor das sementes de milho. Resultados de pesquisa têm mostrado que certos produtos, se 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 Para 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 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	Tratamento de Sementes				
	Não tratadas	Cruiser® 350 FS	Avicta Completo	Standak Top	Crop Star
Germitest	90 bB	94 bA	95 bA	93 cA	88 cB
Germitest+vermiculita	95 aB	99 aA	97 aA	97 aA	96 aA
Germitest+areia	94 aA	95 bA	95 bA	95 bA	96 aA
Germitest (Pré-hidratação)	94 aA	95 bA	91 cB	93 cA	93 bA
CV (%) = 0,94					

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula 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 Para 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 anormais de milho foram classificadas como plântulas deformadas (BRASIL, 2009), por apresentarem desenvolvimento fraco, com as estruturas essenciais deformadas e/ou desproporcionais. A redução do número de plântulas anormais em sementes tratadas está relacionada ao ingrediente bioativo de cada produto químico que colaboraram 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 anormais 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 método 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; 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; 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 agronômicas, 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	Tratamento de Sementes				
	Não tratadas	Cruiser® 350 FS	Avicta Completo	Standak Top	Crop Star
Germitest	8 a	7 a	8 a	8 a	8 a
Germitest+vermiculita	8 a	6 a	6 b	6 b	6 b
Germitest+areia	7 a	7 a	7 ab	7 ab	7 ab
Germitest (Pré-hidratação)	7 a	5 a	7 ab	7 ab	7 ab
CV (%)= 12,20					

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula 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 germitest pelas RAS (2009) foi o que apresentou um maior percentual de plântulas anormais se comparado com germitest + 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; PEREIRA, 2008; BALARDIN et al. 2011) e rendimento da cultura no campo.

Alguns produtos como inseticidas e fungicidas de atuação fisiológica, podem promover crescimento mais vigoroso e com melhor aproveitamento do seu potencial

produtivo (CASTRO; PEREIRA, 2008; 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 o produto 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 com feijão por Barbosa et al. (2002) e Dan et al. (2010), a presença do inseticida imidacloprid proporciona melhoria nas características agronômicas 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	Tratamento de Sementes				
	Não tratadas	Cruiser® 350 FS	Avicta Completo	Standak Top	Crop Star
Germitest	7 a	8 a	7 a	7 a	7 a
Germitest+vermiculita	6 a	2 b	3 b	3 b	3 c
Germitest+areia	7 a	3 b	6 a	6 a	5 b
Germitest (Pré-hidratação)	6 a	3 b	6 a	6 a	6 ab

CV (%) = 18,50

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A comparação de diferentes substratos: germitest; germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para a quantificação de plântulas anormais decorrentes na condução do teste de germinação a 30°C é mostrada 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 os substratos alternativos 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	Tratamento de Sementes				
	Não tratadas	Cruiser® 350 FS	Avicta Completo	Standak Top	Crop Star
Germitest	7 a	6 a	6 ab	7 a	6 a
Germitest+vermiculita	5 b	2 b	3 c	3 c	4 b
Germitest+areia	6 ab	6 a	5 b	5 b	5 ab
Germitest (Pré-hidratação)	6 ab	5 a	7 a	7 a	7 a

CV (%) = 18,50

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula 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 de germinação para sementes de milho, com percentagem acima de 85% (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.

5. CONCLUSÕES

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

A utilização da vermiculita sobre o substrato de papel para o teste de germinação em sementes de milho tratadas constitui-se em 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 menor incidência de plântulas anormais no teste de germinação em sementes tratadas de milho está relacionada ao ingrediente bioativo que colaboram para um melhor e rápido desenvolvimento inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, R.V.; AUZZA, S.A.Z.; ANDREOLI, C.; NETTO, D.A.M.; OLIVEIRA, A.C. Qualidade fisiológica das sementes de milho híbrido simples HS 200 em relação ao tamanho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p. 576-582, 2001.
- 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**, Santa Maria, 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**, Santa Maria, 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**, Brasília, v. 37, p. 879-883, 2002.
- BAUDET, L.M.; VILLELA, F.A. **Armazenamento de sementes**. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, p.481-528, 2012.
- 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, p. 588, 2000.

CASTRO, P.R.C.; PITELLI, A.M.C.M.; PERES, L.E.P.; ARAMAKI, P.H. Análise da atividade reguladora de crescimento vegetal de tiametoxam através de biotestes. **Publicatio**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 25-29, 2007.

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. **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**, Santa Maria, v.45, nº. 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.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Circular Técnica 54:** Tratamento de sementes visando o controle de pragas que atacam o arroz na fase inicial da cultura. Santo Antônio de Goiás – GO: Embrapa Arroz e Feijão, p. 6, 2002.

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

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA RODRIGUES, F.C.M. **Análise de sementes.** In: AGUIAR, I. B.; PIÑA RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, p. 137-174, 1993.

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**, Foz do Iguaçu, v.15, n.1,2,3, p.327, 2005.

FOSSATI, M.L. **Influências do tratamento de sementes de soja com inoculante, micronutrientes e fungicidas sobre população inicial de plantas, nodulação, qualidade de sementes e rendimento de grãos.** 2004. 25 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Sementes). Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. 2004.

FRANÇA NETO, J.B. **Caracterização dos problemas de fitotoxicidade de plântulas de soja devido ao tratamento de sementes com fungicida rhodiauram 500 sc, na safra 2000/01.** Londrina: Embrapa Soja, p.21, 2000.

FRANÇA NETO, J.B. Evolução do conceito de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Foz do Iguaçu, v. 19, n. 2, p. 76-80, 2009.

FREIRE, E.C. **Algodão no cerrado do Brasil.** ABRAPA. Aparecida de Goiânia: Mundial Gráfica, p. 1082, 2011.

FUTRELL, M.C.; KILGOORE, M. Poor stands of corn and reduction of root growth caused by *Fusarium moniliforme*. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v.53, p.213-215, 1969.

GALVAO, J.C.C.; BOREM, A.; PIMENTEL, M.A. **Milho: do plantio à colheita.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015.

GEWEHR, E. **Tratamento de sementes de soja com molibdênio e inoculante: desempenho agronômico e atividade da nitrato redutase.** 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. 2015.

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 *Calyptanthes clusiifolia* (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl.2, p.816-818, 2007.

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes:** noções gerais. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, p. 52, 2005.

HENNING, A.A. Tratamento industrial de sementes mais prático e eficiente. **Revista campo & negócio**, ano x, n. 115, 2015.

HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; LORINI, I. **Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de “La Niña”.** Londrina: Embrapa Soja, p.8, 2010.

HENNING, A.A.; CAMPO, R.J.; SFREDO, G.J. **Tratamento com Fungicidas, Aplicação de Micronutrientes e Inoculação de Sementes de Soja.** Londrina: Embrapa Soja, p. 7,1997.

JULIATTI, F.C.; JULIATTI, F.C.A.; REY, M.S.; RESENDE, A.A.; BELOTI, I.F.; MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças.** Lavras: UFLA/FAEPE. p. 41-42. 2000.

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

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P.; LIMA, L.B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, nº 1, p.102-112, 2009.

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**, Foz do Iguaçu, v.20, n.3, p.52, 2010.

NASCIMENTO, W.M. **Tecnologia de sementes de hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças, p.432, 2009.

NOVEMBRE, A.D.L.C. **Estudo da metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) deslintadas mecanicamente.** 1994. 133 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

NUNES, J.C.S. **Desempenho de sementes de milho tratadas com thiametoxam em função da dose e armazenamento.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/UFPEL, Pelotas-RS, 243 p. 2008.

NUNES, J.C.S. Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil. **Seed News**, Pelotas, ano XX, n.1, 2016.

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

PARISI, J.J.D.; MEDINA; P.F. **Tratamento de Sementes. Instituto Agronômico - IAC, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Fitossanidade**, Campinas, 2012. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/81.pdf>. Acesso em: Julho de 2016.

PEIXOTO, C.M. **O milho no Brasil, sua importância e evolução**. DuPont Pioneer, 05/02/2014.

PEIXOTO, C.M. Avanços tecnológicos da cultura do milho no Brasil. **Jornal dia de Campo**, 2016.

PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A.; SCHUCH, L.O. Produção de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E (Orgs.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3.ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, p.13-104, 2012.

PESKE, S.T. Promovendo os benefícios da semente de alta qualidade. **Seed News**, Pelotas, ano XX, n.2, 2016.

PICININI, E.C.; PRESTES, A.M. **Fungicidas recomendados para o tratamento de sementes de trigo**. In: SOAVE, J; OLIVEIRA, M.R.M.; MENTEN, J.O.M. (Eds.). Tratamento químico de sementes. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 4, Gramado, 1996. Anais. Campinas: Fundação Cargil, p. 58-63, 1996.

PINTO, N.F.J.A. Eficiência de fungicidas no tratamento de sementes de milho visando o controle de *Fusarium moniliforme* e *Pythium* sp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.797-801, 1997.

PINTO, N.F.J.A. Tratamento fungicida de sementes de milho tratadas contra fungos de solo e controle de *Fusarium* associado à semente. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.3, p.483-486, 2000.

PINTO, N.F.J.A. Seleção de fungicidas para o tratamento de sementes de milho (*Zea mays L.*). **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v.24, p.22-25, 1998.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for testing seeds. **Seed Science and Technology**, v. 13, n. 2, p. 301-520, 1985.

ROSA, K.C.; MENEGHELLO, G.E.; QUEIROZ, E.S.; VILLELA, F.A. Armazenamento de sementes de milho híbrido tratadas com tiometoxam. **Informativo Abrates**, Foz do Iguaçu, v. 22, n.3, 2012.

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 Lucerne (*Medicago sativa L.*). **Australian Journal of Agricultural Research**, Sidney, 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.

TAYLOR, A.G.; ALLEN, P.S.; BENNETT, M.A.; BRADFORD, K.J.; BURRIS, J.S.; MISRA, M.K. Seed enhancements. **HortScience**, Oxon, v.8, p. 245-256, 1998.

TONIN, R.F.B.; LUCCA FILHO, O.A.; LABBÉ, L.M.B.; ROSSETTO, M. Potencial fisiológico de sementes de milho híbrido tratadas com inseticidas e armazenadas em duas condições de ambiente. **Scientia Agropecuaria**, Piracicaba, v. 5, p. 7-16, 2014.

TRAFANE, L.G. **Tratamento industrial de sementes de soja e seus reflexos na qualidade durante o período de armazenamento**. 2014. 38 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas 2014.

USDA - **United States Department of Agriculture**. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde>>. Acesso em 25/05/2016. Acesso em: agosto de 2016.

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.

VARELA, V.P.; COSTA, S.S.; RAMOS, M.B.P. Influência da temperatura e do substrato na germinação de sementes de itaúbarana (*Acosmium nitens* (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.

ZIMMER, P. D. **Fundamentos da qualidade da semente**. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Ed.). Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: UFPEL, cap. 2, p. 106-160, 2012.