



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



LUCIANO DEL BEM JUNIOR

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE MÉTODOS DE TRATAMENTO DE SEMENTES
DE SOJA**

Botucatu

2017

LUCIANO DEL BEM JUNIOR

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE MÉTODOS DE TRATAMENTO DE SEMENTES
DE SOJA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas).

Orientador: Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano

Botucatu

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Del Bem Junior, Luciano, 1991-
D331a Avaliação qualitativa de métodos de tratamento de sementes de soja / Luciano, Del Bem Junior. - Botucatu: [s.n.], 2017
68 p.: fots. color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2017
Orientador: Carlos Gilberto Raetano
Inclui bibliografia

1. Soja. 2. Sementes. 3. Polímeros. 4. Tecnologia de aplicação. I. Raetano, Carlos Gilberto. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III. Título.

Elaborada Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Avaliação qualitativa de métodos de tratamento de sementes de soja

AUTOR: LUCIANO DEL BEM JUNIOR

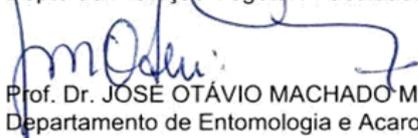
ORIENTADOR: CARLOS GILBERTO RAETANO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:



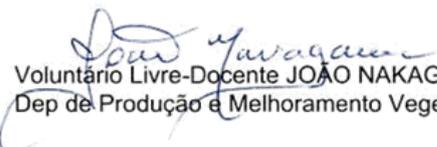
Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO

Depto de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu - UNESP



Prof. Dr. JOSÉ OTÁVIO MACHADO MENTEN

Departamento de Entomologia e Acarologia / Esalq-USP



Voluntário Livre-Docente JOÃO NAKAGAWA

Dep de Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu

Botucatu, 06 de dezembro de 2017

*Àos meus amados pais,
Luciano e Maria Lucia,
dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus e sua infinita bondade;

Ao meu pai, Luciano, que fez papel de conselheiro, amigo e pelo seu grande exemplo de ser humano;

À minha mãe, Maria Lucia, por todos os conselhos, conversas e incentivo ao longo desses meus 26 anos; além da inspiração diária e amor fraterno;

Ao meu irmão Guilherme, pelos momentos de descontração, confiança e amor;

À minha namorada Rafaela, pelo companheirismo, ensinamentos, apoio e bons momentos vividos durante esses anos;

Aos meus avós, tios (as), primos (as) e todos aqueles que de alguma forma participaram desta minha caminhada;

Ao meu orientador, Dr. Carlos Gilberto Raetano, pela nossa amizade, por acreditar neste projeto e por ser exemplo de profissionalismo e caráter;

À Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP – Botucatu/SP, pela oportunidade e suporte para a realização do Curso de Mestrado;

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Proteção de Plantas da FCA/UNESP, pela atenção e ensinamentos;

Aos amigos, do Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Aplicação (GTA) pela contribuição e apoio a minha incansável busca pelo conhecimento;

Aos membros e funcionários do *Seed Care Institute Latin America - Syngenta*, especialmente aos idealizadores e participantes do projeto, pela contribuição, oportunidade e auxílio durante a execução desta pesquisa;

Aos membros do Grupo de Plantio Direto, especialmente ao professor Dr. Paulo Arbex, pelo embasamento e ensinamento durante esta pesquisa;

Aos amigos de graduação e pós-graduação que fiz ao longo desses anos, que contribuíram de alguma forma à execução deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo;

Aos funcionários do Departamento de Proteção Vegetal pela amizade, conversas e auxílios nos momentos difíceis;

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação pela compreensão, ensinamentos e paciência para resolver todas as dúvidas desta etapa;

Obrigado!

RESUMO

O tratamento de sementes se caracteriza por ser um processo capaz de erradicar e/ou prevenir patógenos e pragas que podem causar prejuízos às sementes. O método de tratamento de sementes pode influenciar no desprendimento de poeira, desempenho na plantabilidade, além de ocasionar diminuição da dose por semente quando realizado de maneira não uniforme. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento fitossanitário de sementes de soja pelos métodos *on farm* e industrial (TIS) sobre abrasão, geração de poeira, fluidez e plantabilidade, a fim de obter melhor qualidade do produto final e a otimização deste processo. Para as avaliações, o estudo contou com cinco tratamentos: *on farm* – fungicida + inseticida + água; TIS - fungicida + inseticida + polímero; TIS - fungicida + inseticida + polímero + pó secante; TIS - fungicida + inseticida + polímero + pó secante + fertilizante mineral; testemunha (sem tratamento). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado para todos os testes. Para o tratamento *on farm* utilizou-se betoneira com acionamento elétrico, tratando 10 kg de sementes. No TIS foi utilizada máquina de tratamento de sementes por batelada, equipada com disco de atomização rotativo. A poeira foi determinada pelo teste *dust-off* e os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 5 x 4, cinco tratamentos de sementes e quatro intervalos de tempo (2; 32; 62 e 92 dias após tratamento), com quatro repetições. O teste de abrasão foi conduzido em friabilômetro, seguindo o mesmo delineamento no esquema fatorial 5 x 3, cinco tratamentos de sementes e três posições de inserção do papel-filtro, com quatro repetições. Após este procedimento efetuou-se a análise de desprendimento do tratamento das sementes por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), no esquema fatorial 4 x 2, quatro tratamentos e duas condições de abrasão (antes e após o teste). Já na avaliação da fluidez das sementes utilizou-se funil Niklas[®], onde foi conduzido o teste no esquema fatorial 5 x 4, com cinco tratamentos e quatro intervalos de tempo (0; 7; 14 e 21 min. após o tratamento), com seis repetições, a fim de quantificar o tempo de secagem de cada tratamento. A plantabilidade das sementes foi determinada em simulador do sistema pneumático, por meio da contagem de falhas, sementes duplas e múltiplas, no esquema fatorial 5 x 4, cinco tratamentos e quatro velocidades, em quatro repetições. Pelos testes *dust-off* e abrasão, as sementes tratadas com polímero, sem adição do fertilizante mineral, obtiveram os menores valores de resíduo tóxico.

As análises em HPLC evidenciaram que nos tratamentos com polímero houve menor perda do inseticida. Pelo teste de fluidez o tratamento com pó secante, sem fertilizante mineral, apresentou menor tempo de secagem das sementes e, portanto, maior fluidez. As sementes cobertas com pó secante reduziram os valores de falhas e sementes duplas até a velocidade de 6 km h^{-1} .

Palavras-chave: Tratamento industrial; redução de poeira; polímero; plantabilidade

ABSTRACT

The seed treatment is characterized by being a process capable of eradicating and / or preventing pathogens and pests that can damage the seeds. Seed treatment method can influence the release of dust, performance in planting, and cause seed dose reduction when performed in an uneven manner. The objective of this study was to evaluate the effect of soybean seeds phytosanitary treatment by on farm and industrial methods (IST) on abrasion, dust generation, flowability and plantability, in order to obtain better final product quality and optimization of this product process. For the evaluations, the study had five treatments: on farm - fungicide + insecticide + water; IST - fungicide + insecticide + polymer; IST - fungicide + insecticide + polymer + drying powder; IST - fungicide + insecticide + polymer + drying powder + mineral fertilizer; control (without treatment). The experimental design was completely randomized for all tests. For the on farm treatment, an electric mixer was used, treating 10 kg of seeds. In the IST was used a batch seed treater, equipped with rotary atomizing disk. The dust was determined by the dust-off test and the treatments were distributed in the 5 x 4 factorial scheme, five seed treatments and four time intervals (2, 32, 62 and 92 days after treatment), with four replications. The abrasion test was conducted in a friabilometer, following the same design in the 5 x 3 factorial scheme, five seed treatments and three insertion positions of the filter paper, with four replications. After this procedure the seed treatment was analyzed by high performance liquid chromatography (HPLC), in the 4 x 2 factorial scheme, four treatments and two abrasion conditions (before and after the test). The Niklas[®] funnel was used to evaluate the fluidity of the seeds, conducting in a 5 x 4 factorial scheme, with five treatments and four-time intervals (0, 7, 14 and 21 min after treatment), with six replicates, in order to quantify the drying time of each treatment. Seed plantability was determined in a pneumatic system simulator, by counting faults, double and multiple seeds, in a factorial scheme 5 x 4, with five treatments and four speeds, in four replications. By the dust-off and abrasion tests, the seeds treated with polymer, without addition of the mineral fertilizer, obtained the lowest amounts of toxic residue. The HPLC analysis showed that in the polymer treatments there was less insecticide loss. In the fluidity test, the treatment with drying powder and without mineral fertilizer presented a lower drying time of the seeds and, therefore, a higher fluidity. The

seeds covered with drying powder reduced the number of fault and double seeds up to the speed of 6 km h⁻¹.

Key words:Industrial treatment; dust reduction; polymer; plantability

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Tratamento químico de sementes	17
2.2 Tratamento de sementes <i>on farm</i>	18
2.3 Tratamento industrial de sementes	19
2.4 Sistemas de batelada e fluxo contínuo	20
2.5 Plantabilidade	21
2.6 Geração de poeira	22
2.7 Abrasão	24
2.8 Fluidez	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Caracterização dos tratamentos	26
3.2 Teste de geração de poeira utilizando o medidor de poeira (<i>Dustmeter</i>) Heubach GmbH (Experimento 1)	27
3.2.1 Análise estatística	30
3.3 Teste de Fluidez (Experimento 2)	30
3.3.1 Análise estatística	31
3.4 Teste de Abrasão (Experimento 3).....	31
3.4.1 Análise estatística	32
3.5 Teste de desprendimento por cromatografia líquida de alta performance (HPLC) (Experimento 4).....	33
3.5.1 Análise estatística	35

3.6 Teste de plantabilidade (Experimento 5)	36
3.6.1 Análise estatística.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 Teste de desprendimento de poeira	39
4.2 Teste de fluidez	43
4.3 Teste de abrasão	46
4.4 Desprendimento do inseticida tiametoxam	48
4.5 Teste de plantabilidade	50
4.5.1 Sementes falhas	51
4.5.2 Sementes duplas	53
4.5.3 Sementes múltiplas	57
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
6 CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

As sementes são responsáveis pela perpetuação das espécies vegetais e, através do processo de germinação, possibilitam o desenvolvimento das culturas utilizadas para alimentação humana e animal. O tratamento das sementes precede a semeadura e envolve processos e produtos químicos e ou biológicos visando garantir a sanidade nos estádios iniciais de desenvolvimento e a produtividade da lavoura. Para isso, substâncias como inseticidas, fungicidas, nematicidas, inoculantes e micronutrientes têm sido utilizados para preservar e melhorar o desempenho das sementes, permitindo que as culturas expressem todo seu potencial genético (MENTEN; MORAES, 2010).

A intensificação dos cultivos nas áreas agricultáveis, as mudanças climáticas, a pressão de inóculos, desenvolvimento de mecanismos de resistência dos agentes fitopatogênicos, introdução de pragas exóticas e o uso indiscriminado dos agrotóxicos têm levado ao desequilíbrio do agroecossistema tornando fundamental o tratamento das sementes, como uma das formas de garantia da produção agrícola.

O tratamento de sementes pode ser realizado de diferentes maneiras em função do volume de sementes. O tratamento *on farm*, também conhecido como tratamento na fazenda, é o método mais utilizado pelos agricultores brasileiros, mas com tendência de diminuição. Contudo, com o passar dos anos e evolução da tecnologia, grandes quantidades de sementes passaram a ser tratadas em Unidades de Tratamento de Sementes – UTS pelo método de fluxo contínuo e quantidades menores pelo método de batelada, aspergindo os produtos sobre as sementes em movimento em equipamentos manuais, mecânico-elétrico ou em estruturas automatizadas. Assim, os produtores de sementes têm adotado a prática do tratamento industrial, onde se utiliza equipamentos especiais e altamente sofisticados, os quais combinam à aplicação de uma ampla gama de produtos com alta precisão de dosagem.

No entanto, a falta de normatização de testes específicos para avaliação do tratamento de sementes e de laboratórios credenciados para realização desses testes, bem como a falta de pessoas com treinamentos específicos têm dificultado o avanço nessa área de conhecimento.

Ao longo dos anos tem-se agregado maior valor às sementes com a inclusão, no tratamento fitossanitário, de adjuvantes (agentes de fluidez, agentes de proteção à base de polímeros que garantem a permanência dos agroquímicos por maior tempo junto à semente, corantes e pigmentos refletivos, etc), micronutrientes, reguladores de crescimento, além de agentes biológicos, como exemplo, microrganismos fixadores de nitrogênio. Entretanto, a mistura desses agentes pode dificultar o correto desempenho da semeadora, além de interferir na uniformidade do tratamento e na plantabilidade, em especial para as sementes de soja. Além disso, tratamentos com menor homogeneidade de recobrimento e que geram níveis elevados de poeira podem causar problemas de desuniformidade no estande pela diminuição da dose utilizada em cada semente, risco ambiental, além de não estarem em conformidade com a legislação vigente.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento fitossanitário de sementes de soja pelos métodos *on farm* e industrial (TIS) sobre a abrasão, geração de poeira, fluidez e a plantabilidade, a fim de obter melhor qualidade do produto final e a otimização deste processo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Tratamento químico de sementes

O tratamento de sementes, no sentido amplo, é a aplicação de processos e substâncias que preservam ou aperfeiçoam o desempenho das sementes, permitindo a expressão máxima do potencial genético das culturas (MENTEN; MORAES, 2010). Inclui a aplicação de defensivos, produtos biológicos, inoculantes, estimulantes, micronutrientes, entre outros (PARISI; MEDINA, 2013). Diante disso, considera-se um procedimento importante, constituindo-se na primeira etapa efetiva da proteção de plantas (DINGRA, 2005).

Segundo Balardin et al. (2011), em soja, o tratamento de sementes apresenta eficiência, pois garante populações adequadas de plantas quando as condições de clima e solo, durante a semeadura, são desfavoráveis à germinação e emergência. Além disso, apresenta outros benefícios, visto que o custo deste procedimento é menor que o ganho em rendimento, e a médio/longo prazo, possibilita um sistema de produção estabilizado com baixo impacto ambiental (MENTEN; MORAES, 2010). A inexistência dessa proteção inicial pode ter influência direta na produtividade, com redução significativa na lucratividade do agricultor (BUZZERIO, 2010).

À medida que aumenta a compreensão do valor da semente no Brasil, a indústria sementeira passa a oferecer materiais com elevada qualidade fisiológica, além de efetuar processos que realcem a sua qualidade ou aperfeiçoem seu desempenho. Comprovando este fundamento, das sementes de soja utilizadas no Brasil, mais de 90% são tratadas com fungicida, 50% com inseticida, 60% com micronutrientes e 70% com inoculante (PESKE, 2007).

Contudo, devem-se observar os “pacotes” de tratamento de sementes, pois muitas vezes é utilizada uma ampla gama de produtos, com a combinação de fungicidas, inseticidas, nematicidas, micronutrientes, polímeros, corantes, pó-secantes e inoculantes. Tal interação pode causar toxicidade às sementes e às plântulas, além do impacto ambiental, devido ao excesso de produtos utilizados (FRANÇA-NETO et al., 2015). Também é de extrema importância que as sementes tenham alta qualidade fisiológica, pois, se apresentarem vigor baixo ou sofrerem danos mecânicos, tende a soltar o tegumento quando se utilizam volumes elevados de calda, prejudicando a sua qualidade (KRZYZANOWSKI et al., 2014).

2.2 Tratamento de sementes *on farm*

O tratamento *on farm*, também conhecido como tratamento na fazenda, é o método mais utilizado pelos agricultores brasileiros, devido ter sido primeiramente difundido, mas com tendência de diminuição. Na década de 50, as condições do tratamento realizado na fazenda, apresentavam qualidade precária, sendo realizado sobre lonas ao solo; em caixas de contenção; utilização de produtos sem recomendação técnica; e o uso por pessoas com pouco ou nenhum treinamento para tal operação (NUNES, 2016). Um dos primeiros equipamentos, ainda utilizado, é o tambor giratório com eixo excêntrico, que é movimentado manualmente, proporcionando rotação e movimentação das sementes e produtos. As desvantagens desse equipamento são o baixo rendimento, a desuniformidade de recobrimento da semente e a exposição do operador ao produto químico. (HENNING, 2004).

Com a evolução da tecnologia de aplicação sobre o tratamento químico de sementes surgiram, há alguns anos, as máquinas de tratamento acionadas por energia elétrica ou na tomada de potência de tratores, nas quais um sistema de rosca sem fim realiza a mistura da semente com os produtos e os inoculantes, que ficam em reservatórios individuais (HENNING et al., 2010). O uso de equipamentos desse tipo é de extrema importância e apresenta diversas vantagens em relação ao tratamento convencional, onde se destacam a redução nos riscos de intoxicação dos operadores, uma vez que os produtos fitossanitários são utilizados sob a forma líquida; melhor uniformidade de distribuição dos fungicidas, inseticidas, micronutrientes e inoculante à semente; rendimento em torno de 60 a 70 sacos por hora para a máquina portátil e em torno de 13 toneladas por hora com a máquina industrial (EMBRAPA, 2015; HENNING, 2005).

Porém, sabe-se que existem alguns problemas com o tratamento na fazenda, como por exemplo, o erro na dosagem que pode acelerar mecanismos de resistência de pragas e doenças. Há, também, questões como o desconhecimento da interação entre os produtos utilizados, equipamentos não calibrados, fitotoxicidade, atraso no desenvolvimento inicial e estande desuniforme.

A tendência atual no desenvolvimento de equipamentos para tratamento de sementes tem como prioridades a aplicação de produtos sob forma líquida, uso de menores dosagens, formulações específicas, maior precisão e monitoramento e

certificação do tratamento para sementes de alto valor. O uso do recobrimento de sementes cresce ano a ano e, portanto, o desenvolvimento e a análise de equipamentos para esta tecnologia são necessários (LUDWIG et al., 2011).

Portanto, uma condição determinante no bom resultado do revestimento de sementes constitui nos equipamentos utilizados, e, principalmente, a realização desse processo. As mais variadas opções que se apresentam e as distintas dinâmicas que conferem à etapa de revestimento devem ser sempre consideradas na associação dos produtos químicos, características das sementes, escala de produção e, como resultado, a qualidade do produto final. O grande entrave nesta questão é a dificuldade econômica, pois estes equipamentos possuem custos elevados tornando-se de difícil aquisição (SILVA et al., 2013).

2.3 Tratamento industrial de sementes

Empresas que produzem e comercializam sementes têm antecipado o tratamento, denominado de tratamento industrial, que consiste na aplicação dos produtos após o beneficiamento e, que após esse processo, são armazenadas na própria empresa ou na propriedade do agricultor, até o momento da semeadura. Esta prática tem como objetivos a redução dos riscos toxicológicos para os operadores e ambiente, praticidade e rapidez e, ainda, segundo Platzen (2012), apresenta as vantagens em relação à eficiência na aplicação da dose do produto, à uniformidade de cobertura e da aderência dos produtos às sementes.

Esse procedimento foi discutido por Menten (1996), que mencionou sobre a possibilidade de ocorrer efeito fitotóxico e redução da eficiência do produto, além de as sementes que sobram não poderem ser destinadas para nenhum outro fim, devendo ser recolhidas e incineradas pelas empresas que as produzem.

Zorato e Henning (2001) demonstraram que o tratamento antecipado de sementes de soja com fungicidas não reduziu a qualidade dessas sementes, avaliadas durante e após o armazenamento (30, 60 e 90 dias após tratamento), e que houve melhor conservação das sementes tratadas.

O tratamento industrial de sementes (TIS) é uma prática que tem sua adoção aumentada ao decorrer dos anos. Os produtores de sementes têm oferecido à opção de serem tratadas com a combinação de diversos produtos como fungicidas, inseticidas, nematicidas e micronutrientes, polímeros, pó secante, entre outros. O

TIS é efetuado com o emprego de técnicas e equipamentos de aplicação de precisão, assegurando que a operação seja realizada com doses precisas dos produtos, assegurando boa cobertura das sementes e custos compatíveis com essa atividade (FRANÇA-NETO et al., 2015).

O desenvolvimento destas tecnologias resultou na introdução gradativa de inovações essenciais, como sistemas de fracionamento do volume líquido em gotas, computadores, balanças para medir fluxo de sementes, bombas de alta precisão, ensaque automatizado, entre outras que provocaram uma evolução na operação de tratamento de sementes. Este salto tecnológico impulsionou o uso de sistemas de fluxo contínuo e por batelada, surgindo como um programa integrado à produção de sementes de alta qualidade (NUNES, 2016).

2.4 Sistemas de batelada e fluxo contínuo

Desenvolvido em soja a partir de 2008, o conceito de TIS iniciou com máquinas com sistema de fluxo contínuo, e mais tarde também com equipamentos de tratamento por batelada (NUNES, 2016).

Nos últimos anos este tipo de tratamento vem obtendo espaço no mercado de sementes de soja, onde maior parte das empresas que comercializam as sementes realiza o tratamento no pré-ensaque, antes do armazenamento ou no momento da entrega das sementes (FRANÇA-NETO et al., 2015). Sobre equipamentos para tratamento de sementes, os dois sistemas que predominam, atualmente, são o de batelada (ou intermitente) e o tratamento por fluxo contínuo.

O sistema de tratamento por batelada consiste na mistura de volumes de sementes e calda dos defensivos, em proporções pré-determinadas, de maneira descontinuada, realizado mais comumente por meio de tambores rotativos ou betoneiras acionadas manualmente ou por motores elétricos. Recentemente, com o desenvolvimento de equipamentos monitorados por sensores e computadores tornou possível a automação desse processo para o tratamento de maiores volumes de sementes. Essa tecnologia é utilizada pela qualidade do tratamento e pela facilidade e segurança nas dosagens mais precisas. Entre os princípios deste sistema, está o tratamento feito por lotes de sementes, e operacional de, em média, mais de 30 ton h⁻¹ e as sementes dosadas pelo peso (MACHADO et al., 2006). Em 2002, foi introduzida no Brasil a primeira máquina de batelada equipada com

controlador lógico programável, em um processo industrial de tratamento de sementes de milho, equipamento desenvolvido e produzido por uma indústria brasileira (NUNES, 2016).

No tratamento pelo sistema de fluxo contínuo, as sementes e a calda fluem simultaneamente de forma separada em volumes pré-determinados até o momento do tratamento, quando entram em contato e passam a formar um fluxo único de sementes já tratadas. Dentre os princípios desse sistema estão o fluxo contínuo de sementes e calda; capacidade de operação acima de 30 toneladas por hora; sementes e líquidos dosados pelo volume (MACHADO et al., 2006). A qualidade do tratamento nesse sistema apresenta como avanço a fragmentação da calda em gotas, o que possibilita uma distribuição mais uniforme dos defensivos sobre as sementes. Nakamura, Abe e Yamada (1998) empregaram o sistema de aspersão para recobrir sementes e constataram que esse sistema distribuía uma fina camada de fragmentos sobre a semente.

Em trabalho realizado por França-Neto et al. (2015), onde analisaram o emprego do tratamento industrial de sementes de soja no Brasil, os autores observaram que a capacidade de operação pelas empresas avaliadas variou de 14 à 120 t h⁻¹. Para as 16 empresas consultadas, a capacidade operacional média foi de 46,2 t h⁻¹. Em ambos os casos existem fatores positivos e negativos, devendo a escolha ser com base na análise da relação custo/benefício. Nestes casos, o volume de sementes a ser tratada, a disponibilidade no mercado e a assistência técnica são fatores decisivos na seleção de um método de tratamento de sementes.

2.5 Plantabilidade

Para que a cultura possa expressar todo seu potencial durante o ciclo de desenvolvimento, necessita-se que o processo de semeadura seja bem realizado, respeitando a plantabilidade, que evidencia a quantidade de sementes com espaçamentos corretos por unidade de área, possibilitando alcançar a requerida população de plantas distribuída uniformemente (SCHUCH; PESKE, 2012). A plantabilidade está presente na distribuição das sementes na linha de semeadura, sendo o melhor processo aquela em que as sementes ficam a mesma distância uma da outra; especificamente em condição que proporciona menor grau de competição,

resultando em maior rendimento e, conseqüentemente, aumento na produtividade de grãos (HEIFFIG et al., 2006).

Além do arranjo de semeadura mais adequado, a uniformidade de espaçamento entre as plantas na linha também pode influenciar na produtividade dessa cultura. A falta de uniformidade na distribuição das sementes pode provocar o aproveitamento ineficaz dos recursos disponíveis, como água, luz e nutrientes. No caso da soja, o acúmulo de sementes em determinados pontos da área durante a semeadura pode acarretar no desenvolvimento de plantas mais altas, menos ramificadas, com produção individual menor e mais sujeitas ao acamamento (ENDRES, 1996). Entretanto, as falhas na linha de semeadura podem facilitar o surgimento e desenvolvimento de plantas daninhas, ocasionando plantas com porte reduzido, redução da produtividade, além das dificuldades por ocasião da colheita mecanizada.

A regulagem adequada da semeadora associada às sementes de qualidade (elevada germinação e alto vigor) se complementam para almejar elevado teto de produtividade (BORTOLOTTI, 2014). Portanto, para atingir padrão de semeadura, alguns fatores devem ser levados em consideração, como a escolha do disco de sementes, tipo da semeadora (mecânica ou pneumática), regulagem da pressão do vácuo, distância entre semente e adubo, contato solo/semente e a profundidade (RODRIGUES, 2012).

Outro fator extremamente importante a ser considerado para obter estande desejado de plantas é a velocidade de semeadura. Trabalhos demonstram que a produtividade final é diretamente afetada por essa variável, pois está associado à distribuição das sementes na linha. Para Madaloz (2014), o acréscimo de velocidade da semeadura contribui para maior desuniformidade de profundidade das sementes, maior número de falhas e plantas duplas, resultando em competição intraespecífica e desenvolvimento irregular. Lacerda (2015) destaca que a recomendação da Embrapa, quanto à velocidade de semeadura da soja, deve ficar em torno de 4 a 6 km h⁻¹, sendo que valores superiores prejudicam a distribuição das sementes.

2.6 Geração de poeira

Para que um tratamento de sementes seja considerado eficiente deve-se levar em conta os seguintes fatores: uso da dosagem recomendada pelo fabricante;

distribuição uniforme do produto sobre as sementes; aderência do produto às sementes para que se reduzam as perdas durante a semeadura; eliminação do risco para o operador; não deve haver contaminação ambiental (MAUDE, 1996). Portanto, o método empregado no tratamento das sementes (*on farm* x TIS) pode potencializar a geração de poeira e o desprendimento do tratamento, acarretando em perdas ao agricultor.

Após o tratamento pode haver perdas dos produtos aplicados às sementes no ensaque, durante o armazenamento, manuseio das sacarias e colocação das sementes na caixa das semeadoras. Desta forma, várias medidas são utilizadas para reduzir o risco de exposição, como, o uso de Equipamentos de Proteção Individual - EPI, sistemas de exaustão ou o uso de filmes de recobrimento, como os polímeros (LINO, 2013).

No campo, durante o enchimento de depósitos das semeadoras, e através da semeadura por semeadoras pneumáticas, é mais difícil de prevenir poeira contaminada, sendo esta dispersa livremente na natureza. Existem alguns parâmetros que regulam os níveis aceitáveis de poeira em sementes tratadas. De acordo com Platzen et. al. (2010), uma diretiva da União Européia, estabeleceu parâmetro para sementes de colza tratadas com: imidacloprid, clotianidina, tiametoxam e fipronil. Esta norma de 2010 estipula que o tratamento de sementes com as substâncias acima mencionadas pode ser utilizado apenas em unidades de beneficiamento de sementes que utilizam as melhores técnicas e equipamentos disponíveis, garantindo, na medida do possível, uma semente livre de poeira até o momento de semeadura, com admissão da quantidade máxima de 0,75 g de poeira contaminada por 100.000 sementes.

A formação de pó em sementes tratadas está relacionada à aderência dos produtos às sementes. Isso indica a compatibilidade entre formulações e consequente perda de produto após o tratamento e, por conseguinte, a ineficácia do tratamento, pois as sementes não terão a proteção esperada (AVELAR; BAUDET; VILLELA, 2009). Desta forma, o teste *dust-off* segue o código europeu, onde é permitido para sementes de soja 3,0 g de pó por 100 kg de sementes, e para milho de 7,0 g de pó por 100 kg de sementes (BRANDL et al., 2009).

2.7 Abrasão

Por definição, o termo abrasão consiste no desgaste por fricção ou raspagem. Dessa forma, após o tratamento de sementes, estas ficam vulneráveis aos processos físicos das etapas que precedem a semeadura, como o ensaque, armazenamento, transporte das sacarias e, por fim, depósito na caixa da semeadora. Todos esses movimentos podem acarretar num constante atrito entre as sementes, ocasionando desprendimento dos produtos aplicados. Assim, por apresentar elevado potencial de desprendimento do tratamento, pode causar modificações indesejáveis ao manejo dos insetos e doenças a serem controlados, uma vez que a perda de partes do tratamento pode influenciar diretamente na ação do agente químico sobre o alvo.

Ao longo do tempo, com o desenvolvimento de novas tecnologias e métodos de aplicação do tratamento fitossanitário sobre as sementes, surgiu a técnica do recobrimento das sementes, que consiste no revestimento destas com uma camada muito fina (*film coating*) formada de sólidos dissolvidos ou suspensos em água. Esta camada forma uma capa, que reveste de forma completa e uniforme toda a cobertura protetora natural das sementes. Assim tratadas, as sementes mantêm-se individualizadas, podendo haver ou não modificação de sua massa e da sua forma original (MEDEIROS et al., 2004).

No Brasil, para as grandes culturas, o recobrimento de sementes ainda é considerado uma nova tecnologia, pois faltam muitas informações técnico-científicas. A agregação de valor às sementes, utilizando métodos e tecnologias de produção como a de recobrimento, vem sendo uma exigência do mercado, cada vez mais competitivo. Para isto são necessárias sementes com alta uniformidade de germinação/emergência (vigor) e que produzam plântulas com alto potencial de crescimento (BAUDET; PERES, 2004).

Bays (2005), após recobrimento das sementes de soja com fungicida, micronutrientes e polímero obteve sementes com boa aparência, aderência, distribuição e coloração. Posteriormente, Levien, Peske e Baudet (2008) verificaram que a adição de polímeros no tratamento de sementes de soja com fungicida propicia melhor distribuição do produto em todo o lote tratado, aumentando a eficiência do recobrimento e reduzindo os riscos de superdosagem ou de subdosagem.

2.8 Fluidez

O tratamento industrial de sementes (TIS) vem sendo incorporado às linhas de beneficiamento de grande parte das empresas produtoras de sementes, principalmente para as culturas da soja e milho (ABATI et al., 2015). A adoção desta tecnologia é devido a alguns fatores, relacionados à logística e a possibilidade de maximização do rendimento das culturas.

Entretanto, uma das características essenciais do processo é a fluidez, compreendida na indústria após o tratamento, nas moegas de ensaque; além de agir concomitantemente à etapa da semeadura. Assim, as sementes ficam armazenadas nas moegas aguardando o momento de ensaque e, dependendo do volume de calda, máquinas, técnica escolhida e dos produtos utilizados pode ocasionar a aglomeração de sementes por toda estrutura do silo de ensaque. Este caso é considerado atualmente como um dos maiores problemas gerados na indústria e estudos complementares devem ser realizados a fim de avaliar as interações entre produtos utilizados, forma de tratamento, tipo de semente, tempo de secagem e o local de armazenamento.

Contudo, o TIS tem propiciado o desenvolvimento de novas tecnologias, como a utilização de pó secante, responsável por proporcionar uma secagem rápida e uniforme às sementes após a aplicação dos produtos químicos no tratamento, além de ocasionar maior fluidez na semeadura, podendo até substituir o uso de grafite (RIBEIRO, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização dos tratamentos

Os tratamentos de sementes foram realizados no *Seed Care Institute Latin America* - Syngenta, em Holambra - SP. Foram utilizadas sementes de soja da empresa Nidera, cultivar NS 7667 IPRO, peneira 6,50 mm, massa de mil sementes de 189 gramas, cujas sementes foram produzidas na safra 2014/2015. Para a realização do tratamento *on farm* utilizou-se betoneira Maqtron® com acionamento elétrico, com tratamento de 10 kg de sementes. Já para o tratamento industrial foi utilizada uma máquina de tratamento de sementes por batelada – fabricada pela Momesso, modelo Arktos Africa, equipada com disco de atomização rotativo (Figura 1). O ciclo de tratamento consumiu 23 segundos (injeção durante 8 s, agitação de 10 s e descarga em 5 s) para o processo de batelada por amostra de 10 kg. Foram empregados cinco tratamentos: T1 – fungicida mais inseticida em água; T2: fungicida acrescido de inseticida mais polímero; T3: fungicida acrescido de inseticida, polímero e pó secante; T4: fungicida acrescido de inseticida, polímero, pó secante e fertilizante mineral; T5: testemunha (sem tratamento), conforme descritos na Tabela 1.

Após o tratamento, as amostras de sementes foram armazenadas em sacos de papel multifoliados, a fim de evitar interferências externas, como umidade ou outras contaminações que poderiam influenciar negativamente o lote. A seguir, conduziu-se para análise de desprendimento de poeira, abrasão, HPLC e fluidez no mesmo SCI - Syngenta. A avaliação da plantabilidade ocorreu em laboratório no Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agrofloretais – laboratório do Grupo de Plantio Direto, FCA/ UNESP – Campus Botucatu, SP.

Tabela 1 - Classe de produtos aplicados nas sementes de soja, com respectivos produtos comerciais (p.c.), ingredientes ativos e doses recomendadas.

Tipo de produto	Nome comercial	Ingrediente ativo	Dose (mL p.c. 100 kg ⁻¹ de semente)
Fungicida	Maxim Advanced	Metalaxil + Fludioxonil + Tiabendazol	100
Inseticida	Cruiser 350 FS	Tiametoxan	250
Polímero	Disco AG 232	--	100
Pó secante	Fluidus 028	--	100*
Fertilizante mineral	Epívio	N, Fe e Zn + (aminoácidos e substâncias húmicas).	200

* A dose de Fluidus 028 foi de 100 g 100 kg⁻¹ semente.

Figura 1 - Equipamento da Momesso utilizado para o tratamento de sementes industrial (a); betoneira da Maqtron utilizada no tratamento *on farm* (b).



(a)



(b)

3.2 Teste de geração de poeira utilizando o medidor de poeira (*Dustmeter*) Heubach GmbH (Experimento 1).

Antecedendo a realização do teste, as sementes foram acondicionadas por 2 dias à 20°C e 50 % de umidade relativa. Após este período, utilizou-se o medidor de poeira (*Dustmeter*) Heubach D.38679 Langelsheim, instalado em sala climatizada com temperatura constante de 24°C e umidade relativa de 53 ± 2 %, seguindo a metodologia da European Seed Association - ESA. Para avaliação das amostras de sementes os parâmetros estabelecidos foram: o tempo de operação do equipamento

(120 segundos), o tamanho da amostra analisada (100 gramas de sementes) e o fluxo de ar (20 litros por minuto). Um filtro de microfibras de 6 cm de diâmetro é colocado no porta-filtro e o conjunto é pesado em balança de cinco dígitos, procedendo-se a operação de desprendimento de poeira. O tambor é carregado com a amostra de sementes, o equipamento é acionado, e com a movimentação do tambor e através da massa de sementes em agitação nesse compartimento uma quantidade predeterminada de ar passa através do filtro. Com o movimento giratório do conjunto, as sementes em atrito pelos defletores instalados dentro do tambor resultam em desprendimento de partículas de poeira (Figura 2). Ao final do tempo de movimentação estabelecido, o conjunto filtro e porta filtro são pesados novamente e por diferença de peso, estima-se a massa de partículas desprendida (Figura 3). Os resultados são apresentados em g 100 kg⁻¹ sementes, conforme Equação 1 (E1).

$$\text{Valor da poeira} = \frac{(W_1 - W_0) \times 100.000}{W_s} \text{ (g 100 kg}^{-1}\text{)} \quad (\text{E1})$$

onde:

W_1 : peso do porta filtro com filtro de fibra de vidro após teste (g);

W_0 : peso do porta filtro com filtro de fibra de vidro antes do teste (g);

W_s : peso das sementes tratadas (g);

Esse teste se aplica, principalmente, em função da necessidade de estabelecer parâmetros legais para a utilização de sementes tratadas, armazenadas e comercializadas após longo período, em conformidade com a prática estabelecida pelo mercado, onde tem-se o uso das sementes tratadas na indústria decorridos, em média, até 90 dias após tratamento. Assim, a fim de quantificar o desprendimento de poeira ao longo de quatro intervalos de tempo: 2, 32, 62 e 92 dias após tratamento; realizou-se o respectivo teste variando-se os tratamentos de sementes com o objetivo de analisar a influência destes ao longo do tempo.

Figura 2 - Equipamento para medição do desprendimento de poeira (*Dust-off*). Foto: Luciano Del Bem Junior (2017).

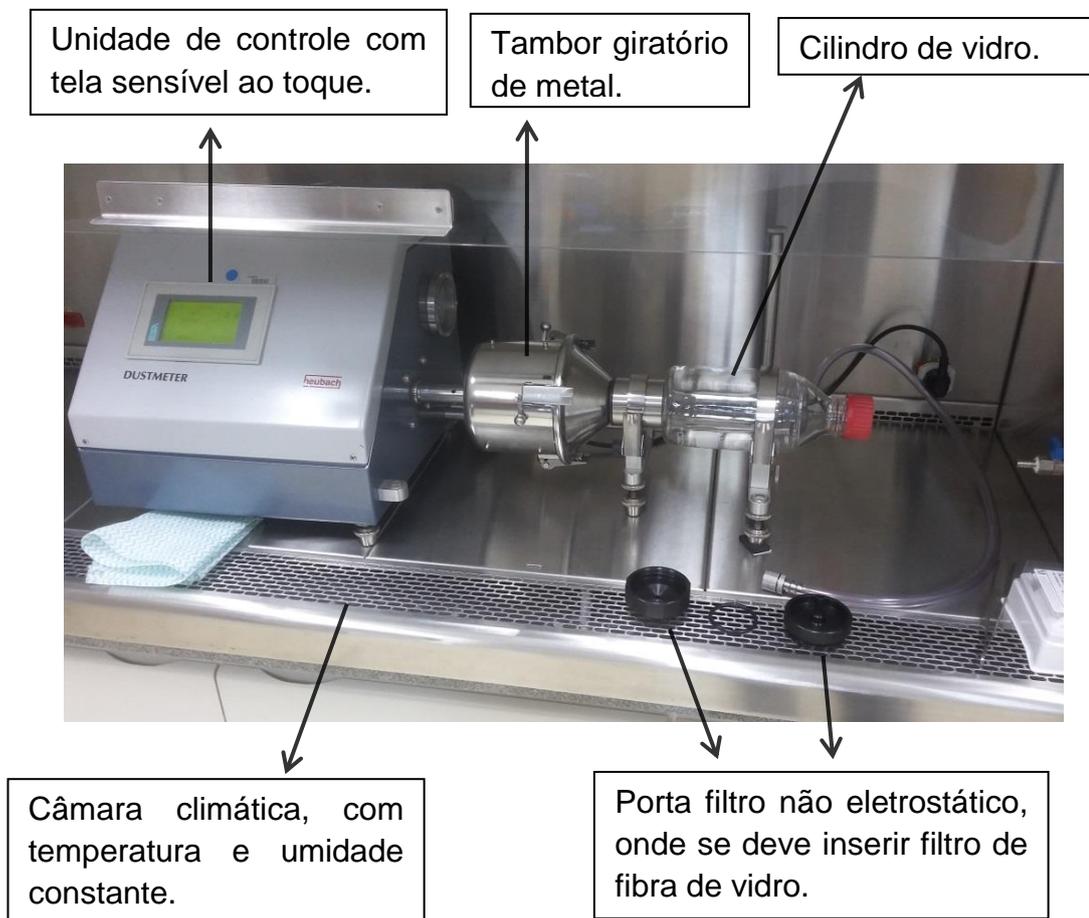
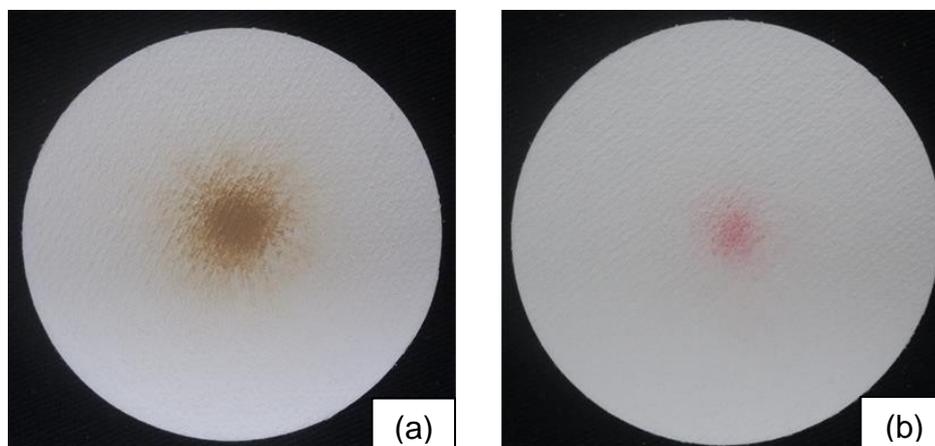


Figura 3 - Filtro de fibra de vidro após realização do teste de desprendimento de poeira (*dust-off*) na testemunha (a); tratamento com polímero (b). Foto: Luciano Del Bem Junior (2017).



3.2.1 Análise estatística

Os valores de poeira foram analisados com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 5 x 4, cinco tratamentos de sementes e quatro intervalos de tempo, com quatro repetições, em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, sendo as médias dos tratamentos, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias referentes ao tempo após tratamento foram submetidas à análise de regressão, com auxílio do programa estatístico SISVAR. No desdobramento da interação significativa foram comparadas pelo mesmo teste estatístico e nível de significância.

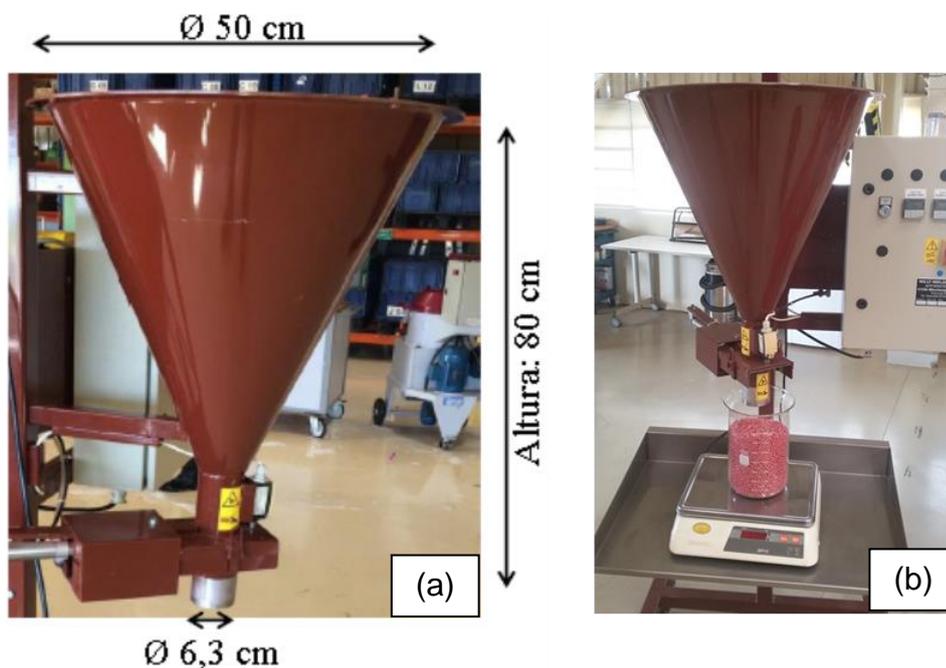
3.3 Teste de fluidez (Experimento 2)

O teste de fluidez permite observar a influência do tratamento de sementes no momento do ensaque, principalmente nas operações industriais. Trata-se de avaliar o tempo decorrido para conferir total uniformidade de secagem ao tratamento aplicado.

O teste foi conduzido em protótipo de moega de exaustão de sementes da marca comercial Niklas[®] (Figura 6), para ensacamento, onde se levou ao equipamento amostras de 3 kg de sementes dos respectivos lotes tratados. O controle de abertura do dosador é realizado por pressão de ar a 600 kPa, onde o fluxo de sementes é mantido fechado por 12 s e aberto por 2 s. A taxa de exaustão foi mensurada recolhendo-as sementes em recipiente colocado sobre uma balança digital e, por diferença da quantidade inicialmente colocada no protótipo foram estabelecidos os percentuais de exaustão e retenção das sementes no interior do dispositivo.

Assim, variou-se o tempo decorrido após o tratamento para submeter às sementes ao equipamento, a fim de quantificar possíveis diferenças na secagem e, conseqüente, sobre a fluidez. Inicialmente, as sementes foram transferidas para o equipamento, nos tempos zero, 7, 14 e 21 min. após o tratamento, com a finalidade de quantificar o menor tempo de secagem de cada tratamento, conforme necessidade da indústria. Foram realizadas 6 leituras (repetições), voltando as sementes que passavam pelo bocal ao funil.

Figura 6 - Medidas do funil Niklas[®] (a); conjunto utilizado para realização do teste de fluidez (b). Foto: Luciano Del Bem Junior (2017).



3.3.1 Análise estatística

Os valores de fluidez foram analisados com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 5 x 4, cinco tratamentos de sementes e quatro intervalos de tempo após o tratamento, com seis repetições, em DIC. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias referentes ao tempo após tratamento foram submetidas à análise de regressão, com auxílio do programa estatístico SISVAR. No desdobramento da interação significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4 Teste de abrasão (Experimento 3)

O teste de friabilidade (*rub-off*) permite avaliar a robustez dos tratamentos de sementes sob estresse mecânico. Determina-se a resistência dos tratamentos a abrasão, quando submetidos à ação mecânica do friabilômetro, equipamento desenvolvido e utilizado inicialmente em laboratórios farmacêuticos. O objetivo é

garantir que se mantenham íntegros os revestimentos durante os processos industriais, como acondicionamento, ensaque, transporte e na caixa da semeadora.

O aparelho utilizado foi fabricado pela empresa Pharma Test, modelo PTF 20E/ER. Consiste de dois cilindros rotativos, com aproximadamente 287,0 mm de diâmetro e 38,0 mm de profundidade, constituído de polímero sintético transparente com faces internas polidas, o qual gira em torno de seu eixo a uma velocidade ajustável de 25 a 70 rotações por minuto. O tambor é feito acrílico e separado em duas partes, o corpo do tambor e uma tampa removível, que se abre para preencher, descarregar e limpar o interior quando necessário; o corpo do instrumento é feito de aço inoxidável, conforme Figura 4 (PHARMA TEST, 2017).

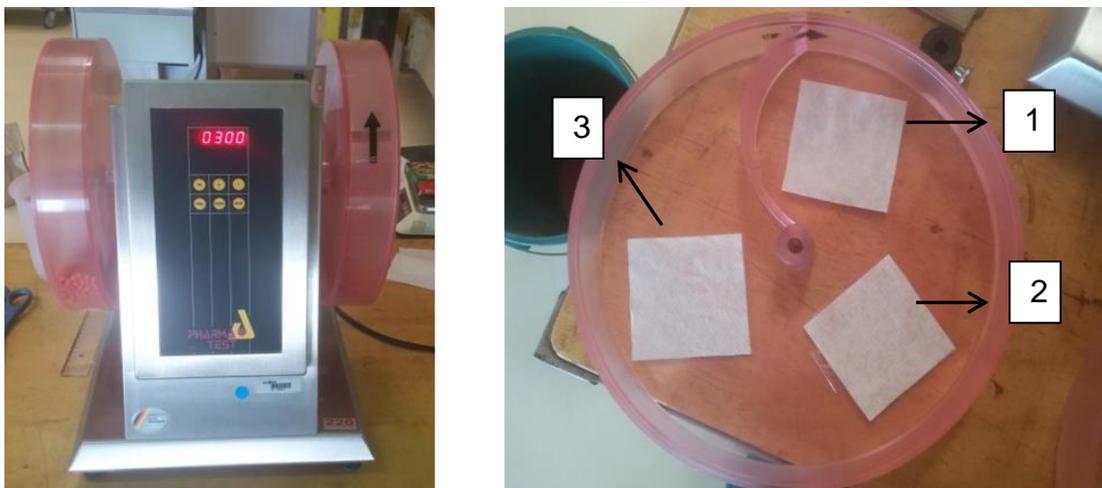
Para realização do teste, uma amostra de 300 gramas de sementes foi pesada, submetendo-a a ação do aparelho a 300 giros, com 50 rotações por minuto. Nesse processo, as sementes sofrem atritos constantemente, a cada volta do instrumento, através da projeção curva que se estende do meio do tambor para a parede externa. A fim de analisar o desprendimento do tratamento, previamente pesaram-se três filtros de papel com área conhecida (64 cm^2), dos quais dois deles foram colocados anexados às paredes do instrumento e outro solto entre as sementes. Uma vez finalizado o teste, removeu-se os respectivos filtros e através da diferença do peso inicial e final do papel, mensurou-se o total de pó desprendido na área determinada.

O método proposto para estimativa do desprendimento do recobrimento das sementes tratadas por abrasão possibilita obter resultados com rapidez e custo menor ao procedimento realizado pela indústria farmacêutica, porém as dimensões, natureza e fixação das superfícies coletoras ainda necessitam de estudos complementares.

3.4.1 Análise estatística

Os valores de desprendimento do tratamento foram analisados em esquema fatorial 5×3 , cinco tratamentos e três posições de inserção do papel filtro, com quatro repetições, em DIC. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, sendo as médias dos tratamentos comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 4 - Friabilômetro utilizado para avaliação do desprendimento do tratamento das sementes sob estresse. Foto: Luciano Del Bem Junior (2017).



3.5 Teste de desprendimento por cromatografia líquida de alta performance (HPLC) (Experimento 4)

Antes e após o teste de *rub-off*, duas amostras de cada tratamento foram separadas para análise por cromatografia líquida de alta performance (HPLC). Essa técnica analítica permitiu quantificar o desprendimento de tiametoxam, inseticida presente em todos os tratamentos (exceto na testemunha) e, assim, relacionar o teste de abrasão com a perda desse ingrediente ativo.

Dessa forma, os 4 tratamentos de sementes foram avaliados a fim de quantificar a influência do método aplicado na abrasão dos produtos às sementes.

Inicialmente, uma curva de calibração foi confeccionada, pesando-se $10 \text{ mg} \pm 1 \text{ mg}$ do padrão de thiamethoxam em balança analítica e transferindo-a quantitativamente para balão volumétrico de 100 mL. Posteriormente à dissolução o volume foi completado com metanol. A partir da solução estoque retirou-se com auxílio da pipeta, uma alíquota de 5 mL e completado o volume para 100 mL com fase móvel (água: acetonitrila – 70:30), para concentração de 5 mg L^{-1} . O mesmo procedimento foi realizado para obtenção das concentrações de 10; 20; 30 e 40 mg L^{-1} .

Após esta etapa, uma amostra (branco) foi preparada pesando-se 50 gramas de sementes de soja em frasco de boca larga; em seguida, adicionou-se 100 mL de água ultrapura. Simultaneamente fez-se o preparo da solução padrão de tiametoxam técnico para a fortificação (termo utilizado para relacionar a quantidade inicialmente

colocada de um produto numa amostra com a quantidade do produto recuperada pelo método analítico), com a pesagem em balança analítica de 0,2500g de thiamethoxam em balão volumétrico de 250 mL e o volume completado com água ultra purificada. Após esse procedimento foi transferido 35 mL da solução fortificada para um balão de 100 mL e em seguida preenchido com água ultra purificada e transferido o conteúdo para um frasco de boca larga contendo 50 gramas de semente de soja (dedicado à testemunha) com adição de 100 mL de água ultrapura.

Para o preparo das amostras a serem analisadas foram pesadas nos frascos de boca larga com tampa 50 gramas sementes de soja em triplicata (limite de variação aceitável $\pm 0,1g$) com o auxílio de uma pinça. Para proceder à extração das amostras foram adicionados 100 mL de água ultra purificada, agitando-se por 15 minutos a 200 rotações por minuto no *shaker*. Filtrou-se a solução de lavagem, através de papel filtro qualitativo, recebendo o filtrado em erlenmeyer de 125 mL. Retirou-se uma alíquota de 4 mL do filtrado e transferiu para balão de 100 mL. O volume deve ser completo com água ultrapura. Filtrou-se com seringa de 5 mL e filtro de 0,22 μL e o conteúdo é transferido para *vials* identificados procedendo-se às injeções e leituras.

Para quantificação do inseticida por HPLC foram utilizados os seguintes parâmetros no Laboratório do *Seedcare Institute Latin America* – Syngenta: coluna cromatográfica C18 – Coluna Zorbax ODS com 4,6 mm de diâmetro interno e 250 mm de comprimento, com filme de 5 μL ou similar; fase móvel: água:acetonitrila (70:30); fluxo da fase móvel de 1,0 mL min^{-1} ; comprimento de onda de 255 nm; volume da injeção de 10 μL e temperatura da coluna de 40 °C, com tempo de retenção das amostras de aproximadamente 3,7 minutos.

Todos os resultados encontrados de concentração (mg L^{-1}) foram estabelecidos pela equação da reta expressa pela Equação 2 (E2):

$$y = ax + b \quad (\text{E2})$$

onde:

y = área;

a = coeficiente angular – expressa inclinação da reta;

b = coeficiente linear – expressa a intersecção da curva aos eixos (origem ordenada);

x = concentração (mg L^{-1})

Para calcular a concentração de thiamethoxam (g kg^{-1} de soja), foi utilizada a Equação 3 (E3):

$$C (\text{g kg}^{-1}) = [C (\text{mg L}^{-1}) \times 100 \times 100] / (Ma \times 4 \times 1000) \text{ (E3)}$$

onde:

C = Concentração de thiamethoxam em g kg^{-1} ;

C = Concentração de thiamethoxam em mg L^{-1} ;

100 = Volume de extração (constante);

100 = Fator de diluição da amostra (constante);

4 = Fator de diluição da alíquota da amostra (constante);

1000 = Fator de conversão de unidades;

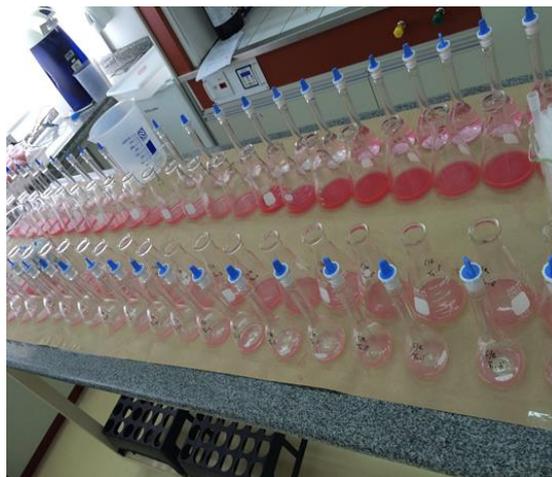
Ma = Massa da amostra (g)

O software calcula automaticamente o resultado em mg L^{-1} e multiplica por um fator = 2,5 (este fator é obtido pela equação acima). O resultado obtido deve ainda ser dividido pela massa de amostra (g).

3.5.1 Análise estatística

Os valores de desprendimento do inseticida dos tratamentos foram analisados em esquema fatorial 4 x 2, quatro tratamentos, antes e após o teste de abrasão; com número de repetições distintas, sendo 3 antes e 12 após o teste, quantificando a perda do inseticida. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, sendo as médias dos tratamentos comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 5 - Vidrarias com as respectivas soluções do inseticida tiametoxam.



3.6 Teste de plantabilidade (Experimento 5)

As sementes com os respectivos tratamentos foram analisadas no Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agroflorestais – laboratório do Grupo de Plantio Direto, FCA/ UNESP – Campus Botucatu, SP. O simulador utilizado assemelha-se ao sistema pneumático da semeadora Jumil[®], constituído de uma esteira transportadora de sementes de 3 metros de comprimento, confeccionada em material de borracha revestida de feltro de forração agulhado vertical, de 3,0 mm de espessura, composto de fibra de poliéster, com motor elétrico de 2 cv. Algumas variáveis como velocidade, tipo do disco, pressão de vácuo e população podem ser alteradas neste equipamento, conforme Figura 7.

A densidade de semeadura no teste foi de 20 sementes m^{-1} , analisando-se 10 metros lineares. Esse teste foi conduzido com densidade de semeadura elevada (20 sementes m^{-1}), exigindo-se amplamente de todo mecanismo, com intuito de analisar qual a influência dos tratamentos utilizados nesse processo. Segundo Anderson (2001), o mecanismo dosador da semeadora fica mais propenso a erros quando se trabalha com densidades elevadas, pois se tem a necessidade de distribuir maior número de sementes no mesmo intervalo de tempo.

Além do fator tratamento de sementes, também foi variada a velocidade de semeadura em função da usualidade e recomendação no sistema pneumático (4, 6, 8 e 10 $km\ h^{-1}$). Com auxílio de fita métrica e observação na esteira parada, quantificou-se o número de falhas, sementes duplas e múltiplas. Devido a diferença de tempo entre pausar o equipamento e parar a rolagem da esteira, estipulou-se

cinco leituras de 2 metros a 4 e 6 km h⁻¹, sete leituras de 1,43 m a 8 km h⁻¹ e dez leituras de 1 m a 10 km h⁻¹, por repetição (Figura 8).

A definição de duplas, falhas e espaçamento normal foi adotada individualmente para cada linha de semeadura avaliada, com base em normativas da ABNT (1994), que segue os seguintes conceitos:

- Distância referência (Xref): distância entre as sementes definida a partir da recomendação agrônômica de densidade de semeadura.
- Duplos: distância entre as sementes menores que 0,5 Xref.
- Falhas: distância entre as sementes maiores que 1,5 Xref.
- Aceitáveis ou espaçamento normal: distância entre as sementes dentro dos limites de 0,5 e 1,5 Xref.
- Múltiplas: distância entre três ou mais sementes menor que 0,5 Xref.

3.6.1 Análise estatística

Os valores de sementes falhas, duplas e múltiplas foram analisados com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 5 x 4, cinco tratamentos de sementes e quatro velocidades de semeadura, com quatro repetições, em DIC. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo Teste F, e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias referentes às velocidades foram submetidas à análise de regressão, com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). No desdobramento da interação as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 7 - Equipamento simulador de sementeira. Foto: Luciano Del Bem Junior (2017).

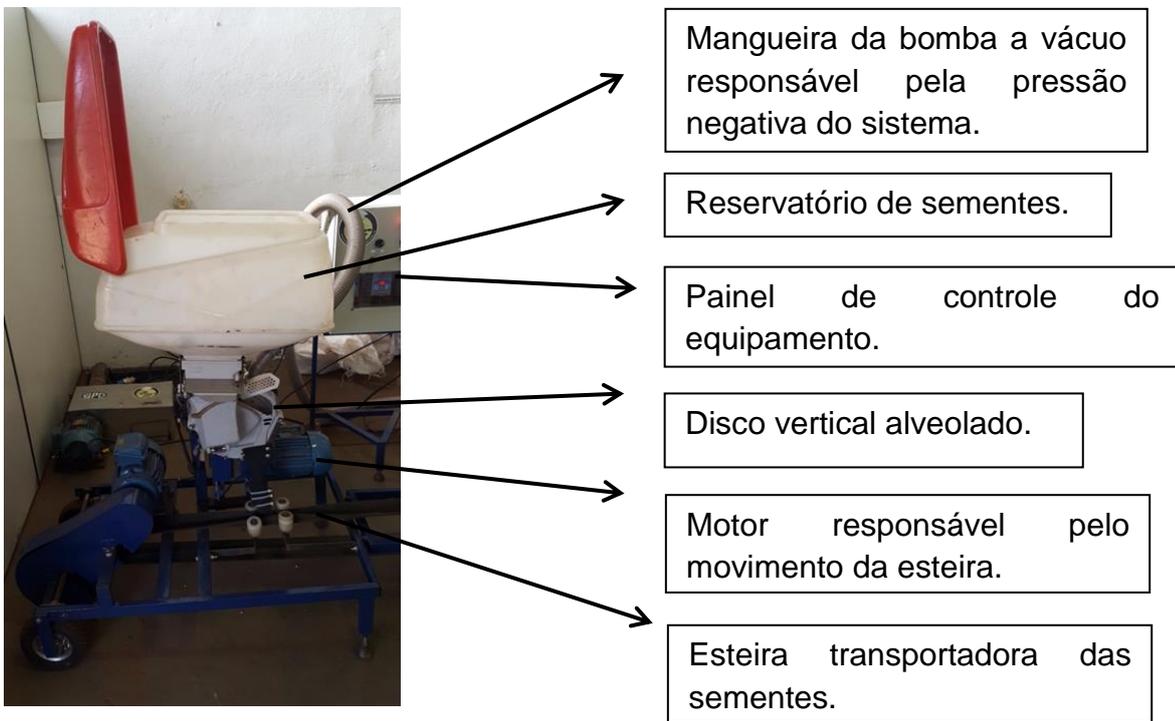
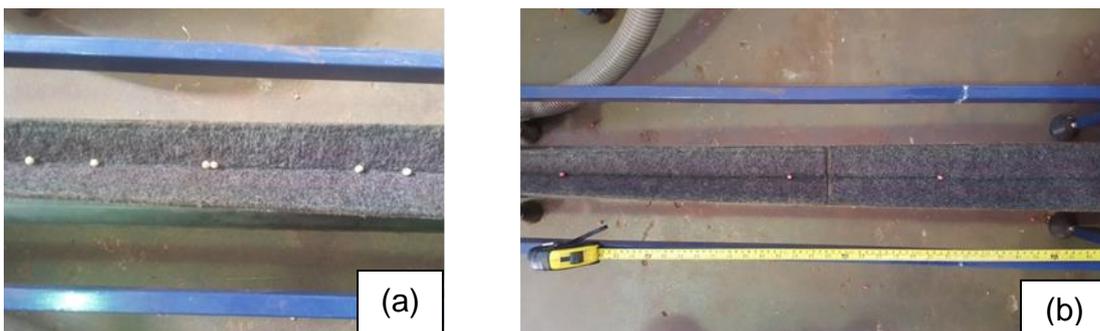


Figura 8 - Esteira responsável pelo transporte das sementes no simulador. Caracterização de duplas (a); falhas (b). Foto: Luciano Del Bem Junior (2017).



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teste de desprendimento de poeira

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da análise de variância para os fatores tratamento de sementes e dias após tratamento, onde se verifica o efeito do fator tratamento e a interação deste com o tempo (dias) após o tratamento sobre o desprendimento de poeira. .

Tabela 2 - Análise de variância do efeito do tratamento de sementes sobre o desprendimento de poeira (g de poeira 100 kg⁻¹ sementes), em diferentes intervalos de tempo.

Fontes de Variação	Valor de F	Probabilidade
Tratamento de Semente	123,14	**
Dias após tratamento	2,55	ns
Tratamento de Semente x Dias após tratamento	3,02	**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; ns: não significativo.

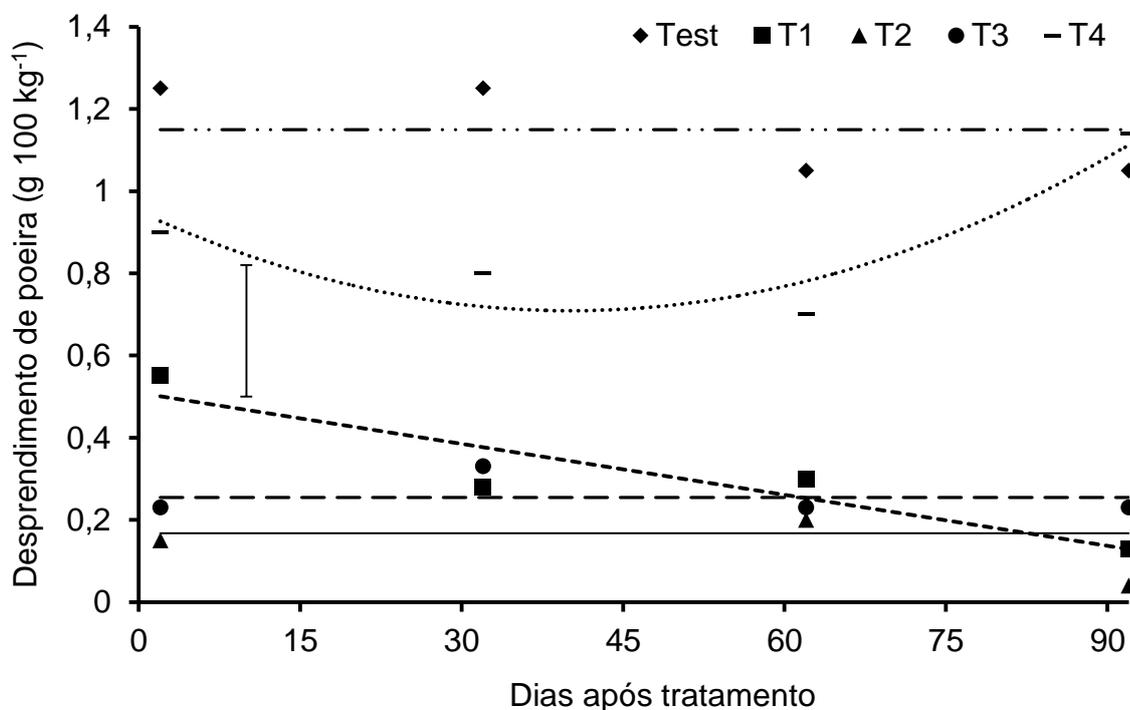
Pode-se inferir que, no primeiro intervalo de tempo em teste, os tratamentos 2 (inseticida + fungicida + polímero) e 3 (inseticida + fungicida + polímero + pó secante) apresentaram os menores valores de desprendimento de poeira, diferindo dos demais (Figura 9). O tratamento *on farm* (inseticida + fungicida + água – T1) apresentou valor inferior ao tratamento industrial com fertilizante mineral (T4) e à testemunha. Este fato pode ser explicado pela possível influência do micronutriente acrescido à calda, uma vez que desprende aproximadamente 81% a mais de poeira, quando comparado ao T1 (*on farm*). Decorridos trinta dias após o tratamento (DAT), as sementes tratadas na indústria sem adição do micronutriente (T2 e T3) seguiram com os menores valores de poeira, 0,2750 e 0,3250 g de desprendimento por 100 kg de sementes, respectivamente; porém não houve diferença da semente tratada na fazenda (T1).

A semente sem tratamento (T5) gerou o maior valor de poeira e, mesmo sem partículas químicas em sua composição, pode-se relacionar este fato a causa de problemas inerentes à saúde humana, onde às atuais evidências mostram que esta pode agir como potente sensibilizadora de indivíduos expostos e seus sintomas

deve-se a múltiplos fatores que envolvem as sementes, como a presença de fungos e ácaros; além dos resíduos orgânicos da própria soja (PINTO et al., 2007). A movimentação intensa dos grãos gera uma grande quantidade de partículas inaláveis de poeira que comprometem a saúde por serem substâncias potencialmente tóxicas, irritativas ou alergênicas ao causarem agressão direta sobre a pele e ou mucosas (PEPYS, 1980; BRAIN; MOSIER, 1980). A aplicabilidade em nível de campo pode ser observada nas condições atuais, onde a intensidade da atividade física exercida pelo trabalhador nas tarefas requeridas aumenta a frequência respiratória e o volume de ar corrente, expondo as vias aéreas a uma dose maior de agentes inaláveis (TIETBOEHL FILHO, 2004).

As equações das linhas de tendência correspondente aos tratamentos no desprendimento de poeira, acompanhados dos coeficientes de determinação (R^2) são mostrados na Tabela 3.

Figura 9 - Resultado do teste de desprendimento de poeira ($\text{g } 100 \text{ kg}^{-1}$ semente) em quatro intervalos de tempo com cinco tratamentos.



Barra vertical indica a DMS ($P=0,05$).

Tabela 3 - Equações das linhas de tendência correspondentes aos tratamentos analisados e expostos na Figura 9.

Tratamento	Equação	R ²	Significância
T1	$y = 0,5073 - 0,004158x$	0,85	**
T2	$y = 0,14$	--	ns
T3	$y = 0,23$	--	ns
T4	$y = 0,95 - 0,011953x + 0,000149x^2$	0,86	**
Testemunha	$y = 1,27$	--	ns

ns; * e ** são não-significativos e significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os dados obtidos corroboram com trabalho conduzido por Avelar et al. (2012), onde observou que os tratamentos com polímero apresentaram redução da formação de poeira das sementes de milho, dependendo da dosagem e da combinação de tratamentos, em comparação com as sementes tratadas com polímeros e as tratadas com grafite. No entanto, as sementes com grafite, quando tratadas com tiametoxam, apresentaram comportamento semelhante com certas combinações de polímeros e produtos. Alguns tratamentos que apresentavam revestimento de película exibiram nível de poeira muito baixo (0,1 g 100 kg⁻¹ sementes), quando comparado com sementes tratadas sem polímero ou com grafite, enquanto outras apresentaram redução de 20% para 35% em poeira e quase 70% se comparados com as sementes tratadas apenas com grafite.

A formação de poeira nas sementes tratadas está diretamente relacionada à adesão dos produtos, indicando a compatibilidade entre as formulações e perda de ingrediente ativo após o tratamento e, conseqüentemente, a ineficiência da proteção (AVELAR; BAUDET; VILLELA, 2009). Além desse fator, o uso do revestimento promove a redução no impacto ambiental por poeira tóxica e assegura proteção de sementes, além de minimizar a exposição de inimigos naturais aos produtos fitossanitários durante a semeadura (EHSANFAR; MODARRES-SANAVY, 2005; NUYTTENS et al., 2013). Um grande apelo relacionado a esse teste tem sido a forte correlação entre o uso de inseticidas, em especial os neonicotinoides, como possíveis causadores da elevada mortalidade de insetos polinizadores, como as abelhas (STEVENS; JENKINS, 2013; WALTERS, 2013).

De acordo com linha de tendência do tratamento 4, pode-se observar que houve influencia negativa no desprendimento de poeira da semente de soja, sendo o menor valor estimado obtido aos 40 DAT (0,71 g 100 kg⁻¹), com redução de 44% em relação à testemunha. Após este período, constatou-se comportamento crescente

nos valores, com aumento do desprendimento à medida que se elevou o tempo de armazenamento.

Aos 60 DAT das sementes, manteve-se a relação dos tratamentos que proporcionaram valores reduzidos de poeira, com menor valor atribuído ao T2 (inseticida + fungicida + polímero). Pode-se inferir que o T1 segue em decréscimo de valores, apresentando redução de aproximadamente 80% com relação à testemunha. Entretanto, em termos práticos, dificilmente essa situação ocorrerá, pois o agricultor trata a semente na véspera ou no dia da semeadura, não promovendo o armazenamento por esse período. Na última avaliação, aos 90 DAT, observa-se que o tratamento 4 (inseticida + fungicida + polímero + pó secante + micronutriente) apresentou o maior valor ao longo das quatro avaliações (1,08 g 100 kg⁻¹semente), não diferindo dos níveis apresentados pelo lote de sementes sem tratamento (testemunha).

Além dos danos diretos causados pela geração de poeira, estas podem promover explosões através de partículas em suspensão; porém são fenômenos de pouca frequência (COSTELLA; PILZ; BET, 2016). Para Eckhoff (2009) deve-se destacar o grande risco principalmente em unidades de beneficiamento de produtos agrícolas, onde as poeiras tenham propriedades combustíveis devido à sua constituição puramente orgânica. Segundo pesquisa conduzida por Abbasi e Abbasi (2007), os autores relatam que a concentração de poeira passível de explosão varia de 50 até 3000 g m⁻³. Assim, o tratamento de sementes industrial por ser um processo que tem incremento na sua adoção com o passar dos anos, apresenta o benefício indireto de redução do desprendimento de poeira ao longo do processo, além de proporcionar maior segurança às unidades de beneficiamento e armazenamento do grão, uma vez que o decréscimo dos valores gerados minimiza o risco de acidentes.

Os tratamentos industriais 2 e 3 não diferiram os valores com o passar do tempo e apresentaram redução de aproximadamente 89% e 82%, respectivamente, quando comparados à testemunha (T5). Isso evidencia boa opção quando se busca a diminuição da geração de poeira e, conseqüentemente, menores riscos aos operadores, insetos polinizadores e ao ambiente tanto pela exposição direta aos produtos químicos presente no tratamento quanto pelo próprio resíduo orgânico gerado pela semente. A exceção ocorreu no tratamento 4, com a presença do fertilizante mineral Epívio[®], onde o desprendimento de poeira oscilou em diferentes

níveis ao longo do tempo, apresentando os maiores valores aos 90 dias após o tratamento, superando, inclusive, os dados apresentados pela testemunha.

4.2 Teste de fluidez

Pela Tabela 4, pode-se constatar que houve efeito dos fatores tratamento de sementes e tempo (minutos após tratamento) e da interação deles sobre a fluidez das sementes.

Tabela 4 - Análise de variância do efeito do tratamento de sementes sobre a fluidez (g s^{-1}), em diferentes intervalos de tempo após tratamento.

Fontes de Variação	Valor de F	Probabilidade
Tratamento de Semente	6234,27	**
Minutos após tratamento	14388,53	**
Tratamento de Semente x Minutos após tratamento	4316,55	**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Pelos resultados obtidos, pode-se afirmar que o fator tempo apresentou influência significativa sobre os tratamentos. Já no fator tratamento de sementes, logo após esse processo, observa-se que o tratamento 3 seguido pelo tratamento *on farm* (T1), apresentaram os maiores valores de fluidez após a testemunha (sem produto aplicado), demonstrando menor tempo de secagem uniforme no lote de sementes, com 996 g e 977 g s^{-1} , respectivamente (Figura 10). Os tratamentos 2 (inseticida + fungicida + polímero) e T4 (inseticida + fungicida + polímero + pó secante + fertilizante mineral) demonstraram os piores níveis de fluidez quando comparados aos demais, com valores próximos a 50 g e 160 g, respectivamente.

Decorridos sete minutos após o tratamento (MAT), manteve-se as relações observadas no tempo inicial, entretanto, T2 e T4 não diferiram entre si, elevando-se os valores para 863 e 889 g s^{-1} , respectivamente. O tratamento 3 seguiu com os maiores valores após a testemunha, seguido pelo T1 (*on farm*). Aos 14 MAT, os tratamentos T2 e T4 não apresentaram diferença e promoveram os maiores valores de fluidez, superando o valor da testemunha, demonstrando a influência do tempo de secagem sobre as sementes tratadas. De acordo com as equações das linhas de tendência (Tabela 5), aos 15 MAT, estes tratamentos apresentaram o maior valor de

fluidez, com aproximadamente 1189 g e 1182 g por segundo, respectivamente. Após este tempo, ambos indicaram comportamento decrescente podendo-se inferir o tempo ótimo de secagem dos tratamentos.

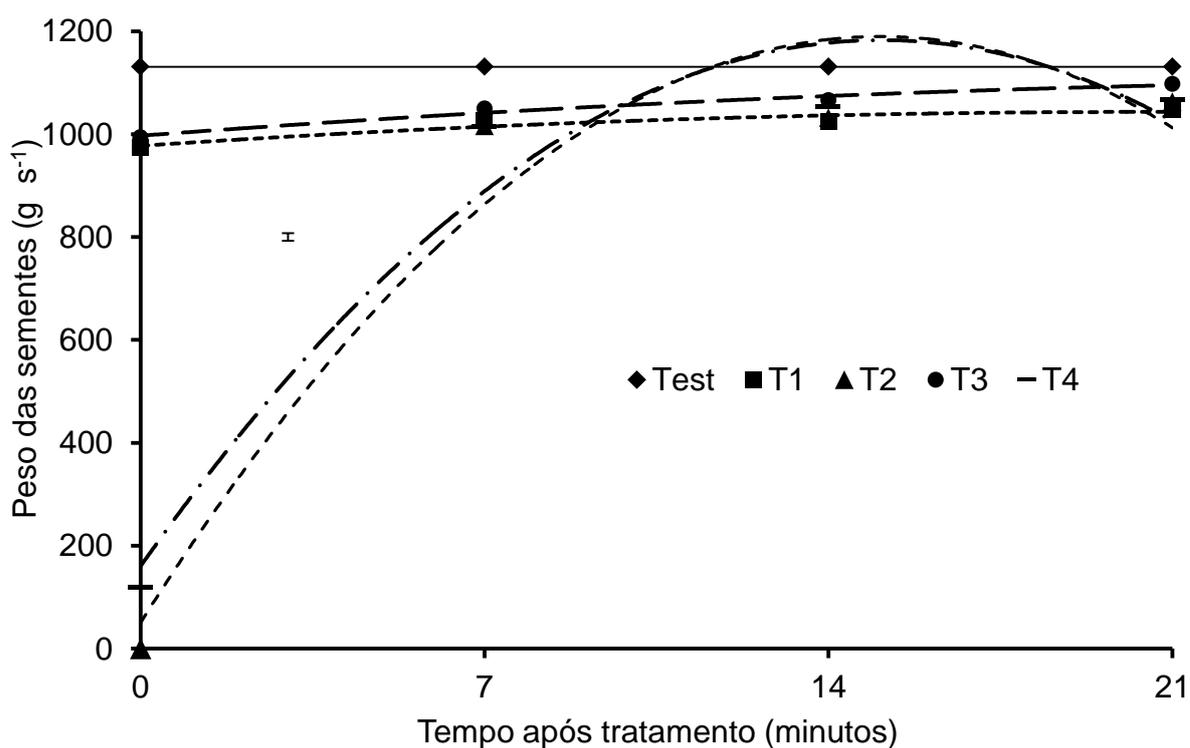
Aos 21 MAT, o tratamento 3 diferiu dos demais apresentando maior valor de fluidez, após a testemunha. Os tratamentos 1(T1), 2(T2) e 4(T4) não diferiram entre si, com valores intermediários de fluidez, porém o tratamento 1(T1), de acordo com a linha de tendência, apresentou seu maior valor de fluidez ao longo do tempo (1043,14 g s⁻¹), confirmando ser este seu tempo ótimo de secagem.

O fator tempo apresentou influência direta sobre os tratamentos, observando relação diretamente proporcional com o nível de fluidez. Com o passar do tempo, os níveis de fluidez das sementes aumentaram, demonstrando a provável secagem dos respectivos lotes utilizados, com destaque para o tratamento 3, que faz uso do pó secante. Este, por sua vez, de acordo com o comportamento da linha de tendência gerada, teria seu ponto de máxima aos 30 MAT, com aproximadamente 1105 g s⁻¹, apresentando ser este o melhor tempo de secagem; contudo o presente estudo não analisou no tempo referido, relatando a observação apenas considerando-se as equações geradas.

O tratamento industrial de sementes (TIS) vem sendo incluído às linhas de beneficiamento de parte das empresas produtoras de sementes, em culturas como soja e milho. Fatores relacionados à logística e a possibilidade do aumento do rendimento das culturas com o uso de equipamentos e novas tecnologias, aliados ao emprego de novas formulações contendo fungicidas, inseticidas e nematicidas no mesmo tratamento; uniformidade de distribuição da calda aplicada; segurança dos aplicadores e redução da contaminação do meio ambiente garante o emprego dessa técnica. Além desses benefícios, o tratamento industrial tem oferecido o desenvolvimento de novas tecnologias, como a utilização de pó secante (ABATI et al., 2015). Este produto permite a secagem rápida e uniforme às sementes após a aplicação dos produtos químicos no tratamento, além de proporcionar maior fluidez durante a semeadura (RIBEIRO, 2014). Diante disso, torna-se fundamental o estudo da interação entre os tratamentos químicos e pó secante, bem como o seu efeito na qualidade das sementes.

As equações das linhas de tendência correspondente aos tratamentos no teste de fluidez, nos respectivos tempos, acompanhados dos coeficientes de determinação (R^2) são mostrados na Tabela 5.

Figura 10 - Valores da fluidez de sementes de soja (g s^{-1}) em diferentes intervalos de tempo após tratamento (minutos).



Barra vertical indica a DMS ($P=0,05$).

Tabela 5 - Equações das linhas de tendência correspondentes aos tratamentos analisados e expostos na Figura 10.

Tratamento	Equação	R^2	Significância
T1	$y = 977,27 + 6,3958x - 0,1552x^2$	0,89	**
T2	$y = 50,65 + 151,2827x - 5,0234x^2$	0,93	**
T3	$y = 996,92 + 7,1786x - 0,1190x^2$	0,97	**
T4	$y = 160,27 + 135,6042x - 4,4961x^2$	0,95	**
Testemunha	$y = 1130,75$	--	ns

ns; e ** são não-significativos e significativos a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A importância da fluidez com relação às sementes tratadas na indústria está diretamente relacionada à grande problemática que envolve o setor atualmente. Considerando os volumes aplicados às sementes e a otimização do processo, nem sempre é possível tratar o lote e ensacar instantaneamente. Dessa forma, quando se necessita armazenar as sementes nas moegas de ensaque, logo após o tratamento, essas acabam formando aglomerados que dificultam o processo de escoamento no momento apropriado. Assim, qualquer operação realizada a fim de separá-las, pode comprometer o tratamento e causar danos diretos e/ou indiretos às sementes.

Pelos resultados obtidos no teste de fluidez, pode-se afirmar que o uso do pó secante como ferramenta capaz de minimizar os problemas oriundos do tratamento de sementes se faz viável. Porém, outros fatores devem ser considerados como possível influência no processo germinativo, aspectos fisiológicos, entre outros. Analisando apenas os benefícios mecânicos, pode-se considerar o uso do pó secante uma medida a ser adotada no sistema industrial de tratamento das sementes.

4.3 Teste de abrasão

Após o tratamento das sementes seguido do teste de abrasão, verifica-se que houve efeito dos fatores tratamento, posição do papel e da interação entre eles sobre o desprendimento de resíduos da superfície das sementes (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de variância do efeito do tratamento de sementes sobre o desprendimento de resíduos (mg cm^{-2}) em papel filtro, com diferentes posições.

Fontes de Variação	Valor de F	Probabilidade
Tratamento de Semente	42,12	**
Posição do papel	16,69	**
Tratamento de Semente x Posição do papel	3,73	**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Para a posição 1 do papel filtro constatou-se que, os tratamentos 2 e 3 apresentaram valores menores de desprendimento de resíduos da semente. Os valores de desprendimento de resíduos no tratamento testemunha também se

mantiveram em níveis baixos, não diferindo estatisticamente dos tratamentos 2 (T2) e 3 (T3), porém não representa possíveis danos, pois não possui produtos fitossanitários aderidos à superfície das sementes. O maior valor de desprendimento de resíduos para esta posição do papel correspondeu ao tratamento 4 (T4), cujo volume de calda foi maior que os demais, pois faz uso do fertilizante mineral (Tabela 7).

Na posição 2 do papel filtro, os padrões de desprendimento de resíduos com os tratamentos 2 (T2) e 3 (T3) foram mantidos, com menores níveis de desprendimento das sementes, após a testemunha. Quando foi mensurado o desprendimento dos resíduos no papel filtro na posição 3 (solto junto ao lote de sementes), manteve-se a relação dos valores; entretanto, o tratamento *on farm* apresentou o maior valor, assemelhando-se ao tratamento 4 (T4).

Tabela 7 - Desprendimento do tratamento, após teste de abrasão (mg cm^{-2}) em sementes de soja, em três posições de inserção do papel filtro no equipamento.

Trat.	Posição do papel filtro		
	1	2	3
1	0,0516 aA	0,0304 abB	0,0546 aA
2	0,0315 bA	0,0207 bcAB	0,0155 bB
3	0,0142 bA	0,0129 bcA	0,0195 bA
4	0,0650 aA	0,0421 aB	0,0436 aB
Testemunha	0,0315 bA	0,0056 cB	0,0019 bB
CV (%)	31,47		

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letras minúsculas referentes a colunas e letras maiúscula referentes às linhas. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Outro fator importante a se considerar está relacionado com a posição do papel inserido junto às sementes. Para todos os tratamentos, os valores maiores de desprendimento dos resíduos foram obtidos na posição 1. A posição 2, distante do local de giro das sementes, exibiu valores menores na captação dos resíduos. Já a posição 3 apresentou valores de desprendimento de resíduos semelhantes aos obtidos na posição 2 para os tratamentos 2 (T2), 4 (T4) e testemunha. Por sua vez, o tratamento 3 (inseticida + fungicida + polímero + pó secante), não diferiu entre as posições dos papéis, apresentando sempre os menores valores entre os

tratamentos em teste. Tal fato pode ser justificado pelo local de inserção do papel filtro ao equipamento, uma vez que a posição 1 abrange a área em que ocorre o tombamento direto das sementes. Por sua vez, a posição 2 compreende a região com menor contato das sementes com o papel filtro. Da mesma forma ocorre com a posição 3, onde o papel filtro acompanha o giro das sementes junto ao lote, captando valores de resíduos desprendidos semelhantes à posição 2.

Assim, esses resultados podem estar associados à presença de película junto aos tratamentos. Essa, formada por polímeros é utilizada na indústria de sementes com o propósito de proporcionar a identificação, diferenciação e rastreabilidade de sementes devido a diferentes colorações; aperfeiçoamento na plantabilidade ocasionada pela melhor fluidez das sementes na semeadura; diminuição significativa da perda de produtos pela otimização da cobertura; distribuição e adesão dos ingredientes ativos sobre a superfície das sementes; secagem rápida, que reduz a poeira e o desprendimento após o processo de tratamento, garantindo segurança aos operadores e ao ambiente; além da emergência rápida e uniforme das plântulas (SMITH, 1997; NI; BIDDLE, 2001; REICHENBACH; WEBER; FERREIRA, 2003).

4.4 Desprendimento do inseticida tiametoxam

A fim de validar os dados obtidos com o teste de abrasão e confrontá-los com o desprendimento de produtos, quantificou-se a perda do inseticida tiametoxam, presente nos tratamentos, com exceção da testemunha, através da técnica de análise por cromatografia líquida de alta performance (HPLC). Pela Tabela 8, evidencia-se o efeito dos fatores tratamento e abrasão sobre o nível de desprendimento do inseticida tiametoxam da superfície de sementes tratadas.

Tabela 8 - Análise de variância do efeito do teste de abrasão sobre o desprendimento de resíduos do inseticida tiametoxam (mg) por semente.

Fontes de Variação	Valor de F	Probabilidade
Tratamento de Semente	72,96	**
Abrasão	16,94	**
Tratamento de Semente x Abrasão	9,23	**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Pelas análises em HPLC, pode-se constatar que os tratamentos 1 (T1) e 2 (T2) apresentaram maior dosagem do inseticida antes da realização do teste, com 0,796 mg e 0,800 mg, respectivamente. Entretanto, após submeter às sementes à ação do equipamento no teste de abrasão, verifica-se que os tratamentos 2 (T2), 3 (T3) e 4 (T4) não diferiram quanto ao desprendimento dos resíduos do ingrediente ativo analisado (Tabela 9). Também, pode-se verificar que a ação do polímero foi extremamente importante, haja vista que todos os tratamentos que fizeram uso desse material desprenderam menos ingrediente ativo. O tratamento *on farm* apresentou a maior perda do ativo quando comparado aos demais, com redução de 7,67%. Contudo, mesmo constatado diferença de desprendimento entre os tratamentos, os valores obtidos antes e após o teste se encontram no intervalo de aceitação (0,70 a 1,05 mg tiametoxam por semente) proposto pela certificação do método.

Para a realização desse teste, não se utilizou a testemunha justamente por não conter nenhum produto fitossanitário aderido à sua superfície. No entanto, amostras sem tratamento quando submetidas à análise HPLC não apresentaram resíduos detectáveis (nd) considerando o nível de detecção do método analítico (0,01 mg L⁻¹).

Tabela 9 - Valor (mg) de tiametoxam por semente, antes e após o teste de abrasão, detectado por cromatografia líquida de alta performance (HPLC).

Tratamentos	Abrasão	
	Sem <i>rub-off</i>	Com <i>rub-off</i>
1	0,796 aA	0,735 bB
2	0,800 aA	0,785 aA
3	0,720 bA	0,720 bcA
4	0,720 bA	0,716 cA
CV (%)	1,98	

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, letras minúsculas nas colunas e letras maiúsculas nas linhas. Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Faixa de aceitação do método: 80 – 120%.

Os polímeros são componentes adicionados para assegurar a qualidade do tratamento de sementes, mantendo-se o desempenho dos ingredientes ativos (KUNKUR et al., 2007). Outros benefícios desse recobrimento às sementes ocorrem pela modificação no formato (peletização); não necessidade do uso de grafite nas

sementes; diminuição das perdas dos produtos aplicados na superfície das sementes; proteção do operador contra contaminação por contato com produtos químicos (LUDWIG et al., 2011), além de melhorar as operações de semeadura pela diminuição de atrito entre as sementes (ROBANI, 1994). Pereira et al. (2007), analisando o comportamento de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento, constataram menor índice de contaminação por fungos, em comparação às sementes não peliculizadas. Possivelmente, o tratamento proporcionou a formação de uma barreira mecânica que pode ter impossibilitado o desenvolvimento dos patógenos.

Nos últimos anos, busca-se melhoria do padrão do tratamento de sementes, onde o uso de polímeros nas sementes de grandes culturas no Brasil cresce de maneira significativa, porém, ainda é necessário maior conhecimento sobre o potencial desses produtos no desempenho dos tratamentos.

4.5 Teste de plantabilidade

Na Tabela 10 são apresentados os resultados da análise de variância para o número de sementes falhas, duplas e múltiplas por metro. Verifica-se que houve efeito dos fatores tratamento de sementes, velocidade e a interação destes sobre o número de sementes falhas e duplas. Já para o número de sementes múltiplas, somente o fator velocidade apresentou efeito significativo sobre a distribuição.

Tabela 10 - Análise de variância do tratamento de sementes, velocidade e da interação entre esses fatores para as variáveis sementes falhas, duplas e múltiplas.

Fontes de Variação	Espaçamento					
	Falhas		Duplas		Múltiplas	
	Valor de F	Probab.	Valor de F	Probab.	Valor de F	Probab.
TS	41,71	**	10,50	**	1,38	ns
Veloc.	3229,55	**	767,18	**	4,26	*
TS x Veloc.	6,88	**	3,87	**	1,48	ns

** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns: não significativo.

4.5.1 Sementes falhas

Os resultados obtidos demonstraram que as sementes não tratadas (testemunha) e o tratamento industrial com acréscimo de polímero (T2) proporcionaram valores maiores de falhas na distribuição, conforme Figura 11. Em contrapartida, os tratamentos 1 (*on farm*), T3 (industrial com acréscimo de polímero e pó secante) e T4 (industrial com acréscimo de polímero, pó secante e micronutriente) promoveram valores menores de falhas quando o simulador trabalhou na velocidade de 4 km h⁻¹. De acordo com as respectivas linhas de tendência, conforme equações da Tabela 11, os menores valores de falhas foram proporcionados na faixa de velocidade entre 4 e 5 km h⁻¹. Com o acréscimo de velocidade houve incremento nas falhas durante o procedimento, com destaque para os tratamentos 3 e 4 que continham em sua composição o pó secante, gerando valores próximos à 8% de falhas.

A elevação da velocidade para 6 km h⁻¹ evidenciou diferença significativa entre os tratamentos, mantendo os tratamentos 3 (T3) e 4 (T4) com valores menores de falhas, respectivamente 1,93 e 1,64 falhas por metro. Na velocidade de 8,0 km h⁻¹, os tratamentos se mantiveram em nível de diferença, onde T3 e T4 apresentaram os menores valores, com 4,66 e 4,28 falhas, respectivamente. Contudo, a maior velocidade (10 km h⁻¹) não caracterizou diferença entre tratamentos, evidenciando a dificuldade em se trabalhar com altas velocidades durante o processo de semeadura. Assim, pode-se afirmar que, além da testemunha, os tratamentos 1 e 2 foram aqueles que sofreram a maior influência do fator velocidade quando comparado aos demais.

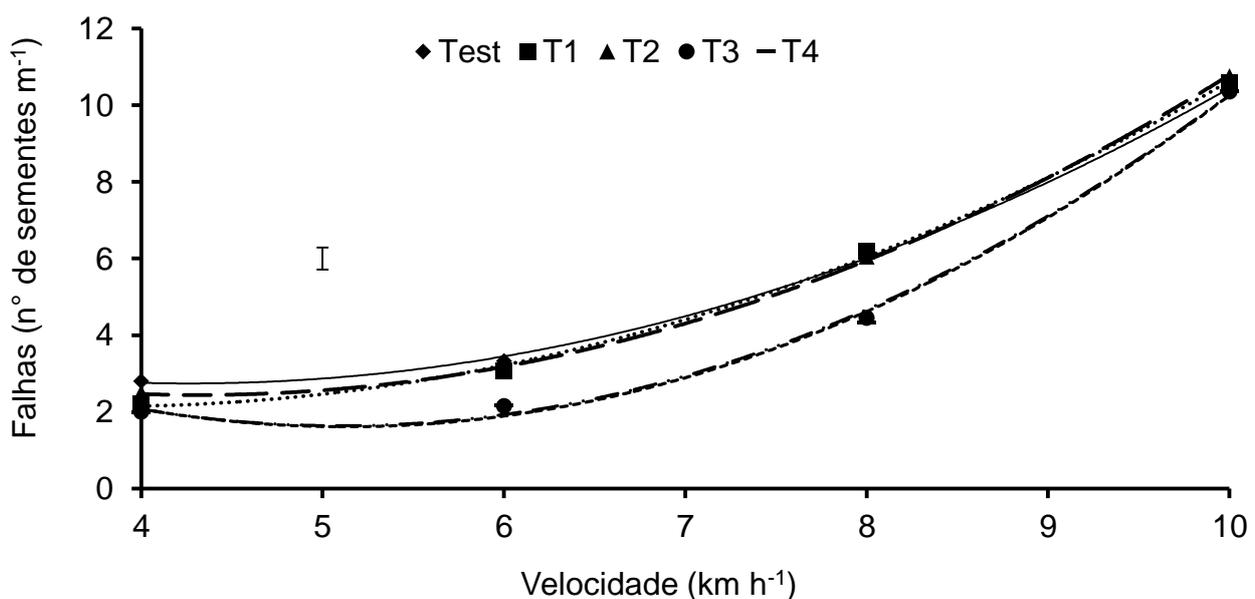
Outro elemento a ser considerado é o uso do pó secante nas sementes, tratamentos T3 e T4, os quais tiveram desempenho semelhante, com valores de falhas menores quando comparado aos demais. O tratamento fitossanitário de sementes proporciona modificação na distribuição de sementes pelo disco, devido ao fato dos principais produtos utilizados conferirem aderência às sementes, dificultando o enchimento das células e, conseqüentemente, interferindo no desempenho desse sistema (MANTOVANI et al., 1999). O problema de escoamento da semente no maquinário pode ser solucionado misturando-se à semente algum lubrificante sólido como grafite ou pó secante, que pode minimizar o atrito entre as

sementes e dessas com as partes do mecanismo dosador, facilitando a adequação aos orifícios do disco (HENTSCHKE, 2002).

Alguns parâmetros podem comprometer a deposição de sementes na linha de semeadura, dentre eles o acréscimo da velocidade de deslocamento da semeadora, velocidade do disco dosador e uniformidade dimensional entre as sementes e o disco dosador (KURACHI et al., 1989; MAHL et al., 2004). Silva e Gamero (2010) afirmaram que a velocidade é um fator que interfere diretamente na qualidade e capacidade operacional durante a semeadura. Devido a esses problemas, os autores expõem que as semeadoras-adubadoras vêm sofrendo modificações que permitem a otimização da distribuição longitudinal, influenciando na produtividade das culturas. Santos et al. (2011) verificaram que o aumento da velocidade de 4,58 para 5,94 km h⁻¹ reduziu os espaçamentos aceitáveis e aumentou os espaçamentos falhos significativamente, refletindo em desempenho inferior da semeadora na maior velocidade.

As equações das linhas de tendência correspondente aos tratamentos no teste de sementes falhas, acompanhados dos coeficientes de determinação (R²) são mostrados na Tabela 11.

Figura 11 - Número de sementes falhas por metro, em teste realizado em simulador de semeadura com densidade de 20 sementes de soja por metro.



Barra vertical indica a DMS ($P=0,05$).

Tabela 11 - Equações das linhas de tendência correspondentes aos tratamentos analisados e expostos na Figura 11.

Tratamento	Equação	R ²	Significância
1	$y = 5,32 - 1,6731x + 0,2203x^2$	0,99	**
2	$y = 7,23 - 2,2231x + 0,2578x^2$	0,99	**
3	$y = 10,97 - 3,6638x + 0,3594x^2$	0,99	**
4	$y = 11,17 - 3,7331x + 0,3640x^2$	0,99	**
Testemunha	$y = 7,01 - 2,0012x + 0,2343x^2$	0,99	**

** significativos a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os dados obtidos no presente estudo corroboram com os resultados de Santos et al. (2003), os quais verificando a porcentagem de enchimentos do disco dosador da semeadora-adubadora, constataram que o incremento da velocidade de deslocamento de 5,0 para 9,0 km h⁻¹ proporcionou menor enchimento do disco e, conseqüentemente, menos sementes distribuídas por metro. Cortez et al. (2006), em avaliação de semeadora-adubadora pneumática, também observaram que ao aumentar a velocidade de 4,24 para 6,0 km h⁻¹, o número de espaçamentos aceitáveis foi menor e o número de falhas maior. Copetti (2003) identificaram que o percentual de espaçamentos aceitáveis, duplos e falhos passou de 84,7% para 61%, 8,2% para 14,1% e de 7,1% para 24,9%, respectivamente após a velocidade de semeadura passar de 4,5 para 8,0 km h⁻¹. Delafosse (1986) afirmou que a velocidade de trabalho é a variável que mais influencia no desempenho de semeadoras afetando a distribuição longitudinal de sementes no sulco de semeadura, atuando diretamente na produtividade das culturas. Analisando a produtividade por área em uma lavoura de soja, Pinto (2014) observou que a presença de falhas no estande acarreta decréscimo de produtividade que pode ir de 6 a 30%, dependendo do tamanho da falha.

4.5.2 Sementes duplas

Pela Figura 12, verifica-se que as velocidades menores (4 e 6 km h⁻¹) interferiram apenas nas sementes sem tratamento (testemunha), ocasionando maior valor de sementes duplas (1,6 sementes m⁻¹). Ademais, a partir de 8 km h⁻¹ não houve diferença entre os tratamentos. Desta maneira, é possível constatar

comportamento semelhante entre os tratamentos, onde ambos foram diretamente influenciados pelas velocidades maiores em teste (8 e 10 km h⁻¹). Porém, os tratamentos 3 (T3) e 4 (T4) apresentaram valores menores de duplas. Evidenciou-se que, com a elevação da velocidade o número de sementes duplas foi reduzido, apresentando uma relação inversamente proporcional.

Com relação às plantas de soja tem-se maior problema na plantabilidade com o número de sementes duplas, visto que o acúmulo de sementes pode provocar o desenvolvimento de plantas de maior porte (estioladas), menos ramificadas, com produção individual menor, diâmetro de haste reduzido e mais propensa ao acamamento (JASPER et al., 2011). Tendo em vista as características fisiológicas das plantas de soja, quanto maior a competição intraespecífica menor a produtividade (KOMATSU; GUADAGNIN; BORGO, 2010). Considerando esse fato, a realização da semeadura da soja dentro do conceito de plantabilidade, principalmente em velocidade adequada para semeadura, garante uniformidade entre as plantas e permite atingir maior produtividade.

Para que ocorra melhor aproveitamento dos recursos naturais no aumento da produção, é importante que as plantas sejam distribuídas equidistantes entre si, etapa relacionada à qualidade do processo de semeadura (CALONEGO et al., 2011). A busca pela uniformidade de espaços entre as sementes na operação de semeadura e, assim, evitando-se falhas, sementes duplas e múltiplas também foi enfatizado por Correia et al. (2014). Ao comparar diferentes sistemas de semeadura, com velocidades entre 4 e 8 km h⁻¹ utilizando uma semeadora pneumática, Chaves (2015) demonstrou redução da produtividade decorrente do aumento da velocidade. Ainda, segundo o autor, a velocidade que proporcionou melhor produtividade foi 5,5 km h⁻¹; fator relacionado à maior quantidade de vagens e ao estande de plantas.

Os resultados obtidos com valores decrescentes para sementes duplas com o aumento da velocidade de semeadura podem ser explicados por Tourino (1993), onde concluiu que o preenchimento dos alvéolos do disco dosador, está diretamente relacionado com o tempo de exposição das sementes. Em velocidades elevadas, há um menor tempo, podendo conseqüentemente ocorrer falhas na deposição; já em velocidades mais baixas, o autor relata que pode ocorrer um maior preenchimento dos alvéolos ocasionando a liberação de sementes duplas.

Concomitantemente, o aumento do número de falhas e o decréscimo das sementes duplas em função da velocidade, acarreta em eventual diminuição do

número de sementes distribuídas por metro e, conseqüente redução da população final de plantas. Kurachi et al. (1993) afirma que pode ocorrer diminuição na quantidade de sementes distribuídas por unidade de área, independente do nível de tecnologia, se a máquina é equipada com dosadores do tipo disco horizontal perfurado, inclinado ou pneumático.

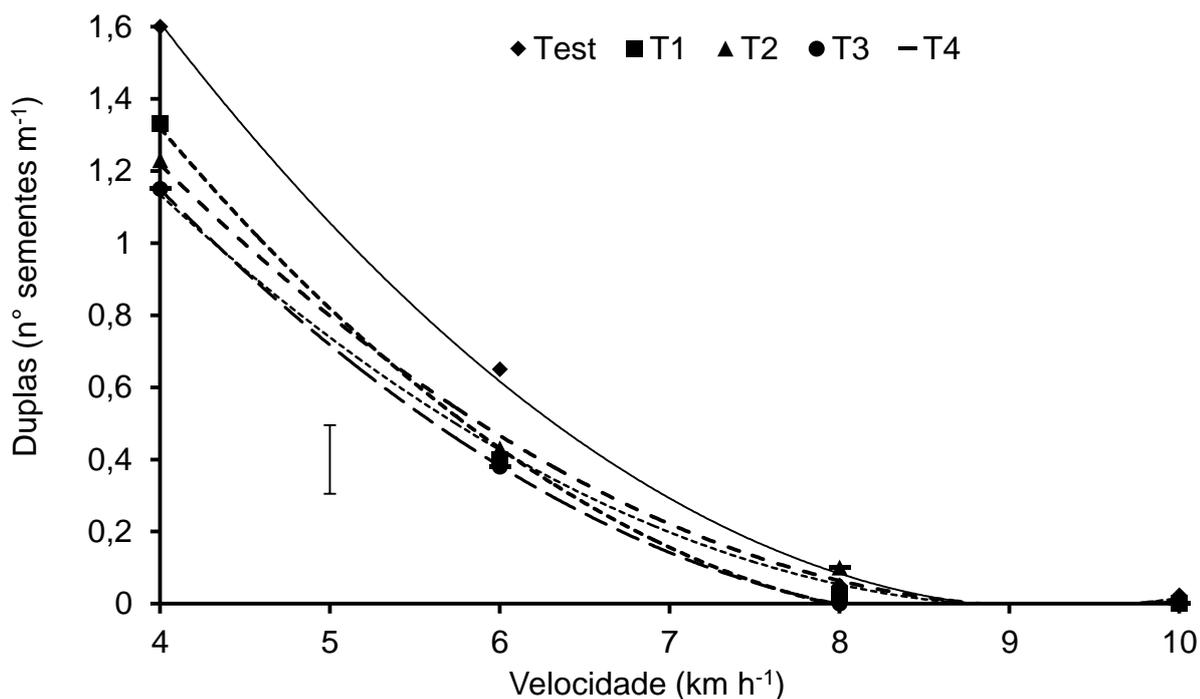
Alonço et al. (2015), para a cultura de algodão e girassol concluíram que além do acréscimo de velocidade influenciar de forma inversamente proporcional a distribuição em espaçamentos normais, também são influenciados os espaçamentos falhos e a precisão de semeadura. Canova et al. (2007), com objetivo de avaliar a possível influência de alterações no mecanismo dosador em três velocidades de deslocamento (6, 8 e 9 km h⁻¹) na semeadura de soja, concluíram que o aumento da velocidade tem influência na distribuição de sementes e que operando a 6 km h⁻¹ proporcionou melhor deposição, com média de 18,4 sementes por metro. Segundo Corrêa Júnior et al. (2014), quanto maior a velocidade de operação e conseqüentemente a velocidade tangencial do disco, a probabilidade de ocorrer distribuição de sementes ineficiente é maior. Copetti (2003) afirma que quando há erros de densidade de semeadura, a soja suporta variações máximas de até 15% sem ocorrer prejuízo para a produtividade.

Os resultados encontrados neste trabalho contrariam a conclusão de Jasper et al. (2011), onde os espaçamentos múltiplos aumentaram com o incremento da velocidade para semeadoras pneumáticas. Assim como, pesquisa conduzida por Bertelli et al. (2016), analisando o desempenho de duas semeadoras pneumáticas em quatro velocidades de semeadura (5,6; 7,0; 8,6 e 10 km h⁻¹) na cultura da soja, concluíram que a percentagem de espaçamentos duplos aumentou com incremento na velocidade, conseqüentemente reduzindo a uniformidade de plantio.

Assim, o fato dos lotes apresentarem valores antagônicos para os parâmetros falhas e duplas pode ser elucidado pela tendência observada, haja vista que quando um lote apresenta muitas duplas pode ser indício de que o disco possui orifícios de tamanho superior a uma parte considerável das sementes desse lote, nessas condições, a presença de falhas é minimizada. Já quando o número de falhas é elevado, o raciocínio é inverso, o tamanho dos orifícios deve ser inferior à parte das sementes desse lote minimizando a ocorrência de duplas que necessitam de sobra de espaço nas aberturas do disco para ocorrerem.

As equações das linhas de tendência correspondente aos tratamentos no teste de sementes duplas, acompanhados dos coeficientes de determinação (R^2) são mostrados na Tabela 12.

Figura 12 - Número de sementes duplas por metro em teste realizado em simulador de semeadura.



Barra vertical indica a DMS ($P=0,05$).

Tabela 12 - Equações das linhas de tendência correspondentes aos tratamentos analisados e expostos na Figura 12.

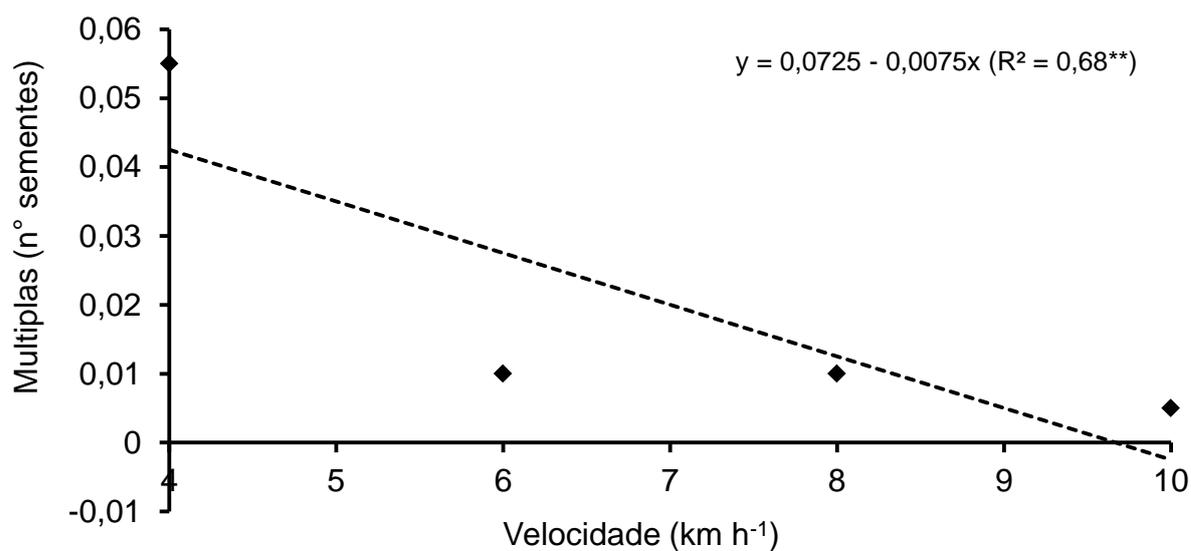
Tratamento	Equação	R^2	Significância
1	$y = 4,43 - 1,0050x + 0,0562x^2$	0,99	**
2	$y = 3,76 - 0,8125x + 0,0437x^2$	0,99	**
3	$y = 3,85 - 0,8694x + 0,0484x^2$	1,00	**
4	$y = 3,56 - 0,7769x + 0,0422x^2$	0,99	**
Testemunha	$y = 4,99 - 1,0756x + 0,0578x^2$	0,99	**

** significativos a 1% de probabilidade pelo teste F.

4.5.3 Sementes múltiplas

Para sementes múltiplas houve significância apenas para o fator velocidade ($P=0,0086$), conforme observação da Figura 13. A velocidade apresentou tendência decrescente; à medida que se eleva a velocidade o número de sementes múltiplas é reduzido. Apesar disso, os valores obtidos são extremamente baixos, com valor médio geral de 0,02 sementes múltiplas por metro. Dessa forma, pode-se inferir que os dados apresentam coerência, com a elevação da velocidade têm-se o aumento do número de sementes falhas e a redução de sementes duplas e múltiplas.

Figura 13 - Número de sementes múltiplas por metro em teste realizado em simulador de semeadura.



Significativo apenas para o fator velocidade ($F = 4,258$).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo abordou os diferentes testes para avaliação dos principais problemas e/ou incertezas referentes ao tratamento de sementes e suas implicações práticas nas diversas etapas do processo. A dificuldade de se estabelecer métodos mais uniformes de tratamento das sementes, a literatura escassa sobre o tema, pouca disponibilidade de equipamentos adequados, além da falta de parâmetros relacionados à normatização dos testes, impacta diretamente sobre toda a cadeia agrícola, incluindo desde a indústria, operadores, agricultores e meio ambiente. Assim, se faz cada vez mais necessário a difusão dos procedimentos adotados, além de mais pesquisas relacionadas ao assunto.

Os testes executados, como abrasão e desprendimento de poeira, por exemplo, são extremamente importantes, pelas questões de saúde humana e ambiental, uma vez que a interação destes fatores com o uso contínuo de inseticidas, principalmente os neonicotinóides, influenciam diretamente todos os setores da agricultura. Dessa forma, a elaboração de normas e parâmetros que estabeleçam as quantidades de cada ingrediente ativo presente no tratamento de semente é essencial, haja vista que a normativa seguida atualmente baseia-se nas diretrizes elaboradas pela União Européia. Concomitantemente, pesquisas envolvendo plantabilidade e fluidez também se mostraram concisas e importantes nesta etapa, pois se trata de estudos amplamente realizados nas indústrias sementeiras, entretanto com pouca disponibilidade de acesso aos materiais e dados coletados.

Portanto, os testes elaborados nesta pesquisa tiveram o objetivo de contribuir com a normatização de alguns parâmetros envolvendo o tratamento de sementes, além de propor novas metodologias e colocá-las a disposição da ciência. Contudo, mais estudos devem ser conduzidos, a fim de ampliar os níveis de conhecimento e as implicações práticas do tratamento, além de maior integração das empresas que realizam este procedimento com a comunidade, com o propósito de aperfeiçoar os resultados e, assim, estabelecer critérios definidos para o tema.

6 CONCLUSÕES

O método do tratamento industrial de sementes assegurou melhor desempenho nos testes de geração de poeira, abrasão, fluidez e plantabilidade, principalmente através do tratamento que fez uso do pó secante.

O tratamento industrial de sementes compila as melhores condições de aplicação dos produtos fitossanitários, além do uso de adjuvantes e agentes de fluidez, assegurando os menores níveis de resíduos ao ambiente e aos operadores.

O uso do polímero como ferramenta capaz de aumentar a adesão do tratamento à superfície das sementes diminuiu a geração de poeira e abrasão.

A mistura fungicida fludioxonil, metalaxil e tiabendazol acrescida do inseticida thiametoxam, polímero Disco AG 232 e pó secante Fluidus 028 apresentou menor desprendimento da semente, além de propiciar maior fluidez.

O acréscimo da velocidade no teste de plantabilidade reduziu o número de sementes duplas e múltiplas, independente do método de tratamento utilizado.

No teste de plantabilidade os tratamentos com pó secante suportaram o aumento da velocidade até 6 km h^{-1} , sem alterar o número de falhas por metro.

REFERÊNCIAS

ABBASI, T.; ABBASI, S. A. Dust explosions: cases, causes, consequences, and control. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 140, n. 1-2, p. 7-44, fev. 2007.

ABATI, J. et al. Tratamento industrial de sementes com e sem aplicação de pó secante sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Resumo...anais do evento**. VII Congresso Brasileiro de Soja, 2015.

ALONÇO, A. S. et al. Distribuição longitudinal de sementes de algodão e girassol com diferentes velocidades e inclinações em dosadores pneumáticos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 16, n. 2, p. 63-70, 2015.

ANDERSON, C. Avaliação técnica de semeadoras-adubadoras para plantio direto. **Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 66, p. 28-32, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Projeto de normas 04: 015.06-004: Semeadora de precisão – ensaio de laboratório – método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1994. 7 p.

AVELAR, S. A. G.; BAUDET, L.; VILLELA, F. A. The improvement of the seed treatment process. **Seed News**, Pelotas, v. 13, n. 5, p. 8-11, out. 2009.

AVELAR, S. A. G. et al. The use of film coating on the performance of treated corn seed. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 186-192, jun. 2012.

BALARDIN, R. S. et al. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1120-1126, jul. 2011.

BAUDET, L.; PERES, W. Recobrimento de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 8, n. 1, p. 20-23, maio 2004.

BAYS, R. **Recobrimento de sementes de soja com fungicida, micronutrientes e polímero**. 2005. 35 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

BERTELLI, G. A. et al. Desempenho da plantabilidade de semeadoras pneumática na implantação da cultura da soja no cerrado piauiense – Brasil. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v. 9, n. 1, p. 91-103, jan. 2016.

BORTOLOTTO, T. C. **Plantabilidade de milho na resteva de avezem cobertura e pastejado no sistema integração lavoura-pecuária, dessecados em diferentes épocas**. 2014. 46 f. TCC (Graduação) - Curso Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

BRAIN, J. D.; MOSIER, M. **Deposition and clearance of grain dust in the human lungs**. In: DOSMAN, J. A.; COTTON, D. J. (Ed.). Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health. New York, Academic Press, 1980. p. 77-94.

BRANDL, F. et al. **Quality Management in Seed Treatment from Harvesting to Planting**. Syngenta Crop Protection, Switzerland, 2009. 13 p.

BUZZERIO, N. F. Ferramentas para qualidade de sementes no tratamento de sementes profissional. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 56, 2010.

CALONEGO, J. C. et al. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 12, p. 84-90, jun. 2011.

CANOVA, R. et al. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações no mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 15, n. 3, p. 299-306, jul./set. 2007.

CHAVES, R. G. **Sistemas de Manejo do solo e velocidade de semeadura da soja**. Dourados/UFGD-MS, 2015. 46 p.

COPETTI, E. Plantadoras: distribuição de sementes. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n. 18, p. 14-17, 2003.

CORRÊA JÚNIOR, D. et al. Influência da velocidade de trator e semeadora de precisão na implantação e produtividade da cultura do milho verde. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 25-32, jan./fev. 2014.

CORREIA, T. P. S. et al. Deposição e danos mecânicos em sementes de sorgo utilizando um mecanismo dosador de fluxo contínuo em ensaio de bancada. **Energia na agricultura**, Botucatu, v. 29, n. 1, p. 22-26, jan. 2014.

CORTEZ, J. W. et al. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 502-510, ago. 2006.

COSTELLA, M. F.; PILZ, S. E.; BET, A. Método de coleta e análise de amostras de poeira para avaliação de riscos de explosões de pós em suspensão em unidades de recebimento e armazenagem de grãos. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 23, n. 3, p. 503-514, mar. 2016.

DELAFOSSÉ, R. M. **Máquinas sembradoras de grano grueso**. Santiago: Oficina Regional de La FAO para America Latina y el Caribe, 1986. 48 p.

DINGRA, O. D. Importância e perspectivas do tratamento de sementes no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 7, n. 1, p. 133-138, jun. 2005.

ECKHOFF, R. K. Dust explosion prevention and mitigation, status and developments in basic knowledge and in practical application. **International Journal of Chemical Engineering**, Londres, v. 9, n.1, p. 1-12, mar. 2009.

EHSANFAR, S.; MODARRES-SANAVY, S. A. Crop protection by seed coating. **Communications Agricultural and Applied Biological Sciences**, Bethesda, v. 70, n. 3, p. 225-229, ago. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias para produção de sementes de soja. **Catálogo Informativo**. Embrapa Soja, Londrina, 2015, p. 23-24.

ENDRES, V. C. Espaçamento, densidade e época de semeadura. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). **Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso**. Dourados, 1996, p. 82-85. (Circular Técnica, 3).

FERREIRA, D. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, jun. 2011.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. Adoção do tratamento industrial de sementes de soja no Brasil, safra 2014/15. Trabalhos técnicos – **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 25, n.1, p. 26-29, 2015.

HEIFFIG, L. S. et al. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, jun. 2006.

HENNING, A. A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. **Documentos 235**. Londrina, EMBRAPA - CNPSO, 2004. 51 p.

HENNING, A. A. Patologia e Tratamento de Sementes: Noções Gerais. **Documentos 264**. Londrina, EMBRAPA, 2005. 52 p.

HENNING, A. A. et al. Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de “La Niña”. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 12, p.55-61, 2010.

HENTSCHKE, C. Cultura do milho: planejamento do plantio. **Seed News**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 18-20, ago. 2002.

JASPER, R. et al. Velocidade de semeadura da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 102-110, jan./fev. 2011.

KOMATSU, R. A.; GUADAGNIN, D. D.; BORGIO, M. A. Efeito do espaçamento de plantas sobre o comportamento de cultivares de soja de crescimento determinado. **Campo Digital**, Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 50-55, dez. 2010.

KRZYZANOWSKI, F. C. et al. Influência do volume de calda e da combinação de produtos usados no tratamento da semente de soja sobre o seu desempenho fisiológico. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA, 34, 2014, Londrina. **Resumos Expandidos**. Londrina: Embrapa, p. 222-225, 2014.

KUNKUR, V. et al. Effect of seed coating with polymer, fungicide and insecticide on seed quality in cotton during storage. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, Karnataka, v. 20, n. 1, p. 137-139, mar. 2007.

KURACHI, S. A. H. et al. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 48, n. 2, p. 249-262, set. 1989.

KURACHI, S. A. H. et al. **Avaliação tecnológica**: resultados de ensaios de mecanismos dosadores de sementes de semeadoras e/ou adubadoras de precisão. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. 47 p. (Boletim científico, 28).

LACERDA, M. **Saiba como ajustar as máquinas para o plantio**. Disponível em: <www.projetosojabrasil.com.br/saiba-ajustar-maquinas-plantio/>. Acesso em: 17 dez. 2015.

LEVIEN, A.; PESKE, S. T.; BAUDET, L. Filme coating no recobrimento das sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 22-26, mai. 2008.

LINO, M. M. **Desprendimento de poeira no recobrimento de sementes de milho**. Pelotas, 2013. 26 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

LUDWIG, M. P. et al. Eficiência do recobrimento de sementes de soja em equipamento com sistema de aspersão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 4, p. 557-563, set. 2011.

LUDWIG, M. P. et al. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 395-406, jun. 2011.

MACHADO, J. C. et al. Tratamento de sementes no controle de fitopatógenos e pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 84-86, jan. 2006.

MADALOZ, J. C. C. **Qualidade de plantio na safrinha**. Disponível em: <www.pioneersementes.com.br/blog/12/qualidade-de-plantio-na-safrinha>. Acesso em: 26 jan. 2016.

MAHL, D. et al. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob a variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 150-157, jan./abr. 2004.

MANTOVANI, E. C. et al. Desempenho de dois sistemas distribuidores de sementes utilizados em semeadoras de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 93-98, abr. 1999.

MAUDE, R. B. **Seedborne diseases and their control: principles and practice**. Cambridge: University Press, 1996. 280p.

MEDEIROS, E. M. et al. Modificações na condição física das sementes de cenoura em equipamento de recobrimento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 70-75, set. 2004.

MENTEN, J. O. M. Tratamento de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, Gramado. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, p. 3-23, 1996.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.

NAKAMURA, H.; ABE, E.; YAMADA, N. Coating mass distribution of seed particles in tumbling fluidized bed coater. **Powder Technology**, Japan, v. 2, n. 6, p. 140-146, jun. 1998.

NI, B. R.; BIDDLE, A. J. Alleviation of seed imbibitional chilling injury using polymer film coating: seed treatment challenges and opportunities: proceedings of an international symposium. **British Crop Protection Council**, Brunswick, v. 13, n. 2, p. 73-80, mar. 2001.

NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil, **Seed News**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 13, fev. 2016.

NUYTTENS, D. et al. Pesticide-laden dust emission and drift from treated seeds during seed drilling: a review. **Pest Management Science**, Medford, v. 69, n. 5, p. 564-575, jun. 2013.

PARISI, J. J. D.; MEDINA, P. F. Tratamento de Sementes. **Boletim IAC**, Campinas, 2013. 7 p.

PEPYS, J. Immunological perspectives. In: DOSMAN, J. A.; COTTON, D. J. (Ed.). **Occupational Pulmonary Disease; Focus on Grain Dust and Health**. New York, Academic Press, 1980. 37-50 p.

PEREIRA, C. E. et al. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 656-665, abr. 2007.

PESKE, S. Cresce a percepção do valor da semente, **Seed News**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 8-9, fev. 2007.

PHARMA TEST. **Dual Drum, Fixed or Variable Speed Friabilitor**. Disponível em: <<http://www.pharma-test.de/ptf20e-and-ptf20er/>> Acesso em: 03 mai. 2017.

PINTO, J. F. **Falhas no estande de plantas**. Disponível em: < www.cultivares.com.br/noticias/index.php?c=4456> Acesso em: 27 jan. 2016.

PINTO, R. J. C. et al. Poeira de soja inalada e alergia respiratória no Brasil. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 198-203, mar. 2007.

PLATZEN, H. et al. Training **Manual for Chemical Seed Treatment**. BASF, Denmark, 2010. 65 p.

PLATZEN, H. Ferramentas modernas para o tratamento de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 16, n. 1, p. 10-11, jan. 2012.

REICHENBACH, J.; WEBER, L.; FERREIRA, J. B. Novas estratégias para proteção de sementes. In: CANAL, C.A.B. (Ed.). **Encontro técnico: novas tecnologias em sementes**. Cascavel: Coodetec/Bayer, 2003. 45-60 p.

RIBEIRO, L. Pó secante é aliado no tratamento de sementes. **Revista Campo & Negócio**, dez. 2014.

ROBANI, H. Film-coating of horticultural seed. **HortTechnology**, Alexandria, v. 4, n. 2, p. 104-105, abr. 1994.

RODRIGUES, C. **Plantabilidade de sementes de soja classificadas por largura**. 2012. 73 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

SANTOS, S. R. et al. Variáveis dimensionais de sementes de soja que influenciam o processo de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 177-181, jul. 2003.

SANTOS, A. J. M. et al. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 16-23, mar. 2011.

SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Falhas e duplos na produtividade. **Seed News**, Pelotas, v. 9, n. 6, nov./dez. 2012.

SILVA, J. F. et al. Desenvolvimento de uma mini betoneira a partir de tubos de policloreto de vinila para tratamento de sementes. **Revista Verde**, Pombal, v. 8, n. 3, p. 1-4, jun. 2013.

SILVA, M. C.; GAMERO, C. A. Qualidade da operação de semeadura de uma semeadora-adubadora de plantio direto em função do tipo de martetele e velocidade de deslocamento. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, n. 1, p. 85-102, set. 2010.

SMITH, S. Colorants and polymers: there is a difference. **Seed World**, Chicago, v. 135, n. 13, p. 26-27, dez. 1997.

STEVENS, S. M.; JENKINS, P. T. Pesticide impacts on bumblebee decline: a missing piece. **Conversation Letters**, Medford, v. 6, n. 4, p. 213-214, ago.2013.

THITBOEHL FILHO, C. N. **As doenças respiratórias ocupacionais causadas pela poeira na armazenagem de grãos vegetais**. 2004. 147 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós graduação em Medicina Interna - Pneumologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

TOURINO, M. C. C. **Influência na velocidade tangencial dos discos de distribuição e dos condutores de sementes de soja, na precisão de semeadoras**. 1993. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

WALTERS, K. Data, data everywhere but we don't know what to think? Neonicotinoid insecticides and pollinators. **Outlooks on Pest Management**, Burnham, v. 24, n. 6, p.151-155, set. 2013.

ZORATO, M.; HENNING, A. Influência de tratamentos fungicidas antecipados, aplicados em diferentes épocas de armazenamento, sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 236-244, fev. 2001.