

Gestão dos processos para produção de sementes: Do campo a pós-colheita

Volume 1: produção de sementes

Cristina Rossetti

Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Tiago Zanatta Aumonde

Tiago Pedó

Organizadores



Pantanal Editora

2023

Cristina Rossetti
Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Tiago Zanatta Aumonde
Tiago Pedó
Organizadores

**Gestão dos processos para produção de
sementes: Do campo a pós-colheita**
Volume 1: produção de sementes



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu
Prof. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Prof. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Prof. Dra. Patrícia Maurer
Prof. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Prof. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

G393

Gestão dos processos para produção de sementes: do campo a pós-colheita - Volume 1: produção de sementes / Organizadores Cristina Rossetti, Lilian Vanussa Madruga de Tunes, Tiago Zanatta Aumonde, et al. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023.
145p. ; il.

Outro organizador: Tiago Pedó

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-13-6

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756136>

1. Sementes. I. Rossetti, Cristina (Organizadora). II. Tunes, Lilian Vanussa Madruga de (Organizadora). III. Pedó, Tiago (Organizador). IV. Título.

CDD 631.521

Índice para catálogo sistemático

I. Sementes



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

A atividade agrícola no Brasil tem gerado muita receita ao país, e nos últimos anos o agronegócio brasileiro passou por grandes modificações, tornando o Brasil um dos líderes globais no setor agrícola. A semente é o insumo com maior valor agregado, pois contém a constituição genética da variedade. O potencial máximo de produtividade agrícola é determinado pelo potencial genético. A semente comercial é produzida dentro de padrões rigorosos de qualidade que garantem ao produtor o melhor desempenho no campo, maximizando os benefícios de outros insumos, como fertilizantes e defensivos.

Com suas novas e importantes tecnologias, a agricultura permite que a produção de alimentos cresça a cada dia, principalmente em produtividade por área e sem a necessidade de abertura de novas áreas. Contudo, o produtor rural deve buscar meios para diminuir o custo da produção, evitar desperdícios, melhorar o planejamento, controle das atividades e utilização de insumos de alta tecnologia e qualidade. A evolução dos diversos atributos de qualidade de sementes no Brasil, principalmente nos últimos 35 anos, é fruto da utilização pelo setor produtivo das técnicas de produção e análise de sementes, desenvolvidas pela pesquisa pública e privada. Isso tudo associado a legislação brasileira que contempla diversos aspectos específicos sobre a produção, análise e comercialização de sementes com alta qualidade.

É fato que o completo controle dos processos, desde a produção até a comercialização, permite às empresas gerenciar melhor sua base operacional e atingir objetivos tais como os de fornecer sementes, com valor competitivo, mantendo boas posições de mercado, rentabilidade para empresa e acionistas. Para que todos estes objetivos sejam alcançados a qualidade passou a ser a palavra de ordem dos empresários do setor. Dessa forma, neste e-book organizamos alguns pontos que irão falar sobre a prospecção da gestão dos processos para a produção de sementes, mostrando o quão importantes são os avanços na ciência, tecnologia e comercialização de sementes e como estes possibilitam o fornecimento aos agricultores de sementes de alta qualidade, levando nosso país a se tornar um dos grandes produtores de alimentos.

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1.....	6
Aspectos gerais da produção de sementes de milho.....	6
Capítulo 2.....	25
Produção de sementes de soja em resposta ao ambiente de multiplicação	25
Capítulo 3.....	43
Qualidade de sementes de milho de variedades de polinização aberta após as etapas do beneficiamento	43
Capítulo 4.....	61
Enriquecimento de sementes de soja: Componentes de produtividade e qualidade	61
Capítulo 5.....	75
Tratamento Industrial de Sementes de Soja.....	75
Capítulo 6.....	93
Treinamento para avaliação da polinização e receptividade do estigma na produção de semente de milho	93
Capítulo 7.....	108
Tratamento de sementes de soja e sua influência na qualidade fisiológica.....	108
Capítulo 8.....	122
Cultivo e Produção de Sementes de Arroz no estado de Mato Grosso:Histórico e atualidades .	122
Índice Remissivo	143
Sobre os organizadores.....	144

Tratamento Industrial de Sementes de Soja

 10.46420/9786585756136cap5

Alberto Chioqueta Alves¹ 
Benhur Schwartz Barbosa² 
Jéssica Mengue Rolim³ 
Tiago Pedó⁴ 
Tiago Zanatta Aumonde⁵ 

INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura amplamente utilizada para a elaboração de rações animais, produção de óleo e outros subprodutos, além do seu consumo in natura que tem se expandido atualmente. Nesse contexto, a soja é a cultura de maior destaque na agricultura brasileira, ocupando mais de 50% da área total, correspondendo em torno de 35,87 milhões de hectares semeadas com produção de 115,07 milhões de toneladas (CONAB, 2019) o que leva o Brasil a ser o segundo maior produtor e exportador do grão.

O sucesso da construção de plantas com alto potencial produtivo faz com que seja necessário aprimorar as técnicas de produção, a fim de buscar alternativas para que se atinja o máximo de produção com o mínimo de impacto ambiental possível. Desta forma, o uso de sementes de alta qualidade, aliada ao emprego de produtos que auxiliem o desempenho destas no campo, é quesito fundamental para se obter o estande inicial adequado de plantas. Segundo Peske e Platzen (2019) as sementes necessitam apresentar alta qualidade e desempenho, sendo que o primeiro é obtido no campo e se refere à capacidade de originar uma nova planta, enquanto que o segundo é obtido pelo tratamento de sementes, referindo à capacidade de superar condições adversas por ocasião da semeadura.

A maioria das doenças de importância econômica que acometem a soja são causadas por fungos, os quais podem ser transmitidos por sementes ou estarem presentes no solo. Além dos fungos, nematoides também afetam a cultura através de infecções nas raízes, causando falhas no estande, baixo desenvolvimento e morte de plântulas, influenciando o potencial produtivo da cultura (Dias et al.,

¹ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁵ Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitotecnia, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor(a) correspondente: cristinarosseti@yahoo.com.br (54) 999678406

2010; Araujo et al., 2012). O número de insetos-pragas que atacam sementes e plântulas nos estádios iniciais de diversas culturas também tem causado perdas significativas no estande das culturas (Conceição, 2013).

Frente ao exposto, a utilização de ferramentas que auxiliem na proteção das sementes contra possíveis ataques de pragas e patógenos durante a fase inicial de crescimento e desenvolvimento se faz necessária. Baudet e Peske (2006) citam o tratamento de sementes como uma realidade para melhorar o desempenho de sementes, sendo seu principal objetivo a proteção das sementes, aumentando sua performance no campo, quer no estabelecimento inicial ou durante seu ciclo vegetativo. Além de permitir garantia adicional ao estabelecimento da cultura devido a proteção às sementes, o tratamento de sementes representa menos de 0,6% do custo de instalação da lavoura (Henning et al., 2010).

O tratamento de sementes é uma prática econômica e tecnicamenterecomendada, desde que utilizados produtos e/ou misturas de produtos adequadas, distribuídas uniformemente sobre a superfície das sementes (Avelar et al., 2011). Além disso, em vista do número elevado de compostos e produtos que podem ser combinados e aplicados sobre as sementes, a determinação do volume ideal, que não prejudique a qualidade fisiológica das sementes, é extremamente importante. Outro fator que também deve ser levado em consideração é a escolha adequada do tipo de revestimento (peliculização, incrustamento e peletização), a qual certamente contribuirá para a geração de economia nas atividades produtivas, economia de insumos, obtenção de maiores produtividades e de produtos com melhor qualidade e classificação comercial.

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 rústico de tratamento de sementes muito utilizado pelos agricultores, mas com tendência de diminuição em função da modernização das técnicas de tratamento e da preocupação com a segurança do trabalho (Nunes, 2016). Com a evolução da tecnologia e a necessidade do tratamento de grandes quantidades de sementes, surgiu o tratamento de sementes industrial (TSI) que é um método que utiliza equipamentos especiais e altamente sofisticados, os quais combinam à aplicação de uma ampla gama de produtos com alta precisão de dosagem.

Frente ao exposto, o objetivo do trabalho foi elaborar uma revisão bibliográfica acerca da cultura da soja e da importância da utilização do tratamento de sementes, principalmente relacionado ao tratamento industrial, elucidando as principais características que garantem a sua crescente utilização na cultura da soja.

História da Soja no Mundo e no Brasil

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), originária da Costa Leste da Ásia, provavelmente, teve sua domesticação entre 1.700 e 1.000 a.C., na China, tendo como mais provável ancestral a espécie *Glycine soja*. As primeiras citações do grão aparecem no período entre 2.883 e 2.838 a.C., quando a soja era

considerada um grão sagrado, ao lado de outras culturas importantes como arroz, trigo, cevada e milho. Para alguns autores, as referências à soja são ainda mais antigas, remetendo ao "Livro de Odes", publicado em chinês arcaico (Hymowitz, 2004; Chung & Singh, 2008). Até aproximadamente 1894 a produção de soja estava restrita à China (Wysmierski, 2010).

Em 1712 foi introduzido na Europa, trazida do Japão pelo cientista alemão Englebert Kaempher, mas apenas como curiosidade botânica, sem apresentar importância comercial (Hymowitz, 2004). A partir do século XVII foi implantada em diferentes países do Ocidente (Bonetti, 1981), porém, somente na segunda década do século XX, o teor de óleo e proteína do grão começou a gerar interesse pelas indústrias mundiais.

A soja foi introduzida nos Estados Unidos da América (EUA) em 1765 e reintroduzida várias vezes desde então. A soja destinada para produção de grãos foi aumentando gradativamente de importância e somente em 1941 que a área destinada a produção de grãos superou a de forragem (Miyasaka & Medina, 1981; Chung & Singh, 2008).

A cultura chegou no Brasil por volta de 1882, quando foi trazida dos Estados Unidos para o Estado da Bahia por Gustavo D'Utra. No Rio Grande do Sul a soja foi trazida por volta do ano de 1900, onde era utilizada principalmente como planta forrageira, até que em meados de 1950, devido aos incentivos fiscais à produção de trigo, a soja começou a ser utilizada como alternativa para suceder a cultura do trigo, que era cultivado no inverno, estabelecendo-se na década de 1960, como cultura de valor econômico para o país. Embora hoje sejam conhecidos vários usos para a soja, até então era vista como cultura forrageira, utilizada principalmente na produção de feno e grãos para alimentação animal além de restringir-se a regiões de clima temperado e subtropical com latitudes superiores a 30° (EMBRAPA Soja, 2005).

Na década de 1970, a soja começou a se expandir, para diversos estados brasileiros, quando a indústria de óleo começou a ser ampliada (Malavolta, 2006) e também pelo desenvolvimento de cultivares mais adaptadas as regiões, através da incorporação de genes que atrasam o florescimento sob fotoperíodo indutor, ou seja, cultivares com período juvenil longo (Campelo et al., 1999). A soja possui grande adaptabilidade e é cultivada nas condições mais variadas de clima e solo (Juliatti et al., 2004).

A cultura tem evoluído constantemente sendo uma das grandes responsáveis pelo crescimento do agronegócio no Brasil, além da modernização e mecanização das lavouras, tem gerado expansão de fronteiras agrícolas, e interiorização do desenvolvimento.

Importância da Soja para o Brasil

A soja apresenta grande importância em função das suas múltiplas utilidades (Sedyama et al., 2015), sendo a principal oleaginosa produzida no mundo, embora pouco usada diretamente na alimentação humana. No entanto, com a descoberta dos benefícios dos grãos de soja, como alta qualidade proteica e isoflavonas, o consumo como alimento tem aumentado (Carrão-Panizzi & Silva,

2011). A oleaginosa pode apresentar de 20 a 35% de carboidratos, 30 a 45% de proteína, 15 a 25% de lipídeos e os 5% restantes composto de cinzas (Delarmelino, 2012).

A maior importância da soja está atrelada aos grãos, que ao serem processados geram dois subprodutos, muito utilizados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal), indústria química e de alimentos, além do crescimento como fonte alternativa de combustível, como o biodiesel (Lemos et al., 2017). Segundo Hirakuri e Lazzarotto (2014), durante o processamento do grão obtém-se 80% de farelo e 20% de óleo. Além disso, como fonte alternativa de combustível é capaz de reduzir em 78% a emissão dos gases causadores do efeito estufa na atmosfera (Pias, 2014).

A cultura da soja é uma das principais culturas que impulsionam o crescimento do mercado brasileiro, em relação a produção nacional da oleaginosa, na safra 2018/19 evidenciou-se uma produção de 115,07 milhões de toneladas, constituindo-se a segunda maior safra da série histórica, em uma área de 35,87 milhões de hectares (CONAB, 2019), o que leva o Brasil a ser o segundo maior produtor e exportador do grão. Este aumento de produção se deve principalmente pela utilização de novas tecnologias, devido ao melhoramento genético das cultivares que proporcionam características diferenciadas como: resistência a pragas e herbicidas, maior produtividade, adaptação a diferentes ambientes, e outros (Carrão-Panizzi et al., 2012). Também, a mecanização e o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de solos, ao manejo de adubação e calagem, manejo de pragas e doenças, além da identificação e solução para os principais fatores responsáveis por perdas no processo de colheita, são fatores promotores desse avanço (Freitas, 2011).

Dessa forma, a cultura tem se consolidado e apresenta expressiva importância econômica, em função do seu cultivo se estender por todas as regiões do país, influenciando de forma direta e indireta no desenvolvimento socioeconômico destes locais (Rocha et al., 2018). Portanto, para que a cultura continue progredindo e expressando seu potencial, o emprego de medidas de controle que minimizem as perdas é fundamental, ganhando assim destaque o tratamento de sementes.

Importância do Tratamento de Sementes

O sucesso produtivo da lavoura está condicionado a implementação de boas práticas de manejo. Dentre essas, que favorecem a máxima expressão do potencial da cultura, encontram-se o controle de insetos-pragas e doenças, cultivares adaptadas para cada região, semeadura em época recomendada, o uso de sementes de alta qualidade fisiológica e o tratamento de sementes (Câmara, 2015). Um dos aspectos que limitam o desempenho da maioria das culturas destinadas à produção de alimentos é a ocorrência de pragas e doenças (Barros et al., 2011), as quais podem ter a semente como veículo para sua disseminação.

A maioria das doenças de importância econômica que acometem a soja são causadas por fungos, os quais podem ser transmitidos por sementes ou estarem presentes no solo. Estes patógenos, associados ou não a pragas de solo, prejudicam a germinação e o estabelecimento de plântulas, reduzindo assim o

estande e conseqüentemente a produtividade da cultura (Lucca Filho, 2003; Mertz et al., 2009). Além dos fungos, nematoides também afetam a cultura da soja através de infecções nas raízes, causando falhas no estande, baixo desenvolvimento e morte de plântulas, influenciando o potencial produtivo da cultura (Dias et al., 2010; Araujo et al., 2012). O número de insetos-pragas que atacam sementes e plântulas nos estádios iniciais de diversas culturas também tem causado perdas significativas no estande das culturas (Conceição, 2013), justificando o uso do tratamento de sementes com inseticidas para o estabelecimento adequado do estande de plantas (Baudet & Peske, 2007).

Durante todo o ciclo, a cultura da soja está sujeita ao ataque de diferentes patógenos, causando falhas na lavoura e reduzindo o potencial de produtividade, uma vez que infectam as sementes e plântulas após a semeadura, fase que a planta está em formação e mais suscetível a danos e morte (Baudet & Peske, 2007). Em função das condições favoráveis de clima no Brasil, a disseminação de doenças em solos é uma situação preocupante (Dhingra, 1985), uma vez que fungos, bactérias, vírus e nematoides são responsáveis por perdas de 15 a 20% na lavoura e em condições mais severas chega a atingir perdas próximas a 100% (Ferreira, 2016). As doenças fúngicas variam sua intensidade de dano de acordo com as características intrínsecas de cada região produtora (Hartmann Filho et al., 2014).

Assim, a utilização de ferramentas que auxiliem na proteção das sementes contra possíveis ataques de patógenos durante a fase inicial de crescimento e desenvolvimento se faz necessário. O tratamento de sementes é uma das medidas mais antiga, barata e, às vezes, a mais segura, resultando nos melhores controles de doenças de plantas disseminadas pelas sementes (Parisi & Medina, 2012). É uma técnica que utiliza o emprego de agentes físicos, químicos ou biológicos, baseado nos princípios de desinfestação, desinfecção e a proteção contra organismos fitopatogênicos (Peske et al., 2012). Baudet e Peske (2006) citam o tratamento de sementes como uma realidade para melhorar o desempenho de sementes, sendo seu principal objetivo a proteção das sementes, aumentando o seu desempenho no campo, quer no estabelecimento inicial ou durante seu ciclo vegetativo.

Essa ferramenta previne a entrada de pragas em áreas de cultivo e tem grande importância no desenvolvimento de plantas vigorosas e saudáveis, protegendo a semente desde o contato inicial com o solo até o início do crescimento das plantas.

Além disso, o tratamento de sementes realizado antecipado, pode ser uma alternativa para evitar a ação de patógenos durante o armazenamento, minimizando o processo de deterioração das sementes (Zorato & Henning, 2001). A utilização de fungicidas e inseticidas, no período de armazenamento, promove o controle eficiente dos microrganismos associados às sementes (Bail, 2013).

De acordo com Menten e Moraes (2010), o tratamento de sementes, no sentido amplo, é a aplicação de processos e substâncias que preservem ou aperfeiçoem o desempenho das sementes permitindo que as culturas expressem todo seu potencial genético. Já no sentido mais restrito, refere-se à aplicação de produtos químicos eficientes contra fitopatógenos. Em relação a atual legislação brasileira, é denominado de “tratamento de sementes” o processo de revestimento que emprega a aplicação de

agroquímicos, corantes e outros aditivos, sem que ocorra aumento significativo do tamanho e peso, ou alteração de formato das sementes (BRASIL, 2005).

O tratamento de sementes é uma técnica que visa assegurar a qualidade sanitária das sementes, através da aplicação de produtos químicos eficientes para controlar fitopatógenos, além de atuar contra o ataque inicial de pragas específicas do solo, protegendo as plântulas durante a fase inicial de desenvolvimento e crescimento (Abati et al., 2013). Ademais, o tratamento de sementes permite maior uniformidade da distribuição e racionalização no uso das reservas naturais não renováveis, devido às pequenas quantidades utilizadas dos produtos (Santos, 1981; Parducci et al., 1989), o que contribui para a redução dos custos e produtos químicos lançados ao meio ambiente (Albuquerque et al., 2009).

É uma ferramenta considerada de fácil execução, baixo custo e com pequeno impacto ambiental, em função da pequena quantidade de produto adicionado diretamente na superfície da semente (EMBRAPA, 2015), além de ser de baixo risco ao homem e ao ambiente, se comparado aos sistemas convencionais de tratamento de pragas e doenças por via aérea ou no sulco de semeadura (Figura 1).

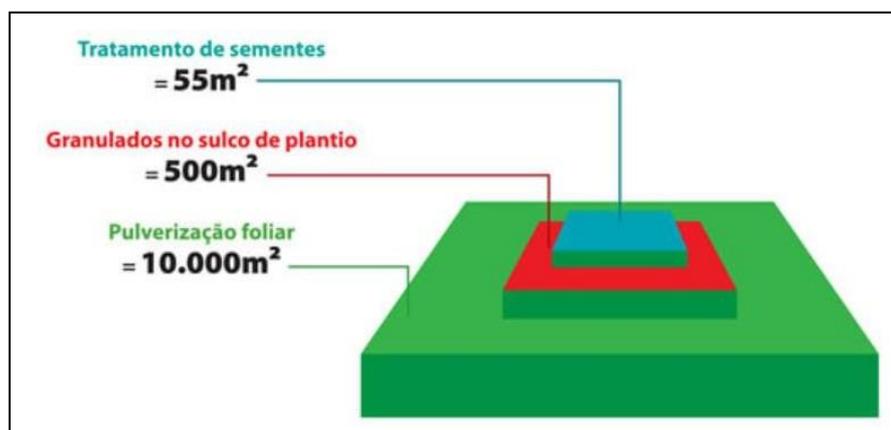


Figura 1. Área de abrangência de acordo com o tipo de tratamento utilizado.

O tratamento de sementes desempenha duas funções, um deles como tratamento sanitário, com a finalidade de controlar pragas e doenças em geral; e, como tratamento funcional, com o objetivo de maximizar o papel das sementes como agente veiculador de outros insumos ou processos benéficos à produção da espécie (Machado & Souza, 2009). Assim, o tratamento de sementes possibilita a utilização conjunta de fungicidas, inseticidas, nematicidas, micronutrientes, estimulantes, inoculantes (Figura 2) ou a submissão a tratamento térmico ou outros processos físicos, permitindo aplicação precisa, o que resulta numa adequada proteção às sementes contra microrganismos, insetos e nematoides (Oliveira et al., 2013).

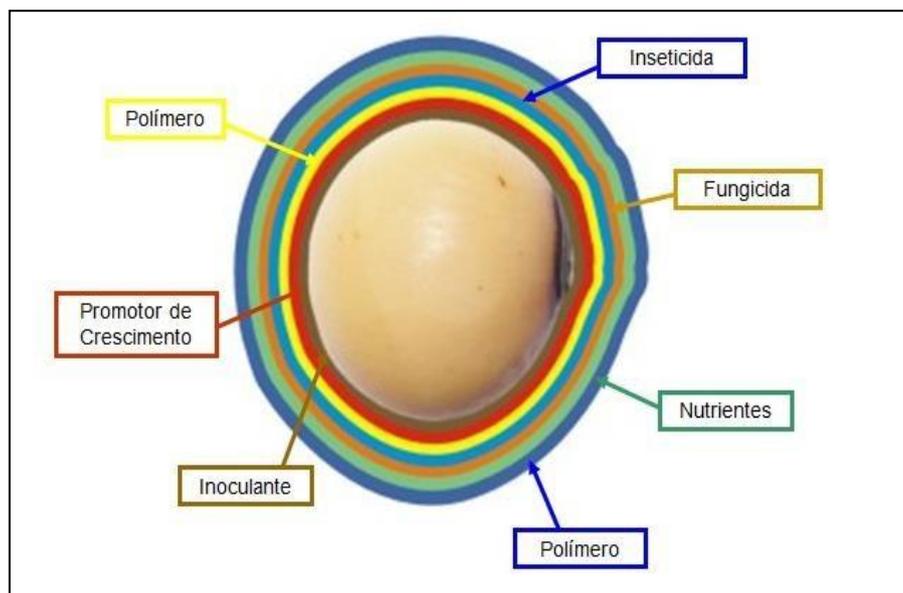


Figura 2. Produtos utilizados no tratamento de sementes.

A eficiência do tratamento de sementes visando o controle de patógenos (doenças) depende do tipo e localização do patógeno, do vigor da semente e da disponibilidade de substâncias e processos adequados (Menten & Moraes, 2010; Queiroga et al., 2012). Portanto, o conhecimento técnico sobre o tratamento de sementes leva a correta tomada de decisão, sendo que cada situação requer a adoção do método mais adequado, seja ele físico, químico ou biológico. O entendimento sobre a presença de patógenos no solo, seu ciclo de vida, meios de disseminação, são pontos importantes a serem considerados antes de optar pelo melhor método. Também, para que seja eficiente é necessário a utilização adequada produtos (princípio ativo e dosagem), bem como a adoção de técnica adequada (método de tratamento) (Peske et al., 2012).

Vale ressaltar que além da proteção que o produto oferece as sementes, estudos indicam que o tratamento de sementes pode apresentar certo efeito fitotônico, resultando em melhoria na velocidade de germinação e de emergência das plântulas (Almeida et al., 2014). Ou seja, conferem certos tipos de efeitos fisiológicos, auxiliando tanto no crescimento inicial quanto no desenvolvimento das plantas (Oliveira et al., 2013), através de modificações no metabolismo e na morfologia vegetal (Castro et al., 2007).

O tratamento de sementes apresenta importância de dimensão global, com negócio de cerca de 5,33 bilhões de dólares anuais, distribuídos com 38% na América do Norte, 24,6% na América do Sul, 26,4% na Europa e 11% na região Ásia-Pacífico (Nunes, 2016). Neste contexto, a soja é responsável por uma grande fatia de mercado pelo uso do tratamento de sementes. No Brasil, estima-se que mais de 95% da área semeada faz uso de sementes de soja tratadas quimicamente (Henning et al., 2010), seja por tratamento industrial (TSI) ou em propriedade agrícola (*on farm*). Além de permitir garantia adicional ao estabelecimento da cultura devido a proteção às sementes, o tratamento de sementes representa menos de 0,6% do custo de instalação da lavoura (Henning et al., 2010).

As vantagens dessa tecnologia como retorno econômico, redução dos riscos de contaminação ambiental e sanidade no manejo de pragas e doenças asseguraram importância de sua utilização para as culturas. Apesar de ser uma prática ambientalmente mais segura, a utilização contínua de inseticidas e fungicidas podem causar resistência aos organismos e contaminação do solo, de organismos não alvos, e do lençol freático (Fritz et al., 2008; Copatti et al., 2009; Sharma et al., 2015).

Métodos de tratamento de sementes

Na literatura são encontrados diversos trabalhos que demonstram as vantagens que o tratamento de sementes proporciona, seja a curto e/ou longo prazo, como custo baixo de aplicação, garantia de estande inicial de plântulas, sistema de produção equilibrado, menor contaminação ao meio ambiente, entre outros (Rosa, 2015).

O método químico é considerado o mais utilizado, porém existem outros métodos de tratamento de sementes que podem ser aplicados como o método físico, bioquímico, biológico ou a combinação entre eles. Além destes, outros tipos de tratamentos são realizados como os processos de peliculização, peletização, inoculação e condicionamento osmótico (Schoeninger & Bischoff, 2014).

No entanto, nessa presente revisão será abordado apenas o método químico e os principais produtos utilizados.

Tratamento químico

O tratamento químico de sementes refere-se à aplicação de produtos fitossanitários às sementes. O seu princípio baseia-se na existência de produtos eficazes contra os alvos que se deseja atingir, sendo os principais produtos aplicados às sementes são os fungicidas e inseticidas (Menten et al., 2005). O tratamento de sementes com produtos químicos é uma tecnologia recomendada pela pesquisa, comprovadamente eficiente no controle de patógenos e pragas. No entanto, para o tratamento químico deve-se selecionar produtos capazes de erradicar os patógenos presentes nas sementes; não ser tóxico às plantas, ao homem e ao ambiente; apresentar alta estabilidade, aderência e cobertura; não ser corrosivo; ser de baixo custo e fácil aquisição; e, ser compatível com outros produtos (Lucca Filho, 2006; Avelar et al., 2011).

Ademais, é uma operação menos sujeita a ação de fatores climáticos, contudo, a eficácia do tratamento químico depende da ação isolada ou integrada de fatores como tipo de semente, condição física e fisiológica do lote a ser tratado, tipo e variabilidade do patógeno alvo, posição e nível de infecção/contaminação da semente, formulação, ingrediente ativo e dosagem do produto, características do solo, profundidade de semeadura, entre outros (Machado & Souza, 2009). Para garantir a eficiência do tratamento, o uso de agroquímicos deve ser realizado concomitante com outras práticas culturais e ser realizado em sementes com elevado potencial fisiológico.

A tomada de decisão pelo produto a ser utilizado no tratamento de sementes deve levar em consideração a segurança ambiental e toxicológica do mesmo, associada a garantir uma proteção eficaz contra um amplo espectro de pragas e a um custo benefício interessante ao produtor (Juliatti, 2010). Os produtos para tratamento de sementes em geral são comercializados sob diferentes formas e com ingredientes ativos variáveis (Tabela 1). Entre as formulações comerciais, como pó seco (PS), pó molhável (PM), suspensão concentrada (SC) e emulsão (E), dentre estes, o uso do pó molhável tem sido o mais comum (Machado & Souza, 2009).

Tabela 1. Principais fungicidas e inseticidas utilizados no tratamento de sementes desoja.

Produto	Ingrediente ativo	Classe	Dose ¹	Volume de calda ²
Cruiser	Tiametoxan	Inseticida	200	300
Amulet	Fipronil	Inseticida	100	600
Avicta completo	Abamectina+Tiametoxan +fludioxonil	Inseticida/fungicida/ acaricida	125	500
Standak Top	Fipronil+tiofanato metílico+ piraclostrobina	Inseticida/fungicida	200	500
CropStar	Imadacloprido+tiodicarbe	Inseticida	250	500
Cruiser Advanced	Metalaxyl-M+tiabendazol+fludioxonil +tiametoxan	Fungicida/inseticida	200	500
Derosal Plus	Carbendazim+tiram	Fungicida	200	400
Maxim XL	Metalaxyl-M+fludioxonil	Fungicida	100	500
Dermacor	Clorantraniliprole	Inseticida	100	600
Fortenza	Cyantraniliprole	Inseticida	80	600

¹Dose- mL 100kg de sementes⁻¹; ²Volume de calda- mL 100 kg de sementes⁻¹; MTS- momentotratamento de sementes.

Fungicidas

O tratamento químico de sementes, visando o controle de doenças transmitidas por sementes, é uma prática antiga. No Brasil, especificamente para sementes de soja, a primeira recomendação oficial do tratamento com fungicidas foi feita pela Embrapa Soja, em 1981 (Henning et al., 1981). Muitos patógenos presentes no solo ou transmitidos via semente reduzem o estande de plantas de soja (Costamilan et al., 2010). Dessa forma, o tratamento de sementes com fungicidas é uma alternativa barata e viável para a redução do dano causado por patógenos de semente. No Brasil, 80% das sementes de soja passam por tratamento à base de fungicidas, isto porque fungos apresentam altos índices de infestações nas sementes dessa cultura (Schoeninger & Bischoff, 2014).

O tratamento de sementes com fungicidas tem por objetivos principais erradicar ou reduzir, aos mais baixos níveis possíveis, os fungos presentes nas sementes; proporcionar a proteção das sementes e plântulas contra fungos do solo e, eventualmente, da parte aérea, na fase inicial do seu desenvolvimento,

promover condições de uniformidade na germinação e emergência; evitar o desenvolvimento de epidemias no campo; e proporcionar maior sustentabilidade à cultura pela redução de riscos na fase de implantação da lavoura e promover o estabelecimento inicial da lavoura com uma população ideal de plantas (Goulart, 2010).

Existe um grande número de produtos no mercado, aptos a serem usados no tratamento de sementes, os quais pertencem a vários grupos químicos como o das carboximidas, estrobirulinas e triazóis (Juliatti, 2010). Além disso, é preciso considerar que existem mecanismos de ação diferentes, fungicidas sistêmicos e fungicidas protetores/contato (Goulart, 2005).

Fungicidas sistêmicos quando aplicados em sementes não são absorvidos nem translocados na semente, eles permanecem em sua superfície até que ocorra germinação para adentrar na planta via radícula, assim protegendo-a dos ataques de fungos durante a germinação e pré-emergência (Schoeninger; & Bischoff, 2014). Estes fungicidas possuem ação mais rápida e têm efeito protetor prolongado, pois, após serem perdidos para o solo por lixiviação, são absorvidos pelas raízes, e translocados acropetalmente na planta, chegando à parte aérea e prolongando sua atuação nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta (Goulart, 2005).

Já os fungicidas de contato, visam atingir o fungo em sua fase de repouso e têm baixo efeito residual, sendo destinado a combater os patógenos restritos à superfície das sementes, protegendo-as assim dos fungos presentes no solo (Picinini & Goulart, 2002). Ao entrar em contato com qualquer tipo de inóculo de fungos (esporos, esporos dormentes ou micélio) são absorvidos e apresentam ação letal sobre os fungos, devido à sua penetração na parede celular do patógeno (Zambolim, 2008).

O sucesso do controle químico está vinculado à quantidade de inóculo de um patógeno e à sua posição em relação à semente. Em geral, o controle tende a ser mais eficiente quando o inóculo está localizado superficialmente nas sementes. Contudo, a quantidade de inóculo associado às sementes é mais determinante na eficácia do tratamento (Machado & Souza, 2009).

Vale destacar que a ação combinada de fungicidas sistêmicos com protetores tem sido utilizada como estratégia das mais eficazes no controle de fungos presentes nas sementes e/ou no solo (Parisi & Medina, 2012). Vários trabalhos de pesquisas têm mostrado eficácia de fungicidas no tratamento de sementes na sanidade das plantas de soja, Conceição et al. (2014) verificaram efeito positivo em plantas de soja tratadas com Carbendazin + Thiram. Giebelmeier et al. (2013), evidenciaram controle de fitopatógenos em sementes de soja tratadas com Carboxim + Thiram. Também, Sebald et al. (2018) verificaram que o tratamento com fungicida à base de Metalaxyl-M + Fludioxonil proporcionou maior proteção das sementes de soja. Tavares et al. (2014) estudando o efeito de fungicidas e inseticidas no tratamento de sementes de soja observaram que os fungicidas carbendazin + thiram, fipronil, fludioxonil + metalaxil não prejudicaram o desenvolvimento inicial das plantas de soja.

Inseticidas

A utilização de inseticidas no tratamento de sementes tem por objetivo proteger as sementes durante o processo de armazenamento e das plântulas contra o ataque inicial de pragas específicas no solo, garantindo o estande e o estabelecimento inicial. Assim, na tentativa de prevenir futuras perdas provocadas por diversas pragas que afetam as raízes e a parte aérea, utilizam-se como alternativa o uso de diversos inseticidas para o tratamento das sementes.

Os grupos químicos de inseticidas mais utilizados no Brasil, são os neonicotinóides, o metilcarbamato de oxina (tiadicarbe), pirazol (fipronil) e avermectina (abamectina). Esses inseticidas são encontrados no mercado, de forma isolada ou associada a outros produtos, que podem ou não ter ação sobre percevejos (Chiesa et al., 2016).

Esta prática pode promover a redução do número de aplicações de inseticida após emergência da cultura (Martins et al., 2009), uma vez que utiliza baixa dose por hectare e é seletivo ecologicamente à maioria dos inimigos naturais e insetos benéficos (Santos et al., 2006). O controle dos insetos-pragas via tratamento de sementes tem se mostrado mais eficiente que a pulverização aérea (Platzen & Peske, 2013). Os inseticidas atuam no sistema nervoso dos insetos, assim os neonicotinóides imitam a ação dos receptores de acetilcolina no neurônio pós-sináptico, abrem canais de sódio, cujo estímulo contínuo ocasiona colapso do sistema nervoso, e morte sequencial (Omoto, 2008).

O tratamento com inseticidas tem sido recomendado para o controle de pragas de difícil controle, como o tamanduá ou bicudo da soja (*Sternuchus subsignatus*), os corós (*Phyllophaga cuyabana* e *Phyllafaga capillata*), o percevejo castanho (*Scaptocoris castanea* e *Atarsacoris brachiariae*) e a lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*) (Grutzmacher, 2007). Além destes, as sementes tratadas com inseticidas ficam protegidas das pragas de armazenamento como os carunchos e traças (Tonin et al., 2014).

Os inseticidas além de efeito protetor podem conferir efeitos fisiológicos, auxiliando tanto no crescimento inicial quanto no desenvolvimento das plantas, alguns até inferindo negativamente. Sementes de soja tratadas com inseticida a base de tiametoxam apresentaram aumento do vigor das sementes, bem como aumento da produtividade, área foliar e radicular, resultando em uniformidade do estande durante a emergência das plântulas e melhorias no desenvolvimento inicial (Castro, 2006).

Apesar de ser considerada uma opção segura e eficiente no controle de insetos-pragas o tratamento de sementes com inseticidas requer maior atenção, uma vez que a sub ou sobredosagem pode afetar a eficácia do tratamento (Rosa, 2015). Além disso, deve-se levar em consideração que o uso contínuo do mesmo inseticida causa aumento da resistência de insetos-pragas, devendo-se empregar a combinação de inseticidas com diferentes mecanismos de ação a fim de diminuir a taxa de resistência.

Bioativadores

A eficiência dos produtos utilizados no tratamento de sementes está relacionada ao controle que estes exercem sobre as pragas e patógenos, porém alguns são capazes de apresentar outras funções, com

efeitos ainda pouco conhecidos, mas capazes de modificar o metabolismo e a morfologia vegetal (Almeida et al., 2011). Dentre as técnicas agrícolas, a utilização de reguladores de crescimento, visando ao aumento do potencial produtivo das plantas, é prática crescente na agricultura e amplamente difundida em outros países (Serciloto, 2002). Esses controladores podem ser classificados como biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores (Castro et al., 2007).

Os bioestimulantes ou reguladores de crescimento são substâncias aplicadas às sementes visando o efeito conhecido como fitotônico, ou seja, é um efeito que apresenta vantagens positivas no crescimento e no desenvolvimento das plantas, resultado da aplicação de algum ingrediente ativo (Almeida et al., 2013; Schoeninger & Bischoff, 2014). O tiametoxam (3(2-cloro-tiazol-5-ilmetil)-5-metil-(1,3,5) oxadiazinan-4-ilideno-N-nitroamina), é um inseticida sistêmico do grupo neonicotinóide, da família nitroguanidina e tem demonstrado efeito positivo, aumentando a expressão do vigor de sementes, proporcionando acúmulo de fitomassa, alta taxa fotossintética e raízes mais profundas (Almeida et al., 2011). Esta molécula pode auxiliar na rota metabólica da pentose fosfato, auxiliando na hidrólise de reservas e aumentando a disponibilidade de energia para o processo de germinação e emergência da plântula, garantindo, assim, uma plântula com maior vigor (Hori & Shetty, 2007).

Nutrientes

O tratamento de sementes com nutrientes tem complementado a adubação de base e possibilitando aumento na produtividade, principalmente em regiões que adotam elevados níveis de tecnologia e manejo das culturas. A utilização de nutrientes via tratamento de sementes permite obter maior uniformidade de distribuição, pela utilização de pequenas doses que se constitui numa das grandes vantagens dessa técnica (Tavares et al., 2012).

Dentre os nutrientes mais utilizados via tratamento de sementes de soja, pode-se citar o molibdênio, cobalto e zinco, não somente pelas pequenas doses a serem aplicadas, mas também por esta ser a forma mais eficiente de aplicação (Tavares et al., 2012), pois resulta em maior garantia da presença destes nutrientes onde eles são mais necessários, ou seja, no local onde serão formados os nódulos de rizóbio.

O tratamento de sementes com nutrientes baseia-se no princípio da translocação dos mesmos da semente para a planta, tornando-se importante fonte para a nutrição da planta, prevenindo o aparecimento de sintomas iniciais de deficiência (Oliveira et al., 2010). Contudo, o ganho de rendimento acontece, evidentemente, em condições em que a fertilidade dos solos esteja perfeitamente equilibrada, com disponibilidade de macro e micronutrientes, suficientes para atender à demanda de altas produtividades (Silva, 2017).

Formas de tratamento

O tratamento de sementes pode ser realizado de diferentes maneiras em função do volume de sementes. Podendo ser realizado diretamente na propriedade ou industrialmente.

On farm

O tratamento *on farm*, também conhecido como tratamento na fazenda, é o método rústico de tratamento de sementes muito utilizado pelos agricultores, mas com tendência de diminuição em função da modernização das técnicas de tratamento e da preocupação com a segurança do trabalho. No início da utilização dessa forma de tratamento, meados da década de 50, realizava-se o tratamento 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).

O tratamento *on farm* é realizado com auxílio de tambor giratório com eixo excêntrico, sendo realizado a movimentação manual 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). Contudo, surgiram algumas máquinas de tratamento acionadas por energia elétrica ou acopladas na tomada de potência de tratores. Estas possuem um sistema de rosca sem fim realizando a mistura da semente com os produtos e inoculantes, os quais são depositados em reservatórios individuais (Henning et al., 2010). Esses equipamentos apresentam vantagens ao tratamento com tambor giratório, pois reduzem riscos de intoxicação dos operadores, uma vez que os produtos fitossanitários são utilizados sob a forma líquida, apresenta melhor uniformidade de distribuição dos fungicidas, inseticidas, micronutrientes e inoculante à semente; e tem rendimento em torno de 60 a 70 sacos por hora para a máquina portátil (Henning, 2005; EMBRAPA, 2015).

No entanto, os tratamentos estão ficando cada vez mais complexos devido às opções de aplicação de vários produtos via sementes e dessa forma, exigindo investimento em alta tecnologia para assegurar a qualidade fisiológica das sementes.

Tratamento industrial

Com a necessidade do tratamento de grandes quantidades de sementes e com a evolução do processo, teve o surgimento do tratamento industrial de sementes (TIS), o qual utiliza equipamentos especiais e altamente sofisticados que permite a aplicação de uma gama de produtos com alta precisão de dosagem. Essa forma de tratamento utiliza de forma concomitante inseticidas, fungicidas, bioativadores e filmes de recobrimento, que ao lado dos benefícios sanitários e fisiológicos, permitem o tratamento antecipado das sementes e seu armazenamento por períodos prolongados sem grandes riscos de perdas de qualidade fisiológica (Piccinin et al., 2013).

Frente a sofisticação dos tratamentos, os principais sistemas de TIS têm evoluído, como o de batelada e de fluxo contínuo. O sistema de tratamento por batelada consiste na mistura de volume de

sementes e calda de agroquímicos, em proporções pré-determinadas, de maneira descontinuada. Esse processo é realizado por meio de tambores rotativos ou betoneiras acionadas manualmente ou por motor elétrico (Peres et al., 2015). 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). No método de fluxo contínuo, ambos, sementes e calda fluem simultaneamente de forma separada em fluxos pré-determinados até o momento do tratamento, quando entram em contato e passam a formar um fluxo contínuo de sementes já tratadas (Peres et al., 2015). A qualidade do tratamento nesse sistema apresenta como avanço a atomização da calda, o que possibilita uma distribuição mais uniforme da calda sobre as sementes (Machado et al., 2006). Em ambos métodos existem vantagens e desvantagens, devendo a escolha ser feita 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.

O TIS consiste em três pilares: o equipamento, a calda de produtos a ser veiculada nas sementes e o operador (Peske & Platzén, 2019). O tratamento industrial de sementes permite o uso de equipamentos modernos e automatizados que, associados com operadores qualificados conferem uma maior segurança na aplicação correta da dose. O TSI possibilita o uso de polímeros que fixam os produtos de maneira uniforme, contribui com a redução da contaminação das embalagens, reduzir a exposição das pessoas envolvidas com os produtos tóxicos e, desta forma, colabora com a mitigação dos riscos de penalidades por transgressões das leis trabalhistas e ambientais. Além disto, aplicando-se o produto na semente, minimiza-se o impacto ambiental gerado pelo tratamento via aérea ou sulco de semeadura. Muitos autores consideram o tratamento químico de sementes como uma das medidas mais eficazes para o controle de microrganismos, que proporciona tanto a mitigação do impacto ambiental quanto a redução dos custos no estabelecimento dos cultivos (Parisi & Medina, 2012). Além disso, essa tecnologia em nível industrial reduz o número de pessoas envolvidas com a operação e, conseqüentemente, possíveis riscos de exposição de aplicação por causa da especialização do pessoal responsável pela sua operação (Nunes & Baudet, 2011; França Neto et al., 2015; Nunes, 2016).

Como desvantagens dessa forma de tratamento podemos citar o maior custo, uma vez que o agricultor terá que adquirir sementes com fungicidas, inseticidas e nematicidas para serem utilizadas em áreas sem necessidade de controle de patógenos, o que poderá causar contaminação do solo e do meio ambiente. Além de ter que usar toda a semente tratada na semeadura, pois as sobras não poderão ser aproveitadas como grão (Parisi & Medina, 2012).

A cada ano são lançados no mercado novos produtos para o tratamento de sementes, e em função disso existe uma gama de tratamentos indicados para este fim. Os principais produtos utilizados nos tratamentos industriais são compostos pelos seguintes ingredientes ativos: Ciantraniliprole + tiametoxam (efeito inseticida com amplo espectro no controle de pragas); Abamectina + fludioxonil + metalaxil-M

+ tiabendazol + tiametoxam (efeito triplo de nematicida, fungicida e inseticida); fipronil + piraclostrobina + tiofanato-metílico (efeito inseticida e fungicida, com mistura de produtos de contato e sistêmico); tiodicarbe + imidacloprido (efeito inseticida e nematicida) (Deuner et al., 2015). Além desses produtos, comumente são utilizados reguladores de crescimento, micronutrientes, inoculantes, entre outros.

Volume de calda

É de suma importância que para qualquer tratamento de sementes utilizado, as sementes tenham alta qualidade fisiológica, pois, se apresentarem baixo vigor ou sofrerem danos mecânicos, o tegumento tende a soltar quando se utilizam volumes de calda elevado, prejudicando a sua qualidade (Krzyzanowski et al., 2014).

No processo de tratamento industrial de sementes alguns ingredientes ativos dos produtos afetam negativamente as sementes durante o armazenamento e posteriormente no campo (Brzezinski et al., 2015). Em relação ao ingrediente ativo aplicado, a qualidade do tratamento depende da composição final do material usado, da quantidade aplicada e da qualidade física e fisiológica das sementes (ABRASEM, 2017). O volume de calda pode ser composto por uma variedade de produtos e combinações de fungicidas, inseticidas, nematicidas, reguladores de crescimento, nutrientes, inoculantes e de corantes, pigmentos e polímeros. Uma vez misturados, estes produtos podem apresentar inconvenientes de consistência, afetando o processo de recobrimento das sementes. Além disso, pode resultar em elevados volumes de calda, excedendo 600 mL 100 kg⁻¹ de sementes, o qual é o volume máximo indicado para o tratamento de sementes de forma líquida, sem afetar as sementes (EMBRAPA, 2016).

Em trabalho realizado por Bays et al. (2007) em sementes de soja, os autores verificaram que mesmo ao utilizar volume de calda menor (400 mL 100 kg⁻¹ de sementes) que o máximo recomendado, houve efeito fitotóxico da calda do tratamento com micronutrientes. Alguns autores têm relatado que o uso de polímeros na calda, seja líquido ou em pó, pode evitar esse problema. Pereira et al. (2007) e Pereira et al. (2011) reportaram que o uso de polímero não afeta a qualidade fisiológica das sementes e proporciona melhor adesão dos fungicidas. Em ambos estudos o volume de calda não excedeu 500 mL 100 kg⁻¹ de sementes. Associado a isso, o uso de sementes com diferentes níveis de vigor também pode influenciar o volume de calda a ser utilizado. Portanto, não somente o volume de calda deve ser considerado, mas também a constituição da calda e o vigor das sementes.

No entanto, outras pesquisas têm indicado que o uso de volumes de calda elevado não causa efeito negativo no desempenho fisiológico das sementes (Krzyzanowski et al., 2007). Em trabalho com sementes de soja, os autores evidenciaram que o tratamento de sementes com volume de calda de 1400 mL 100 kg⁻¹ de sementes não causou redução na qualidade fisiológica das sementes (Segalín et al., 2013). Também, Trafane (2014) constatou que é possível recomendar tratamento de sementes de soja com

volume de calda de 1200 mL 100 kg⁻¹ de sementes, desde que o lote de sementes apresente alta qualidade fisiológica.

Vale ressaltar que, em vista do número elevado de compostos e produtos que podem ser combinados e aplicados sobre as sementes, a determinação do volume ideal, que não prejudique a qualidade fisiológica das sementes, é extremamente importante, especialmente considerando os efeitos que podem ocorrer ao longo do armazenamento (Segalin et al., 2013; Pereira et al., 2016; Brzezinski et al., 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos fatores de sucesso de uma lavoura de soja está na utilização de sementes de alta performance fisiológica, e para assegurar essa qualidade é necessário a utilização de ferramentas tecnológicas, como é o caso do tratamento de sementes. O tratamento de sementes é um ponto chave no processo de construção de plantas de elevado potencial produtivo, sendo uma ferramenta de extremo valor e eficácia no contexto de manejo de doenças e insetos-pragas nos estágios iniciais do desenvolvimento das plantas.

Com a evolução da tecnologia e a necessidade do tratamento de grandes quantidades de sementes, surgiu o tratamento industrial de sementes (TIS) que é um método que utiliza equipamentos especiais e altamente sofisticados, os quais combinam à aplicação de uma ampla gama de produtos com alta precisão de dosagem.

Essa tecnologia permite combinar fungicidas, inseticidas, bioestimulantes, nutrientes e inoculantes de vida longa e polímeros. Contudo, com esse número elevado de compostos e produtos que podem ser combinados e aplicados sobre as sementes, existe a necessidade constante de estudos que determinem o volume de calda ideal e o efeito desses produtos sobre as sementes, que não prejudique a sua qualidade fisiológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abati, J., Brzezinski, C. R., & Henning, A. A. (2013). Importância do tratamento de sementes de soja. *Grupo Cultivar*, (173), 30-32.
- ABRASEM, GUIA. (2017). Associação Brasileira de Sementes e Mudas. Guia de boas práticas de tratamento de sementes.
- Albuquerque, K. A. D., Silva, P. A., Oliveira, J. A., Carvalho Filho, J. L. S. C., & Botelho, F. J. E. (2009). Desenvolvimento de mudas de alface a partir de sementes armazenadas e enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. *Bioscience Journal*, 25(5), 56-65.
- Almeida, A. S., Carvalho, I., Deuner, C., Tillmann, M. A. A., & Villela, F. A. (2011). Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de arroz. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(3), 501-511.

- Almeida, A. S., Castellanos C. I. S., Deuner C., Borges C. T., & Meneghello G. E. (2014). Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. *Revista de Agricultura*, 89(3), 172-182.
- Almeida, A. S., Villela, F. A., Nunes, J. C., & Meneghello, G. E. (2013). Thiamethoxam: An Inseticide that Improve Seed Rice Germination at Low Temperature. *Intech*, 14, 417-425.
- Araujo, F. F., Bragante, R. J., & Bragante, C. E. (2012). Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(2), 220-224.
- Avelar, S. A. G., Baudet, L., Peske, S. T., Ludwig, M. P., Rigo, G. A., Crizel, R. L., & Oliveira, S. (2011). Storage of soybean seed treated with fungicide, insecticide an micronutrient and coated with liquid and powered polymer. *Ciência Rural*, 41(10), 1719-1725.
- Bail, J. L. (2013). Relações entre o tratamento de sementes de soja, os parâmetros fisiológico e sanitário e a conservação das sementes (Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Ponta Grossa).
- Barros, R. G., Silva, F. D. L., Corte, G. D., Favero, D. D., & Tormen, N. R. (2011). Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. *Ciência Rural*, 41(7), 1120-1126.
- Baudet, L., & Peske, F. (2007). Aumentando o desempenho das sementes. *Seed News*, 9(5), 22-24.
- Baudet, L., & Peske, S. T. (2006). A logística do tratamento de sementes. *Revista Seed News*, 10(1), 20-23.
- Bays, R., Baudet, L., Henning, A. A., & Lucca Filho, O. (2007). Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(2), 60-67.
- Bonetti, L. P. (1981). Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In: Miyasaka, S., & Medina, J.C. (Ed.). *A soja no Brasil*, 1-6.
- BRASIL. (2005). Instrução Normativa n. 09, de 02 de junho de 2005.
- Brzezinski, C. R., Abati, J., Henning, F. A., Henning, A. A., França-Neto, J. B., Krzyzanowski, F. C., & Zucareli, C. (2017). Spray volumes in the industrial treatment on the physiological quality of soybean seeds with different levels of vigor. *Journal of Seed Science*, 39(2), 174-181.
- Brzezinski, C. R., Henning, A. A., Abati, J., Henning, F. A., França-Neto, J. B., Krzyzanowski, F. C., & Zucareli, C. (2015). Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. *Journal of Seed Science*, 37(2), 147-153.
- Câmara, G. M. (2015). Preparo do solo e plantio. In: Sediyaama, T., Silva, F., & Borém, A.(Org.). *Soja do plantio à colheita*.
- Campelo, G. J. A., Kiihl, R. A. S., & Almeida, L. A. (1999). Características agronômicas e morfológicas das cultivares de soja desenvolvidas para as regiões de baixas latitudes. In: Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro (M.A. Queiroz, C.O. Goedert & S.R.R. Ramos, eds.).

- Carrão-Panizzi, M. C., & Silva, J. B. (2011). Soja na alimentação humana: qualidade na produção de grãos com valor agregado. In: Congreso De La Soja Del Mercosur - Mercosoja, 5., 1-3.
- Carrão-Panizzi, M. C., Bertagnolli, P. F., Strieder, M. L., Costamilan, L. M., & Moreira, J. U. V. (2012). Melhoramento de Soja para Alimentação Humana na Embrapa Trigo – Safra Agrícola 2011/2012. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Trigo, 27-31.
- Castro, P. R. C. (2006). Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical (Série Produtor Rural, 32). Piracicaba: ESALQ, 46 p.

Índice Remissivo

A

Arroz, 123, 126, 130, 132, 135, 137

B

Beneficiamento, 44, 45, 46, 52, 59

Bioativadores, 86

C

Colheita, 17

Componentes de rendimento, 144

Cultivares, 27, 35

G

Germinação, 114

M

Mato Grosso, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130,
131, 132, 136, 137, 138, 140, 141

Milho, 44, 45, 59

P

Plantabilidade, 144

Produção, 98, 123, 126, 131, 135

S

Semeadura, 16

Soja, 29, 39, 76, 77, 78, 84

T

Tratamento de Sementes, 79, 112

V

Viabilidade, 117

Sobre os organizadores



  **Cristina Rossetti**

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Pelotas (2014/2019); Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes-UFPeL (2019/2021); Técnica em Agropecuária pelo IFRS Campus Bento Gonçalves/RS (2010/2013); Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPeL, bolsista da CAPES. Contato: cristinarossetti@yahoo.com.br



  **Lilian Vanussa Madruga de Tunes**

Atualmente Coordenadora do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Sementes. Professora Associada da carreira de Agronomia (FAEM/UFPeL); PPG Sementes Acadêmicas e Profissionais e Especialização; atuando na área de Gestão de Controle de Qualidade de Sementes dos Processos de Qualidade de Sementes e responsável pelo Laboratório de Análise Didática de Sementes da PPG Seeds. Orienta alunos de Iniciação Científica, Especialização, Mestrado Acadêmico e Profissional e Doutorado. Professor de Engenharia, Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeL/RS/2007), Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPeL/RS/2009); Doutora em Agronomia (UFMS/RS/2011) e Pós-Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPeL/RS/2012). Contato: lilianmtunes@yahoo.com.br



  **Tiago Zanatta Aumonde**

Engenheiro Agrônomo (2007) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). Mestre em Fisiologia Vegetal (2010) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes (2012) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). É Professor Titular da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel e Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em C&T de Sementes da UFPeL. Foi Coordenador do Curso de Especialização e Coordenador Adjunto do Mestrado Profissional e do Mestrado Acadêmico e Doutorado em C&T Semente da UFPeL. Atualmente é Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - PQ2 e Coordenador Adjunto do Mestrado Profissional e do Mestrado Acadêmico e Doutorado em C&T Semente da UFPeL. Contato: tiago.aumonde@gmail.com



  **Tiago Pedó**

Engenheiro Agrônomo (2010) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). Mestre em Agronomia (2012) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes (2014) pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). É professor da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em C&T de Sementes da UFPeI. Atualmente é Coordenador do Curso de Especialização, Mestrado Acadêmico e Doutorado em C&T Semente da UFPeI. Contato: tiago.pedo@gmail.com

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

ISBN 978-65-85756-13-6



9786585756136

