

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



Dissertação

**Substratos e Metodologia Alternativa para o Teste de Germinação em Sementes de
Soja Tratadas Quimicamente**

Natália Domingos Silva

Pelotas, 2016

Natália Domingos Silva

Substratos e Metodologia Alternativa para o Teste de Germinação em Sementes de Soja Tratadas Quimicamente

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação da 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 obtenção do título de Mestre.

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

Co orientação: Dr.^a Andréia da Silva Almeida

Prof. Dr. Luiz Eduardo Panozzo

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S586s Silva, Natália Domingos

Substratos e metodologia alternativa para o teste de germinação em sementes de soja tratadas quimicamente / Natália Domingos Silva ; Lilian Vanussa Madruga de Tunes, orientadora ; Andréia da Silva Almeida, Luiz eduardo panozzo, coorientadores. — Pelotas, 2016.

55 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. Glycine max. 2. Fungicida. 3. Inseticida. 4. Número de sementes. 5. Pré-hidratação. I. Tunes, Lilian Vanussa Madruga de, orient. II. Almeida, Andréia da Silva, coorient. III. panozzo, Luiz eduardo, coorient. IV. Título.

CDD : 633.34

Natália Domingos Silva

Substratos e Metodologia Alternativa para o Teste de Germinação em Sementes de
Soja Tratadas Quimicamente

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 Vanussa Madruga de Tunes
(FAEM/UFPEL)

Eng. Agr. Dr. André Pich Brunes
(PNPD)

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

Prof^a. Dr^a. Rita de Cássia Fraga Damé
(FAEM/UFPEL)

Agradecimentos

À Deus, por tudo!

À minha família, pelo apoio constante e incondicional, por estarem sempre ao meu lado dando força e coragem para seguir meu caminho. Com vocês aprendo a ter fé na vida!

À Universidade Federal de Pelotas e à Fundação Pró-sementes de apoio à pesquisa, pela oportunidade de realização do mestrado aos profissionais da área, possibilitando a realização deste sonho. Foi um privilégio frequentar este mestrado que muito contribuiu para o enriquecimento da minha formação.

À Prof. Lilian Vanussa Madruga de Tunes, um exemplo como pessoa e pesquisadora. Sempre disponível e disposta a ajudar, pela forma encantadora com que ensina que sem dúvida muito me estimulou em querer fazer sempre o melhor. Obrigada!

Resumo

SILVA, Natália Domingos. **Substratos e Metodologia Alternativa para o Teste de Germinação em Sementes de Soja Tratadas Quimicamente**. 2016. 53f. 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 metodologias alternativas para a execução do teste de germinação em sementes soja tratadas com agroquímicos. Utilizaram-se sementes de soja, safra 2014/2015, com germinação igual ou superior a 95% e teor de água médio de 12,5%. As sementes foram submetidas a três tratamentos químicos (Cruiser® 350 FS; Maxim XL e Avicta Completo) todos com a dose recomendada para a cultura. Os tratamentos consistiram na combinação de duas quantidades de sementes nos rolos (25 ou 50), duas temperaturas (25 ou 30°C) e quatro substratos (germitest; germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas). 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 soja depende do tipo de produto e ingrediente ativo do tratamento de sementes. As sementes pré-hidratadas são uma boa opção para o teste de germinação quando comparado ao padronizado para comercialização de sementes. O número de 25 sementes por repetição é a indicada para o teste de germinação de soja tratada. A temperatura que auxiliou o desenvolvimento mais uniforme e rápido de plântulas normais foi de 25°C constante durante o teste.

Palavras chave: *Glycine max*; fungicida; inseticida; número de sementes; pré-hidratação; temperatura.

Abstract

SILVA, Natália Domingos. **Substrates and Alternative Methodology for the Germination Test on Treated Chemically Soybean Seeds.** 2016. 53f . Dissertation (Master of Science and Seed Technology) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

The aim of this research is to analyse alternative substrates and methodology in soybean seeds treated with agrochemicals to promote germination test. Soybean seeds from 2014/2015 harvest season with germination equal or more than 95% and water balance in average of 12.5% were submitted to three chemical treatments (crusier® 350 fs, maxim xl and avicta complete) according to the recommended dosage to this culture. Treatments consisted in a combination of between two types of seeds in each roll (25 or 50) and four substrates (germitest; germitest + sand; germitest + vermiculita and germitest paper with pre hydrated seeds). In a subsequent phase, tests to measure the potential of seeds' germination regarding treatments and substrates were implemented. Based on these tests, the best choice of appropriate substrate depends on the type of the product and the active ingredient of seeds' treatment. Pre hydrated seeds can be a valuable option to germination tests in comparison to the standard seeds in intention to commercialization. Finds showed the amount of 25 seeds in each repetition is indicated to conduct the germination test treated soybean. Homogenous and rapidly development of seedlings have been achieved by using a constant temperature of 25°C during tests.

Key words: *Glycine max*; fungicide, insecticide, number of seeds, prehydration, temperature.

Lista de Figuras

Figura 1	Venda de sementes tratadas na indústria, 2016.....	14
Figura 2	Evolução do investimento no tratamento de sementes de soja no Brasil entre os anos de 2009 a 2015.....	15

Lista de Tabelas

Tabela 1	Relação dos inseticidas utilizados no tratamento de sementes de soja e respectivas doses dos produtos comuns.....	24
Tabela 2	Relação dos fungicidas utilizados no tratamento de sementes de soja.....	25
Tabela 3	Produtos comerciais, doses e volumes de calda final para cada tratamento de sementes na cultura da soja, cultivar NA 5909 RG...	29
Tabela 4	Teste de emergência de plântulas em campo (EC) de soja em sementes sem tratamento químico e tratadas com Maxim XL; Cruiser® 350 FS e Avicta Completo.....	32
Tabela 5	Teste de germinação com 25 e 50 sementes de soja (testemunha e sementes tratadas) por rolo 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.....	34
Tabela 6	Comparação de diferentes substratos: germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação com uma temperatura constante de 25°C; número de 25 e 50 sementes sem tratamento e tratadas com Maxim XL; Cruiser® 350 FS e Avicta Completo.....	35
Tabela 7	Teste de germinação com 25 e 50 sementes de soja (testemunha e sementes tratadas) por rolo na temperatura constante de 30°C e utilização de quatro substratos, o germitest; o germitest + areia; o germitest + vermiculita e o papel germitest com sementes pré-hidratadas.....	38
Tabela 8	Comparação de diferentes substratos: germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação com uma temperatura constante de 30°C; número de 25 e 50 sementes sem tratamento e tratadas com Maxim XL; Cruiser® 350 FS e Avicta Completo.....	41

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Cultura da Soja e Qualidade de Sementes	12
2.2. Tratamento de Sementes.....	13
2.2.1. Vantagens do Tratamento de Sementes	16
2.2.2. Desvantagens do Tratamento de Sementes.....	19
2.3 Produtos Usados no Tratamento de Sementes	22
2.4. Teste de Germinação.....	25
2.4.1. Benefícios do Teste de Germinação.....	27
2.4.2. Limitações do Teste de Germinação	28
3. MÉTODOS E MATERIAL	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5. CONCLUSÕES	43
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	44

1. INTRODUÇÃO

A produção de soja é crescente no Brasil, o que explica um aumento na área semeada que atinge mais de 31 milhões de hectares na safra 2014/15, retratando um incremento de 4,8%; em comparação à safra anterior, considerado um recorde na área cultivada. O destaque do aumento na produtividade são principalmente, os efeitos desse acréscimo da área semeada, refletir para uma estimativa de produção aproximada de 95 mil toneladas, um fomento de 11,4% (CONAB 2015).

Para manter esse crescimento da cultura no país, vários avanços na tecnologia da produção de soja têm ocorrido para que a área e o rendimento da cultura tenham aumentado nos últimos anos, dentre esses encontram-se a qualidade das sementes usadas nas lavouras. Em geral, as sementes apresentam um desempenho variável em relação à qualidade, se mencionados o percentual de germinação e vigor. Assim, as sementes ao serem semeadas no campo, ficam expostas a vários fatores bióticos (pragas e doenças) e abióticos (clima) que podem interferir no seu desempenho genético e fisiológico, afetando a germinação e alterando a uniformidade de emergência das plântulas, entre outros. Por essa razão e com o objetivo de proteger as sementes e as plântulas na fase inicial do crescimento contra todo tipo de adversidades, produtos fitossanitários como fungicidas e inseticidas são aplicados às sementes (LUDWIG et al., 2011; PEREIRA et al., 2009).

Conforme aumenta a percepção do valor da semente e a importância de proteger e/ou melhorar o seu desempenho, avança no mercado a disponibilidade de produtos para o tratamento de sementes, com diferentes finalidades, como proteção (fungicidas e/ou inseticidas) ou nutrição (micronutrientes), tendo por finalidade melhorar o desempenho da semente, tanto no aspecto fisiológico como econômico (AVELAR et al., 2011).

O teste padrão para avaliar a qualidade das sementes tratadas é o de germinação, que tem como principal finalidade superestimar o percentual germinativo, já que o mesmo é conduzido em condições ótimas de temperatura, água, luz e oxigênio. Além disso, é padronizado, com ampla possibilidade de repetição de resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância, desde que sejam seguidas as instruções estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes, tanto nacionais (BRASIL, 2009) como internacionais.

Segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), para soja 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). Segundo os mesmos autores, na escolha do material para substrato, deve ser considerado o tamanho da semente, sua exigência com relação à água, sensibilidade ou não à luz e a facilidade que este oferece para o desenvolvimento, avaliação das plântulas e área de contato para sementes tratadas (MONDO et al., 2008). Muito comum em sementes tratadas é que o percentual de germinação no papel seja menor que no 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 fitotóxico nas sementes.

O estudo de sementes de soja tratadas e avaliadas pelo teste de germinação, em análise de sementes, tem merecido atenção no meio científico, visando à obtenção de informações, atualmente escassas, que expressem a real qualidade fisiológica das sementes, tanto para sua preservação como para a utilização dessas espécies vegetais com os mais variados interesses. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a utilização de substratos e metodologias alternativas para a execução do teste de germinação em sementes soja tratadas com agroquímicos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura da Soja e Qualidade de Sementes

A soja [*Glycine max*(L.) Merrill] tem como centro de origem a China e foi introduzida no Brasil em 1882 no Estado da Bahia (GONÇALVES et al., 2007). O rápido desenvolvimento da soja no País, a partir de 1960, fez surgir um novo e agressivo setor produtivo, com alta demanda por tecnologias. Na década seguinte, a soja se consolidou como a principal cultura do agronegócio brasileiro, passando de 1,5 milhões de toneladas em 1970 para mais de 15 milhões de toneladas em 1979. Esse crescimento se deu, não apenas ao aumento da área cultivada (1,3 para 8,8 milhões de hectares), mas, também, ao expressivo incremento da produtividade (1,14 para 1,73 t ha⁻¹), consequência às novas tecnologias disponibilizadas aos produtores pela pesquisa brasileira, com destaque para as novas cultivares adaptadas à condição de baixa latitude do centro oeste (EMBRAPA, 2006).

Segundo o levantamento para a safra mundial de soja, atualmente estima-se uma produção aproximada de 314,4 milhões de toneladas para a safra de 2014/15, de encontro aos 285,3 milhões de toneladas produzidos na safra de 2013/14. (USDA, 2015). No Brasil é considerada como a maior expressão agrícola, cultivada em todas as regiões, representou aproximadamente 58% da área agrícola de grãos na safra 2014/2015 com produtividade média de 3 mil kg.ha⁻¹ (CONAB, 2015).

Sementes com alto potencial fisiológico estão relacionadas diretamente com desempenho e estabelecimento de campos de produção, permitindo que se tenha uma lavoura mais uniforme. A espécie é considerada um dos insumos de maior importância na agricultura, sendo sua qualidade característica fundamental para um bom desenvolvimento na lavoura.

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 fisiológico, 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. Ao atributo fisiológico estão intimamente ligados ao percentual germinativo das sementes, dormência e vigor e o último fator

que é o sanitário está relacionado principalmente às sementes livres de patógenos e pragas (PESKE et al., 2012).

Sementes de alto vigor tendem a apresentar melhores índices de produtividade (KOLCHINSKI et al., 2005). Utilização de sementes vigorosas pode assegurar uma população de plantas adequada sobre variações de condições ambientais de campo encontradas durante a emergência e estabelecimento na lavoura, determinando uma maior velocidade na emergência, proporcionando vantagens no aproveitamento de água, luz e nutrientes (HENNING et al., 2010).

A implantação da lavoura de soja com sementes de alta qualidade, aliada ao tratamento de sementes contendo defensivos, nutrientes e inoculantes, 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).

Para comprovação do alto potencial fisiológico das sementes tratadas, que abrange um conjunto de aptidões, o qual permite estimar a capacidade de um lote de sementes manifestar adequadamente suas funções vitais após a semeadura, é realizado o teste padrão de germinação. Deste modo, as informações sobre a germinação e o vigor, obtidas em laboratório e canteiros, permitem a comparação entre lotes de sementes, possibilitando a avaliação de sua qualidade fisiológica, tornando possível visualizar a probabilidade de sucesso.

2.2. Tratamento de Sementes

O tratamento de sementes tem uma importância relevante na proteção contra doenças e insetos, na fase inicial de desenvolvimento das culturas agrícolas, protegendo o vigor e estabilização inicial das plântulas. Atualmente, segundo 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, na Europa 19,7% e 6,9% na região da Ásia-Pacífico (Figura 1). As culturas mais importantes no cenário global são: soja; cereais, milho, 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.

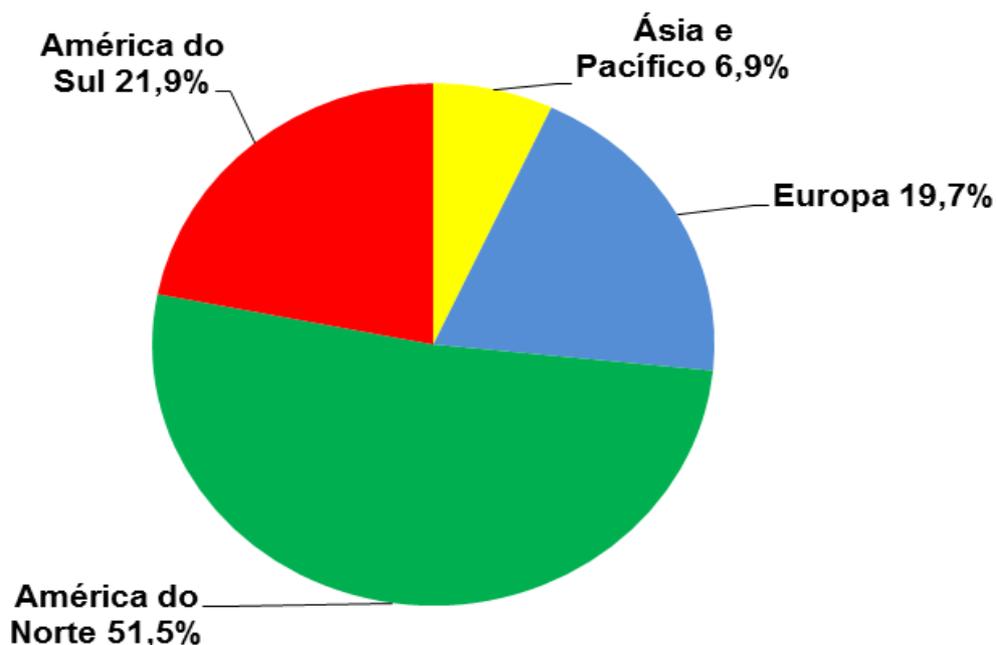


Figura 1. Comercialização de sementes tratadas na indústria, 2016.
*Fonte: Adaptado da SEEDnews, 2016 (NUNES, 2016).

O tratamento de sementes é a prática que envolve processos e substâncias, que adicionada às 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 através do 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 e NAKAGAWA, 2000).

O tratamento de sementes na soja foi recomendado oficialmente, pela primeira vez no Brasil em 1981 com adição de fungicidas na cultura da soja e do milho. O investimento no tratamento de sementes de soja no ano de 2009 foi em média de 360 milhões de dólares e teve um crescimento de mais de 100% para o ano de 2015, chegando a um valor aproximado de 870 milhões de dólares, conforme a Figura 2 (NUNES, 2016). Estimando-se que a área cultivada com soja no Brasil está em torno de 30 milhões de ha, que o tratamento de sementes é realizado em 90% desta área e mais de 70% utilizam três ou mais produtos para proteger e melhorar o desempenho das sementes de qualidade (BAUDET e VILLELA, 2012 e GEWEHR, 2015). Assim, o produtor poderá economizar pelo menos 20 kg de sementes.ha⁻¹ pode-se dizer que o uso de tratamento de sementes no país traz uma economia de 423 milhões de kg de

sementes e de R\$ 846 milhões, ao considerar o preço médio da semente de R\$ 2,00.kg⁻¹ (EMBRAPA, 2013).

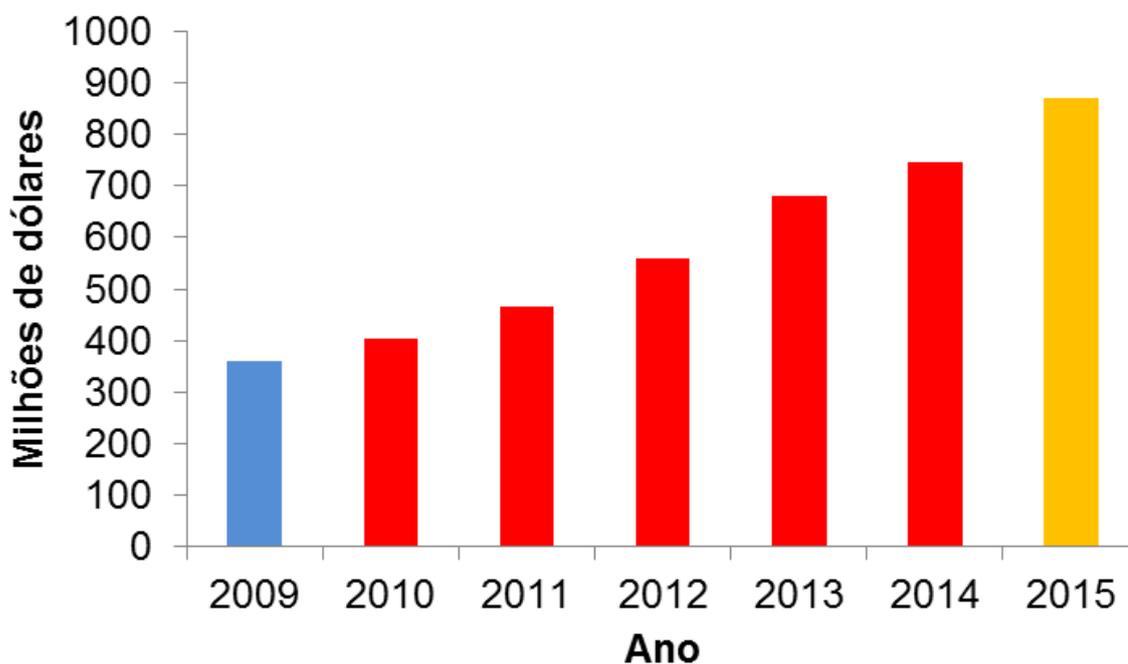


Figura 2. Evolução do investimento no tratamento de sementes de soja no Brasil entre os anos de 2009 a 2015.

*Fonte: Adaptado da SEED news, 2016 (NUNES, 2016).

Na safra 1990/91, a área cultivada com sementes tratadas representava aproximadamente 5% da área total cultivada. Desde a safra 2001/2002, o tratamento de sementes é utilizado em aproximadamente 93% das áreas cultivadas com soja (HENNING, 2005).

A soja é atacada por um grande número de doenças e pragas, e para que ocorra um adequado controle de fungos, torna-se necessário o uso de fungicidas. O de contato para proteger as sementes contra fungos presentes no solo, e a dos fungicidas sistêmicos para controlar fitopatógenos presentes internamente nas sementes. Entretanto, há também um grande número de pragas associado às sementes e às plantas em seus primeiros estágios de desenvolvimento, podendo ocasionar redução do estande inicial de plantas, gerando assim perdas significativas ao produtor, o que justifica a adição de inseticidas para o tratamento preventivo das sementes (JULIATTI et al., 2011).

Na agricultura vem se buscando altos tetos produtivos, e para que isso se torne possível é necessário 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 (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).

2.2.1. Vantagens do Tratamento de Sementes

A instalação de uma lavoura com estande de plantas ideal depende da utilização de diversas práticas, dentre elas, o tratamento de sementes, prática que proporciona assegurar populações adequadas de plantas no estabelecimento da lavoura. É uma medida que visa o controle de patógenos que são disseminados pelas sementes ou iniciam seu ataque no campo por ocasião da germinação.

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 da soja, deixando a semente exposta por mais tempo a fitopatógenos associados às sementes e os habitantes do solo, podendo causar deterioração e morte de plântulas. A falta dessa proteção inicial pode ter impacto direto na produtividade.

Do ponto vista de manejo integrado de doenças, dentre as inúmeras medidas que, podem ser empregadas, o uso de sementes sadias ou sementes com qualidade sanitária dentro de padrões aceitáveis surge como uma das maneiras mais eficazes por diversas razões. Um expressivo número de doenças da maior relevância é disseminada pela associação do inóculo de seus agentes causais com as sementes, sob diversas formas. O tratamento de sementes constitui uma medida valiosa pela sua simplicidade de execução, baixo custo relativo e eficácia sob vários aspectos. Visa à melhoria ou garantia do seu desempenho (semente) em condições de cultivo (NASCIMENTO, 2009).

O tratamento de sementes, além de controlar os patógenos associados às sementes, também deve controlar os habitantes/invasores do solo, fungos de armazenamento e patógenos foliares iniciais. O tratamento de sementes pode

assegurar estande adequado, plantas vigorosas, atraso no início de epidemias e aumento do rendimento. Apresenta benefícios imediatos (custo do processo é menor que o ganho em rendimento) e a médio/longo prazo (sistema de produção equilibrado) (MENTEN et al., 2010)

Além de ser econômico e de fácil execução, é também considerado seguro ao homem e ao ambiente. Devido à pequena quantidade de produtos adicionados às sementes e estes estarem em contato direto com o sítio alvo, é um método pouco prejudicial ao ambiente, comparativamente aos sistemas convencionais de tratamento de doenças, via aérea. Muitos autores consideram o tratamento químico como uma das medidas mais eficientes no controle de micro-organismos transportados e/ou transmitidos pelas sementes, porque além de eliminar ou reduzir o inoculo do patógeno na semente, pode impedir a entrada de patógenos em áreas isentas e propiciar emergência uniforme de plantas, além de evitar a necessidade de ressemeadura, com conseqüente economia de sementes. Esta prática representa apenas 0,5 a 1,0% do custo de produção das culturas.

A proteção inicial conferida pelo tratamento de sementes pode evitar a introdução precoce e aleatória de focos de infecção em áreas de semeadura resultando em diminuição da necessidade de aplicação de produtos fitossanitários para o combate de doenças introduzidas nas áreas de cultivo.

Evita produções reduzidas (menor número e peso de sementes), evita a inutilização temporária de áreas para o cultivo de determinadas espécies vegetais e evita a seleção de populações mais agressivas dos patógenos (NASCIMENTO, 2009).

Previne-se a contaminação de máquinas e equipamentos de beneficiamento de sementes. Prevenção da transmissão e disseminação de inoculo por meio de sementes, evitando a disseminação de doenças a longas distâncias (ausência de barreiras geográficas para as sementes) – transporte de patógenos pelas sementes, seja ele isolado encontrando-se em mistura com a semente; por adesão passiva à superfície das sementes ou no interior das sementes, constituindo a mais frequente maneira de transporte de patógenos, e o tratamento de sementes pode ser barreiras nestes processos, implicando na não transmissão desses agentes à progênie. Protege o avanço da deterioração de sementes durante o período de armazenamento. Reduz o meio de perpetuação de doenças entre as gerações (disseminação no tempo) (NASCIMENTO, 2009).

Durante o armazenamento em condições não controladas, as sementes estão expostas às oscilações da temperatura e da umidade relativa do ar, às pragas e aos fungos de armazenamento, o que pode contribuir para a redução da qualidade em função do processo de deterioração, principalmente no caso de semente de soja, que geralmente é colhida entre fevereiro e abril, época de temperatura e umidade relativa do ar alta, e são armazenadas até a semeadura, por um período de seis a oito meses. Assim o tratamento de sementes com fungicidas, inseticidas e polímeros pode contribuir para a redução destes efeitos nocivos e para a manutenção da qualidade das sementes durante o período de armazenamento (BAIL, 2013).

O tratamento químico 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. Trata-se de uma medida de baixo custo relativo, que quase sempre culmina com incrementos significativos na produção final (NASCIMENTO, 2009).

Muitos dos fitopatógenos presentes não só na semente, como no solo e, em alguns casos, na parte aérea das plantas, podem ser eficientemente controlados. Os produtos podem ser manipulados em ambiente protegido ou controlado, tornando a operação independente de condições climáticas. Isto faz, em consequência, com que haja menos movimentação adicional e indesejável de máquinas sobre o solo de cultivo. São utilizadas pequenas quantidades de produto por unidade de área, o que implica em menores riscos de poluição relativa no ambiente. A aplicação localizada de produtos às sementes, antes da semeadura, é também de certa maneira menos prejudicial aos organismos benéficos presentes no solo (CARVALHO et al., 2000).

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).

2.2.2. Desvantagens do Tratamento de Sementes

Para que o tratamento químico seja eficaz e sua recomendação segura é necessário conhecer o perfil sanitário e fisiológico e a condição física do lote a ser tratado, pois qualquer tipo de dano nas sementes as tornam mais vulneráveis à ação fitotóxica dos produtos utilizados. É importante também considerar os patógenos comumente encontrados nas áreas e as características do solo, todos estes fatores agem de forma integrada na eficácia do processo.

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).

Para recomendação mais segura do tratamento químico, é necessário, portanto, conhecer o perfil sanitário e fisiológico do lote a ser tratado antes da semeadura. Assim, como ocorre com os resultados do teste de sanidade, é necessário também contar com os resultados do teste de tetrazólio, que permite avaliar com clareza a intensidade, e a localização dos danos nas sementes. A quantidade de inóculo de um patógeno e a sua posição em relação às sementes podem condicionar o sucesso ou não do tratamento químico. O inóculo localizado superficialmente nas sementes está mais sujeito à ação de produtos do que o que está localizado mais internamente (NASCIMENTO, 2009).

Além dos fatores citados, é importante observar o volume de calda utilizado, este fator influencia diretamente o prazo máximo de armazenamento da semente. Segundo BRACCINI et al. (2015), para um período de armazenamento de até 20 dias, em sementes de alto e médio vigor, é possível utilizar o tratamento completo com volume de calda de até 1000 mL 100 kg⁻¹ de sementes, sem que ocorram danos fisiológicos à semente de soja. Todavia, o aumento no período de armazenamento das sementes tratadas proporciona decréscimo significativo na germinação e no vigor, especialmente em sementes de médio vigor inicial.

A decisão de se investir no tratamento de sementes visando o 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 a 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).

Possíveis problemas referentes à fitotoxicidade podem ocorrer devidos ao tratamento de sementes. Os sintomas mais típicos do problema de fitotoxicidade de plântulas são os seguintes: germinação e emergência lentas das plântulas; baixo percentual de emergência de plântulas; engrossamento, encurtamento e rigidez do hipocótilo; hipocótilos com fissuras longitudinais, principalmente em sementeiras profundas (> 4 cm); atrofia do sistema radicular, com pouco desenvolvimento de raízes secundárias, porém, outros fatores, podem também produzir sintomas semelhantes; podendo ter outras causas, que nada têm a ver com o problema do tratamento de semente em questão, entretanto, a fitotoxicidade causada pelo tratamento de sementes pode ser comprovada através de testes de laboratório (FRANÇA NETO, 2000).

O tratamento de sementes deve ser feito em máquinas específicas para tal e a inexistência de equipamento adequado disponível para o processo pode se constituir em um dos maiores obstáculos para o sucesso da prática. Dentre os riscos podem-se citar: intoxicação do operador, uma vez que os fungicidas são utilizados via líquida; cobertura e aderência dos produtos às sementes (uniformidade de distribuição); rendimento do processo; facilidade da operação, já que o equipamento pode ser levado ao campo, pois possui engate para a tomada de força do trator.

Outro fator importante a ser levado em consideração, em áreas de primeiro ano de cultivo de soja, é o fato de que alguns dos fungicidas de contato e certas formulações de micronutrientes podem afetar a sobrevivência das células de bradirrizóbio, como foi observado em experimentos conduzidos sob condições controladas, em laboratório e casa-de-vegetação. Por essa razão, em solos de primeiro ano deve-se preferir o uso do tiram em associação com os fungicidas sistêmicos (HENNING et al., 1997).

O volume total de líquido aplicado às sementes, por ocasião de seus diferentes tratamentos e inoculação, não deve ficar abaixo nem exceder a 600 ml por 100 kg. O excesso de umidade sobre elas determina rápida embebição destas; em consequência, ocorre inchaço dos cotilédones e do eixo hipocótilo-radícula, além de rupturas no tegumento das sementes, as quais perderão a sua função antes ou

durante a operação de semeadura. No uso de produtos com pouco líquido, acrescentar água até completar o volume máximo recomendado, visando à obtenção de uniformidade de cobertura do tegumento da semente pelo tratamento aplicado (SEDIYAMA et al., 2015).

Alguns cuidados importantes devem ser tomados durante o processo de tratamento de sementes são: limpeza e regulagem de máquinas (alto potencial de mistura varietal e danos mecânicos), uniformidade de recobrimento das sementes (os equipamentos de distribuição e homogeneização da mistura sobre o montante de sementes deve ser bem ajustado de forma a garantir uniformidade do recobrimento das sementes com os produtos químicos para que a máxima eficiência do produto seja obtida através do tratamento) e precisão na dosagem dos produtos (problemas de sub-dosagem de produtos poderão reduzir o tempo de atuação dos mesmos usados em campo, demandando a aplicação antecipada de defensivos para o controle das pragas ou doenças, por outro lado a super-dosagem além de levar ao desperdício financeiro, pode em alguns casos, levar a problemas de fitotoxicidade no período de emergência e desenvolvimento das plântulas (FREIRE, 2011).

O tratamento realizado nas propriedades é feito sem equipamentos especiais, porém, é grande o risco de variação da quantidade e na cobertura de inseticida por semente. Esta falta de precisão pode acarretar uma série de problemas futuros, por exemplo, aplicação complementar prematura em área total. É impossível aplicar o inseticida foliar apenas nas plantas atacadas por pragas, uma vez que estas estarão distribuídas ao acaso na lavoura, com diferentes doses residuais do inseticida. Isto implica gasto adicional, além de questionamento quanto à eficiência do produto usado no tratamento; e, em médio prazo, devido à sobrevivência de pragas em razão da baixa dosagem e que cria uma resistência dos insetos ao ingrediente ativo utilizado, reduzindo com o tempo as alternativas de controle (GALVAO et al., 2015).

Durante seu preparo para o armazenamento, e posterior comercialização, as sementes, frequentemente, têm que ser secadas e tratadas quimicamente. Erros acidentais, ou por desconhecimento técnico, podem provocar sua morte (CARVALHO, 2000). 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.

O uso sistemático de produtos, principalmente dos grupos mais específicos e de ação mais fulminante, em sementes, pode desencadear o surgimento de formas resistentes por parte de certos patógenos. A distribuição de pequenas quantidades desses produtos no solo, através das sementes, leva-os a ocorrer em níveis de sub-doses ao redor de cada uma das sementes, o que potencia as possibilidades de desenvolvimento de resistência por patógenos (CARVALHO et al., 2000).

As recomendações para o tratamento de sementes são feitas baseando-se em estratégias que visam evitar o surgimento de resistência por parte dos organismos patogênicos, neste sentido, faz-se o uso de mistura de ativos químicos. 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.

2.3 Produtos Usados no Tratamento de Sementes

De extrema importância para escolha de um produto, ao lado de inúmeros fatores, é o conhecimento prévio que deve se ter dos patógenos alvos do tratamento em cada espécie. Estas informações podem ser adquiridas por meio da análise sanitária das sementes a serem tratadas e/ou pelo histórico da área onde será efetuado o cultivo. A especificidade ou espectro de ação de um produto torna-se, portanto indispensável para uma recomendação segura (NASCIMENTO, 2009).

Existe atualmente no mercado uma grande variedade de produtos químicos utilizados para o tratamento de sementes. Os mais comumente empregados são os fungicidas e inseticidas, que têm por objetivo o controle de pragas e doenças que normalmente se manifestam no início do desenvolvimento da plântula, comprometendo direta e/ou indiretamente o estande inicial no campo. Os produtos para o tratamento de sementes devem ser escolhidos pelo agricultor (devidamente orientado por um agrônomo responsável), com base na incidência das pragas e doenças que ocorrem na região de cultivo, tendo em mente o melhor controle possível bem como uma boa relação custo-benefício (FREIRE, 2011).

Com relação à adição desses produtos na solução para tratamento, os de ação sistêmica são os mais adequados, visto que podem prevenir os danos causados por insetos durante a germinação e na fase inicial do desenvolvimento da planta. Um grupo de inseticidas que têm essa característica é o dos neonicotinóides que,

atualmente, constituem o diferencial para o controle de insetos. Alguns exemplos de princípios ativos mais utilizados atualmente são o thiamethoxam, fipronil, imidacloprid e o imidacloprid + thiodicarb. A utilização de cultivares resistente a essas pragas associada à aplicação de inseticidas, que têm diferentes modos de ação, aumenta também o espectro de pragas controladas (BAIL, 2013).

Na Tabela 1 são apresentados os principais inseticidas sistêmicos e de contato e respectivas doses, registrados no MAPA, para o tratamento de sementes (TS) de soja. Entre as pragas iniciais e nematoides que atacam as plantas jovens de soja, para as quais existem indicações de TS citam-se: corós (*Liogenys fuscus*; *Liogenys suturalis*; *Phyllophaga cuyabana*); cupim-de-montículo (*Procornitermes triacifer*); lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*); mosca-branca (*Bemisia tabaci* raça B); nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachiurus*); nematoide de galhas (*Meloidogyne javanica*; *Meloidogyne incognita*); piolho-de-cobra (*Julus hesperus*); tamanduá-da-soja (*Sternechus subsignatus*); torrãozinho-da-soja (*Aracanthus mourei*) e vaquinha-verde-amarela (*Diabrotica speciosa*) (SEDIYAMA et al., 2015).

Os fungicidas para tratamento de sementes de soja podem atuar por contato ou de forma sistêmica. Os primeiros protegem a semente contra fungos do solo e aqueles existentes no tegumento da semente (infestação), enquanto os sistêmicos controlam patógenos contidos internamente nas sementes, geralmente no embrião destas (infecção) (SEDIYAMA et al., 2015).

A semente de soja constitui-se em excelente veículo de disseminação da maioria de seus agentes fitopatogênicos. Este fato, por si só, justifica o tratamento das sementes com fungicidas, principalmente se não se dispõem de análises fitopatológicas das sementes e, ou, se a cultura será instalada pela primeira vez em uma área nova. Os principais patógenos disseminados pela semente de soja são: *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina*, *Fusarium semitectum*, *Phomopsis* spp. anamorfo de *Diaporthe* spp. e *Colletotrichum truncatum* (SEDIYAMA et al., 2015). Pode-se citar em adição a estes, os fungos habitantes do solo como *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp. (*A. flavus*), que podem ocorrer em todos os tipos de sistemas agrícolas e são potenciais causadores de doenças.

Tabela 1. Relação dos inseticidas utilizados no tratamento de sementes de soja e respectivas doses dos produtos comuns.

Inseticidas	Nome comercial	Dose (g ou ml p.c. p/ 100kg sementes) *
Abamectina	Avicta 500 FS	100 a 125
Acetamiprido	Pirâmide	75 a 200
Bifentrina	Insemat FS	750 a 1000
Bifentrina	Capture 120 FS	750 a 1000
Bifentrina + imidacloprido	Rocks	350 a 700
Carbosulfano	Fenix	750 a 1000
Clorantraniliprole	Dermacor	50 a 100
Clotianidina	Inside FS	100
Clotianidina	Poncho	100
Fipronil	Amulet	80 a 200
Fipronil	Belure	80 a 200
Fipronil	Source	80 a 200
Fipronil + piraclostrobina + tiofanato-metílico	Standak Top	100
Fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol + tiametoxam	Cruiser Advanced	100
Imidacloprido	Siber	100 a 200
Imidacloprido	Much 600 FS	100 a 200
Imidacloprido	Imidacloprido 600 FS	100 a 200
Imidacloprido	Gaucho FS	100 a 200
Imidacloprido	Picus	100 a 200
Imidacloprido	Saluzi 600 FS	100 a 200
Imidacloprido + tiodicarbe	Cropstar	250 a 700
Lambdacialotrina + Tiametoxam	Cruiser Opti	100 a 300
Tiametoxam	Adage 350 FS	50 a 300
Tiametoxam	Cruiser 700 WS	50 a 100
Tiametoxam	Adage 700 WS	50 a 100
Tiodicarbe	Tiodicarbe 350 SC	750

*intervalo – consultar doses específicas (vide bula)

Fonte: Agrofit, consulta em 26/01/2016.

Além de inseticidas e fungicidas, micronutrientes e inoculantes são adicionados à calda e aplicados na cultura da soja, via semente. Os principais micronutrientes são o cobalto (Co) e molibdênio (Mo).

A inoculação das sementes de soja refere-se à operação agrícola manual ou mecanizada, realizada previamente à semeadura da cultura, fundamentada na aplicação de substância biológica nas sementes, visando estabelecer o necessário contato físico entre o veículo (inoculante) das bactérias fixadoras do nitrogênio (rizóbios) e a planta hospedeira (semente), de modo a se estabelecer o processo simbiote da fixação biológica do nitrogênio (FBN) no sistema radicular da soja (SEDIYAMA et al., 2015).

Na Tabela 2, apresentam-se os fungicidas recomendados para a cultura da soja no Brasil, assim como suas doses.

Tabela 2. Relação dos fungicidas utilizados no tratamento de sementes de soja.

Inseticidas	Nome comercial	Dose (g ou ml p.c. p/ 100kg sementes)*
Captana	Captan 750 TS	160
Carbendazim	Derosal 500 SC	100
Carbendazim + tiram	Derosal Plus	200
Carboxina + tiram	Vitavax Thiram 200 SC	250 a 300
Carboxina + tiram	Anchor SC	600 a 800
Difenoconazol	Spectro	33,4
Difenoconazol + Fludioxonil	Celest XL	200
Fipronil + Piraclostrobina + tiofanato-metílico	Standak top	100
Fluazinam + tiofanato-metílico	Certeza	180 a 215
Fludioxonil	Maxim	200
Fludioxonil + metalaxil-M	Maxim XL	100
Fludioxonil + metalaxil-M	Apron RFC	100 a 200
Fludioxonil + metalaxil-M + tiabendazol	Maxim Advanced	100 a 125
Tiabendazol + tiametoxam	Cruiser Advanced	100 a 125
Fluquinconazol	Atento	300
Flutriafol	Vincit 50 SC	200
Piraclostrobina + tiofanato-metílico	Acronis	100
Tiram	Rhodiauram SC Chemtura	280
Tiram	Ipconazole/Thiram 10/350 FS	150 a 250
Tiram	Sementiram 500 SC	300

*intervalo – consultar doses específicas (vide bula)
Agrofit consulta em 26/01/2016.

Pode-se citar ainda o tratamento de sementes com bioestimuladores, que para a cultura da soja tem sido focado, predominantemente, em substâncias sintéticas de ação hormonal, que visam proporcionar incrementos no desenvolvimento vegetal.

2.4. Teste de Germinação

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. 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.

A germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado pelos botânicos como a retomada do crescimento do embrião, com o subsequente rompimento do tegumento pela radícula. Entretanto, para os tecnólogos de sementes, a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando a sua capacidade para dar origem a uma planta normal, sob condições ambientais favoráveis.

Segundo Brasil (2009), Marcos Filho et al. (2015), a avaliação do potencial germinativo das sementes é efetuada pelo teste de germinação, conduzido em laboratório sob condições controladas, através de 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.

Dentre os fatores ambientais que influenciam a germinação encontram-se quatro condições imprescindíveis: a disponibilidade de água, a temperatura, oxigênio, luz (MARCOS FILHO, 2015), além do substrato (BRASIL, 2009).

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 padrão de germinação, as Regras de Análises de 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 da soja é citado o papel germitest (rolo de papel e entre areia). 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.

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).

Outra questão é a ocorrência de fungos associados ao tegumento da semente, que pode ocasionar infecção secundária e interferir nos procedimentos normais de avaliação do seu poder germinativo. Sendo assim, o tratamento químico das sementes torna-se importante procedimento nos testes de germinação e também na produção agrícola, pois muitos dos fitopatógenos presentes não só na semente, como no solo e, em alguns casos na parte aérea das plantas, podem ser eficientemente controlados, e os produtos podem ser manipulados em ambientes protegido ou controlados, tornando a operação independente de condições climáticas.

Os decréscimos da viabilidade e do vigor podem ser atribuídos às danificações nas membranas das mitocôndrias, promovendo decréscimo da respiração aeróbica e da produção de ATP e acréscimos de etanol, que constituem importantes indicadores da intensidade da respiração e disponibilidade de energia para o processo de germinação. Assim, além da perda da compartimentalização celular, a desintegração do sistema de membranas, causada por algum fator externo (neste caso o tratamento com o inseticida acefato), promovem descontrole do metabolismo e das trocas de água e solutos entre as células e o meio exterior, determinando a queda da viabilidade da semente (DAN et al., 2012).

2.4.1. Benefícios do Teste de Germinação

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.

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 (BRASIL, 2009).

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 Análise de Sementes (MARCOS FILHO, 2015).

2.4.2. Limitações do Teste de Germinação

As principais limitações do teste de germinação são os resultados observados que podem não se repetir sob condições ambientais menos favoráveis. Segundo as Regras para Análise de Sementes, 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 sérias dificuldades para identificar diferenças entre o potencial de armazenamento de lotes com poder germinativo semelhantes.

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.

3. MÉTODOS E MATERIAL

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 soja, safra 2014/2015, com germinação igual ou superior a 95% e teor de água médio de 12,5%. As sementes foram submetidas a três tratamentos químicos (Cruiser® 350 FS; Maxim XL e Avicta Completo) todos com a dose recomendada para a cultura (Tabela 3). 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 0,5L.100kg⁻¹ de sementes.

Tabela 3. Produtos comerciais, doses e volumes de calda final para cada tratamento químico de sementes na cultura da soja, cultivar NA 5909 RG. Formosa. 2016.

Produto químico	Ingrediente Ativo (i.a)	Nome comercial	Tipo do produto ¹	Dose do produto comercial ² (mL)	Volume de água (mL)
1	Testemunha	-	-	0	0
2	Thiamethoxam	Cruiser® 350 FS	I	250	250
3	Metalaxyl-M + Fludioxonil	Maxim XL	F	100	400
4	Abamectina+Thiamethoxam	Avicta Completo	I	200	100
	Fludioxonil+Mefenoxan		F	100	
	Thiabendazole		N	100	

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

²Dose do produto comercial: mL 100kg⁻¹ de sementes.

Os tratamentos consistiram na combinação de duas quantidades de sementes nos rolos (25 ou 50), duas temperaturas (25 ou 30°C) e quatro substratos (germitest; germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas).

O número total de sementes por tratamento foi de 200 distribuídas em quatro subamostras de 50 sementes ou oito de 25 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 24 horas, a 20°C.

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

Teste de germinação: foi realizado utilizando quatro repetições de cada tratamento, contendo quatro subamostras de 25 ou 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 25 ou 30°C. A contagem foi realizada aos 8 dias, na qual foi determinada a percentagem de plântulas normais e 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: foi realizado com 200 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições 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.

Os dados serão apresentados individualmente para cada uma das temperaturas.

O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 (tratamento de sementes x número de sementes) 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.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar o tratamento em que as sementes de soja foram submetidas, foi realizado o teste de emergência em campo, considerado o teste de vigor mais apropriado para caracterizar a qualidade, pois não há metodologia padrão nessa categoria no Brasil. É importante salientar que a emergência é um fator preponderante para o estabelecimento das plântulas em condições de campo. Na tabela 4, o teste de emergência em campo mostrou o comportamento dos diferentes tratamentos, onde os produtos Maxim XL e Cruiser® 350 FS protegeram mais as sementes para o desenvolvimento inicial das plântulas, em comparação ao Avicta completa e as sementes sem adição de agroquímicos. O mesmo foi verificado por Menten (2011) e Trafane (2014), onde as sementes de soja 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 tratadas com fungicida e inseticida.

O vigor das sementes de soja ficou acima de 85%, 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 por ventura possam interferir no desenvolvimento inicial da futura planta.

Para Horii e Shetty (2007), inseticidas como o thiamethoxam podem auxiliar na rota metabólica da pentose fosfato, favorecendo a hidrólise de reservas e aumentando a disponibilidade de energia para o processo de germinação e emergência da plântula. No entanto, em soja, Pereira et al. (2009) observaram que o tratamento de sementes com diferentes fungicidas, incluindo o fludioxonil, não interferiu sobre a emergência das plântulas em bandeja. Grisi et al. (2009) também não constataram alteração no vigor das sementes de girassol tratadas com thiamethoxam e fipronil.

O nível de vigor das sementes por ocasião da semeadura tem um pronunciado efeito sobre sua resposta ao tratamento com fungicida e inseticida (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). 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 4. Teste de emergência de plântulas em campo de soja em sementes sem tratamento químico e tratadas com Maxim XL; Cruiser® 350 FS e Avicta Completo. Formosa, 2016.

	Testemunha	Maxim XL	Cruiser® 350 FS	Avicta Completo
	%			
Emergência	89b	95a	97a	92b
CV(%)	1,82			

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

O teste de germinação para sementes de soja (*Glycine max* L.) padronizado nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009) indica a utilização de substrato rolo de papel (RP) ou entre areia (EA), submetidas as temperaturas constantes de 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. Além disso, também indica o cuidado para verificar se as sementes apresentam danos por sensibilidade a embebição rápida, para assim, realizar um pré condicionamento das sementes (16-24 h a 25°C) para após serem semeadas em rolo de papel. 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.

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 5 estão os dados referentes ao teste de germinação com 25 e 50 sementes de soja (testemunha e sementes tratadas) por rolo 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. Em relação a quantidade de sementes distribuídas em cada rolo de papel (totalizando 200

sementes por repetições), verifica-se que 25 sementes é a mais indicada para o teste de germinação em sementes de soja para todos os tipos de substratos utilizados e tratamentos. Exceto o teste de germinação com sementes da testemunha (sem adição de produto químico) com o substrato papel germitest + vermiculita, a qual a quantidade de sementes (25 ou 50) não diferiu no resultado final do teste.

O teste de germinação com o uso do substrato papel germitest nas sementes tratadas com Maxim XL e Cruiser, na Tabela 5, foram os que forneceram melhores percentuais de plântulas normais, quando comparado ao tratamento com Avicta completa e a testemunha (sementes sem tratamento). Já para os substratos como o papel germitest + vermiculita e sementes pré hidratadas, verificou-se que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos de sementes, para o teste de germinação. Para o substrato papel germitest + areia; o uso de 25 sementes obteve um percentual de plântulas normais, mais acentuado com o tratamento de sementes com Cruiser® 350 FS e com o uso de 50 sementes em cada rolo de germinação, independente do tratamento com fungicida, inseticida e/ou nematicida não diferiu significativamente. Efeitos positivos do uso de tiametoxam são relatados nos trabalhos de Battistus et al. (2013) sobre a incidência de doenças na cultura do trigo quando constataram que o uso de tiametoxam 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 o uso do tiametoxam afetou positivamente a qualidade fisiológica das sementes.

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).

Tabela 5. Teste de germinação com 25 e 50 sementes de soja (testemunha e sementes tratadas) por rolo 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.

	Testemunha	Maxim XL	Cruiser® 350 FS	Avicta Completo
Papel germitest				
25 sementes	88Ab	95Aa	96Aa	89Ab
50 sementes	85Bb	93Ba	93Ba	87Bb
Papel germitest + vermiculita				
25 sementes	92Ab	97Aa	97Aa	95Aa
50 sementes	91Ab	95Ba	94Ba	93Ba
Papel germitest + areia				
25 sementes	91Ac	93Ab	97Aa	94Ab
50 sementes	89Bb	91Ba	92Ba	92Ba
Sementes pré hidratadas				
25 sementes	92Ab	95Aa	96Aa	95Aa
50 sementes	88Bb	91Ba	92Ba	91Ba
CV (%) 1,05				

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

Na Tabela 6 estão os resultados da comparação de diferentes substratos: germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação com uma temperatura constante de 25°C; número de 25 e 50 sementes sem tratamento e tratadas com Maxim XL; Cruiser® 350 FS e Avicta Completo.

O tratamento de sementes de soja com Cruiser® 350 FS auxiliaram de forma positiva o processo germinativo, independente do substrato utilizado e o número de sementes (Tabela 6). Utilizando esse tratamento, o ingrediente ativo do produto, o tiametoxam acelera a germinação, induz maior desenvolvimento do eixo embrionário, minimizando os efeitos negativos em situações de presença de alumínio, salinidade e deficiência hídrica. Acelera a germinação, por estimular a atividade da peroxidase, prevenindo o estresse oxidativo (CATANEO, 2008). Assim sendo, reduz o tempo para estabelecimento da cultura no campo, diminuindo os efeitos negativos de competição com plantas daninhas ou por nutrientes essenciais presentes no solo (CASTRO et al., 2008 e ALMEIDA et al., 2011). Esse resultado é confirmado por Almeida et al. (2009) em sementes de cenoura, por Tavares et al. (2008) em sementes de soja, e por Clavijo (2008) em sementes de arroz, ao observarem que o tiametoxam acelera a germinação

e induz maior crescimento do eixo embrionário. 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.

Tabela 6. Comparação de diferentes substratos: germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação com uma temperatura constante de 25°C; número de 25 e 50 sementes sem tratamento e tratadas com Maxim XL; Cruiser® 350 FS e Avicta Completo.

Substratos	Número de sementes	
	25 sementes	50 sementes
Testemunha		
Germitest	88B	85C
Germitest+vermiculita	92A	91A
Germitest+areia	91A	89B
Sementes pré hidratadas	92A	89B
Maxim XL		
Germitest	95A	93A
Germitest+vermiculita	97A	95A
Germitest+areia	93B	91B
Sementes pré hidratadas	92B	93A
Cruiser® 350 FS		
Germitest	96A	93A
Germitest+vermiculita	97A	94A
Germitest+areia	96A	92A
Sementes pré hidratadas	96A	92A
Avicta Completo		
Germitest	89B	87B
Germitest+vermiculita	95A	93A
Germitest+areia	94A	92A
Sementes pré hidratadas	95A	91A
CV (%)	1,05	

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As sementes sem tratamento (sem adição de fungicida, inseticida e nematicida) e temperatura de exposição constante de 25°C apresentaram germinação acima de 90% para todos os tratamentos/substratos com 25 sementes, com exceção para o papel germitest com germinação de 88% (Tabela 6). O mesmo foi verificado por Guimarães et al. (2007) no teste de germinação em *Calyptanthes clusiifolia*, 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. Para o teste de germinação com 50 sementes, o substrato que se destacou em manter um percentual acima de 90% de plântulas normais foi o germitest+vermiculita. Pereira e Andrade (1994) recomendaram o uso de vermiculita, papel de filtro ou papel-toalha para o teste de germinação de sementes de *Psidium guajava* L..

Para as sementes tratadas com Maxim XL, o maior percentual de germinação em ordem crescente, com 25 sementes foram com a utilização dos substratos germitest e germitest+vermiculita, seguido do germitest+areia e sementes pré hidratadas. Na vermiculita, o contato entre as sementes e o substrato é bem maior, de acordo com Figliolia et al. (2005), sendo recomendado para as sementes de forma esférica, como a soja. Para o substrato com sementes pré hidratadas, o desempenho germinativo, provavelmente está relacionado à efetividade da pré-hidratação em reparar a integridade das membranas celulares durante o processo de absorção de água diminuindo, assim, os potenciais danos causados às membranas pela rápida absorção em água (SILVA e VILLELA, 2011). Segundo Braccini et al. (1999), a pré-hidratação tem sido efetiva em aumentar o desempenho das sementes, especialmente nas que possuem menores teores de água e em sementes tratadas. Para distribuição de 50 sementes em rolo de papel, o substrato Germitest+areia afetou negativamente a germinação em comparação aos demais.

Em pesquisa de Gomes et al. (2016), a germinação em rolos de papel germitest apresentou também desempenho superior comparativamente com o substrato e areia. Dependendo do tratamento de sementes, do tipo de produto e ingrediente ativo, pode não favorecer a germinação das sementes e o uso de material com o papel germitest, como a areia, que apresenta fácil drenagem da água, pode ocorrer uma maior desidratação do papel. Dousseau et al. (2011) comentam que as propriedades físicas da areia é o que provoca o ressecamento da parte superior do substrato, e, com isto, pode prejudicar a germinação de sementes de várias espécies e principalmente as com tratamento químico.

No entanto, também na Tabela 6, o tratamento de sementes de soja com Avicta Completo, independentemente do número de sementes presente no substrato, a metodologia padrão indicada nas Regras de Análise de Sementes foi a menos indicada para o teste de germinação, ou seja, papel germitest. Segundo Silva (1989) e Gomes et al. (2016), pelo fato das doses de fungicidas recomendadas para o tratamento de sementes serem provenientes de resultados de testes realizados em campo, em que, em condições naturais de ambiente (solo, água, temperatura), uma parte dos ingredientes ativos dos fungicidas são absorvidos pelas sementes, adsorvidos pelas partículas de solo ou lixiviados, o que não ocorre quando os testes são realizados em laboratório. No substrato papel, os fungicidas ficam mais concentrados ao redor das sementes e, dependendo dos ingredientes ativos e da

dose, pode haver efeito fitotóxico que se reflete nos testes realizados em laboratório. Em contrapartida, Santos et al. (1992) e Gomes et al.(2009), em tratamento de sementes de algodão e soja, respectivamente, verificaram que os resultados obtidos com areia não diferiram dos demais substratos utilizados.

Conforme a Tabela 7, estão os dados do teste de germinação com 25 e 50 sementes de soja (testemunha e sementes tratadas) por rolo na temperatura constante de 30°C e utilização de quatro substratos, o germitest; o germitest + areia; o germitest + vermiculita e o papel germitest com sementes pré-hidratadas. A temperatura de 30°C usada no teste de germinação também destacou a quantidade de 25 sementes para cada rolo de papel como a mais indicada para a soja, independente do tratamento utilizado. Fato esse que não foi verificado para as sementes que foram pré hidratadas, de modo que a quantidade de sementes distribuídas no papel de germinação não influenciou o percentual de plântulas normais.

O tratamento de sementes de soja com Maxim XL ou Cruiser® 350 FS foram os que proporcionaram maior quantidade de plântulas normais no teste de germinação, para os substratos de papel germitest e papel germitest + vermiculita, independente da competição das sementes no papel (Tabela 7). Já o substrato com a mistura de papel germitest + areia, destacou o tratamento de sementes com o produto comercial Cruiser® 350 FS, que é a base do ingrediente ativo Thiamethoxam. Resultados para o uso de tiametoxam foram também citados por Corrêa Junior et al. (2013) e Bulegon et al. (2015), sendo que o tratamento químico de sementes não causou redução na germinação de semente de milho.

Segundo Lauxen et al. (2010), o tratamento com tiametoxam pode ser recomendado, pois o mesmo não propicia queda no potencial germinativo. Além disso, pelo efeito bioativador que o inseticida tiametoxam apresenta, pode influenciar o potencial produtivo das plantas, através de modificações no metabolismo vegetal.

Para as sementes pré hidratadas, todos os tratamentos com a utilização de agroquímicos, independente dos ingredientes ativos, não diferiram significativamente quanto ao percentual de plântulas normais no teste de germinação.

Tabela 7. Teste de germinação com 25 e 50 sementes de soja (testemunha e sementes tratadas) por rolo na temperatura constante de 30°C e utilização de quatro substratos, o germitest; o germitest + areia; o germitest + vermiculita e o papel germitest com sementes pré-hidratadas.

	Testemunha	Maxim XL	Cruiser® 350 FS	Avicta Completo
Papel germitest				
25 sementes	85Ab	93Aa	94Aa	87Ab
50 sementes	83Bb	89Ba	89Ba	79Bc
Papel germitest + vermiculita				
25 sementes	90Ac	96Aa	98Aa	94Ab
50 sementes	85Bc	94Ba	95Ba	91Bb
Papel germitest + areia				
25 sementes	91Ab	92Ab	95Aa	92Ab
50 sementes	87Bb	89Bb	91Ba	89Bb
Sementes pré hidratadas				
25 sementes	87Ac	95Aa	97Aa	94Aa
50 sementes	88Ab	93Ba	94Ba	92Aa
CV(%)	1,32			

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

Todos os tratamentos alcançaram níveis adequados de germinação para sementes de soja, com percentagem acima de 80% (Tabela 5 e Tabela 7), valor mínimo referido pelo Ministério da Agricultura para comercialização das sementes (MAPA, 2013). 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 percentual de emergência das plântulas de soja (Tabela 4) foi igual ou superior aos obtidos no teste de germinação com o substrato papel germitest, padronizado para a cultura, independente do número de sementes distribuídas e a temperatura (Tabela 5 e Tabela 7). Ocorreu que em sementes tratadas o teste de vigor foi melhor que o de germinação, com condições ideais para o desenvolvimento da espécie em estudo. Isso pode ter ocorrido devido ao tratamento de sementes tornar-se fitotóxico às sementes, pela área de contato menor do papel germitest comparado à emergência em campo. O mesmo foi verificado por Kobori (2011), no teste de germinação em sementes de mamona tratadas, sendo que alguns tratamentos com fungicidas provocaram redução no potencial fisiológico no papel germitest, no entanto,

esse efeito de fitotoxicidez não foi observado no teste de emergência de plântulas em campo.

Em função do tamanho, número de sementes e das exigências ecofisiológicas das sementes quanto à umidade e luz, cada substrato é utilizado de maneira que ofereça maior praticidade nas contagens e avaliação das plântulas (OLIVEIRA et al., 2001). As sementes devem ser colocadas no substrato com espaçamento uniforme e suficiente para minimizar a competição e contaminação entre as sementes e plântulas em desenvolvimento.

Embora a semeadura de quatro repetições de 100 sementes seja a mais utilizada, às vezes, é conveniente usar repetições com 50 ou 25 sementes e mais espaçadas (BRASIL, 2009). A quantidade de sementes colocada no substrato é variável. Normalmente, em cada rolo de papel toalha, são distribuídas 25 ou 50 sementes e, em pesquisas com soja, há predominância do uso de 50 sementes e 25°C (PEREIRA et al., 2007 e MARCOS FILHO et al., 2009); 25 sementes e 25°C (TOGNI, 2008); ou 50 sementes e temperatura alternada de 20-30°C (CAVARIANI et al., 2009). Ao indicar alguma alternativa para a quantidade de sementes, geralmente há relação com a possibilidade da ocorrência de infecção de sementes e plântulas durante o período de condução do teste de germinação.

As sementes de soja tratadas podem mostrar respostas diferenciadas em função do fungicida utilizado; efeitos positivos na geminação e emergência em campo também são observados; como também determinados produtos podem exercer efeito tóxico sobre as sementes, ou mesmo não interferir na germinação e vigor (GOULART et al., 2000; GIANASI et al., 2000; PEREIRA et al., 2009 e PEREIRA et al., 2011).

Para fins comerciais, a adoção de um procedimento padrão na instalação do teste de germinação de sementes tratadas, condução e avaliação dos substratos permite a obtenção de resultados comparáveis entre laboratórios de empresas fornecedoras e compradoras de sementes (ISTA, 2011). Assim, o teste é realizado com algumas adaptações da metodologia padronizada (BRASIL, 2009), sob condições artificiais controladas de laboratório, altamente favoráveis, para que se obtenha a maior porcentagem de germinação.

Na Tabela 8 estão os resultados da comparação de diferentes substratos: germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação com uma temperatura constante de 30°C;

número de 25 e 50 sementes sem tratamento e tratadas com Maxim XL; Cruiser® 350 FS e Avicta Completo.

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).

Para as sementes sem tratamento químico, na tabela 8, os melhores substratos foram o germitest +vermiculita e germitest+areia para 25 sementes e; para 50 sementes distribuídas no papel, os tratamentos que proporcionaram um maior percentual de plântulas normais foi o germitest+areia e sementes pré hidratadas.

Para o tratamento de sementes de soja com Maxim XL e Cruiser® 350 FS, os melhores substratos foram Germitest+vermiculita e Sementes pré hidratadas, independentemente do número de sementes no substrato. 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. Assim como, Silva e Villela (2011) a pré-hidratação de sementes de soja, reflete na manutenção do vigor e no melhor desempenho das sementes nos testes de germinação e emergência de plântulas em campo.

Para o tratamento de sementes com Avicta Completo (Tabela 8), independentemente do número de sementes (25 ou 50); o papel germitest foi o único que permitiu um desenvolvimento maior de plântulas anormais no teste de germinação. De acordo com Santos et al. (1992), em tratamento de sementes de algodão, verificaram que os resultados obtidos com areia não diferiram dos demais substratos utilizados. Segundo Silva e Villela (2011), a pré-hidratação de sementes de soja reflete na manutenção do vigor e no melhor desempenho das sementes nos testes de germinação e emergência de plântulas em campo.

O efeito negativo do Avicta completo no papel germitest pode estar associado a um efeito fitotóxico, uma maior concentração de produto ao redor das sementes no teste de germinação em comparação aos outros substratos com uma superfície de contato maior, devido à adição de areia ou vermiculita. 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 8. Comparação de diferentes substratos: germitest; o germitest + areia; germitest + vermiculita e papel germitest com sementes pré-hidratadas para o teste de germinação com uma temperatura constante de 30°C; número de 25 e 50 sementes sem tratamento e tratadas com Maxim XL; Cruiser® 350 FS e Avicta Completo.

Substratos	Número de sementes	
	25 sementes	50 sementes
	Testemunha	
Germitest	85B	83B
Germitest+vermiculita	90A	85B
Germitest+areia	90A	87A
Sementes pré hidratadas	88B	88A
	Maxim XL	
Germitest	93B	89B
Germitest+vermiculita	96A	94A
Germitest+areia	92B	89B
Sementes pré hidratadas	95A	93A
	Cruiser® 350 FS	
Germitest	94B	89B
Germitest+vermiculita	98A	95A
Germitest+areia	95B	91B
Sementes pré hidratadas	97A	94A
	Avicta Completo	
Germitest	87B	79C
Germitest+vermiculita	94A	91A
Germitest+areia	92A	90A
Sementes pré hidratadas	92A	92A
CV (%)	1,32	

A utilização da vermiculita 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 (FIGLIOLIA et al., 1993; MARTINS et al., 2009).

Não obstante, não existem referências a este substrato nas RAS, somente ao papel toalha, solo e areia, que podem ser utilizados nos testes (BRASIL, 2009). Assim, a utilização do substrato areia no teste de germinação deve ser estudada, pois a umidade do substrato varia dependendo das condições do ambiente, afetando o crescimento das plântulas (TOBE et al., 2005).

As sementes, em geral, apresentam um desempenho variável, quanto à germinação, em diferentes temperaturas e substratos, que são componentes básicos do teste de germinação.

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.

Os dados de germinação são maiores na temperatura constante de 25°C (Tabela 5) em comparação a de 30°C (Tabela 7), em todas as avaliações. Segundo Costa et al. (2008), a interação entre o teor de água inicial das sementes e a temperatura de embebição é fator determinante para a ocorrência de alterações permanentes ou transitórias na estrutura das membranas celulares. Assim sendo, mecanismos naturais ou artificiais podem ser desenvolvidos com a finalidade de impedir ou minimizar o dano por embebição, ocasionado pela rápida reidratação dos tecidos quando as sementes são colocadas para germinar.

5. CONCLUSÕES

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

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

A pré hidratação é uma boa opção para o teste de germinação em comparação ao padronizado para comercialização de sementes.

O emprego de 25 sementes por repetição é indicado para a condução do teste de germinação de sementes de soja tratadas quimicamente.

A temperatura de 25°C possibilita o desenvolvimento mais uniforme e rápido de plântulas normais no teste de germinação em sementes de soja tratadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.S.; CARVALHO, I.; DEUNER, C.; TILLMANN, M.Â.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.

ALMEIDA, A.S.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E.; LAUXEN, L.R.; DEUNER, C. Desempenho fisiológico de sementes de aveia-preta tratadas com tiametoxam. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v.33, n.5, p.1619-1628, 2012.

ALMEIDA, A.S.; AISENBERG, G.R.; DEUNER, C. MENEGHELLO, G.E.; VILLELA, F.A. Physiological quality of Urochloa seeds treated with thiamethoxam. **Científica**, Jaboticabal, v.43, n.1, p.67–76, 2015.

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 powdered polymer. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.10, p.1719-1725, 2011.

BAIL, J.L. **Relações entre o tratamento de sementes de soja, os parâmetros fisiológico e sanitário e a conservação das sementes**. 2013. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2013.

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.

BRACCINI, A.L.; DAN, L.G.M.; PICCININ, G.G.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Uso de diferentes volumes de calda no tratamento de sementes de soja e seu efeito no potencial fisiológico durante o armazenamento. In: VII CONGRESSO NACIONAL DE SOJA. 2015. **Resumos**. Londrina: Embrapa Soja, p. 352, 2015.

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

BULEGON, L.G.; CASTAGNARA, D.D.; TSUTSUMI, C.Y.; ERIG, M.C.; ZOZ, T. Germinação e emergência de sementes de milho de diferentes tamanhos submetidas a tratamentos químicos. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 2, n. 2, p. 86-94, 2015.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, p. 58, 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.

CATANEO, A.C. **Ação do tiametoxam (*Thiametoxam*) sobre a germinação de sementes de soja (*Glycine Max.L*): enzimas envolvidas na mobilização de reservas e na proteção contra situação de estresse (deficiência hídrica, salinidade e presença de alumínio)**. In: GAZZONI, D. L. (Ed.). Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira. Petrópolis: Vozes, p. 123-192, 2008.

CAVARIANNI, C.; TOLEDO, M.Z.; RODELLA, R.A.; FRANÇA NETO, J.B.; NAKAGAWA, J. Velocidade de hidratação em função das características do tegumento de sementes de soja de diferentes cultivares e localidades. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n.1, p.030-039, 2009.

CLAVIJO, J. **Tiametoxam: um nuevo concepto em vigor y productividad**. Bogotá, Colômbia: Editora Vozes, p.196, 2008.

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

CORRÊA JUNIOR, E.S.; HOSSEN, D.C.; GUIMARAE; S,S.; LIMA, A.M.; NUNES, U R. Respostas fisiológicas de sementes de milho a tratamentos químicos. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Cassilândia, v. 7, n. 1, p. 58-65, 2013.

COSTA, C.J.; VILLELA, F.A.; BERTONCELLO, M.R.; TILLMANN, M.A.A.; MENEZES, N.L. Pré-hidratação de sementes de ervilha e sua interferência na avaliação do potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.30, n.1, p.198-207, 2008.

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.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A.A.; GUIMARÃES, R.M.; LARA, T.S.; CUSTÓDIO, T.N.; CHAVES, A.S. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, p.1362-1368, 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Sistema de produção 11: Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2007**. Londrina: Embrapa Soja, p. 225, 2006.

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.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja**: Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).

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, 45 pag. 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, 1993. p. 137-174.

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.

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). Programa 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**, v. 19, n. 2, p. 76-80, 2009.

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

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 agrônomo 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.

GIANASI, L.; FILHO, A.B.; FERNANDES, N.; LOURENÇO, S.A.; SILVA, C.L. Eficiência do fungicida captan associado a outros fungicidas no tratamento químico de sementes de soja. **Summa Phytopatologica**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.241-245, 2000.

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.

GOMES, J.P.; OLIVEIRA, L.M.; FERREIRA, P.I.; BATISTA, F. Substratos e temperaturas para teste de germinação em sementes de Myrtaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 285-293, 2016.

GONÇALVES, E.C.P.; DI MAURO, A.O.; CARGNELUTTI FILHO, A. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja conduzidos em duas épocas de semeadura, na região de Jaboticabal – SP**. Científica, v.35, n.1, p.61 - 70, 2007.

GOULART, A.C.P.; ANDRADE, P.J.M.; BORGES, E.P. Controle de patógenos de soja pelo tratamento com fungicidas e efeitos na emergência e no rendimento de grãos. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal,v.26, n.3, p.341-346, 2000.

GRISI, P.U.; SANTOS, C.M.; FERNANDES, J.J.; SÁ JÚNIOR, A. Qualidade das sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.25, n.4, p.28-36, 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 *Calyptanthus 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, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

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.

HORII, P.M.; K. SHETTY. Enhancement of seed vigour following insecticide and phenolic elicitor treatment. **Bioresource Technology**, v.98, p.623-632, 2007.

ISTA - INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **International rules for seed testing**. Procediment International Seed Testing, 2011.

JULIATTI, F. C.; JULIATTI, F. C. A.; REY, M. S.; RESENDE, A. A.; BELOTI, I. F.; BERNARDES, M. H. D.; RODRIGUES, T.; SOUZA, S. C. R.; OIVEIRA, A. S.; SANTOS, R. R.; CAETANO, R. L. Fungicida fluazinam + tiofanato metílico (Certeza) no controle de patógenos de sementes de soja e efeito fisiológico no desenvolvimento inicial da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32. 2011, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 220-222.

KOBORI, N.N. **Tratamento com fungicida e qualidade de sementes de mamona**. 2011. 101 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Seeds vigor and intraspecific competition in soybean. **Ciencia. Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, 2005.

LAUXEN, L. R.; VILLELA, F. A.; SOARES, R. C., Desempenho fisiológico de sementes de algodoeiro tratadas com tiametoxam. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 61-68, 2010.

LUDWIG, M.P.; LUCCA FILHO, O.A.; BAUDET, L.; DUTRA, L.M.C.; AVELAR, S.A.G.; CRIZEL, R.L. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.33, n.3, p.395-406, 2011.

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**, Brasília, 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**, v.20, n.3, p.52, 2010.

MENTEN, J. O. M. Importância do tratamento de sementes. In: MENTEN, J. O. M. (Ed.). **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1991. p. 203-224.

MONDO, V.H.V.; BRACCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; NETO, D.D. Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.30, n.2, p. 173-183, 2008.

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.) deslindadas mecanicamente**. 1994. 133 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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

OLIVEIRA, A.P.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U. Influência do substrato e da temperatura na germinação de sementes peletizadas de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p.72-77, 2001.

OLIVEIRA, F.A.; OLIVEIRA FILHO, A.F.; MEDEIROS, J.F.; ALMEIDA JÚNIOR, A.B.; LINHARES, P.C.F. Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Caatinga**, Mossoró, v.22, n.1, p.206- 211, 2009.

PEREIRA, T.S.; ANDRADE, C.S. Germinação de *Psidium guajava* L. e *Passiflora edulis* Sims. Efeito da temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.16, n.1, p.58- 62, 1994.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; EVANGELISTA, J.R.E.; BOTELHO, F.J.E.; OLIVEIRA, G.E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.656-665, 2007.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A.; OLIVEIRA, G.E.; ROSA, M.C.M.; NETO, J.C. Tratamento fungicida via peliculização e inoculação de *Bradyrhizobium* em sementes de soja. **Revista de Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v.40, n.3, p.433-440, 2009.

PEREIRA, C.E.; OLIVEIRA, J.A; GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, A.R.; EVANGELISTA, J.R.; OLIVEIRA, G.E. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja submetidas ao armazenamento. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 158-164, 2011.

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, 2012. p.13-104.

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, 1996. p. 58-63.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília: AGIPLAN. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for testing seeds. **Seed Science and Technology**, Zurique, v. 13, n. 2, p. 301-520, 1985.

SANTOS, C. M. dos.; ALVARENGA, A. de. P.; SILVA, R. F. da; ZAMBOLIM, L. Influência do substrato e do tratamento fungicida na germinação e na incidência de fungos em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 14, n. 2, p. 151-154, 1992.

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.

SEDIYAMA, T.; FELIPE, S.; BOREM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, p. 333, 2015.

SILVA, K.R.; VILLELA, F.A. Pré-hidratação e avaliação do potencial de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 331 - 345, 2011.

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**, Wallingford, v.8, p. 245-256, 1998.

TOBE, K.; ZHANG, L.; OMASA, K. Seed germination and seedling emergence of three annuals growing on desert sand dunes in China. **Annals of Botany**, v. 95, n. 4, p. 649–659, 2005.

TOGNI, D.A.J. **Contribuição do tratamento de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill) com fungicidas no manejo da ferrugem asiática**. 2008. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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 25/11/2015.

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