

Londrina, PR / Novembro, 2024

Adoção do tratamento de sementes de soja na indústria

José de Barros França-Neto⁽¹⁾, Andreza Cerioni Belniaki⁽²⁾, Fernanda Weber⁽³⁾, Francisco Carlos Krzyzanowski⁽¹⁾, Fernando Augusto Henning⁽⁴⁾, Ademir Assis Henning⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

⁽²⁾ Engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, supervisora da Kolekti, Curitiba, PR. ⁽³⁾ Engenheira-agrônoma, mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes, gerente de desenvolvimento de mercado da Timac Agro, Porto Alegre, RS. ⁽⁴⁾ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências e Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR. ⁽⁵⁾ Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Tecnologia e Patologia de Sementes, pesquisador aposentado da Embrapa Soja, Londrina, PR.

Resumo - O Tratamento de Sementes na Indústria (TSI) é uma prática que tem sido adotada para sementes de soja há cerca de 25 anos, com o uso de produtos como fungicidas, inseticidas, nematicidas, bioestimulantes, micronutrientes, inoculantes, grafite, adicionados às sementes, com o auxílio de polímeros, corantes e pós-secantes. O TSI em sementes de soja tem tido boa aceitação pelo setor produtivo. Na safra 2022/2023 foi realizado um levantamento sobre a adoção do TSI em sementes de soja, mediante a análise de um questionário que foi respondido por 61 companhias produtoras de sementes de soja, estabelecidas em 12 estados brasileiros. Dessas 61 instituições, 73,8% eram empresas produtoras de sementes (45 empresas), 24,6% cooperativas (15 representantes) e 1,6% empresa estatal (uma empresa). Foi constatado que 10 marcas de máquinas para o tratamento de sementes são usadas: Momesso; LS; Grazmec; Gustafson; Cimbria; KSI Edge; MecMaq; Bayer; Petkus; e Niklas. A capacidade média operacional por empresa (t/h) variou de 12 t/h a 125 t/h. Entre as empresas, 41% delas realizam o TSI em comodato, 34% possuem suas próprias máquinas; 21% realizam tanto em comodato quanto tendo suas próprias máquinas. Constatou-se que entre as sementes tratadas industrialmente, 93,5% são tratadas com inseticidas, 92,0% com fungicidas, 40,3% com nutrientes, 29,4% com nematicidas, 24,0% com inoculantes e 23,2% com bioestimulantes. Quanto ao volume comercializado pelas empresas, 36,3% eram com o TSI. Diversas vantagens foram enumeradas pelas empresas produtoras de sementes, que podem justificar a crescente utilização do TSI, destacando-se: comodidade e agilidade ao sojicultor na operação de semeadura; menor risco de exposição do sojicultor aos produtos utilizados no tratamento, reduzindo a possibilidade de intoxicações; é realizado com técnicas e equipamentos de aplicação que garantem precisão nas doses de aplicação dos produtos, garantindo a sua eficiência; boa cobertura das sementes; garantia da qualidade da semente utilizada; garantia da qualidade dos produtos utilizados; garantia de fluidez e melhor semeabilidade; custos compatíveis com menor investimento em máquinas próprias; e conhecimento por parte do produtor dessas vantagens.

Termos para indexação: tratamento industrial de sementes; inseticida; fungicida; nematicida; nutriente; inoculante; bioestimulantes.

Embrapa Soja
Rod. Carlos João Strass, s/n,
acesso Orlando Amaral
Caixa Postal 4006,
CEP 86085-981
Distrito de Warta
Londrina, PR
(43) 3371 6000
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
Presidente
Roberta Aparecida Carnevalli
Secretária-executiva
Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros
Claudine Dinali Santos Seixas,
Clara Beatriz Hoffmann-Campo,
Fernando Augusto Henning, Ivani
de Oliveira Negrão Lopes, Leandro
Eugênio Cardamone Diniz, Maria
Cristina Neves de Oliveira, Mônica
Juliani Zavaglia Pereira e Norman
Neumaier

Edição executiva
Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol
Revisão de texto

Regina Maria Villas Bôas de
Campos Leite
Normalização
Valéria de Fátima Cardoso
(CRB- 9/1188)

Projeto gráfico
Leandro Sousa Fazio

Diagramação
Marisa Yuri Horikawa
Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

Adoption of Soybean Seed Treatment in the Industry

Abstract – Seed Treatment in Industry (STI) is a practice that has been adopted for soybean seeds for about 25 years. For STI in soybean seeds, several products are used, such as fungicides, insecticides, nematicides, biostimulants, micronutrients, inoculants, graphite, which are added to the seeds, using polymers, dyes and post-dryers. STI in soybean seeds has been well accepted by the production sector. In the 2022/2023 harvest, a survey was carried out on the adoption of STI in soybean seeds. The survey was carried out through the analysis of a questionnaire that was answered by 61 soybean seed producing companies, established in 12 Brazilian states. Of these 61 institutions, 73.8% were seed producing companies (45 companies), 24.6% cooperatives (15 representatives) and 1.6% were state-owned companies (one company). It was found that 10 brands of seed treatment machines are used: Momesso; LS; Grazmec; Gustafson; Cimbria; KSI Edge; MecMaq; Bayer; Petkus; and Niklas. The average operational capacity per company (t/h) ranged from 12 to 125 t/h. Among the companies, 41.0% of them perform TSI on loan for use, 34.0% have their own machines; 21.0% perform both on loan and with their own machines. Among the seeds treated industrially, 93.5% were treated with insecticides, 92.0% with fungicides, 40.3% with nutrients, 29.4% with nematicides, 24.0% with inoculants and 23.2% with biostimulants. Among the seed volume commercialized by the companies, 36.3% were with TSI. Several advantages were listed by seed producing companies, which may justify the increasing use of TSI, including: convenience and agility for soybean farmers in the sowing operation; lower risk of exposure to products, reducing the possibility of poisoning by the worker; It is carried out with application techniques and equipment that ensure precision in the application doses of the products, guaranteeing their efficiency; good seed coverage; guaranteed quality of the seed used; guaranteed quality of the products used; guaranteed fluidity and better sowing; costs compatible with: lower investment in “on-farm” machinery; and knowledge on the part of the producer of these advantages.

Index terms: industrial seed treatment; insecticide; fungicide; nematicide; nutrient; inoculant; biostimulants.

Introdução

O Tratamento Industrial de Sementes (TIS), também conhecido como Tratamento de Sementes na Indústria (TSI), é uma prática que tem sido adotada comercialmente para sementes de soja há cerca de 25 anos. Nunes (2024) menciona que em 1999 a primeira máquina para tratamento industrial de sementes de soja e de trigo foi instalada na unidade da Cotribá (Cooperativa Mista General Osório), em Ibirubá, RS.

Historicamente, o tratamento de sementes remonta ao século XVII, mas sua evolução o transformou em uma ferramenta tecnológica essencial na agricultura atual (Goulart; Nunes, 2021; Coimbra, 2024). No Brasil, os primórdios do tratamento de sementes de soja ocorreram com o uso de fungicidas, visando o controle de doenças transmitidas por sementes. A primeira recomendação oficial do tratamento com fungicidas foi feita pela Embrapa Soja, em 1981 (Henning et al., 1981). Na época, os fungicidas utilizados eram formulados em pó, sendo posteriormente substituídos por formulações líquidas, o que facilitou a ampliação da adoção da prática do tratamento de sementes.

Segundo Henning et al. (2010), inicialmente o tratamento das sementes de soja era realizado na propriedade (“on-farm”) e a expansão do seu uso evoluiu muito principalmente após o lançamento das máquinas específicas para o tratamento das sementes: na safra 1991/1992 o tratamento das sementes de soja com fungicidas não atingia 5% da área semeada e, em 2010, evoluiu para cerca de até 95% de adoção.

Posteriormente, a expansão do TSI se caracterizou com a adoção de outros produtos, os quais foram adicionados ao tratamento das sementes de soja, como inseticidas, nematicidas, micronutrientes, bioestimulantes, inoculantes e grafite, que foram adicionados às sementes, utilizando-se polímeros, corantes e pós-secantes.

O TSI em sementes de soja tem tido boa aceitação pelo setor produtivo, uma vez que o mesmo, além de ser uma comodidade para o sojicultor, apresentando menor risco de possíveis intoxicações, é realizado com a utilização de técnicas e equipamentos de aplicação de precisão, assegurando que o tratamento seja feito com as doses corretas dos produtos, com uma boa cobertura das sementes e com custos compatíveis com essa prática. Além disso, a prática dá uma segurança adicional de que as sementes utilizadas apresentam elevadas qualidades fisiológica e sanitária.

Nesse sentido, Coimbra (2024), estabeleceu quatro pilares fundamentais, visando à obtenção de um bom tratamento de sementes: a) uso de produtos adequados para o tratamento das sementes; b) garantia da utilização de semente de boa qualidade; c) uso de equipamentos adequados, aferidos e regulados; e d) que a operação seja realizada por pessoas capacitadas. Tais pilares são assegurados quando o tratamento de sementes é realizado na indústria, o que garante a sua qualidade superior, em relação à maioria dos processos realizados na propriedade.

Rocha et al. (2024), realizaram um levantamento sobre a qualidade do tratamento de sementes na indústria, comparado com o realizado na propriedade. Avaliaram 150 amostras de sementes tratadas de ambas as modalidades em diversos produtores de soja do Brasil e avaliadas quanto à porcentagem de recobrimento por meio da quantificação de cor em análise de imagens com alta resolução e quanto à porcentagem do ingrediente ativo inseticida por meio de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC). Concluíram que sementes tratadas via TSI tendem a ter maior qualidade e homogeneidade de tratamento em comparação com as tratadas na propriedade, apresentando recobrimentos e assertividade de doses adequados. Nas sementes tratadas na propriedade, observou-se heterogeneidade na qualidade do tratamento, com variação significativa no recobrimento e na assertividade da dose.

Devido a esses aspectos, a utilização de sementes tratadas de forma industrial é uma realidade cada vez mais presente no campo. Segundo Oliveira e Gadotti (2014), o uso do TSI faz com que existam menos unidades nas propriedades, e, consequentemente, diminui o risco de contaminação do meio ambiente e das pessoas. Com o advento do TSI nota-se que os equipamentos evoluíram rapidamente, saindo de simples operações manuais para equipamentos complexos, seguros e automatizados. Para os operadores, o TSI é mais seguro, uma vez que as etapas do tratamento são executadas em ciclo fechado, com o uso de caixas IBC (“Intermediate Bulk Container”, Contendor Intermediário para Mercadorias a Granel) e equipamentos enclausurados.

Em relação à adoção do TSI em sementes de soja há poucos levantamentos realizados no Brasil. Na safra 2014/2015, França-Neto et al. (2015) realizaram uma pesquisa, por meio da qual foram contatadas 16 empresas produtoras de sementes em sete estados brasileiros. Na época, foi constatado que sete marcas de máquinas para o tratamento de sementes eram usadas: Momesso (42,5% das máquinas), Gustafson (22,5%), LS (22,5%), Cimbria

(5,0%) e Mecmaq, Niklas e Incotec (2,5% cada). Verificou-se também que a capacidade operacional (t/h) das máquinas variou de 5 t/h a 30 t/h. Constatou-se uma significativa evolução na adoção do TSI para as empresas avaliadas: na safra 2013/2014 a porcentagem de sementes comercializadas com o TSI foi de 30%; e em 2014/2015 foi de 40%.

Diante desse cenário, foi realizado um levantamento adicional sobre a adoção do TSI em sementes de soja, com a coleta de informações sobre o uso dessa prática na safra 2022/2023.

Material e métodos

Inicialmente foi planejado e aplicado um questionário piloto a nove empresas produtoras de sementes localizadas em cinco estados. O mesmo foi respondido pelos participantes e com base nas respostas dadas e em suas diversas sugestões, foi definido um questionário envolvendo diversos aspectos sobre o uso do tratamento de sementes na propriedade e em TSI, que continha 58 perguntas do tipo múltipla escolha, ou que demandavam respostas simples, de uma frase.

O questionário foi encaminhado via e-mail a todos os produtores de sementes de soja associados à Abrass (Associação Brasileira dos Produtores de Sementes de Soja), à Abrasem (Associação Brasileira de Sementes e Mudas) e às suas associações afiliadas estaduais: Agrosem (Associação Goiana dos Produtores de Sementes e Mudas); Apasem (Associação Paranaense dos Produtores de Sementes e Mudas); Aprosesc (Associação dos Produtores de Sementes e Mudas do Estado de Santa Catarina); APSEMG (Associação dos Produtores de Sementes e Mudas do Estado de Minas Gerais); Aprozess (Associação dos Produtores de Sementes e Mudas do Estado de Mato Grosso do Sul); Apasul (Associação dos Produtores e Comerciantes de Sementes e Mudas do Rio Grande do Sul); Aproxmat (Associação dos Produtores de Sementes de Mato Grosso); Aproses (Associação dos Produtores de Sementes dos Estados do Matopiba); APPS (Associação Paulista dos Produtores de Sementes e Mudas); e CropLife Brasil, representando a recentemente extinta Brasprov (Associação Brasileira dos Obtentores Vegetais).

No início de fevereiro de 2023 o questionário foi enviado a 258 produtores de sementes de soja, com orientações de que as perguntas fossem respondidas via “Google Forms”, estipulando-se um prazo de 45 dias para envio das respostas. Após esse período, foram recebidas respostas de 61 empresas produtoras de sementes de soja, estabelecidas em 12

estados brasileiros, listados na Tabela 1. Esse número representou 23,6% do universo de empresas consultadas. Dessas 61 instituições, 73,8% eram

empresas produtoras de sementes (45 empresas), 24,6 % cooperativas (15 representantes) e 1,6% empresa estatal (uma empresa).

Tabela 1. Número de instituições que responderam ao questionário encaminhado para a avaliação da adoção da prática do tratamento de sementes na indústria (TSI) no Brasil, safra 2022/2023, incluindo o percentual de participação de cada uma das instituições (empresas produtoras de sementes, cooperativas e instituição governamental).

Estado	Número de instituições que responderam ao questionário			
	Empresa Sementes	Cooperativa	Instituição Governamental	Total
PR	4	10	1	15
GO-TO-DF	12	0	0	12
RS	9	2	0	11
MT	8	0	0	8
SC	1	3	0	4
MG	3	0	0	3
BA	3	0	0	3
MS	2	0	0	2
SP	2	0	0	2
PI	1	0	0	1
Total	45	15	1	61
Porcentual (%)	73,8	24,6	1,6	100,0

Resultados e discussão

Os parâmetros de interesse no estudo foram coletados e tabulados. Dependendo do parâmetro, os resultados serão apresentados de maneira geral, computando-se os resultados envolvendo todas as empresas e cooperativas que responderam ao questionário, bem como individualmente, referindo-se às empresas produtoras de sementes e às cooperativas. Os resultados serão apresentados, de acordo com as perguntas realizadas.

Tempo de realização do TSI

Entre todas as instituições participantes, englobando as empresas e cooperativas, verificou-se que o TSI já vem sendo realizado num tempo máximo de 14 anos. Mas houve instituições que estavam utilizando o TSI pela primeira vez (Figura 1). A maior frequência das respostas, com 26% das instituições, já comercializa sementes com o TSI há pelo menos 10 anos.

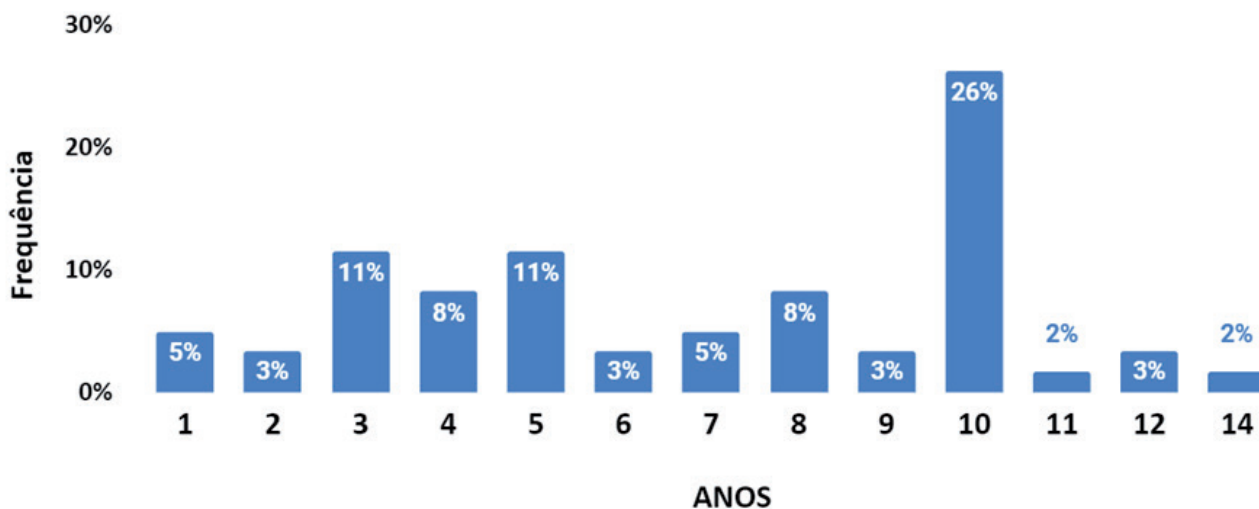


Figura 1. Tempo (anos) de adoção do TSI por parte das instituições (empresas e cooperativas) que responderam ao questionário.

Porcentagem de sementes comercializadas com o TSI

Entre todas as instituições participantes, 36,3% informaram que comercializam sementes com o

TSI (Figura 2). Entre as empresas produtoras de sementes, 33,7% comercializam suas sementes com o TSI e 54,1% entre as cooperativas (Figura 3).

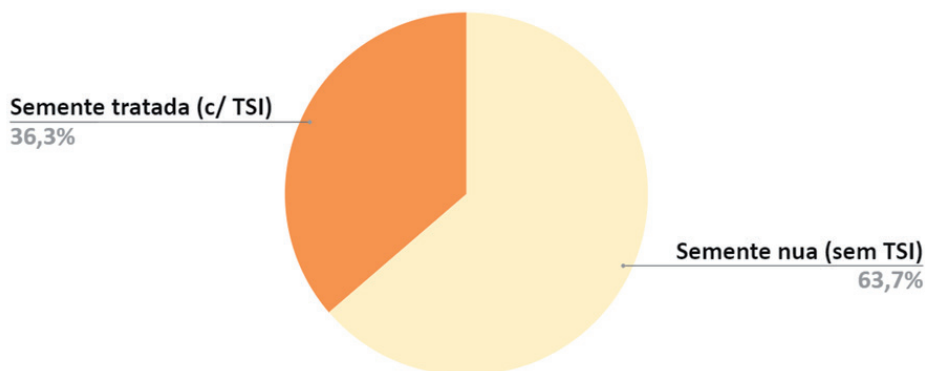


Figura 2. Porcentagem de adoção pelo TSI pelas instituições (empresas e cooperativas) que responderam ao questionário.

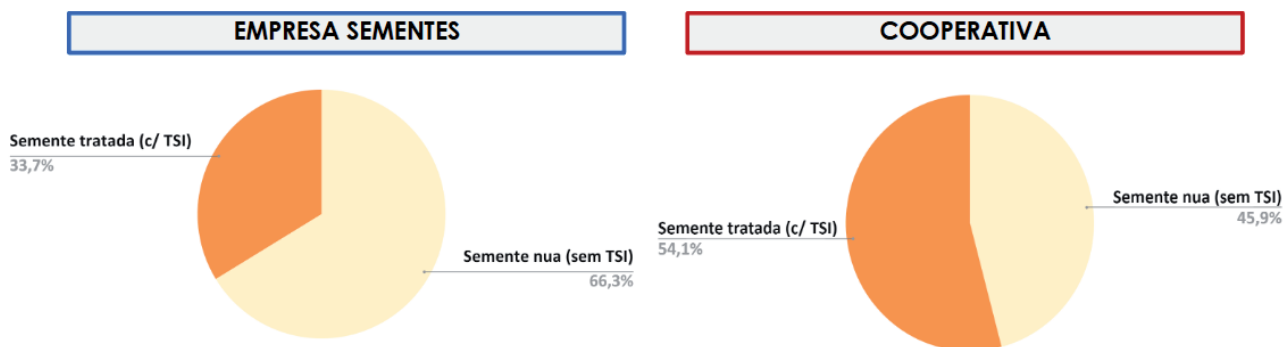


Figura 3. Porcentagem de adoção pelo TSI pelas empresas e cooperativas produtoras de sementes que responderam ao questionário.

Capacidade operacional de TSI (t/h)

A capacidade operacional (t/h) para realizar o TSI variou entre as instituições, indo de 3 t/h até o extremo de 125 t/h (Tabela 2). Porém, 21,3% das instituições ficaram na menor faixa, de 03 t/h a 10 t/h; 31,1% na faixa de 11 t/h a 20 t/h; 14,8% de 21 t/h

a 30 t/h e de 31 t/h a 40 t/h. Apenas três instituições (4,9%) apresentaram capacidade de tratamento acima de 91 t/h. Na safra 2014/2015 (França-Neto et al., 2015), a capacidade operacional variou de 14 t/h a 120 t/h.

Tabela 2. Capacidade operacional (t/h) das instituições para o TSI: número de empresas e respectivas porcentagens.

Capacidade de TSI (t/h)	Número de Instituições	Porcentual (%)
3 a 10	13	21,3
11 a 20	19	31,1
21 a 30	9	14,8
31 a 40	9	14,8
41 a 50	4	6,6
51 a 70	3	4,9
71 a 90	1	1,6
91 a 110	1	1,6
111 a 125	2	3,3
TOTAL	61	100,0

Período de realização do TSI

Algumas instituições relataram que o TSI foi realizado nos meses de janeiro a junho e também em dezembro. Porém, a grande maioria realizou o

TSI entre os meses de julho a novembro, com maior frequência nos meses de agosto, setembro e outubro (Figura 4).

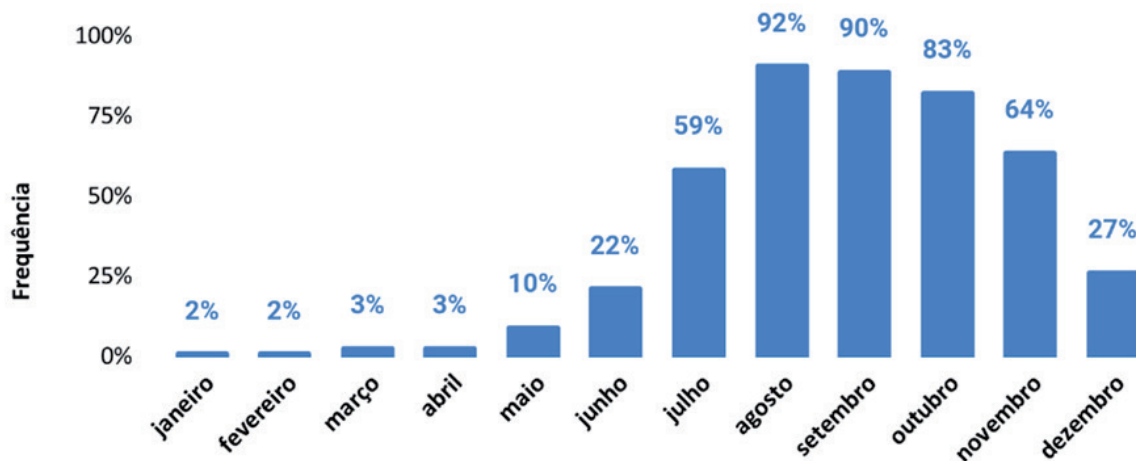


Figura 4. Frequência referente ao período (meses) em que o TSI foi realizado pelas instituições avaliadas.

Produtos utilizados no TSI

Entre as instituições questionadas, empresas e cooperativas, 100% relataram que utilizam fungicidas, inseticidas e polímeros; 97% relataram o uso

de pós-secantes; 72% relataram o uso de inoculantes; 63% de nematicidas; 60% de nutrientes; 42% de bioestimulantes; 38% de grafite; e 27% de corantes (Figura 5).

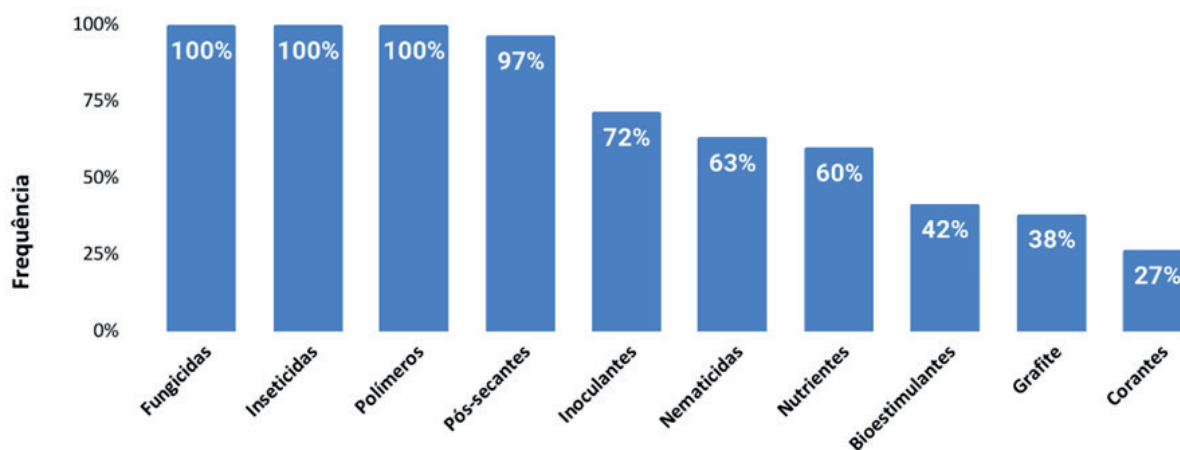


Figura 5. Produtos utilizados no TSI conforme relatados pelas instituições (empresas e cooperativas) questionadas.

Volume de calda aplicado no TSI

Foram relatados volumes de calda variando de 60 mL/kg a 1.500 mL/100 kg de sementes. Porém, os volumes de calda de 500 mL/kg, 600 mL/kg, 700 mL/kg e 900 mL/100 kg de sementes foram os relatados com maior frequência (Figura 6). Krzyzanowski et al. (2014) e França-Neto et al. (2016) relatam que, dependendo dos produtos e formulações, volumes de até 1.100 mL/100 kg de sementes podem ser empregados sem prejuízo à qualidade das sementes. Porém é ressaltado por esses autores que, nessa situação, a qualidade fisiológica das

sementes, medida pela germinação e pelo vigor, deve ser a mais elevada possível. Sementes com danos mecânicos e de baixo vigor tendem a soltar o tegumento quando se utilizam volumes elevados de calda, prejudicando a qualidade das sementes. Conforme relatado por Coimbra (2024), um outro sintoma do excesso do volume de calda é o enrugamento do tegumento das sementes. Caso esse enrugamento seja observado ao final da aplicação dos produtos no TSI, deve-se imediatamente reduzir o volume aplicado às sementes.

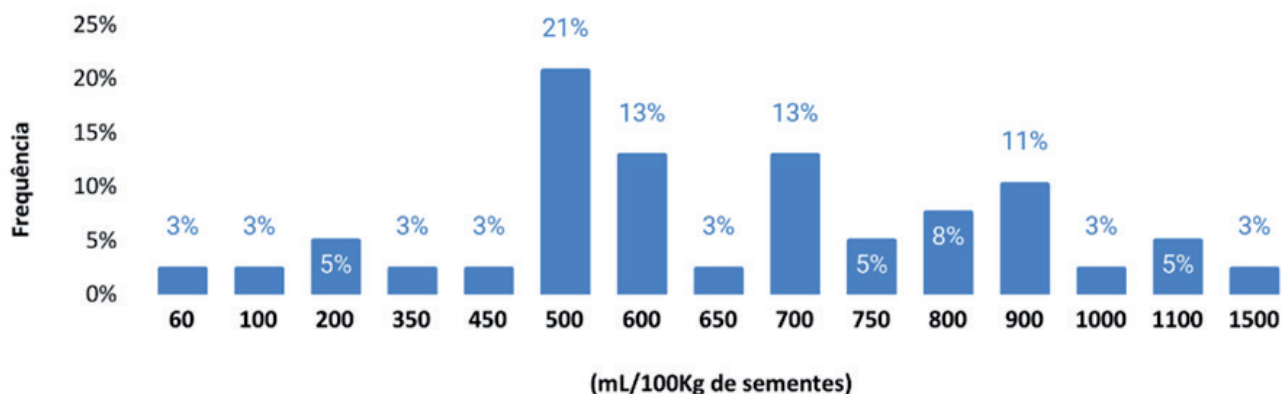


Figura 6. Volume médio de calda aplicado no TSI conforme relatados pelas instituições (empresas e cooperativas) avaliadas.

Conforme relatado por Krzyzanowski et al. (2023), a integridade do tegumento da semente de soja também é importante na etapa do seu tratamento, principalmente no TSI. Elevados índices de microfissura no tegumento podem propiciar a ocorrência de fitotoxicidade no momento da embebição, durante os processos de germinação e de emergência de plântulas. Conforme os resultados de pesquisas obtidos, a presença progressiva de microfissuras no tegumento interfere negativamente no desempenho fisiológico das sementes (Oliveira et al., 2017, 2018). Nas amostras de sementes submetidas ao tratamento químico, quando comparadas com a testemunha não tratada, observou-se que os efeitos foram mais acentuados nas sementes tratadas, onde foi incluído o inseticida (Oliveira et al., 2017, 2018). Índices muito elevados de microfissura

podem ser constatados em lotes comerciais de sementes de soja em diferentes safras. Assim sendo, sugere-se determinar o percentual de ocorrência de microfissuras previamente ao tratamento químico, utilizando-se o teste do hipoclorito de sódio, conforme orientações de Krzyzanowski et al. (2023).

Infraestrutura utilizada para o TSI: própria ou em comodato

Cerca de 41% das instituições (empresas e cooperativas) informaram que a infraestrutura de máquinas para realizar o TSI é do sistema em comodato com as empresas que fornecem os equipamentos; 34% informaram que têm infraestrutura própria e 21% têm os equipamentos nos dois sistemas: máquinas próprias e em comodato (Figura 7).

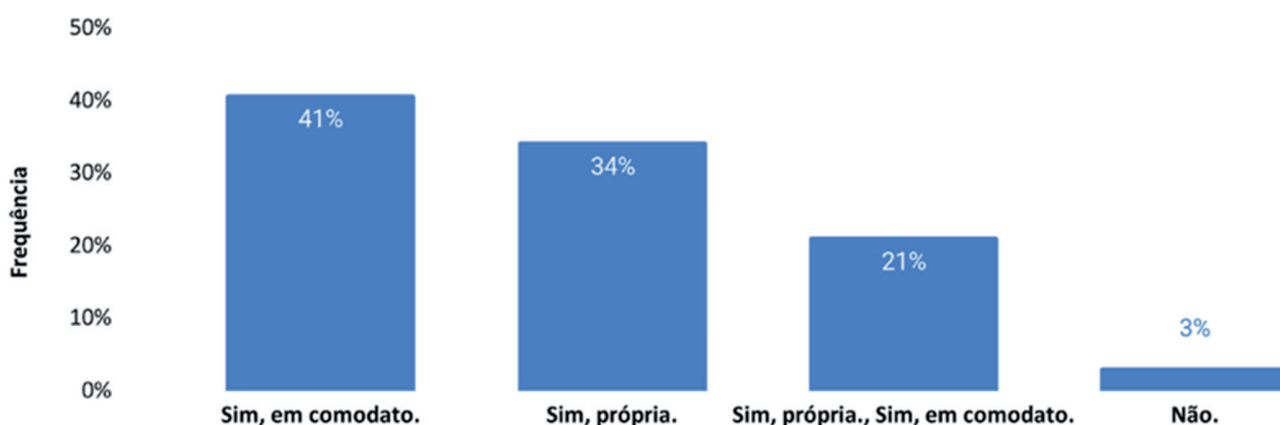


Figura 7. Caracterização da infraestrutura de máquinas para a realização do TSI: comodato ou própria.

Entre as instituições que utilizam o sistema de comodato, a grande maioria tem esse sistema com a Syngenta (73%); a Basf e a Bayer apresentam

35% cada; e a Corteva detém 10% das frequências (Figura 8).

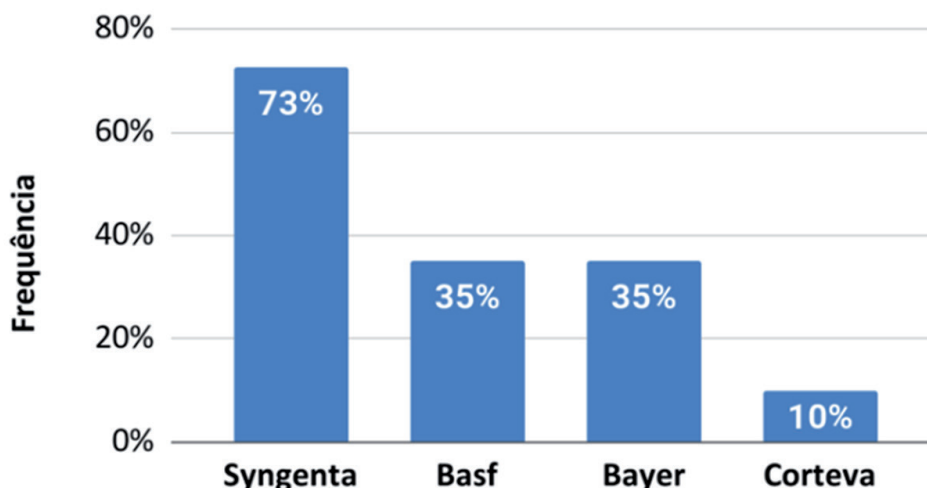


Figura 8. Frequência relatada das empresas fornecedoras das máquinas para o TSI no sistema de comodato.

Foi verificado que o TSI é realizado na sede da própria instituição e, em algumas situações, é realizado por prestador de serviço terceirizado e em pouquíssimas situações nas propriedades dos cooperados.

Os principais motivos que levam as instituições a optarem por essas empresas, estão listados a seguir, em ordem decrescente de frequência informada:

- Parceria comercial.
- Portfólio de produtos.
- Margem / custo benefício.
- Qualidade de produtos e serviços / confiabilidade.
- Serviços oferecidos.
- Não desembolso de capital.
- Autonomia na definição dos TSI.
- Experiência no mercado.
- Agilidade de expansão.
- Política de serviços melhor estruturada.
- Ocasão da época para o TSI.

Na safra 2014/2015, segundo França-Neto et al. (2015), 50% das máquinas para realizar o TSI eram do sistema em comodato, 31,25% pertenciam aos produtores de sementes e 21% eram dos dois sistemas: máquinas próprias e em comodato. Na época, a Basf detinha a maioria do percentual das máquinas cedidas em comodato, com 27,5% do mercado, seguida pela Bayer com 22,5% e a Syngenta com 12,5%.

Número de máquinas para a realização do TSI

O número de máquinas utilizadas pelas instituições para a realização do TSI variou de 1 a 12, sendo que 67% das instituições possuem de uma a duas máquinas, 25% de três a quatro, 7% delas possuem de cinco a sete equipamentos e apenas 2% relataram possuírem 12 máquinas (Figura 9).

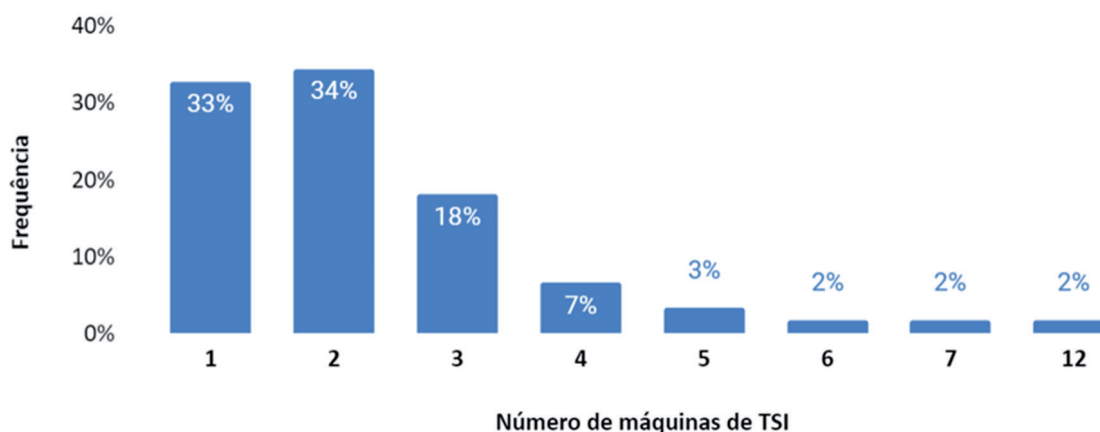


Figura 9. Número de máquinas para a realização do TSI por parte das instituições questionadas.

Tipos de máquinas utilizadas para o TSI

A maioria (45,8%) das instituições utiliza máquinas do tipo batelada para a realização do TSI,

16,9% utilizam as do tipo de fluxo contínuo e 37,3% delas utilizam ambos os sistemas (Figura 10).

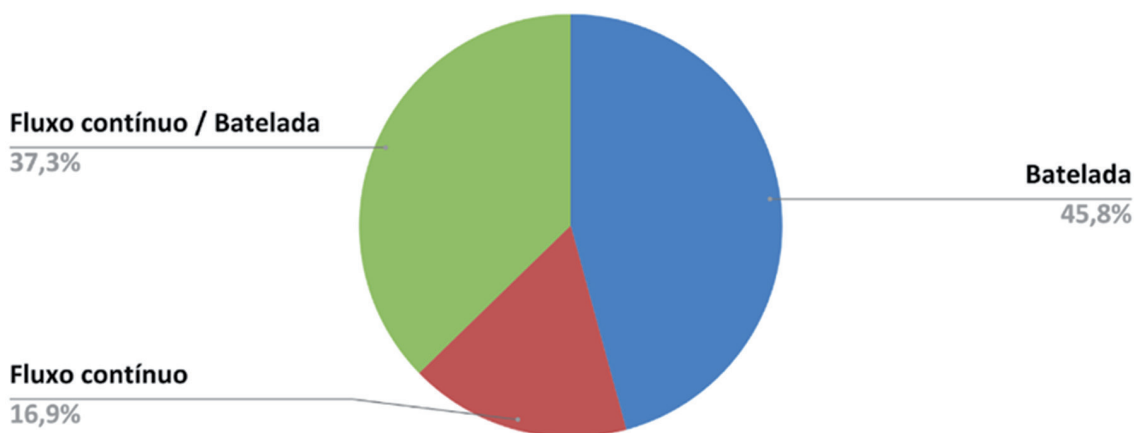


Figura 10. Tipos de máquinas utilizadas para a realização do TSI.

Marcas das máquinas para o TSI

Entre as marcas que fabricam e disponibilizam máquinas para o TSI, a Momesso Indústria de Máquinas foi a que apresentou a maioria dos equipamentos utilizados (Figura 11), com 68% de frequência

das respostas; seguida por máquinas da LS do Brasil (23%), Grazmec e Gustafson (20% cada), Cimbria (11%), KSi Edge Brasil (7%), MecMaq e Bayer (5% cada), Petkus e Niklas (2% cada).

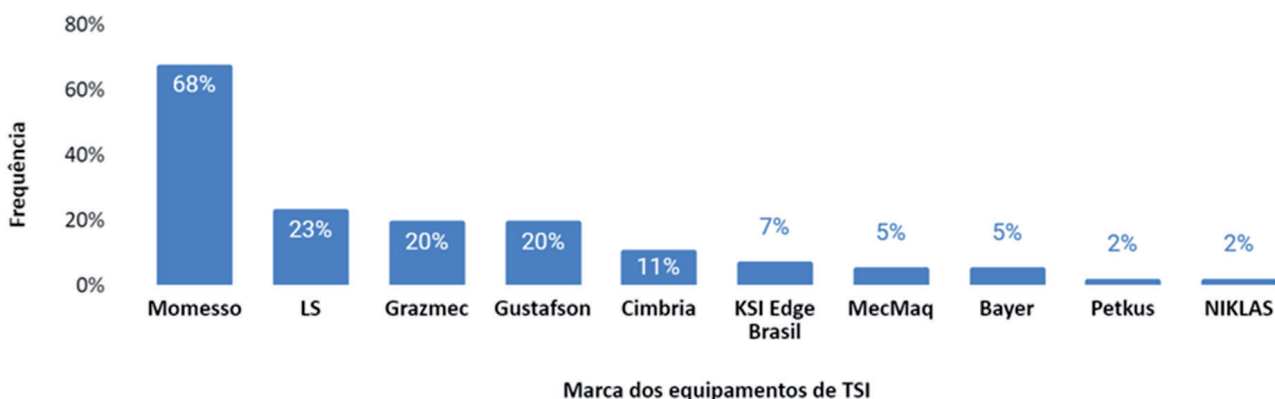


Figura 11. Frequência das marcas das máquinas utilizadas para o TSI, conforme relatado pelos entrevistados.

Na safra 2014/2015, segundo França-Neto et al. (2015) foi constatado que a Momesso já apresentava a liderança do mercado de máquinas utilizadas para o TSI, com 42,5% da preferência, seguida pelas empresas LS e Gustafson, com 22,5% cada, Cimbria (5,0%) e Mecmaq, Niklas e Incotec (2,5% cada).

Número de fórmulas utilizadas para o TSI

Há distintas opções de formulações para o TSI, com as devidas combinações de fungicidas, inseticidas, nematicidas, bioestimulantes, nutrientes e

inoculantes disponíveis para tal prática. Uma amplitude de respostas variando de apenas uma fórmula ofertada até a opção de 25 fórmulas distintas por instituição foram constatadas no levantamento (Figura 12). A maior frequência foi constatada para instituições que ofertam quatro fórmulas (23%), seguida por três fórmulas (13%) e uma e cinco fórmulas (com 11% cada).

Entre as fórmulas ofertadas, constatou-se que 66,7% das instituições realizam fórmulas customizadas de TSI para seus clientes e 33,3% informaram que não têm condições para tal (Figura 13).

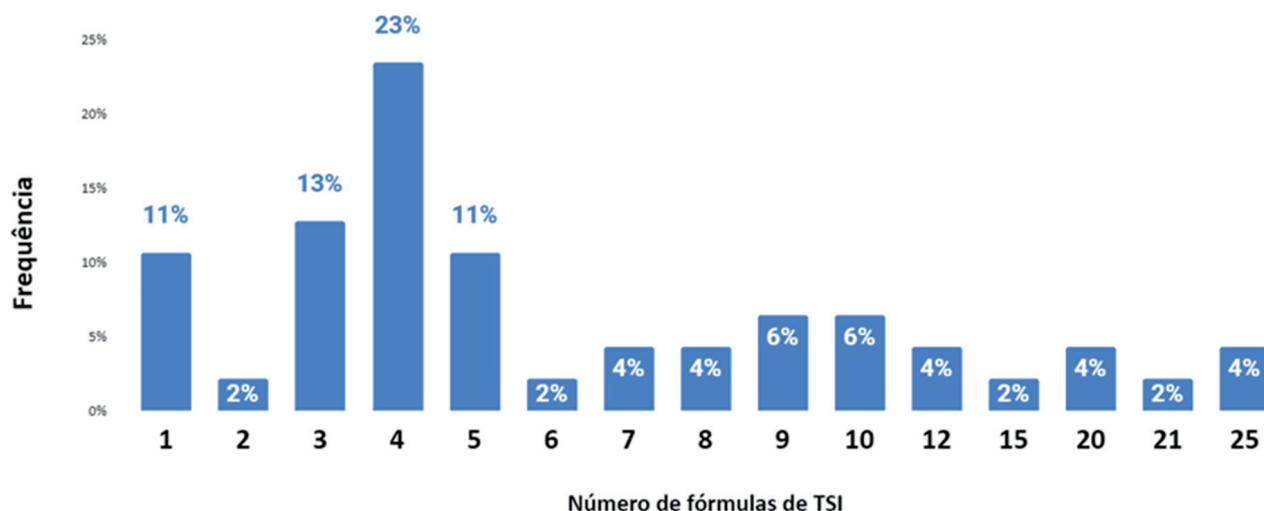


Figura 12. Número de fórmulas ofertadas pelas instituições para o TSI.

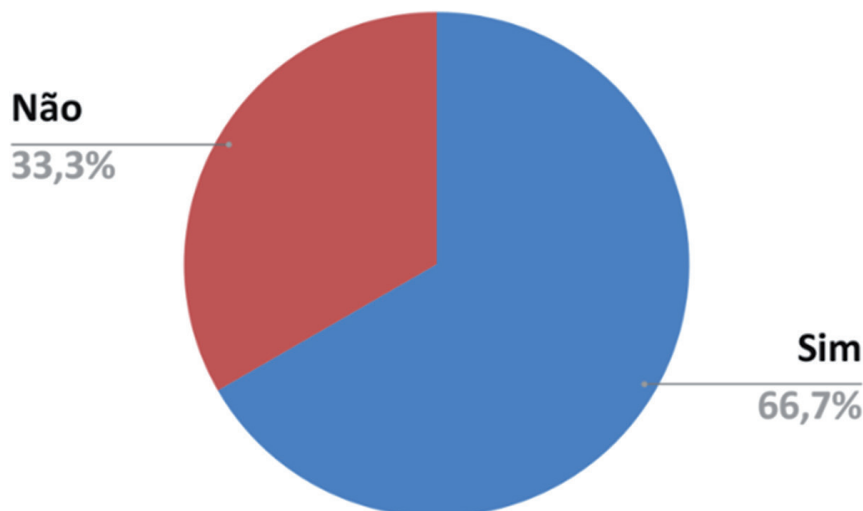


Figura 13. Porcentual das empresas que oferecem fórmulas customizadas ou não de TSI para seus clientes.

Tratamento de sementes na indústria com fungicidas

A grande maioria das instituições (92%) utiliza fungicidas para o TSI e 8% não utilizam fungicidas para o TSI (Figura 14). Constatou-se que o índice de TSI com fungicidas realizado pelas empresas produtoras de sementes é de 95,4%, bem superior aos 77,5% praticados pelas cooperativas (Figura 15).

Na Figura 16 estão identificadas as frequências de aplicação dos produtos comerciais que

contêm fungicidas em suas formulações. Os produtos com as maiores frequências foram o Maxim Advanced (61%), Standak Top (49,2%), Avicta Completo (40,7%), Fortenza Elite (37,3%), Maxim XL (27,1%), Certeza N (22%), Spectro (18,6%), Ranco-na T(15,3%), Apron RFC (11,9%) e Redigo (3,4%). Os fungicidas Protreat e Derosal Plus (3,4% cada), que apresentavam o carbendazim em sua formulação, foram banidos em 2022.

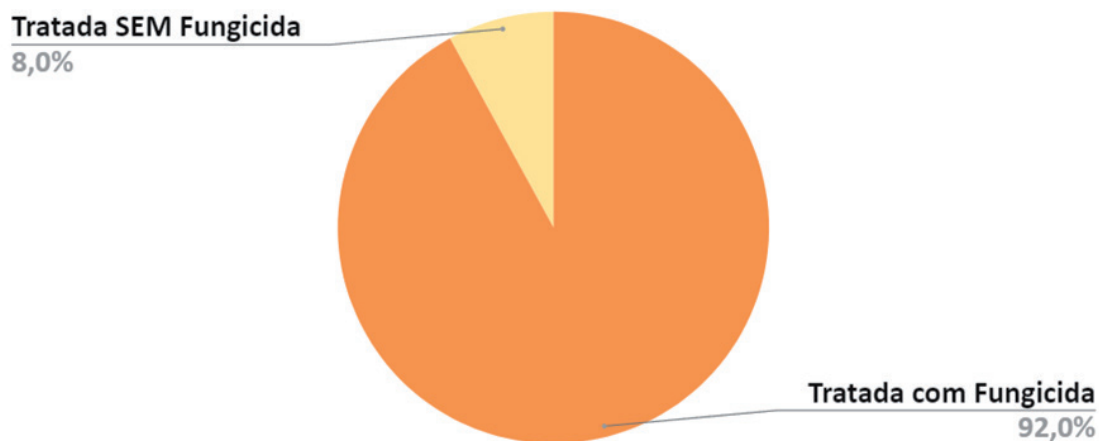


Figura 14. Porcentual das instituições que utilizam ou não fungicidas no TSI.



Figura 15. Porcentual das empresas e cooperativas produtoras de sementes que utilizam ou não fungicidas no TSI.

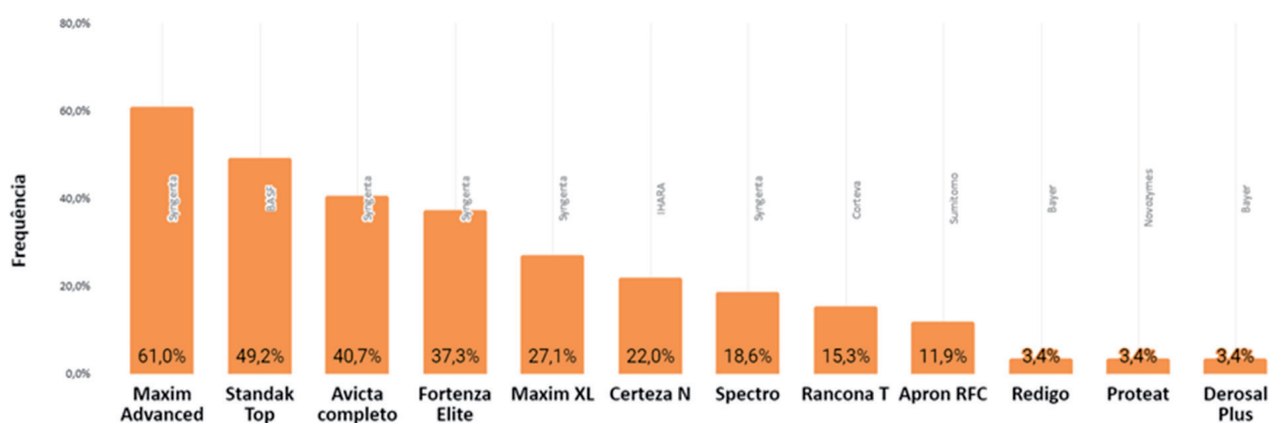


Figura 16. Frequência dos principais produtos comerciais que contêm fungicidas aplicados no TSI.

Tratamento de sementes na indústria com inseticidas

Assim como para os fungicidas, a grande maioria das instituições (93,5%) utiliza inseticidas para o TSI e 6,5% não utilizam esses produtos para o TSI (Figura 17). Constatou-se também que o índice de TSI com inseticidas realizado pelas empresas produtoras de sementes é de 96%, bem superior aos 82,7% praticados pelas cooperativas (Figura 18).

Na Figura 19 estão identificadas as frequências de aplicação dos produtos comerciais que contêm inseticidas em suas formulações. Os produtos com as maiores frequências foram Cruiser 350 FS (58%), Standak Top (57%), Fortenza Duo (55%), Avicta Completo (51%), Fortenza 600 FS (36%), Dermacor (34%), Fortenza Elite (32%), Cropstar (19%), Amulet (15%), Maestro FS (11%), Start (11%), Standak Top em mistura com Poncho (6%), Beque e Chancellia (4% cada), Convence e Gaucho FS (2% cada).

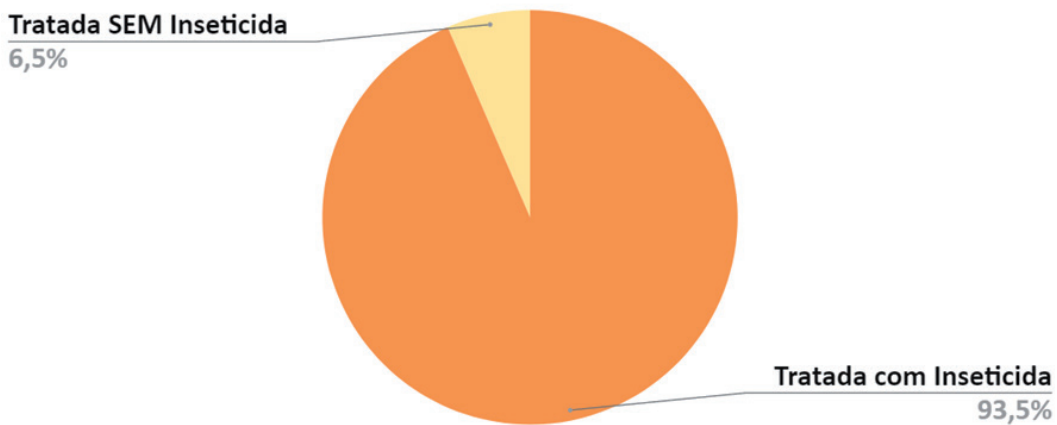


Figura 17. Porcentual das instituições que utilizam ou não inseticidas no TSI.

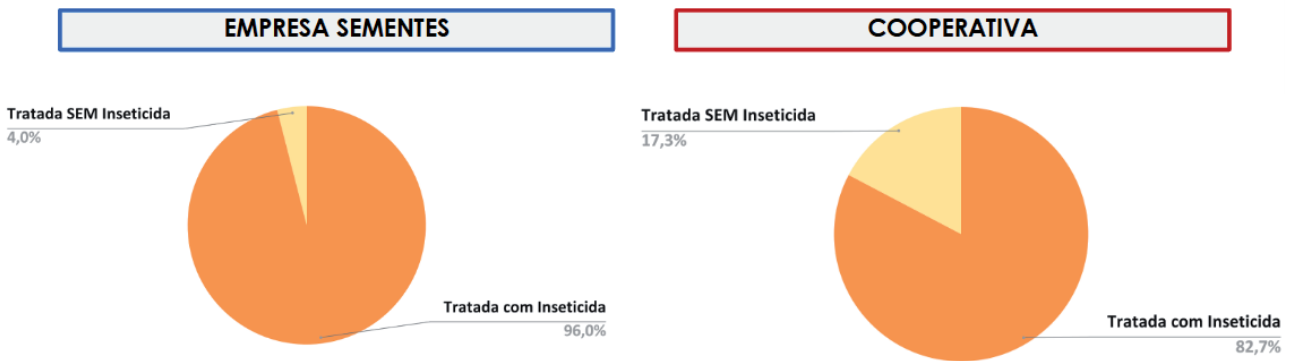


Figura 18. Porcentual das empresas e cooperativas produtoras de sementes que utilizam ou não inseticidas no TSI.

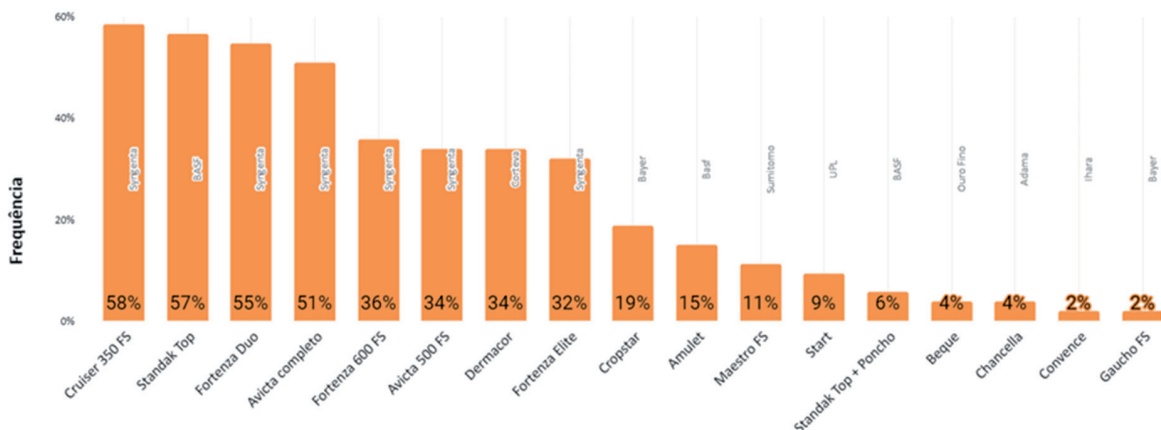


Figura 19. Frequência dos principais produtos comerciais que contêm inseticidas aplicados no TSI.

Tratamento de sementes na indústria com nematicidas

A maioria das instituições, 70,6%, não inclui nematicidas em suas formulações para o TSI e 29,4% utilizam esses produtos para o TSI (Figura 20). Já,

os índices de TSI com nematicidas realizado pelas empresas produtoras de sementes é de 26,6%, próximos aos 31,2% praticados pelas cooperativas (Figura 21).

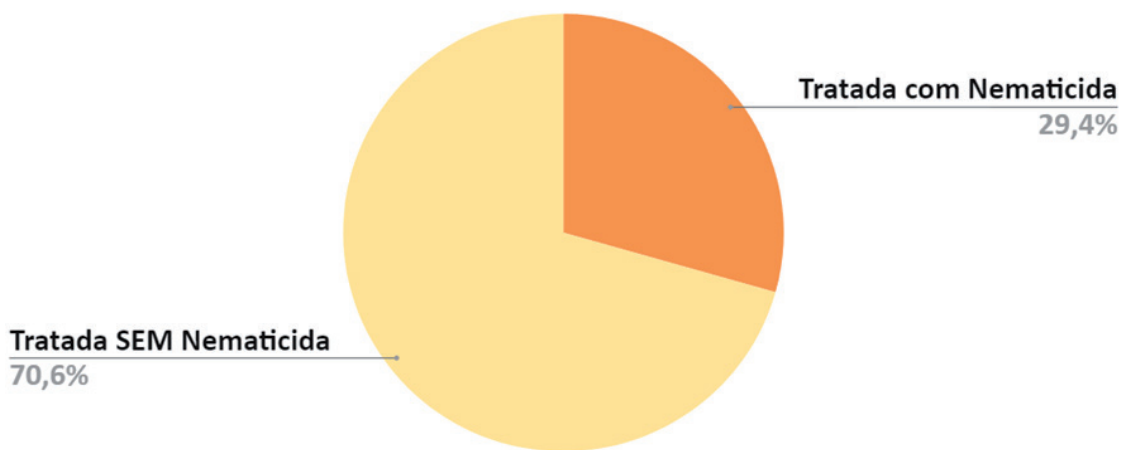


Figura 20. Porcentual das instituições que utilizam ou não nematicidas no TSI.

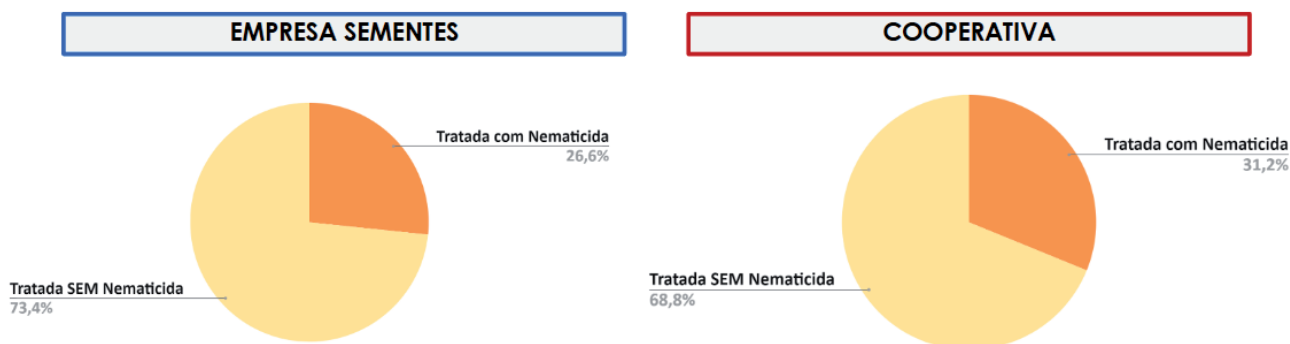


Figura 21. Porcentual das empresas e cooperativas produtoras de sementes que utilizam ou não nematicida no TSI.

Na Figura 22 estão identificadas as frequências de aplicação dos produtos comerciais que contêm nematicidas em suas formulações. Os produtos com as maiores frequências foram Avicta Completo

(56%), Avicta 500 FS (29%), Voitivo Prime (21%), Certeza N e Lumialza (8% cada), Presence (4%), Acrescent Raiz F (3%) e Cropstar (2%).

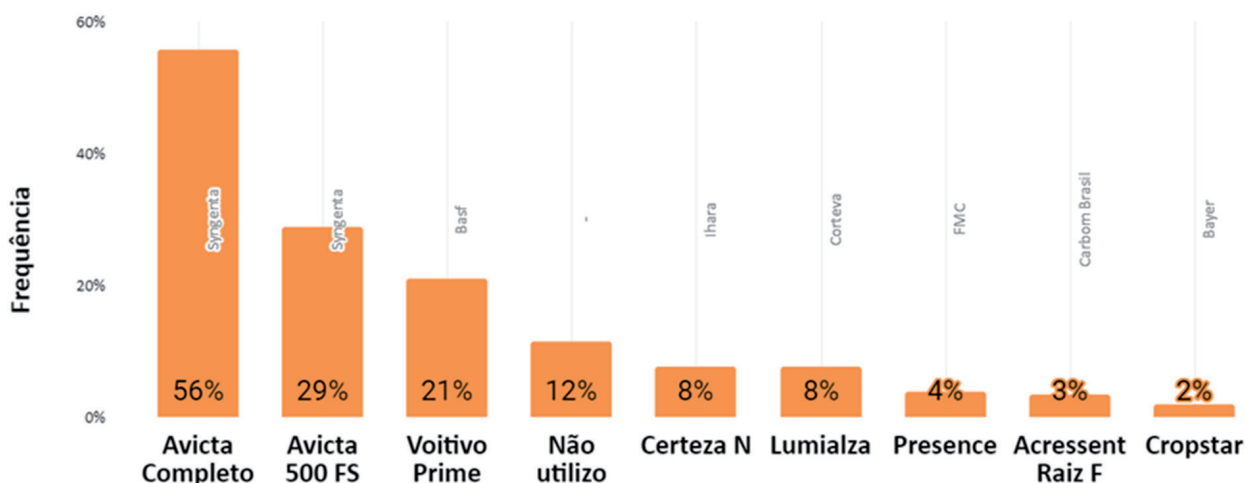


Figura 22. Frequências dos principais produtos comerciais que contêm nematicidas aplicados no TSI.

Tratamento de sementes na indústria com bioestimulantes

Em relação ao TSI com bioestimulantes verificou-se que, na média, computando-se todas as instituições envolvidas na avaliação, 23,2% das

sementes de soja foram tratadas com bioestimulantes no TSI (Figura 23). Nas cooperativas constatou-se que 37% das sementes foram tratadas com esses produtos, bem mais que os 20% constatados nas empresas produtoras de sementes (Figura 24).

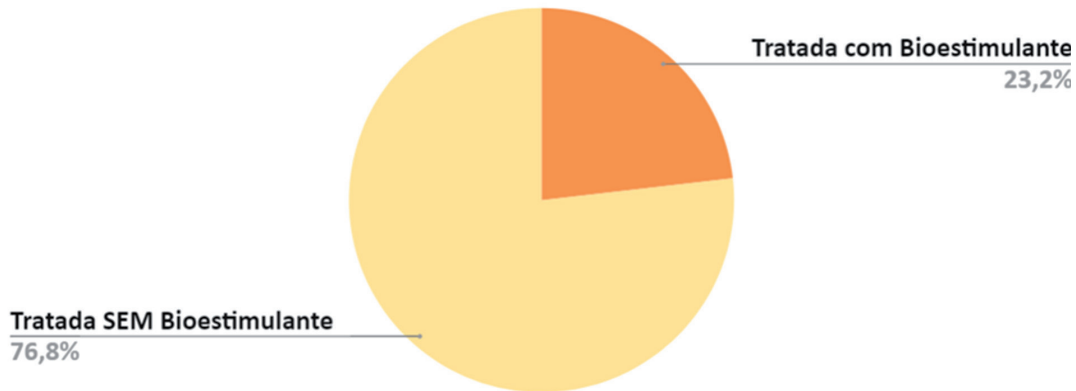


Figura 23. Porcentual das instituições que utilizam ou não bioestimulantes no TSI.

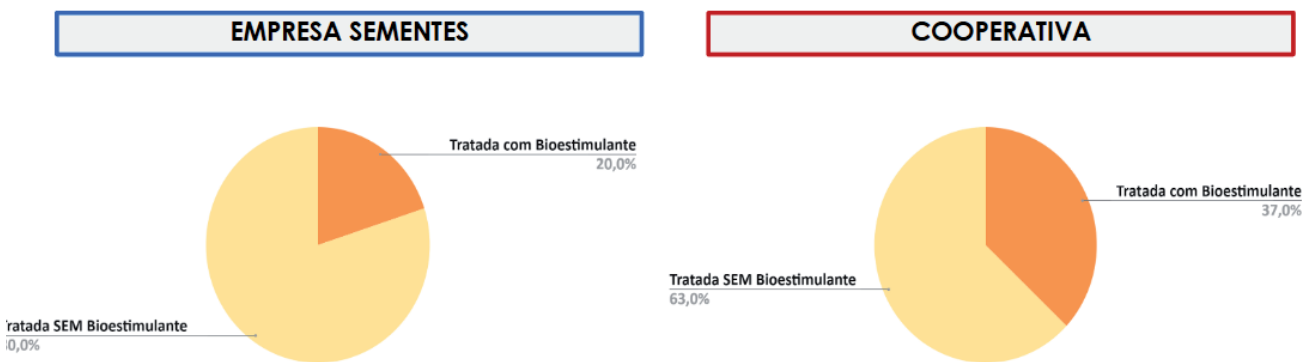


Figura 24. Porcentual das empresas e cooperativas produtoras de sementes que utilizam ou não bioestimulantes no TSI.

Diversos bioestimulantes foram utilizados no TSI de soja, conforme a Figura 25: Kelmax (26%); Booster (22%); TMS Power (13%); Seed+, Biozyme,

Stimulate, Master Raiz, UP Seeds e Sign (9% cada) e Sprint Alga, Fertyactil Leg, Radifarme, Epivio e Racimax (4% cada).

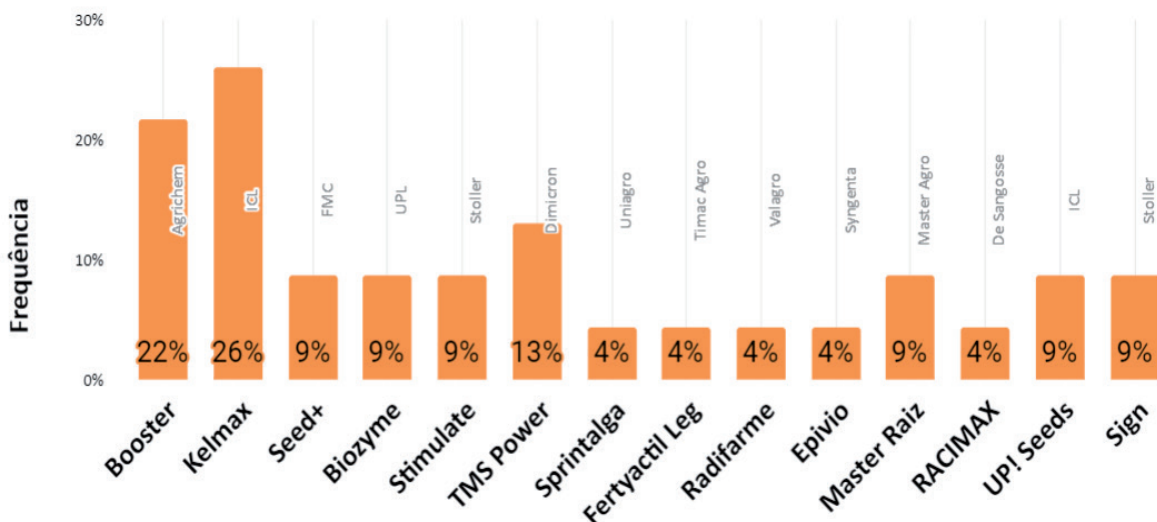


Figura 25. Frequência dos principais bioestimulantes utilizados no TSI.

Entre as principais funções dos bioestimulantes utilizados, constataram-se as seguintes frequências (Figura 26): enraizador (75%); maior eficiência na nodulação (42%); acelerar o processo de germinação (33%); maior eficiência na fixação biológica

do nitrogênio (29%); potencializador de hormônios (17%); maior tolerância ao estresse hídrico (8%); maior tolerância ao estresse térmico (4%); e maior potencial fotossintético (4%).

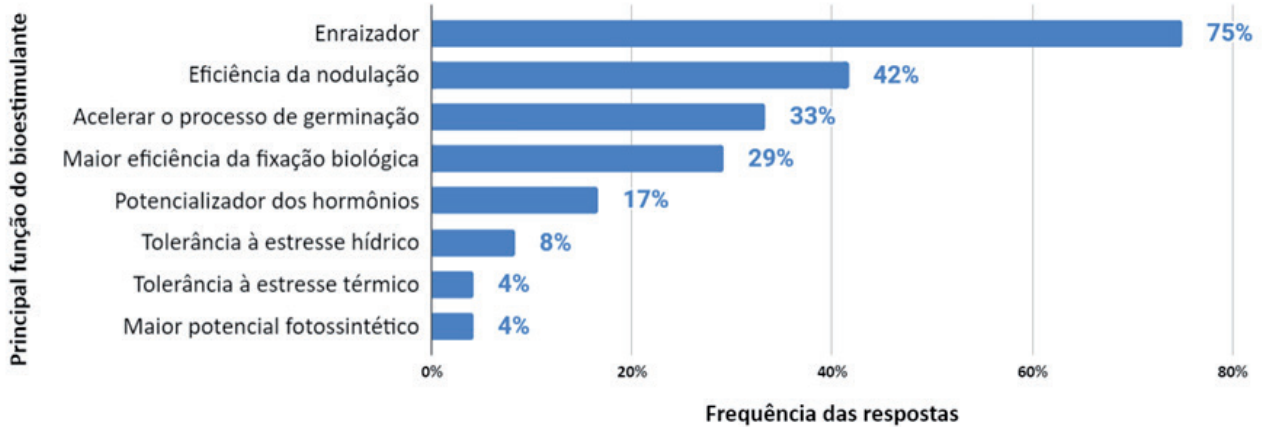


Figura 26. Principais funções associadas com os bioestimulantes utilizados no TSI.

Tratamento de sementes na indústria com nutrientes

No levantamento, constatou-se que 40,3% das sementes de soja recebem nutrientes (macro e

micronutrientes) no TSI (Figura 27). Entre as cooperativas esse índice foi de 52,5%, superior aos 37,5% constatados para as empresas produtoras de sementes (Figura 28).

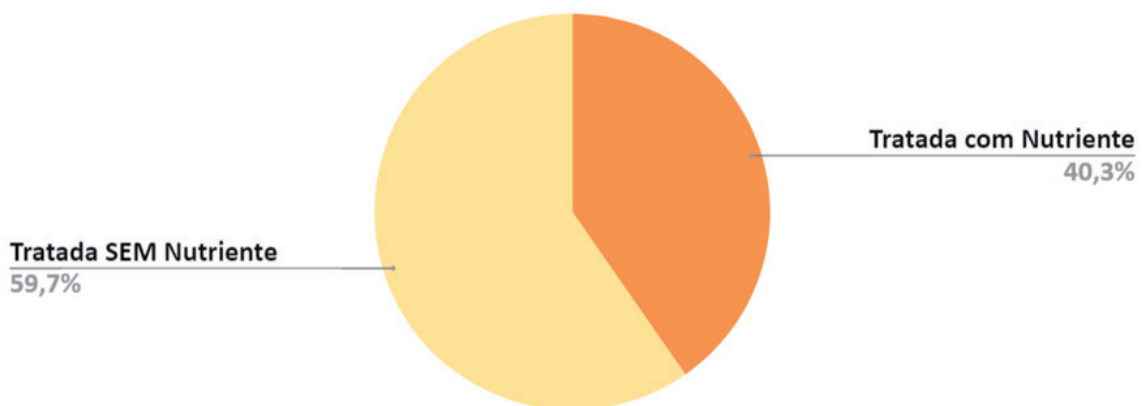


Figura 27. Percentual das instituições que utilizam ou não de nutrientes no TSI.



Figura 28. Percentual das empresas e cooperativas produtoras de sementes que utilizam ou não nutrientes no TSI.

Entre os principais nutrientes utilizados no TSI, destacam-se os seguintes, com suas respectivas frequências de utilização (Figura 29): molibdênio

(95%); cobalto (92%); zinco (14%); níquel (11%); nitrogênio (8%); fósforo e manganês (5% cada); e ferro (3%).

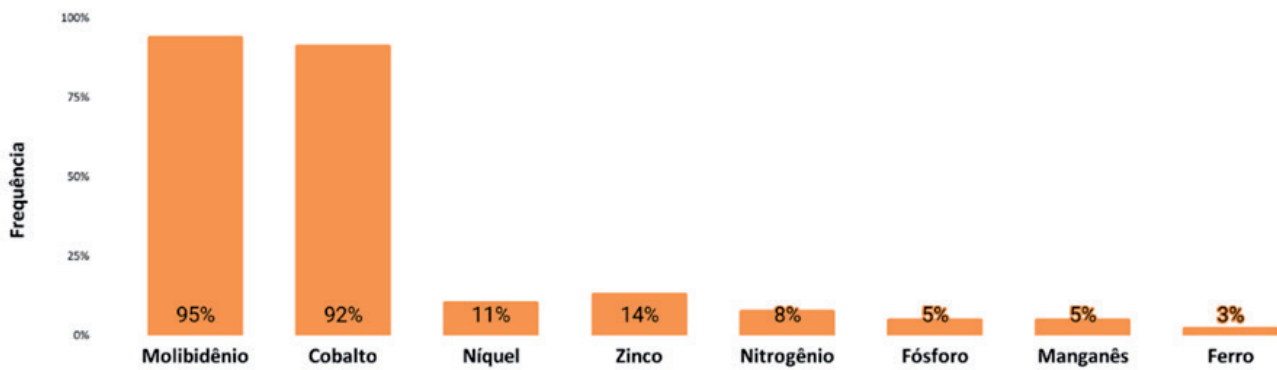


Figura 29. Frequência dos principais nutrientes utilizados no TSI.

Tratamento de sementes na indústria com inoculantes

Um outro componente do TSI de soja é o inoculante, que utiliza bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, responsáveis pela fixação biológica do nitrogênio (FBN). A FBN é a principal fonte de N para a cultura da soja. As bactérias desse gênero infectam as raízes da planta via pelos radiculares, formando os nódulos. A FBN pode fornecer todo o N que a soja necessita (Hungria; Nogueira, 2020).

Diversas empresas têm utilizado inoculantes longa vida com essas bactérias e o seu uso no TSI tem aumentado nos últimos anos. A inclusão do inoculante no TSI apresenta uma grande vantagem, pois quando o sojicultor recebe a sua semente de soja já tratada com todos os produtos de seu interesse, como fungicidas, inseticidas, nematocidas, bioestimulantes, nutrientes e inoculantes, ele terá o que se chama de “semente pronta para a semeadura”, ou seja, não haverá a necessidade da realização de outros tratamentos adicionais na propriedade antes da semeadura.

Nesse sentido, Coimbra (2024) enfatiza que sementes que já receberam o tratamento com produtos na indústria não devem ser tratadas com outros produtos antes da semeadura. Tal prática poderá diminuir consideravelmente o vigor das sementes, ou mesmo inviabilizá-las completamente, além do risco de desperdiçar os produtos e o tempo dos operadores.

Dois micronutrientes são indispensáveis para a eficiente FBN: cobalto (Co) e molibdênio (Mo), que podem ser providos à lavoura via aplicação foliar ou via tratamento de sementes (Sfredo; Oliveira, 2010). Daí a razão desses dois micronutrientes terem sido os mais utilizados no TSI, conforme apresentado na Figura 29.

No presente levantamento, constatou-se que 24% das sementes de soja recebem o TSI com inoculantes (Figura 30). Nas cooperativas, esse índice é de 27%, ligeiramente superior aos 23,4% observados para as empresas produtoras de sementes (Figura 31).

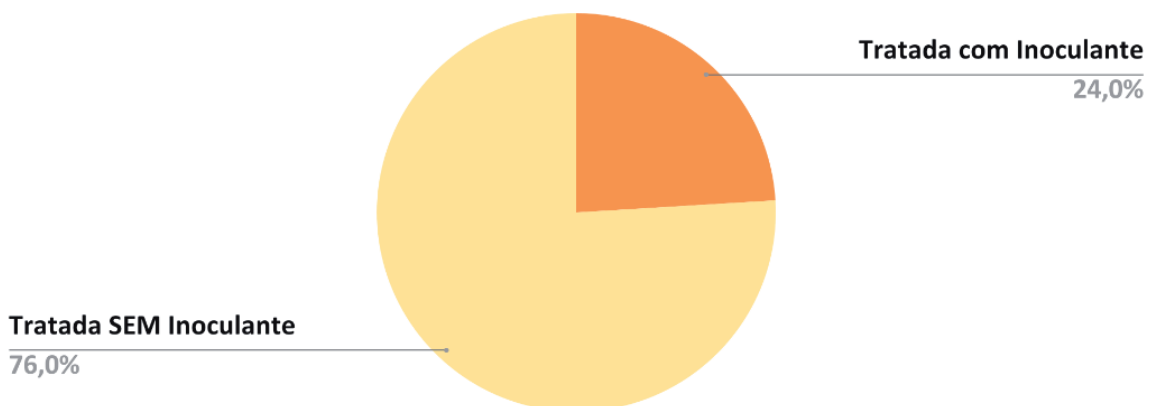


Figura 30. Porcentual das instituições que utilizam ou não de inoculantes no TSI.

Entre as marcas dos inoculantes utilizadas no TSI, destacam-se as seguintes, com suas frequências de utilização (Figura 32): Rizoliqui LLI (72%);

CTS1000 e CTS 700 (10% cada); Bioagro e Granouro (3% cada).

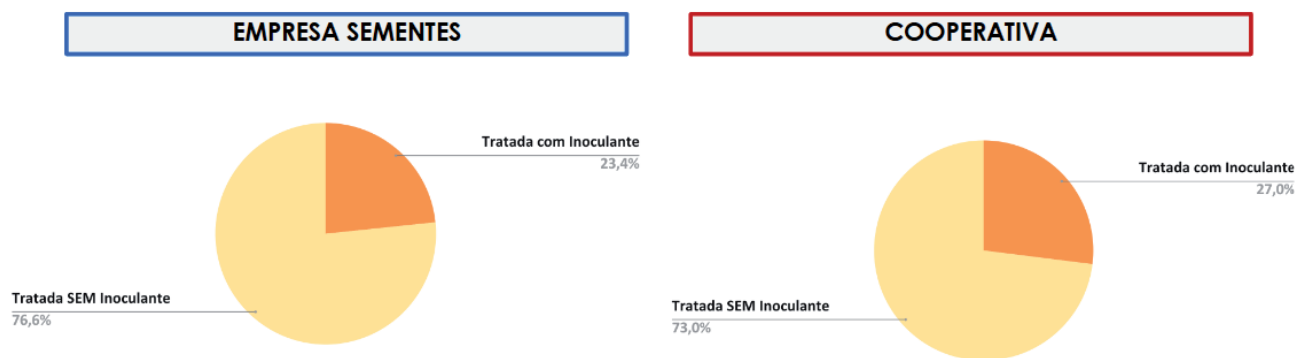


Figura 31. Porcentual das empresas e cooperativas produtoras de sementes que utilizam ou não inoculantes no TSI.

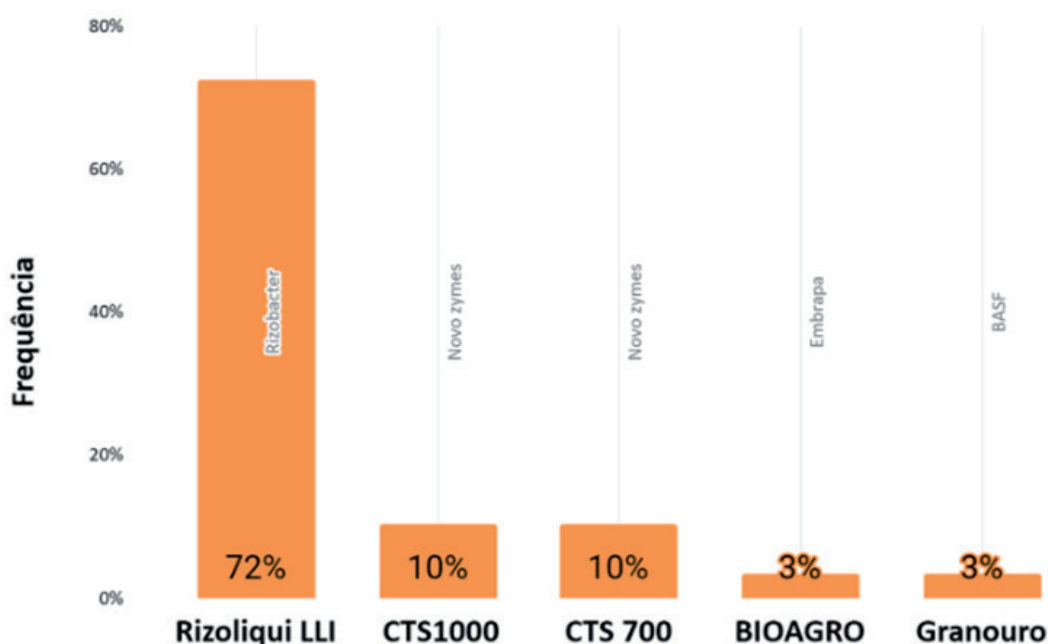


Figura 32. Frequência dos principais inoculantes utilizados no TSI.

Algumas sugestões foram registradas no presente levantamento, no que se refere à inclusão de outros agentes biológicos no TSI:

- *Azospirillum brasiliense*, para a realização da coinoculação;
- Agentes para o controle biológico de mofo branco, causado por *Macrophomina phaseolina*;
- Nematicidas biológicos de amplo espectro para o controle de nematoides, como o *Pratylenchus brachyurus*;
- Inseticidas biológicos;
- Inoculantes com mais tempo de prateleira e compatíveis com fungicidas e inseticidas utilizados no TSI.

Tratamento adicional de sementes na propriedade

Apesar dessa prática não ser recomendada, conforme mencionado por Coimbra (2024), no presente levantamento, constatou-se que ela é utilizada em 39,7% das propriedades (Figura 33).

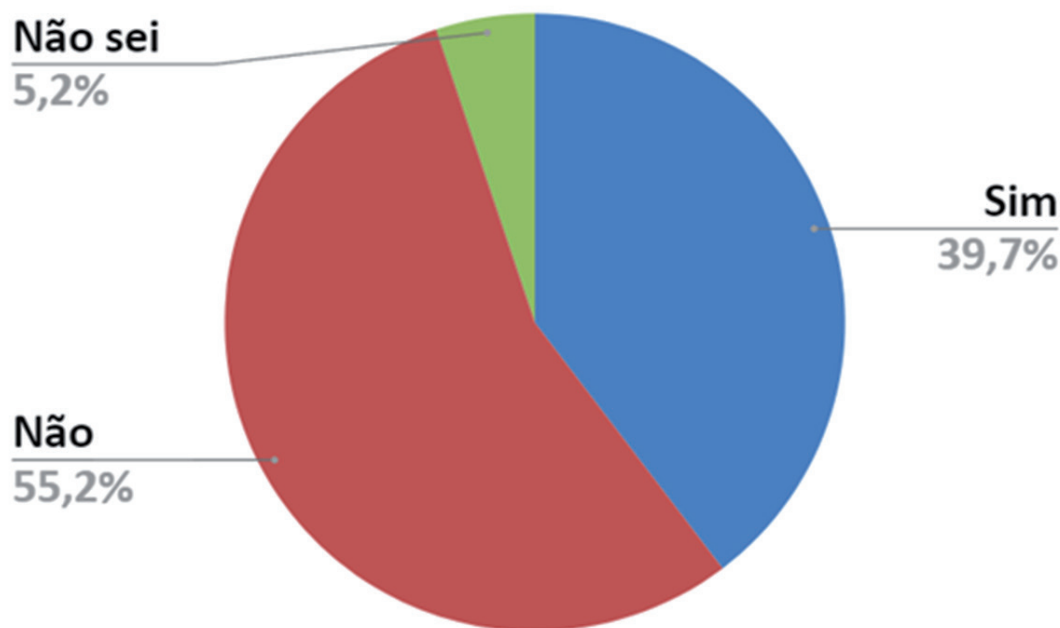


Figura 33. Porcentual de sementes que recebem tratamentos adicionais na propriedade pelos sojicultores.

Entre os produtos que são utilizados para o tratamento adicional das sementes de soja na propriedade, destacam-se os seguintes, com as suas frequências de utilização (Figura 34): inoculantes

(50%); biológicos (18%); nematicidas (14%); bioestimulantes (11%); grafite (7%); micronutrientes (7%); fungicida e inseticida (4% cada).

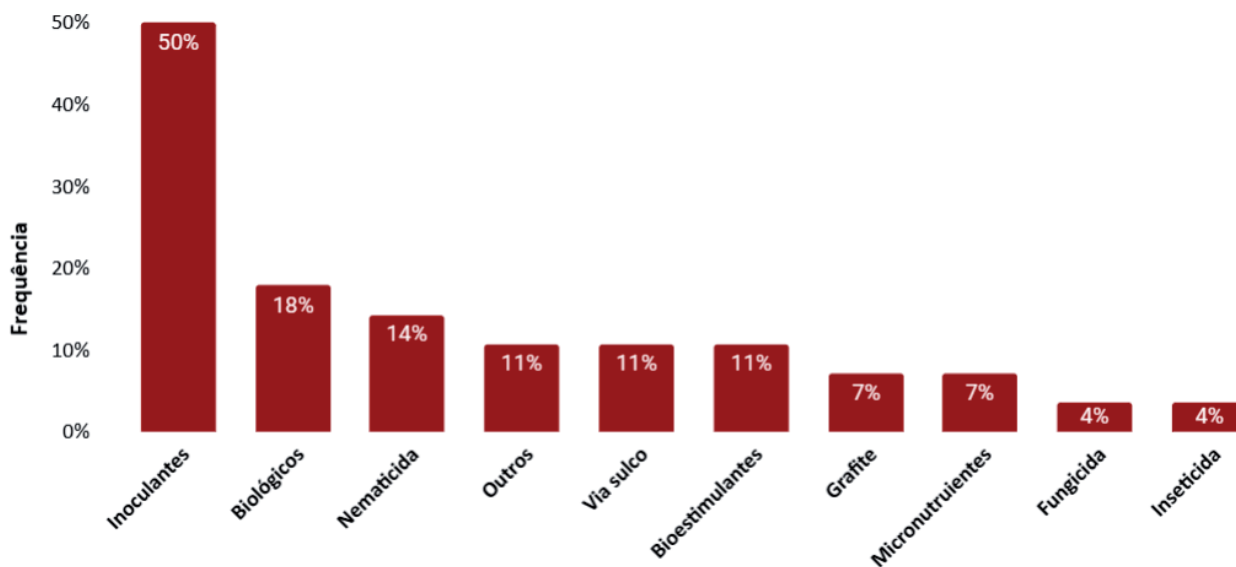


Figura 34. Frequência dos produtos utilizados pelo sojicultor na propriedade, para realizar o tratamento adicional das sementes já com TSI.

Sumário dos resultados referentes aos produtos utilizados no TSI

A Tabela 3 apresenta um sumário da adoção do TSI para a soja, listando os principais produtos utilizados. Destacam-se os inseticidas e fungicidas como os produtos mais utilizados com uma taxa de adoção de 93,5% e 92%, respectivamente. Os nutrientes, principalmente os micronutrientes Co e Mo,

apresentaram uma taxa de adoção de 40,3%. Os nematicidas tiveram uma taxa de 29,4%; os inoculantes de 24%; e os bioestimulantes de 23,2%. É importante frisar que a taxa de adoção desses produtos variou entre as empresas produtoras de sementes e as cooperativas que, no geral, apresentaram 33,7% e 54,1% de adoção, respectivamente. A média geral de adoção do TSI por todas as instituições avaliadas foi de 36,3%.

Tabela 3. Taxa de adoção do TSI por empresas produtoras de sementes e por cooperativas, especificada pelos produtos utilizados, como inseticidas, fungicidas, nutrientes, nematicidas, inoculantes e bioestimulantes; safra 2022/2023.

Produto	Empresa Sementes	Cooperativa	Total
	Porcentagem de adoção (%)		
Inseticida	96,0	82,7	93,5
Fungicidas	95,4	77,5	92,0
Nutriente	37,5	52,5	40,3
Nematicida	26,6	31,2	29,4
Inoculante	23,4	27,0	24,0
Bioestimulante	20,0	37,0	23,2
Adoção TSI	33,7	54,1	36,3

Vantagens e limitações referentes à adoção do TSI pelo setor produtivo de soja

Com base nas respostas e sugestões resultantes do questionário encaminhado aos produtores de sementes, foram listadas as principais razões para a boa aceitação do TSI:

- Comodidade e agilidade para o sojicultor na operação de semeadura.
- Menor risco de exposição do sojicultor aos produtos utilizados no tratamento, reduzindo a possibilidade de intoxicações.
- Realizado com técnicas e equipamentos de aplicação de precisão.
- Alta precisão nas doses de aplicação dos produtos, garantindo a sua eficiência.
- Boa cobertura das sementes.
- Garantia da qualidade da semente utilizada.

- Garantia da qualidade dos produtos utilizados.
- Garantia de fluidez e melhor semeabilidade.
- Custos compatíveis: menor investimento em máquinas próprias.
- Conhecimento por parte do produtor dessas vantagens.

Efetivamente, todos esses motivos são bem positivos e devem propiciar o crescimento da comercialização do TSI em próximas safras. Nesse sentido, foi também questionado aos produtores de sementes, qual a projeção do uso do TSI de soja para os próximos cinco anos. Se na safra 2022/2023, estimou-se que o TSI tinha uma taxa de adoção de 36,3% do volume total de sementes de soja produzido, com base nas respostas do questionário, estimou-se que esse índice será de 55,7% na safra 2028/2029 (Figura 35).

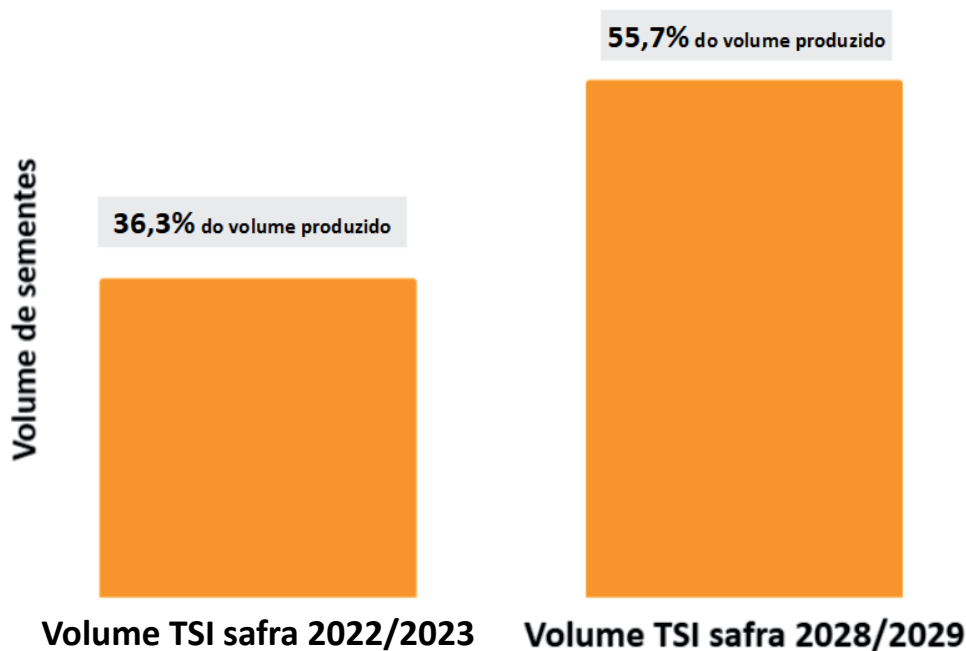


Figura 35. Taxa de utilização do TSI de soja em 2022/2023 e o estimado para a safra de 2028/2029.

Os produtores de sementes também listaram os principais motivos que podem levar o sojicultor a não adquirir sementes de soja com o TSI. A seguir serão citados os principais motivos apresentados, em ordem decrescente de importância:

- Alto custo.
- Não customização do processo.
- Existência de sojicultores que já possuem sua própria estrutura para realizar o TSI.
- Dúvidas sobre os tratamentos utilizados e suas doses.
- Algumas empresas produtoras de agrotóxicos têm disponibilizado a alguns grandes sojicultores estruturas para a realização do TSI na propriedade.
- Relacionamento com as revendas.
- Grandes sojicultores acabam acessando os agrotóxicos para o TSI a preços mais baixos que os pagos pelos produtores de sementes.
- Falta de conhecimento dos benefícios do TSI.

Por fim, foi questionado aos produtores de sementes quais os principais desafios que eles antevêm para o TSI nos próximos anos. Esses desafios são listados a seguir em ordem decrescente de importância:

- Janela curta para a realização do TSI e a distribuição das sementes.
- Custo do TSI e margem de lucratividade baixa.
- Falta de mão de obra qualificada para a realização do TSI.
- Grande número de formulações.
- Vida útil curta dos equipamentos utilizados para o TSI.
- Dificuldades com o alto volume de calda a ser utilizado.
- Destino com as sobras de sementes tratadas.
- Armazenagem das sementes com o TSI.
- Conciliar o volume tratado e qualidade das sementes e do TSI.

Referências

- COIMBRA, R. A. Qualidade e o tratamento de sementes. In: JORGE, A. C. O.; SAUERWEIN, N. A. A.; LORENZON, D. G. (ed.). **Fundamentos da plantabilidade e da qualidade das sementes**. São Paulo: Reino Editorial: MyFarm Agro, 2024. p. 109-131.
- FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, F. A.; LORINI, I. Adoção do tratamento industrial de sementes de soja no Brasil, safra 2014/15. **Informativo ABRATES**, v. 25, n. 1, p. 26-29, 2015.
- FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PADUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).
- GOULART, A. C. P.; NUNES, J. C. da S. Prática indispensável. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 21, n. 269, p. 44-46, 2021.
- HENNING, A. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; COSTA, N. P. da. **Recomendação do tratamento químico de sementes de soja *Glycine max* (L.) Merrill**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1981. 9 p. (EMBRAPA-CNPSo. Comunicado Técnico, 12).
- HENNING, A. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LORINI, I. **Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de “La Nina” - Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 7 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 82).
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. Fixação biológica de nitrogênio. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. (ed.) **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 187-195. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 17).
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; OLIVEIRA, G. R. F. de; HENNING, F. A. **Teste do hipoclorito de sódio para determinação da ocorrência de microfissuras no tegumento da semente de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2023. 15 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 192).
- KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; LORINI, I. 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 Soja, 2014. p. 222-225. (Embrapa Soja. Documentos, 353).
- NUNES, J. C. da S. Inovações em tratamento de sementes na indústria. **Seed News**, v. 28, n. 1, p. 10-13, 2024.
- OLIVEIRA, A. L.; GADOTTI, G. I. Aspectos técnicos e legais relacionados ao tratamento de sementes. **Seed News**, v. 19, n. 3, p. 34-37, 2014.

OLIVEIRA, G. R. F.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A.; LORINI, I. Os efeitos do tratamento químico sobre o desempenho fisiológico de sementes de soja com distintos índices de microfissura no tegumento. **Informativo ABRATES**, v. 27, n. 2, p. 178, ago. 2017. Número especial. Edição dos Resumos do XX Congresso Brasileiro de Sementes, Foz do Iguaçu, 2017.

OLIVEIRA, G. R. F.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; LORINI, I.; SÁ, M. E. Efeitos do tratamento químico sobre o desempenho fisiológico de sementes de soja com distintos índices de microfissura no tegumento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 8., 2018, Goiânia. **Inovação, tecnologias digitais e sustentabilidade da soja**: anais. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 998-1000.

ROCHA, D. K.; CARVALHO, E. R.; REIS, V. U. V.; NARDELLI, A. C. P.; ANDRADE, D. B. MESQUITA, A. P. Dose effectiveness and quality of soybean seed treatment in Brazilian agriculture as a function of application technology. **Journal of Seed Science**, v. 46, e202446018, 2024. DOI: 10.1590/2317-1545v46280891.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. de. **Soja**: molibdênio e cobalto. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 322).



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA

