

## Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Soja  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

## **Documentos 380**

# **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**

*José de Barros França-Neto*

*Francisco Carlos Krzyzanowski*

*Ademir Assis Henning*

*Gilda Pizzolante de Pádua*

*Irineu Lorini*

*Fernando Augusto Henning*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**

Rod. Carlos João Strass, acesso Orlando Amaral, Distrito da Warta

Caixa Postal 231 – Londrina, PR

Fone: (43) 3371 6000

Fax: (43) 3371 6100

[www.embrapa.br/soja](http://www.embrapa.br/soja)

[www.embrapa.br/fale-conosco](http://www.embrapa.br/fale-conosco)

**Comitê Local de Publicações**

Presidente: *Ricardo Vilela Abdelnoor*

Secretário-Executivo: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros: *Alvadi Antonio Balbinot Junior, Claudine Dinali Santos Seixas, Fernando Augusto Henning, José Marcos Gontijo Mandarino, Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier e Vera Toledo Benassi*

Supervisão editorial: *Vanessa Fuzinatto Dall´Agnol*

Normalização bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima*

Editoração eletrônica: *Jéssica Akemi Ychisawa*

Capa: *Marisa Yuri Horikawa*

Foto da capa: *Ronaldo Ronan Rufino*

**1ª edição**

1ª impressão (2016): 3.000 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no. 9.610)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Soja

---

Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade [recurso eletrônico]: / José de Barros França-Neto... [et al.] – Londrina: Embrapa Soja, 2016.  
82 p. il. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n.380)

1. Soja-Semente. 2. Tecnologia produção. I. França-Neto, Jose de Barros.  
II. Krzyzanowski, Francisco Carlos. III. Henning, Ademir Assis. IV. Pádua, Gilda Pizzolante de. V. Lorini, Irineu. VI. Henning, Fernando Augusto. VII. Título. VIII. Série.

---

CDD 633.3421

© Embrapa 2016

# **Autores**

## **José de Barros França-Neto**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Agronomia/  
Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa  
Soja, Londrina, PR  
jose.franca@embrapa.br

## **Francisco Carlos Krzyzanowski**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Agronomia/  
Tecnologia de Sementes, pesquisador da Embrapa  
Soja, Londrina, PR  
francisco.krzyzanowski@embrapa.br

## **Ademir Assis Henning**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Agronomia/  
Patologia de Sementes, pesquisador da Embrapa  
Soja, Londrina, PR  
ademir.henning@embrapa.br

## **Gilda Pizzolante de Pádua**

Engenheiro Agrônomo, Dr. em Agronomia,  
pesquisadora da Embrapa/EPAMIG Oeste, Uberaba, MG  
gilda.padua@embrapa.br

**Irineu Lorini**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Entomologia/  
Pós-colheita de Grãos e Sementes, pesquisador da  
Embrapa Soja, Londrina, PR  
irineu.lorini@embrapa.br

**Fernando Augusto Henning**

Engenheiro Agrônomo, Dr. em Ciência e Tecnologia  
de Sementes/Biotecnologia em Sementes,  
pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR  
fernando.henning@embrapa.br

# Apresentação

A utilização de sementes de soja de alta qualidade é de fundamental importância para o sucesso do cultivo. A produção de sementes de soja com esses padrões é um grande desafio ao setor produtivo, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Para que esse objetivo seja alcançado, é imprescindível que se invista em tecnologias específicas para a produção de sementes e também num bom sistema de controle de qualidade.

Nesse sentido, a Embrapa Soja tem contribuído há anos com o setor produtivo, gerando diversas tecnologias para a produção de sementes de soja, bem como aprimorando métodos de análise da qualidade de sementes.

Na presente publicação são abordadas as tecnologias mais modernas que podem ser utilizadas, visando a produção de sementes de elevadas qualidades fisiológica, sanitária, genética e física, destacando-se os principais fatores que afetam a qualidade da semente de soja, bem como as possíveis alternativas tecnológicas que podem ser utilizadas, para superarem esses fatores no processo de produção de sementes.

Os fatores de campo, como a deterioração por umidade, estresses térmico e hídrico, a presença de sementes esverdeadas, a importância de uma boa nutrição da planta, bem como o manejo para o controle de percevejos sugadores, foram amplamente apresentados e discutidos, bem

como possíveis soluções para que, mesmo sob todos esses estresses ambientais, consiga-se produzir uma semente de elevada qualidade.

Aspectos sobre o manejo adequado da colheita e suas consequências sobre a qualidade das sementes são também abordados, visando minorar ao máximo a ocorrência de danos mecânicos às sementes. Além disso, os procedimentos mais adequados durante as operações de recepção, secagem, beneficiamento e armazenagem também são foco de atenção na presente publicação, com detalhamento de práticas do MIPSEMENTES (Manejo Integrado de Pragas de Sementes Armazenadas).

São abordados também nessa publicação, aspectos referente ao tratamento das sementes e o TIS (Tratamento Industrial das Sementes), prática essa que tem tido sua utilização ampliada ano a ano.

Dentro de todos esses aspectos, serão também ilustradas as principais práticas de controle de qualidade das sementes, atividade essa que é primordial para a produção de sementes de alta qualidade.

*Ricardo Vilela Abdelnoor*

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
Embrapa Soja

# Sumário

<b>A importância da utilização de sementes de soja de alta qualidade.....</b>	<b>9</b>
<b>O fator qualidade de sementes.....</b>	<b>12</b>
<b>Fatores que afetam a qualidade da semente de soja.....</b>	<b>13</b>
No campo.....	14
Deterioração no campo (deterioração por umidade).....	14
Colheita no momento adequado.....	18
Antecipação de colheita.....	19
Antecipação da colheita com o uso de dessecantes foliares.....	20
Seleção de regiões mais propícias à produção de semente.....	21
Utilização de épocas de semeadura apropriadas para a produção de semente.....	21
Aplicação de fungicidas foliares.....	23
Aumento da área dos campos de produção de sementes.....	24
Utilização de cultivares que produzam semente de alta qualidade.....	25
Enrugamento de sementes por estresses térmico e hídrico.....	26
Sementes esverdeadas.....	28
Nutrição da planta e a qualidade da semente.....	36
Manejo do percevejo e a qualidade da semente.....	37
Colheita.....	39
Recepção e Secagem.....	44
Beneficiamento.....	47
Armazenamento.....	49

Manejo Integrado de Pragas de Sementes Armazenadas (MIPSEMENTES).....	55
Tratamento curativo (expurgo) das sementes.....	55
Transporte.....	62
Semeadura.....	63
<b>Tratamento de Sementes.....</b>	<b>64</b>
Como realizar o tratamento.....	65
Tratamento utilizando máquinas de tratar sementes.....	66
Tratamento Industrial de Sementes (TIS).....	66
Necessidade do tratamento.....	69
Eficiência dos produtos.....	70
Compatibilidade dos produtos.....	70
Volume de calda.....	70
Armazenamento após o tratamento.....	72
<b>Controle de Qualidade.....</b>	<b>72</b>
Pré-colheita.....	72
Colheita.....	72
Recepção.....	73
Secagem.....	74
Beneficiamento e embalagem.....	74
Armazenamento.....	74
<b>Referências.....</b>	<b>75</b>

# Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade

---

*José de Barros França-Neto*

*Francisco Carlos Krzyzanowski*

*Ademir Assis Henning*

*Gilda Pizzolante de Pádua*

*Irineu Lorini*

*Fernando Augusto Henning*

## A importância da utilização de sementes de soja de alta qualidade

O sucesso da lavoura de soja depende de diversos fatores, mas sem dúvida, o mais importante deles é a utilização de sementes de elevada qualidade, que geram plantas de alto vigor, que terão um desempenho superior no campo. O uso de semente de elevada qualidade (Figura 1) permite o acesso aos avanços genéticos, com as garantias de qualidade e tecnologias de adaptação nas diversas regiões, assegurando maiores produtividades. Portanto, o estabelecimento da lavoura de soja com sementes da mais alta qualidade é de fundamental importância.

Além disso, é de suma importância que a semeadura seja realizada com semeadoras de alta precisão, pois a distribuição das sementes deve ser realizada de maneira a permitir o estabelecimento de plantas de soja bem espaçadas, sem aglomerações ou falhas na linha (Figura 2).

Sementes de alto vigor propiciam a germinação e a emergência das plântulas de maneira rápida e uniforme, resultando na produção de plantas de alto desempenho, com potencial produtivo mais elevado. Plantas de alto desempenho apresentam uma taxa de crescimento maior, têm uma melhor estrutura de produção, um sistema radicular

mais profundo e produzem um maior número de vagens e de sementes, resultando em maiores produtividades.

Foto: Jovenil José da Silva.



**Figura 1.** Sementes de soja de alta qualidade.

Fotos: Roberto Kazuhiko Zito.



**Figura 2.** Esquerda: resultado de semeadura de soja bem feita, com sementes de alta qualidade e vigor: plântulas com emergência uniforme, bem espaçadas e sem falhas; Direita: resultado de semeadura mal feita, resultando em falhas e aglomerados de plântulas.

Plantas de alto desempenho podem manter o potencial produtivo em situações de estresse – deficiência hídrica, por exemplo - uma vez que o sistema radicular mais profundo dessas plantas poderá supri-las com

água e nutrientes, assegurando a produção. Outros estresses que podem afetar o desempenho das plantas: profundidade excessiva de semeadura; compactação superficial ou assoreamento da linha de semeadura em consequência da ocorrência de chuvas pesadas após a semeadura; semeadura em condições de solo com baixas temperaturas, comuns no Sul do país; e ataque de fungos de solo à semente. Sementes de alto vigor apresentam vantagens nessas condições em relação às sementes de vigor médio ou baixo. Em suma, é possível afirmar que o uso de sementes vigorosas assegura o estabelecimento de uma população adequada de plantas, mesmo sob condições de estresses.

Muitos produtores não têm a perfeita noção dessa realidade e de suas vantagens e creem que basta obter a população ideal de plantas para cada cultivar para que o estabelecimento e a produtividade da lavoura estejam assegurados. Isto, sem levar-se em consideração o nível de vigor das sementes utilizadas na semeadura. Há produtor utilizando sementes de vigor médio ou baixo, mas utilizam de altas densidades, na busca pelo estande ideal. Isso pode até acontecer, porém será que as plantas que compõem essa população são de alto desempenho? E mesmo obtendo a população ideal de plantas, está tudo resolvido? Com certeza não.

Somente o fato de a utilização de sementes de alto vigor assegurar o estabelecimento da população ideal de plantas já justifica plenamente as vantagens de iniciar-se a lavoura com sementes de qualidade superior. Porém, existem ganhos adicionais; Pinthus et al. (1979), França-Neto et al. (1983) e Kolchinski et al. (2005), realizando experimentos comparando o efeito dos níveis de vigor da semente de soja sobre diversas características agrônômicas, observaram aumentos na produtividade de grãos, com o uso de sementes de elevado vigor, variando de 24,3% a 35%, índices muito expressivos e significativos. Vale ressaltar que essas respostas ocorreram em condições experimentais e representaram respostas extremas de aumento de rendimento. A nível de lavoura, o uso de sementes de alto vigor apresentam, também, um potencial maior de produção, chegando a índices de até 10% de aumento de produtividade (FRANÇA-NETO et al., 2012a).

## O fator qualidade de sementes

A qualidade da semente de soja é composta por quatro pilares: 1. Qualidade fisiológica, representando uma semente com altos vigor e germinação e que resulte em adequada emergência de plântulas em campo; 2. Qualidade genética, sendo geneticamente pura, representando a cultivar que se deseja semear, sem misturas varietais; 3. Qualidade sanitária, compreendendo semente livre de outras sementes de plantas daninhas e de patógenos, sejam eles fungos, vírus, nematoides ou bactérias; 4. Qualidade física, composta por uma semente pura, livre de material inerte, como contaminantes, fragmentos de plantas, insetos, torrões e outras impurezas.

A produção de semente de soja de elevada qualidade é um desafio para o setor sementeiro, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Nessas regiões, a produção desse insumo só é possível, mediante a adoção de técnicas especiais. A não utilização dessas técnicas poderá resultar na produção de semente com qualidade inferior, que, caso semeada, resultará em severos problemas com a implementação da lavoura e em possíveis reduções de produtividade.

Além disso, o sistema de produção deve estar atrelado a um bom programa de controle de qualidade, por meio da disponibilização de um laboratório de análise de sementes, operado por profissionais treinados e experientes. A adoção pelos produtores de técnicas de controle de qualidade na produção de semente visa suprir de informações que auxiliem no processo de tomada de decisão em cada etapa do processo de produção (Figura 3), tendo em vista superar limitações impostas pelos diversos fatores que podem afetar a qualidade da semente.

A qualidade da semente de soja pode ser influenciada por diversos fatores, que podem ocorrer durante a fase de produção no campo, na operação de colheita na secagem, no beneficiamento, no armazenamento, no transporte e na semeadura. Tais fatores abrangem extremos de temperatura durante a maturação, flutuações das condições de umidade ambiente, incluindo seca, deficiências na nutrição das plantas, ocorrência de insetos, além da

adoção de técnicas inadequadas de colheita, secagem e armazenamento. Diversos patógenos podem também afetar a qualidade da semente de soja. *Phomopsis* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii* e *Fusarium* spp. são alguns dos patógenos mais frequentemente associados com a semente de soja (HENNING, 1984). Apesar de serem fatores distintos, a ação e a interação de todos esses fatores fisiológicos, físicos, entomológicos e patológicos contribuirão para um resultado comum: a deterioração da semente.



**Figura 3.** O Laboratório de Análise de Semente (LAS) atua em todas as fases do sistema de produção e comercialização da semente de soja.

Fonte: Krzyzanowski et al. (2008).

## Fatores que afetam a qualidade da semente de soja

A qualidade da semente de soja pode ser afetada negativamente em todas as fases do sistema de produção de sementes, envolvendo as etapas de campo, colheita, recepção, secagem, beneficiamento, armazenagem, transporte e semeadura. Os principais fatores que afetam a qualidade de semente serão apresentados a seguir, dando-se maior ênfase àqueles que reduzem a qualidade, principalmente em regiões tropicais e subtropicais.

## No campo

Estresses climáticos e nutricionais, frequentemente associados com danos causados por insetos e por microrganismos, são considerados como as principais causas da deterioração da semente no campo. A deterioração por umidade é a fase desse processo que ocorre após a maturação fisiológica, antes, porém, de a semente ser colhida. É um dos fatores mais prejudiciais que afetam a qualidade da semente de soja.

### Deterioração no campo (deterioração por umidade)

A deterioração por umidade é determinada por três processos:

- Processo de alterações físicas: a exposição de semente de soja a ciclos alternados de elevada e baixa umidades antes da colheita, devido à ocorrência de chuvas frequentes (Figura 4) ou às flutuações diárias de alta e baixa umidade relativa do ar, resultará na sua deterioração por umidade (Figura 5). Essa deterioração será ainda mais intensa se tais condições estiverem associadas com condições de elevadas temperaturas (FRANÇA-NETO; HENNING, 1984);
- Processo de alterações fisiológicas: esse processo ocorre concomitantemente com o processo de alterações físicas, resultando em severa degradação dos principais componentes da soja que são lipídios e proteínas, na degradação de membranas celulares e de organelas subcelulares, interagindo com processos oxidativos, resultando em reduções de germinação e do vigor;
- Processo de alterações causadas por fungos: a deterioração no campo será intensificada pela interação com alguns fungos de campo (HENNING, 2005; HENNING et al., 2014), como *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp., *Cercospora kikuchii* e *Colletotrichum truncatum* (Figura 6), que, ao infectar a semente, contribuem para a redução do vigor e da germinação. Para infectar as sementes os fungos utilizam de potentes enzimas, como as celulasas, pectinases e proteases, que causarão a degradação das membranas celulares, consumindo os materiais de reserva das sementes, por meio da sua respiração.

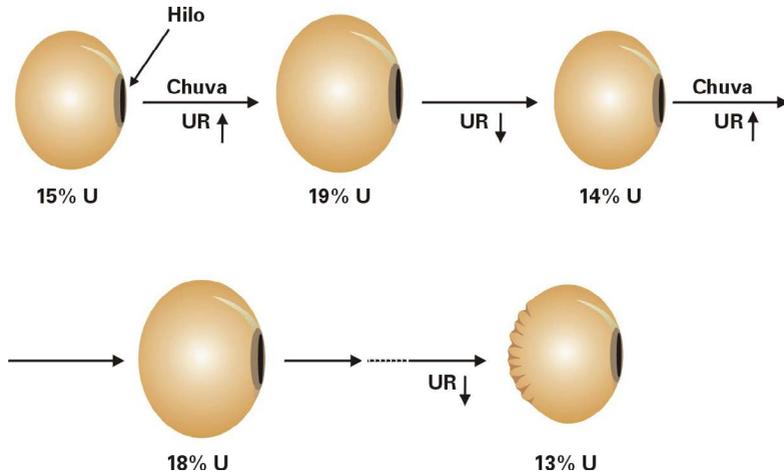
Como resultado desses processos, ocorre a formação de rugas nos cotilédones, na região oposta ao hilo (Figura 7). Outro sintoma desse problema é a formação de ruptura no tegumento das sementes (Figura 7): das três camadas que compõem o tegumento da soja, duas delas (camada paliádica e de células colunares) se rompem, deixando apenas a fina camada do parênquima como proteção às sementes. Essa característica é genética, sendo que algumas cultivares de soja são mais suscetíveis a apresentarem esse sintoma e outras menos. Essas rupturas podem deixar as sementes mais propensas à ocorrência de danos por embebição, durante os processos de germinação e do tratamento de sementes, além de ser uma possível fonte de infecção das sementes aos fungos de solo, após a semeadura.

Além das consequências diretas na qualidade da semente, a deterioração por umidade pode resultar em maior índice de danos mecânicos na colheita, uma vez que semente deteriorada é extremamente vulnerável aos impactos mecânicos.

Foto: José de Barros França-Neto.



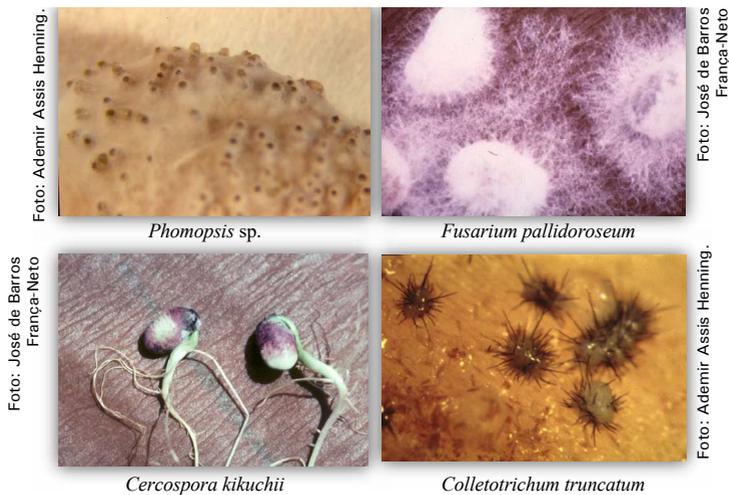
**Figura 4.** Ocorrência de chuvas intensas e frequentes em pré-colheita, que resultam em deterioração por umidade em semente de soja.



**Figura 5.** Processo de alterações físicas, devido à oscilação do teor de água da semente de soja em função das condições de umidade ambiental, que resultam no aparecimento de rugas na semente de soja, características da deterioração por umidade.

Esquema: José de Barros França-Neto; arte: Danilo Estevão.

Fonte: adaptado de França-Neto e Henning (1984).



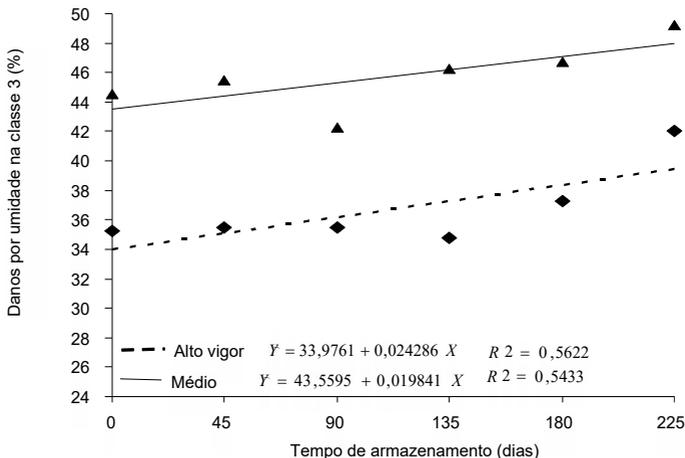
**Figura 6.** Sementes de soja infectadas por fungos: canto superior esquerdo: *Phomopsis* sp.; canto superior direito: *Fusarium pallidoroseum* (Syn. *semitectum*); canto inferior esquerdo: *Cercospora kikuchii*; canto inferior direito: *Colletotrichum truncatum*.

Fotos: José de Barros França-Neto



**Figura 7.** Sementes de soja com sintomas típicos de deterioração por umidade. À esquerda: sementes secas com enrugamento devido a esse tipo de dano; no centro: sintoma de deterioração por umidade, caracterizado no teste de tetrazólio; à direita, sementes de soja com rupturas no tegumento.

A deterioração por umidade é o dano que mais evolui durante o armazenamento das sementes (MOREANO et al., 2011). A semente que sofreu chuvas em pré-colheita e apresenta esse tipo de dano, perderá a sua germinação e o seu vigor em índices acentuados durante a armazenagem, devido principalmente à evolução dos índices desse tipo de dano (Figura 8).

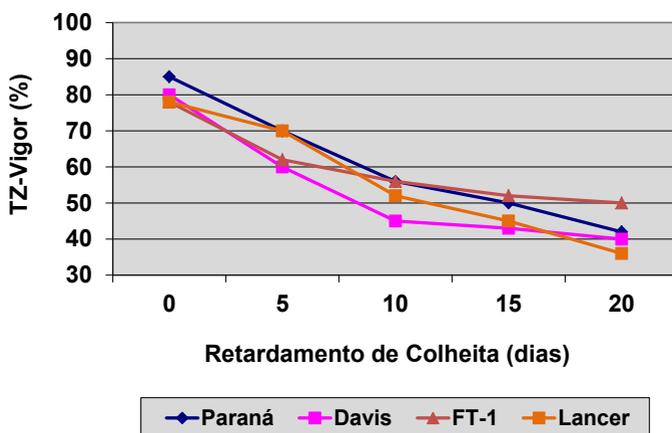


**Figura 8.** Evolução do dano de deterioração por umidade na classe 3, conforme determinado pelo teste de tetrazólio, em lotes de alto e baixo vigor de sementes de soja da cultivar Embrapa 48, armazenadas em armazém não refrigerado na região de Mandaguari, PR, pelo período de 225 dias.

Fonte: Moreano et al. (2011).

Diversas práticas podem ser utilizadas para minorar as consequências da deterioração no campo e serão abordadas sucintamente a seguir.

**Colheita no momento adequado:** a semente deve ser colhida no momento adequado, evitando-se retardamentos de colheita. A semente é normalmente colhida quando, pela primeira vez, o conteúdo de água atinge valores ao redor ou abaixo de 15%, durante o processo natural de secagem a campo. O retardamento de colheita resultará em reduções de germinação e vigor (Figura 9) e no aumento nos índices de infecção da semente por fungos de campo, conforme relatado por Costa et al. (1983), em trabalho pioneiro realizado no Brasil.



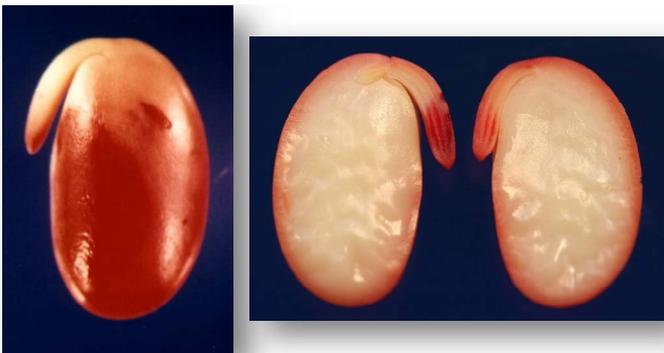
**Figura 9.** Vigor determinado pelo teste de tetrazólio em sementes de quatro cultivares de soja, produzidas na região de Londrina, PR, em função do retardamento de colheita. Fonte: Costa et al. (1983).

Evitar o retardamento de colheita das sementes parece ser, à primeira vista, uma recomendação óbvia e direta. Porém, para que as sementes de soja sejam efetivamente colhidas no ponto correto, sem sofrerem as consequências desse processo, há a necessidade de se investir em planejamento e infraestrutura. A semeadura dos campos de sementes deve ser escalonada, para evitar que a maioria dos campos amadureçam e tenham de ser colhidos ao mesmo tempo. Preferencialmente, deve-se

semear os campos de produção de sementes em épocas mais apropriadas para a produção de sementes de qualidade (ver item a seguir). Além disso, o produtor de sementes deve ter um parque de máquinas colhedoras bem maior que o produtor de soja grãos, para assegurar a colheita adequada. É na pré-colheita, que já se inicia o controle de qualidade das sementes, realizando-se o teste de tetrazólio para se determinar a viabilidade e o vigor, verificando-se os índices de deterioração por umidade, os de danos causados por percevejos, além dos de sementes esverdeadas. Com a adoção dessas práticas, juntamente com todas as demais mencionadas nessa publicação, haverá maior probabilidade de se colher sementes com baixos índices de deterioração por umidade.

**Antecipação da colheita:** a operação de colheita poderá ser antecipada, sendo realizada com conteúdos de água da semente ao redor de 18% (entre 16% a 19%). Tal operação pode ser adotada caso o produtor tenha amplos conhecimentos das regulagens do sistema de trilha, visando a não ocorrência de elevados índices de danos mecânicos latentes (Figura 10). Além disso, uma estrutura adequada de máquinas de pré-limpeza e de secadores deverá estar disponível, para que o conteúdo de água da semente seja reduzido a níveis adequados, sem que ocorram reduções de germinação e de vigor. A adoção dessa prática resulta em elevados índices de descarte de sementes muito úmidas, esverdeadas e de vagens não trilhadas, que serão removidos da massa de sementes na pré-limpeza (Figura 11).

Fotos: José de Barros França-Neto



**Figura 10.** Sementes de soja coloridas com o sal de tetrazólio, ilustrando danos mecânicos latentes.

Foto: José de Barros França-Neto



**Figura 11.** Ilustração do descarte pela pré-limpeza, com elevados índices de sementes muito úmidas, esverdeadas e de vagens não trilhadas, em função da realização da colheita antecipada.

**Antecipação da colheita com o uso de dessecantes foliares:** essa prática é normalmente utilizada quando existem problemas de maturação desuniforme da lavoura ou quando a mesma esteja infestada com plantas daninhas, ou ainda, quando realiza-se a antecipação da colheita de campos de sementes de soja. Nessa situação, deve-se atentar para alguns cuidados importantes:

- A aplicação do dessecante deve ser realizada quando as plantas da lavoura, na média, estiverem no estágio R7, conforme a escala de Fehr e Caviness (1977). R7 é caracterizado como o início da maturação, quando há uma vagem normal com a coloração de madura, na haste principal da planta; caso a aplicação seja realizada mais cedo, poderá ocorrer a morte prematura das plantas, resultando na presença de sementes esverdeadas;
- Caso ocorram chuvas entre a aplicação do dessecante e a colheita, existe um risco das sementes perderem a qualidade, devido à possibi-

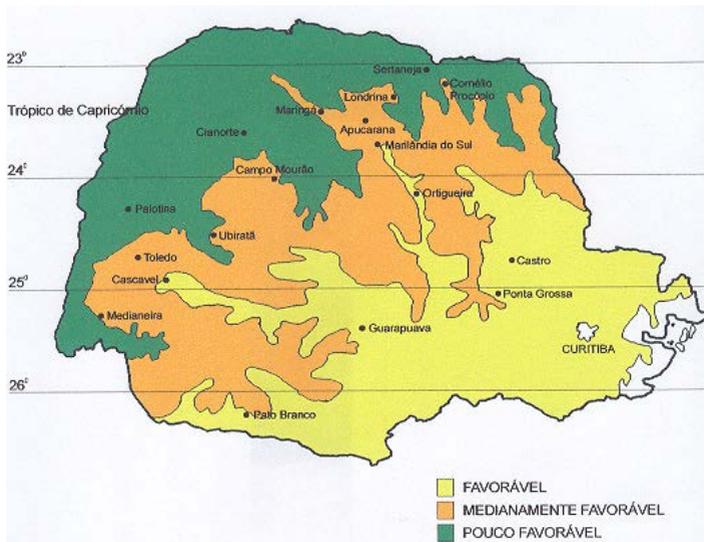
lidade de infecções secundárias das mesmas pelos fungos *Phomopsis* spp. e *Fusarium* spp.;

- O paraquat é o produto mais amplamente utilizado. Outros produtos como o diquat, diuron e glufosinato de amônio são também utilizados. Entretanto, não se deve utilizar o glifosato nessa operação, pois o mesmo é extremamente prejudicial à qualidade das sementes de soja, mesmo em cultivares que apresentam tolerância a esse princípio ativo;
- Caso esses procedimentos sejam corretamente adotados, haverá uma antecipação de colheita de no máximo três a quatro dias.

**Seleção de regiões mais propícias à produção de semente:** a produção de semente de alta qualidade requer que as fases de maturação e de colheita ocorram sob temperaturas amenas, associadas com condições climáticas secas. Tais condições não são facilmente encontradas em regiões tropicais, porém podem ocorrer em áreas com altitude superior a 700 m, ou com o ajuste da época de semeadura para a produção de semente. Em regiões com latitudes acima de 24° Sul, as condições climáticas são mais propícias. O zoneamento do Paraná (COSTA et al., 1994) para a produção de sementes de cultivares precoces de soja (Figura 12) ilustra as condições acima relatadas. Posteriormente, outros zoneamentos foram realizados com a finalidade de delimitar as regiões de maior ou menor risco climático, para os estados de Minas Gerais (PÁDUA et al., 2014; Figura 13), Goiás (FRANÇA-NETO e KRZYZANOWSKI, dados não publicados; Figura 14) e de Mato Grosso (NERES, 2016; Figura 15), para a produção de semente de soja de elevada qualidade.

**Utilização de épocas de semeadura apropriadas para a produção de semente:** em regiões tropicais e subtropicais, existem datas de semeaduras distintas para a produção de grãos e para a produção de sementes. Para a produção de grãos, a data de semeadura deve ser ajustada para a obtenção de máximas produtividades. Entretanto, para a produção de sementes, o fator qualidade tem prioridade sobre o fator produtividade. A época de semeadura deve ser ajustada de tal modo que a maturação da semente ocorra sob condições de temperaturas amenas associadas a menores

índices de precipitação. De maneira geral, para os estados do Paraná, de São Paulo, do Mato Grosso do Sul, de Mato Grosso, de Goiás e de Minas Gerais, para a produção de semente de alta qualidade, os melhores períodos de semeadura ocorrem com semeaduras realizadas a partir do início de novembro. Quando a semeadura é realizada antes dessa época, a fase de maturação tende a coincidir com períodos de umidade elevada, devido à ocorrência de chuvas, associados com altas temperaturas, acarretando em problemas de baixa germinação, elevada percentagem de deterioração por umidade e de alta incidência de patógenos. Semeaduras após meados de dezembro podem resultar em semente de baixa qualidade devido, principalmente, ao ataque de percevejos sugadores (FRANÇA-NETO et al., 1984).

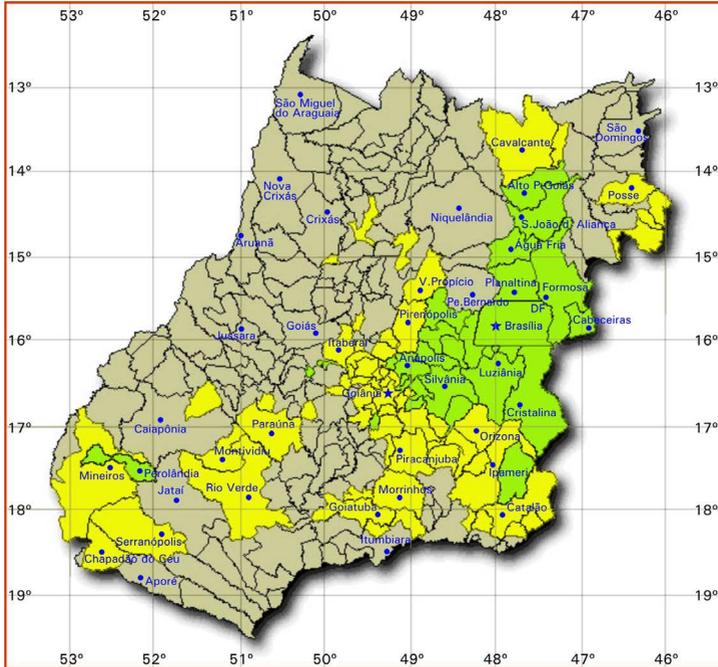


**Figura 12.** Zoneamento do Estado do Paraná, para a produção de sementes de soja de cultivares precoces.

Fonte: adaptado de Costa et al. (1994).



**Aumento da área dos campos de produção de sementes:** uma vez que a deterioração em pré-colheita resulta em perdas de muitos campos de produção de sementes, tem sido prática corriqueiramente utilizada pelos produtores de sementes, a instalação campos de sementes com uma superfície de duas a três vezes maior ao necessário para se obter a meta da produção.



Capital: Goiânia

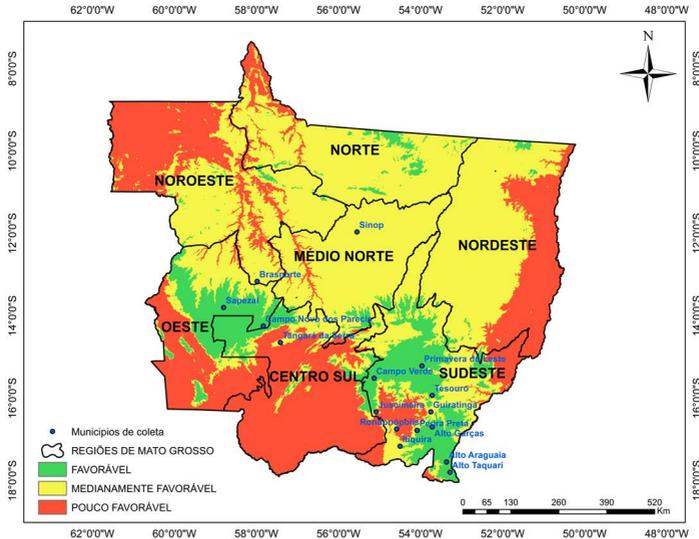


ZONEAMENTO ALTIMÉTRICO DE GOIÁS  
PARA A PRODUÇÃO DE SEMENTE  
DE SOJA

- MUITO PROPÍCIA: 850 a 1189 m
- PROPÍCIA: 700 a 849 m

**Figura 14.** Zoneamento altimétrico do Estado de Goiás, para a produção de sementes de soja.

Fonte: França-Neto e Krzyzanowski, dados não publicados.



**Figura 15.** Zoneamento agroclimático do Estado de Mato Grosso para a produção de semente de soja de alta qualidade.

Fonte: Neres (2016).

**Utilização de cultivares que produzam semente de alta qualidade:** o sucesso de um programa de produção de soja depende da utilização de cultivares adequadas. Além de possuir bons potenciais de produtividade, as cultivares devem produzir semente de alta qualidade, o que assegurará a obtenção de estandes adequados de plantas. No Brasil, existem diversos programas de melhoramento genético que produzem cultivares com melhor qualidade genética de semente (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2004). A produção de cultivares com mais de 5,3% de lignina no tegumento (ALVAREZ et al., 1997) tem propiciado a produção de semente de melhor qualidade, pois a lignina, além de proporcionar maior resistência ao dano mecânico, confere à semente maior tolerância à deterioração por umidade. Além dessa linha de melhoramento para qualidade de semente, outros trabalhos incluem também a seleção linhagens para alta qualidade de semente pela metodologia do envelhecimento acelerado e da deterioração controlada. Existem outras características e outros métodos que podem ser usados em programas de melhoramento genético, visando à

melhoria da qualidade da semente de soja, podendo-se mencionar outras propriedades do tegumento como, por exemplo, a impermeabilidade à água, a cor, a presença de epiderme cerosa e as características de seus poros, a semipermeabilidade das paredes das vagens, a resistência a fungos, a tolerância ao enrugamento resultante da exposição da semente a altas temperaturas durante a fase de enchimento de grãos, a presença de elevados índices de isoflavonas nas sementes, e o tamanho da semente (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2000; FRANÇA-NETO et al., 2013).

Obviamente, a adoção dessas práticas depende também de uma infraestrutura adequada disponível no momento da colheita, como, por exemplo, um número adequado de máquinas colhedoras, caminhões para transporte, recepção com moegas vibratórias associadas a máquinas de pré-limpeza de alta capacidade para preparar as sementes, sistema de silos aerados e de secadores de sementes, tudo isso dimensionado para receber a semente do campo no período de pico de colheita.

### **Enrugamento de sementes por estresses térmico e hídrico**

Outros fatores de campo podem também afetar a qualidade da semente, como a ocorrência de veranicos associados com altas temperaturas ( $\geq 30$  °C) durante a fase de enchimento de grãos (FRANÇA-NETO et al., 1993). Tais condições podem resultar na produção de semente com elevados índices de enrugamento e com menor qualidade (Figura 16), além de reduções expressivas na produtividade de grãos.

Esse problema foi relatado pela primeira vez no Brasil na safra 1989/90 em algumas regiões do estado do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 1990). Verificou-se que esse problema afeta drasticamente a qualidade das sementes, reduzindo a sua germinação, a viabilidade, o vigor, o índice de emergência de plântulas e aumentando-se a infecção das sementes por *Phomopsis* spp. (FRANÇA-NETO et al., 1993). Além disso, resulta em redução do porcentual de óleo nas sementes e maiores índices de ácidos graxos livres e de acidez do óleo.

Fotos: José de Barros França-Neto.



**Figura 16.** Sementes de soja com sintomas de enrugamento devido à ocorrência de altas temperaturas associadas a seca durante a fase de enchimento de grãos. Esquerda: sementes secas com enrugamento; direita: sementes enrugadas coloridas pelo sal de tetrazólio.

A expressão desse problema tem grande influência genética. Dependendo da cultivar, caso as suas plantas sejam expostas às condições de veranico e elevadas temperaturas durante a fase de enchimento de grãos (entre os estádios R5 a R7), o índice de sementes enrugadas pode variar substancialmente. Diversas cultivares de soja foram avaliadas em fitotron quanto à tolerância ou suscetibilidade ao problema, conforme metodologia desenvolvida por França-Neto et al. (2000; 2001; 2002) e Krzyzanowski et al. (2003). Diversas cultivares de soja, como a MG/BR-46 (Conquista), Bragg, BRS/MG Robusta foram classificadas como altamente suscetíveis ao problema, apresentando índices de enrugamento de até 95,0%. Felizmente, outras cultivares apresentaram-se como tolerantes ao problema, com índices de 0,0% de enrugamento: BRS 132 e BRS 183.

Semeaduras realizadas mais cedo, antes de novembro, propiciam que o enchimento de grãos ocorra no final de dezembro e até meados de janeiro, época das mais elevadas temperaturas em diversas regiões produtoras brasileiras, o que resulta na produção de sementes com maiores índices desse problema.

Assim sendo, o problema do enrugamento de sementes pode ser evitado mediante o ajuste da época de semeadura e do uso de cultivares tolerantes a tais condições climáticas desfavoráveis.

## Sementes esverdeadas

Estresses ambientais, que resultam na morte prematura da planta ou em maturação forçada da mesma, podem ocasionar severa redução da produtividade da lavoura, além da produção de semente esverdeada (Figura 17): doenças de raiz, como fusarioses e macrofomina, de colmo, como o cancro da haste, e de folhas, como a ferrugem asiática; intenso ataque de insetos, principalmente percevejos sugadores; déficit hídrico (seca ou veranico) durante as fases finais de enchimento de grãos e de maturação, principalmente se associado com elevadas temperaturas; e ocorrência de geada intensa, que pode resultar na morte prematura da planta (FRANÇA-NETO et al., 2005).

Foto: Danilo Estevão.



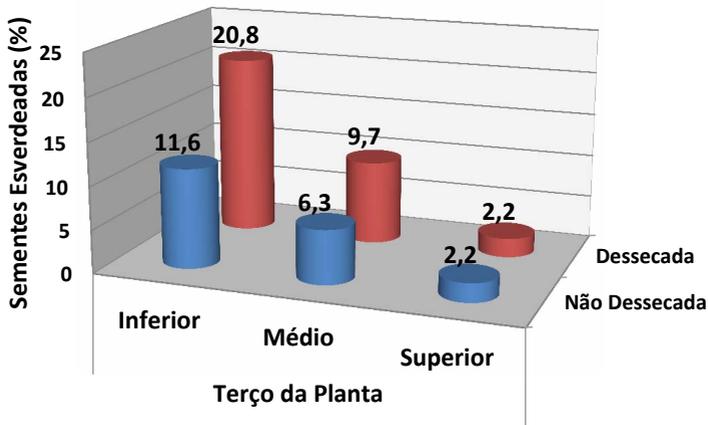
**Figura 17.** Amostra de sementes esverdeadas de soja, resultantes da ocorrência de seca e altas temperaturas durante a fase final de enchimento de grão.

O manejo inadequado de lavouras de soja também pode resultar na produção de semente esverdeada. A distribuição inadequada de calcário ou de fertilizantes pode ocasionar problemas de maturação desuniforme, o que, por sua vez, resultará na colheita de semente imatura e esverdeada, mesclada com semente amarela e madura.

Outra prática de manejo que pode resultar nesse problema é a dessecação em pré-colheita. Semente esverdeada poderá ocorrer, caso o dessecante seja aplicado antes do estágio ideal (ponto de maturidade fisiológica – R7), ou quando a sua aplicação é realizada para corrigir situações em que exista desuniformidade de maturação de plantas. Essa prática também é ressaltada por Zorato et al. (2007a) como possível fator que contribui para a produção de semente esverdeada. Na safra 2004/05, plantas de soja da cv. MG/BR 46 (Conquista), também sujeitas à ocorrência de fusariose, apresentaram maior concentração de semente esverdeada em seu terço inferior. A aplicação de dessecantes realizada antes da maturidade fisiológica (R7) resultou em maior expressão do problema nos terços médio e inferior das plantas (Figura 18).

A colheita antecipada da soja, com grau de umidade entre 17% a 19%, é prática de uso constante entre os produtores de semente de soja, em regiões tropicais, visando à produção de semente de alta qualidade. Esse procedimento pode também resultar na colheita de semente imatura e esverdeada. Porém, essa semente, por ser de tamanho maior, em virtude do maior conteúdo de água, pode ser facilmente removida da massa de semente pela máquina de pré-limpeza.

Durante o processo normal de maturação, a quantidade de clorofila nas sementes diminui pela ação das enzimas clorofilase e magnésio-chelatase, responsáveis pela degradação da clorofila e consequente perda da coloração verde das sementes. Sob circunstâncias normais, a planta amadurece e as enzimas degradam as clorofilas, resultando na coloração normal da semente de soja. No verão, quando o clima é quente e seco, durante os últimos estágios de maturação da semente, a atividade destas enzimas é influenciada. Acredita-se que, com a morte prematura da planta e, conseqüentemente, a maturação forçada da semente, a atividade das enzimas cessam antes de toda a clorofila ser degradada.



**Figura 18.** Variação da ocorrência do índice de semente esverdeada em plantas de soja da cv. MG/BR 46 (Conquista), que tiveram morte prematura e maturação forçada pela ocorrência de fusariose, com e sem a aplicação de dessecante em pré-colheita, de acordo com o posicionamento na planta.

Fonte: França-Neto et al. (2005).

Sementes com coloração intensa de verde (Figura 19) ou mesmo esverdeadas geralmente apresentam elevados índices de deterioração, que podem levar à redução da germinação, do vigor e da viabilidade de lotes de soja (FRANÇA-NETO et al., 2012b).

São poucos os trabalhos na literatura que abordam a qualidade fisiológica de sementes esverdeadas. Costa et al. (2001), estudando esses efeitos em semente de soja das cvs. MG/BR 46 (Conquista), BRS 138, CD 201 e Emgopa 302, concluíram que lotes de semente, com percentuais de semente verde superiores a 10% geralmente podem ter problemas de qualidade fisiológica.

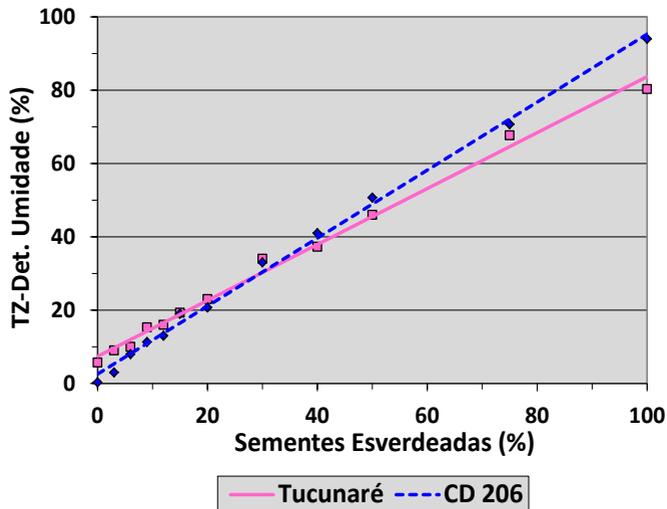
Estudos mais detalhados foram realizados por Pádua et al. (2007), com sementes de soja das cvs. Tucunaré e CD 206, com 12 índices de sementes esverdeadas (0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% e 100%). Assim como constatado por Costa et al. (2001), observou-se que os índices de deterioração por umidade, de-

tectados pelo teste de tetrazólio, estão diretamente relacionados com os índices de semente esverdeada (Figura 20). Houve redução linear de germinação, de viabilidade (Figura 21) e de vigor da semente com o aumento dos índices de semente esverdeada. Ficou evidente, pelo teste de condutividade elétrica (Figura 22), que semente esverdeada, por apresentar maiores índices de lixiviação de solutos, tem seus sistemas de membranas celulares desorganizados, fruto da maturação forçada e da morte prematura das plantas. Concluiu-se que lotes de semente de soja, submetidos a estresses ambientais durante as fases de maturação e pré-colheita e que apresentem mais de 9% de semente esverdeada, não devem ser utilizados para a semeadura.

Foto: José de Barros França-Neto.

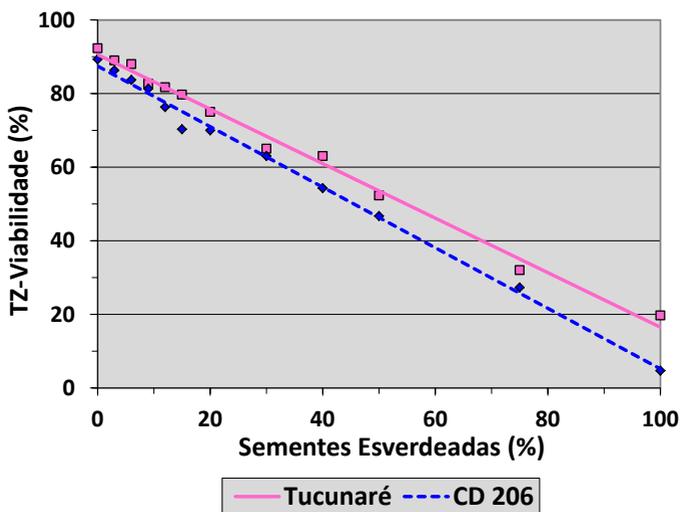


**Figura 19.** Sementes de soja esverdeadas (esquerda) e amarelas (direita) da cultivar CD 206, com ilustração da coloração das mesmas com o sal de tetrazólio abaixo das mesmas, mostrando as sérias lesões de deterioração por umidade verificadas nas sementes esverdeadas.



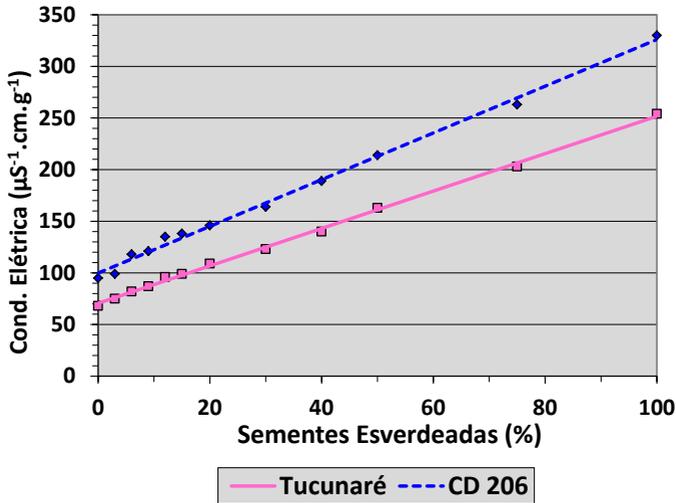
**Figura 20.** Índice de deterioração por umidade determinado pelo teste de tetrazólio em sementes de soja das cultivares Tucunaré e CD 206 com diferentes índices de sementes esverdeadas.

Fonte: adaptado de Pádua et al. (2007).



**Figura 21.** Índice de viabilidade determinado pelo teste de tetrazólio em sementes de soja das cultivares Tucunaré e CD 206 com diferentes índices de sementes esverdeadas.

Fonte: adaptado de Pádua et al. (2007).



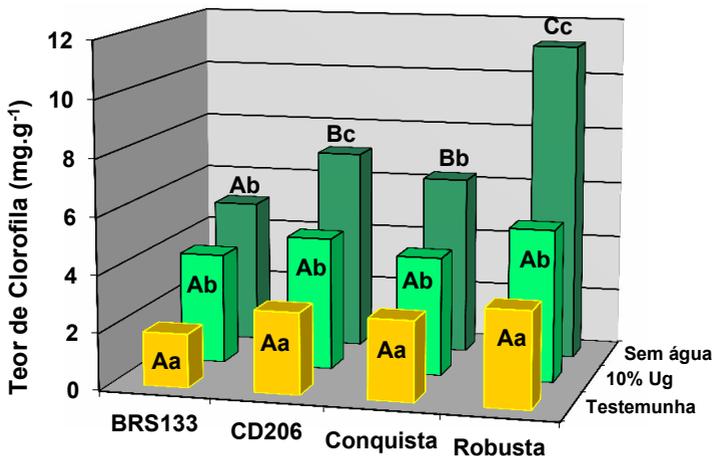
**Figura 22.** Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) determinada em sementes de soja das cultivares Tucunaré e CD 206 com diferentes índices de sementes esverdeadas.  
Fonte: adaptado de Pádua et al. (2007).

Sementes esverdeadas recém colhidas podem até germinar, mas com certeza têm o seu vigor afetado. Entretanto, aquelas armazenadas em condições de armazém convencional, não refrigerado, após um período de quatro a cinco meses, praticamente não germinarão. Zorato et al. (2007b) relataram também um menor potencial de armazenabilidade de semente esverdeada de soja.

O problema de ocorrência de semente esverdeada é afetado tanto pelo genótipo como por condições climáticas desfavoráveis (PÁDUA, 2006). Existe variação de resposta dos genótipos de soja produzidos em condições de estresse hídrico e térmico. Para verificar o comportamento de genótipos de soja à produção de semente esverdeada, Pádua et al. (2009) verificaram que cultivares de soja podem ser mais suscetíveis ou mais tolerantes às condições de estresse que causam o esverdeamento. Nesse estudo, as cultivares de soja BRS 133, CD 206, Conquista e Robusta foram submetidas a três condições de disponibilidade hídrica: testemunha com suprimento adequado de água; 10% de umidade gravimétrica – Ug (calculada pela relação entre a massa de água presente numa amostra

de terra e a massa seca da mesma amostra) e sem água - corte total de irrigação (Figura 23). Verificou-se que nos tratamentos testemunha e 10% de Ug não houve diferenças estatísticas para teor de clorofila entre as cultivares avaliadas. No tratamento testemunha, onde as sementes não foram submetidas ao estresse, ocorreu a degradação normal da clorofila. No entanto, na condição de 10% de Ug, os teores de clorofila foram maiores quando comparados com a testemunha, para todas as cultivares. Em condições mais estressantes, sem água, o menor conteúdo de clorofila foi observado na cultivar BRS 133, que diferiu estatisticamente das demais, seguidas pelas cultivares CD 206 e Conquista que foram iguais entre si, e a maior retenção de clorofila foi constatada na cultivar Robusta.

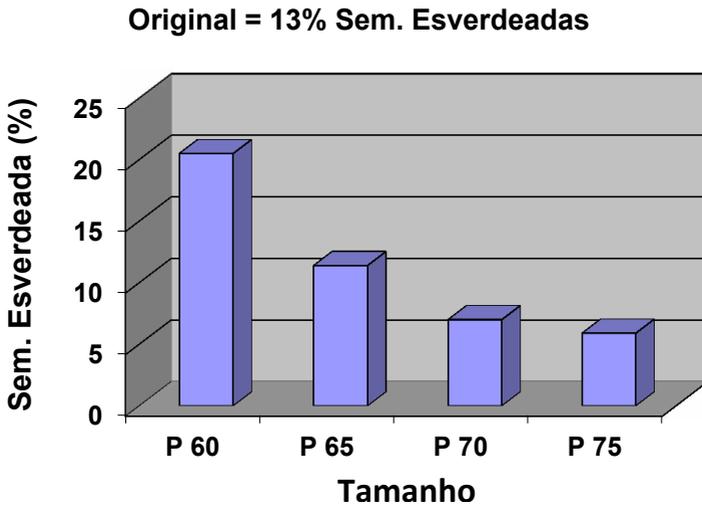
Muitas vezes, o produtor de semente colhe lotes com semente esverdeada. Existe algum procedimento na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) que permita a remoção de semente verde dos lotes de semente, visando o seu aproveitamento? A seguir, serão relatados resultados de experimentos que visaram responder essa pergunta.



**Figura 23.** Teor de clorofila ( $\text{mg.g}^{-1}$ ) em sementes de soja das cultivares BRS 133, CD 206, Conquista e Robusta, submetidas a três condições de disponibilidade hídrica. Letras maiúsculas representam a comparação entre cultivares e as minúsculas entre as condições de estresse hídrico.

Fonte: Pádua et al. (2009).

Conforme demonstrado em estudos realizados por França-Neto et al. (2005), a estratificação de semente de soja por tamanho favorece a concentração de semente esverdeada nas peneiras de menor calibre: semente de soja da cv. MG/BR 46 (Conquista) com índice médio de semente esverdeada de 13%, após classificação em quatro tamanhos em peneiras de furo redondo, apresentou 19% de semente verde para a peneira 6,0 mm, 11% para a 6,5 mm, 7% para a 7,0 mm e 5% para a 7,5 mm, evidenciando que um maior percentual de semente esverdeada se concentra nos calibres menores de semente, que poderão ser descartados (Figura 24). Na sequência do beneficiamento, essa semente classificada por tamanho passou por mesa de gravidade e verificou-se que esse equipamento não foi eficaz na remoção de semente esverdeada dos lotes de semente.



**Figura 24.** Porcentual de sementes esverdeadas da cv. MG/BR 46 (Conquista), após a estratificação do lote de sementes em quatro tamanhos distintos.

Fonte: França-Neto et al. (2005).

A separadora em espiral também pode auxiliar na remoção de sementes esverdeadas do lote de sementes, uma vez que muitas dessas sementes apresentam-se deformadas ou alongadas.

França-Neto et al. (2005) mostraram que a utilização de máquinas que realizam a separação de semente por diferenças de coloração, podem ser eficientes na remoção de semente esverdeada do lote de semente. Semente de soja das cvs. CD 202 e BRS 184 com 15,7% e 20,1% de semente verde, respectivamente, foi avaliada em uma máquina Seletron SM-500, monocromática, com capacidade de 300 kg.h<sup>-1</sup>. Utilizando um fundo de contraste específico (fundo 95), após a passagem pela máquina, o lote de semente de CD 202 terminou com cerca de 10% de semente esverdeada e a BRS 184, após duas passadas, com 12%. Com três passadas (fundo 100 modificado), esse lote ficou com menos de 9% de semente esverdeada.

Em relação às máquinas separadoras por cor, existem no mercado diversas marcas e modelos, que fazem a separação com base em uma, duas ou três cores e têm a capacidade de produção variando de 60 kg.h<sup>-1</sup> a 5,0 t.h<sup>-1</sup>.

### **Nutrição da planta e a qualidade da semente**

A adequação da fertilidade do solo, pela correção da acidez e pelo fornecimento de níveis adequados de macro e micro nutrientes é também essencial para a produção de semente de soja de boa qualidade.

Em relação aos macronutrientes, o nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja. Estima-se que para produzir 1.000 kg de grãos são necessários 80 kg de N. Basicamente, as fontes de N disponíveis para a cultura da soja são os fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica do nitrogênio (FBN) (HUNGRIA et al., 2007). Fixação biológica do nitrogênio (FBN) - É a principal fonte de N para a cultura da soja. Bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, quando em contato com as raízes da soja, infectam as raízes, via pelos radiculares, formando os nódulos. A FBN pode, dependendo de sua eficiência, fornecer todo o N que a soja necessita (TECNOLOGIAS..., 2013). O inoculante pode ser aplica via sementes ou via aplicação em sulco, durante a operação de semeadura.

Dois micronutrientes são indispensáveis para a eficiente FBN: Co e Mo,

que podem ser providos à lavoura ou via tratamento de sementes ou via aplicação foliar. As indicações técnicas atuais desses nutrientes são para aplicação de 2 a 3 g de Co e 12 a 25 g de Mo.ha<sup>-1</sup> (SFREDO e OLIVEIRA, 2010) via semente ou em pulverização foliar, nos estádios de desenvolvimento V3-V5 (TECNOLOGIAS..., 2013).

Muitos produtores de sementes têm adotado a técnica do enriquecimento das sementes com Mo. Essa técnica aumenta a eficiência de fixação biológica de nitrogênio, aumentando os rendimentos da soja. Para enriquecer as sementes com esse micronutriente, deve-se fazer duas aplicações de 200 g.ha<sup>-1</sup> de Mo, de fonte solúvel em água (molibdato de sódio ou de potássio), entre os estádios R3 e R5-4, com intervalo de no mínimo 10 dias (TECNOLOGIAS..., 2013). Caso o agricultor opte por utilizar sementes enriquecidas em Mo (teor acima de 10 mg.kg<sup>-1</sup>), não há necessidade de aplicar Mo nas sementes, apenas foliar. Nesse caso, a dose de Mo pode ser de 10 g.ha<sup>-1</sup>, aplicada nos estádios V5 até R1 (TECNOLOGIAS..., 2013).

O potássio é outro macronutriente de extrema importância para a cultura da soja e para a produção de sementes de alta qualidade. Estima-se que para produzir 1.000 kg de grãos são necessários 40 kg de K<sub>2</sub>O (TECNOLOGIAS..., 2013). Todo o cuidado deve ser dado para manter a sua disponibilidade em bons níveis, uma vez que a sua deficiência poderá resultar na produção de sementes com menores germinação e vigor e com elevados índices de infecção por patógenos transmitidos por sementes, como *Phomopsis* spp.

O suprimento adequado de fósforo também é de grande importância para uma boa produtividade da soja, bem como quanto à qualidade da semente. Estima-se que para produzir 1.000 kg de grãos são necessários 15 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (TECNOLOGIAS..., 2013). A boa disponibilidade desse nutriente depende também da adequada correção da acidez dos solos.

### **Manejo do percevejo e a qualidade da semente**

Outro tipo de dano que vem causando sérios prejuízos à indústria

de semente é o que resulta da incidência de percevejos. Quando os percevejos picam as vagens e as sementes de soja para se alimentarem, eles as inoculam com a levedura *Nematospora coryli* Peglion, além de injetarem diversas enzimas salivares, para a pré-digestão dos materiais de reserva das sementes. A colonização dos tecidos da semente por essa levedura e a digestão dos tecidos das sementes pelas suas enzimas salivares, resulta em necroses dos cotilédones e dos eixos embrionários, resultando em perdas de germinação e de vigor. A semente picada pode apresentar manchas típicas, podendo ser deformada e enrugada (Figura 25).

Fotos: José de Barros França-Neto



**Figura 25.** Sementes de soja com danos causados por picada de percevejo: à esquerda, sementes secas com danos típicos mostrando manchas de *Nematospora coryli*; à direita, sementes com danos de percevejo coloridas pelo sal de tetrazólio.

O rostro dos percevejos, que é o aparato bucal por meio do qual esses insetos picam as sementes, tem diferentes comprimentos médios, dependendo da espécie de percevejo. Depieri e Panizzi (2010) verificaram que percevejos da espécie *Nezara viridula* (L.) apresentaram os rostros mais longos (5,9 mm) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) os mais curtos (3,5 mm). *Dichelops melacanthus* (Dallas) e *Euschistus heros* (F.) tiveram comprimentos intermediários. Essa informação é importante, quando se visualiza a maior ou menor profundidade dos danos causados por percevejos nas sementes de soja.

Um aspecto interessante sobre a anatomia dos rostros dos percevejos sugadores é que o mesmo é composto por dois canais: uma salivar,

por onde são injetadas as enzimas salivares às sementes; e outro de alimento, pelo qual o inseto suga os materiais de reserva das sementes pré-digeridos (DEPIERI; PANIZZI, 2010).

O controle dos percevejos em campos de produção de semente deve ser realizado com muita atenção. A presença desse inseto deve ser constantemente monitorada. Os danos causados por tais insetos à semente de soja são irreversíveis. Em campos de produção de semente, o controle deve ser iniciado de imediato, quando a presença de percevejos for constatada.

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) para esse inseto preconiza que o controle dessa praga deve ser iniciado quando forem detectados no pano de batida dois percevejos.m<sup>-1</sup> para lavouras de grãos, e um percevejo.m<sup>-1</sup> para campos de sementes, sendo considerados nessa contagem os adultos e/ou ninfas maiores de 0,5 mm (TECNOLOGIAS..., 2013). O controle deve ser realizado a partir do início do desenvolvimento de vagens, durante toda a fase de enchimento de grãos, até o início da maturação.

## Colheita

É a fase mais crítica de todo o processo de produção de semente de soja. Ela pode ser uma importante fonte de mistura varietal, se procedimentos especiais não forem observados. É imprescindível o isolamento entre campos de produção de semente e a limpeza completa das máquinas colhedoras e carretas transportadoras. Quando da troca de cultivares, é importante efetuar uma limpeza completa em todos os componentes da colhedora.

A colheita mecanizada pode ser uma fonte de sérios problemas de danos mecânicos. É essencial que os mecanismos de trilha estejam bem ajustados, visando à obtenção de uma trilha adequada com os menores índices de danos mecânicos. Colhedoras com o sistema de trilha axial ou longitudinal (Figura 26) podem causar menos danos à semente, em relação ao sistema tangencial (Figura 27). Além disso, em máquinas com sistema tangencial de trilha, é recomendada a utilização de sistemas de polias (“kit de feijão”) que permitam a

redução da velocidade do cilindro batedor a níveis de rotação abaixo de 300-400 rpm.

Durante o processo de colheita, é na operação de trilha das vagens é que ocorre a quebra da semente de soja em decorrência do seu baixo grau de umidade. Normalmente, a semente quebra longitudinalmente na união dos cotilédones separando-os e resultando no que comumente denominamos "*bandinhas*".

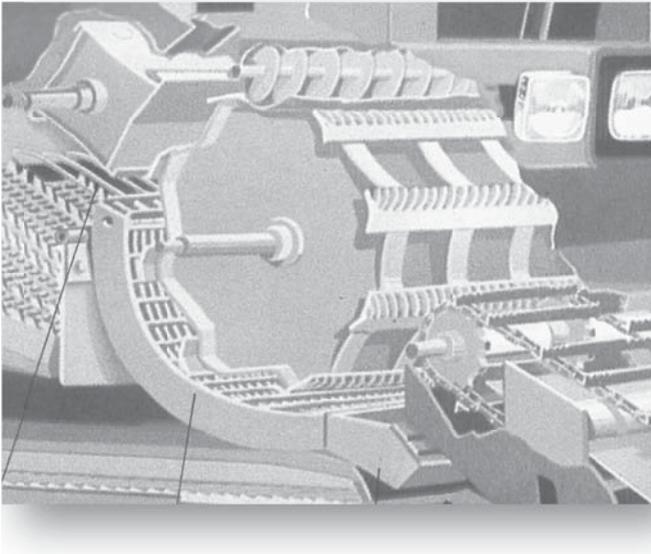
Foto: José de Barros França-Neto.



**Figura 26.** Ilustração do sistema de cilindro para trilha axial sugerido para a colheita de semente de soja.

Um outro aspecto importante a ser levado em consideração durante a colheita é o conteúdo de água da semente. Semente seca, ou seja, aquela com conteúdo abaixo de 12%, tenderá a apresentar danos mecânicos imediatos, caracterizados por fissuras, rachaduras e quebras. Semente com conteúdo acima de 14% é mais suscetível aos danos mecânicos latentes, caracterizados por amassamentos e abrasões (Figura 28).

Foto: Grupo SLC.



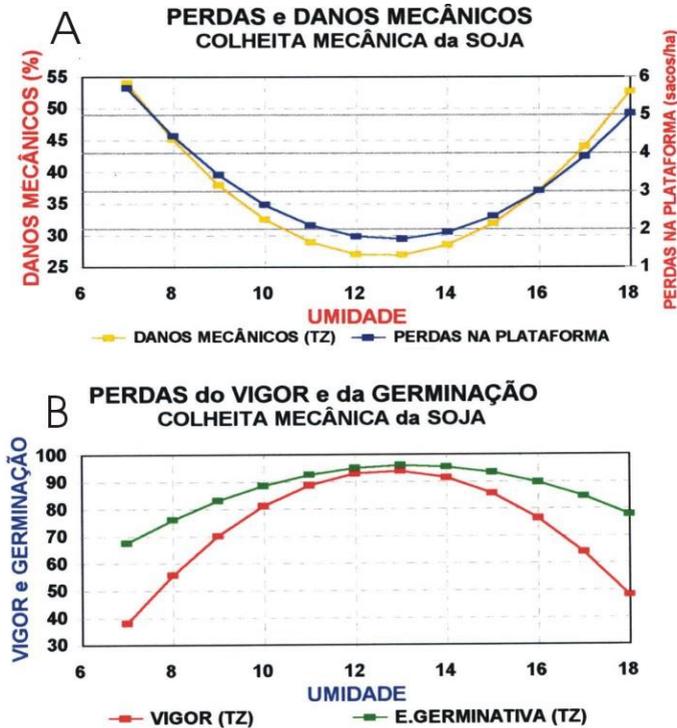
**Figura 27.** Sistema tangencial de trilha presente em máquinas colhedoras, mostrando o cilindro batedor e côncavo.

Foto: José de Barros França-Neto.



**Figura 28.** Dano mecânico latente e imediato diagnosticado através do teste de tetrazólio. A semente da esquerda apresenta dano mecânico latente resultante de abrasão nos sistemas de trilha e de transporte na colhedora quando a semente é colhida úmida. A semente da direita apresenta dano mecânico imediato resultante de impacto nos sistemas de trilha e transporte na colhedora quando a semente é colhida muito seca.

Os níveis de danos mecânicos são reduzidos se a semente de soja for colhida tão logo seja possível, após atingir conteúdos de água entre 14% a 13% (Figura 29). Essas informações são válidas para regiões onde a colheita ocorra sem chuvas em pré-colheita e colheita (região Sul do Brasil).



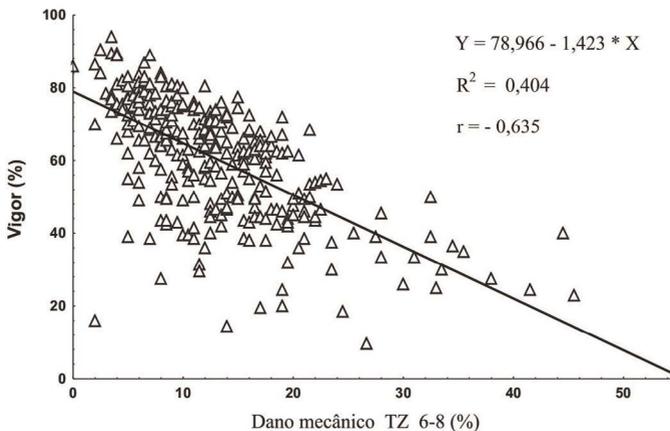
**Figura 29. A:** Níveis de danos mecânicos às sementes e de perdas na colheita (na plataforma de corte de colhedora) durante a colheita, em função do grau de umidade das sementes. **B:** Vigor e viabilidade (energia germinativa) da semente de soja em função do grau de umidade das sementes na colheita.

Fonte: adaptado de Costa et al. (1979) e Mesquita et al. (1980).

É importante salientar que quando se realiza a colheita antecipada das sementes, com graus de umidade variando de 16% a 19%, deve-se atentar para o perfeito ajuste do sistema de trilha, visando minorar ao máximo a ocorrência de danos mecânicos latentes.

A colheita deve ser realizada sem que ocorram atrasos em sua época. Sementes que sofreram as consequências da deterioração por umidade na colheita são mais propensas à ocorrência de maiores índices de danos mecânicos na colheita.

Existe uma relação inversa entre o índice de dano mecânico na semente de soja e o seu nível de vigor. Com o aumento do dano, reduz-se a qualidade fisiológica da semente, conforme dados publicados por Costa et al. (2005) (Figura 30).



**Figura 30.** Relações entre o vigor determinado pelo teste de tetrazólio (TZ 1-3) e a ocorrência de dano mecânico (TZ 6-8) em sementes de diversas cultivares de soja.

Fonte: Costa et al. (2005).

Em suma, as seguintes sugestões podem auxiliar na redução dos danos mecânicos durante a operação de colheita: a) ajustar a velocidade do cilindro (400 rpm ou menos) de maneira adequada para a completa abertura das vagens, com o mínimo nível de dano mecânico; b) a abertura do côncavo deve ser a mais ampla possível, para permitir uma trilha adequada; c) a semente trilhada deve ser avaliada pelo teste de hipoclorito de sódio (KRZYZANOWSKI et al., 2004), ou pelo método do copo medidor de semente quebrada (KRZYZANOWSKI et al., 2015), pelo menos três vezes ao dia, para efetuar ajustes no sistema de trilha,

se o nível de dano mecânico estiver acima do aceitável; d) todas as partes do sistema de trilha devem ser mantidas em boas condições de uso, especialmente as barras estriadas, que não podem estar desgastadas; e) colher com velocidade adequada de deslocamento; f) motor bem regulado; g) colher no ponto, sem retardamento de colheita; h) dimensionar adequadamente o número de colhedoras necessárias para a colheita; i) colher com o grau de umidade adequado; j) evitar produzir cultivares com semente suscetível ao dano mecânico.

Vale lembrar que a semente é feita no campo e todos os procedimentos realizados da colheita em diante terão basicamente a função de limpar e classificar as sementes.

## **Recepção e Secagem**

A semente colhida entra na UBS (Figura 31) pelas moegas, que não devem ser profundas para evitar a ocorrência de danos mecânicos. Preferencialmente, optar por moegas vibratórias, que são rasas, auto-limpantes, com possibilidade de removerem parte da impureza fina, reduzindo, assim, a poeira na UBS, e previnem a exposição de trabalhadores aos gases tóxicos, que podem acumular em moegas profundas e úmidas. A semente deve passar, a seguir, pela máquina de pré-limpeza, para a remoção das impurezas grosseiras e as menores que a semente.

Caso a semente chegue à UBS com mais de 12,5% de umidade, sugere-se a realização da secagem, até o nível de umidade de 12,0%. Em épocas chuvosas, é comum que a semente seja colhida com 18% a 19% de umidade. Nessas condições, é imprescindível que a secagem seja realizada de imediato. Caso isso não seja possível, a semente úmida poderá permanecer em silos pulmão sob constante aeração (3 a 5 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.t<sup>-1</sup>) por períodos de até dois dias.

Foto: José de Barros França-Neto.



**Figura 31.** Ilustração de UBS – Unidade de Beneficiamento de Sementes de soja.

Como a operação de secagem não se resume apenas em insuflar ar quente através da massa de semente estática ou em movimento, é importante conhecer o tipo de água que se vai remover e qual a força de retenção na semente a que essa água está submetida. As formas de água presentes na semente (estados da água) são cinco, sendo que a água tipo 2, cujo teor varia de 7,5% a 20% e cujo potencial hídrico vai de -11 a -150 MPa (Mega Pascal) (MARCOS-FILHO, 2015) é o tipo de água que é retirada da sementes na operação de secagem. Portanto, como a semente seca da parte externa em direção a parte interna é importante que exista intermitência no processo de secagem para que ocorra o equilíbrio higroscópico na semente, facilitando, assim, a remoção da água com temperatura da massa de semente não superior a 42 °C. Caso contrário, como a força de retenção tende a aumentar, vai requerer a elevação da temperatura a níveis onde, conseqüentemente, poderá ocorrer dano térmico, tendo como resultado a redução da viabilidade e do vigor da semente.

A semente de soja pode ser secada em sistemas estáticos, contínuos e intermitentes (Figura 32), tomando-se a precaução de que a temperatu-

ra da massa de semente não venha a ser superior a 40 °C e que a umidade relativa do ar de secagem em secadores estáticos não seja inferior a 35%. Cuidados especiais devem ser tomados com secadores de fluxo contínuo e intermitente para evitar a ocorrência de danos mecânicos, com a utilização de elevadores apropriados para semente, como os de corrente com descarga positiva ou os convencionais de correia com descarga nas costas das canecas. Isto significa que a semente não será arremessada na cabeça do elevador para se efetuar a descarga (descarga centrífuga), característica típica de elevador industrial que trabalha em velocidade superior a requerida para o transporte de sementes, a qual é a de 40 metros por minuto. Em secadores estáticos, a camada de secagem da semente deve ser a menor possível, nunca superior a 70 cm. Nesse tipo de secador, é normal o aparecimento de gradiente de umidade entre as camadas de semente próximas à entrada do ar de secagem, em relação às camadas próximas à saída do ar. Assim sendo, é importante que na operação de descarga, a massa de semente venha a ser homogeneizada, para que o seu conteúdo de água seja uniforme.

Foto: José de Barros França-Neto.



Foto: Francisco Carlos Krzyzanowski.



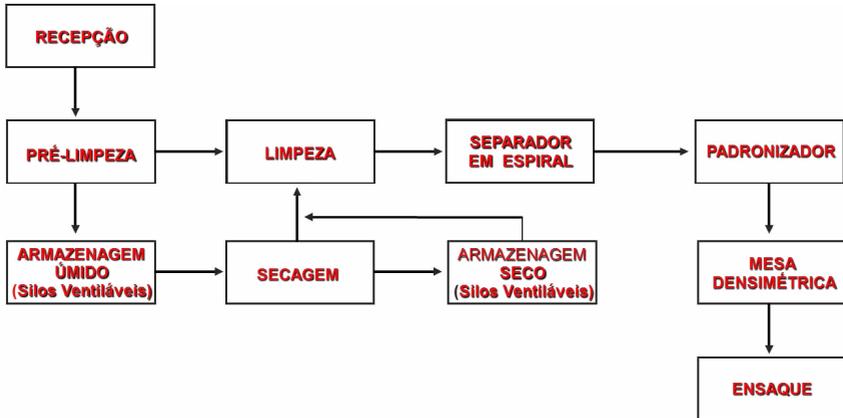
**Figura 32.** Silo secador estático com secagem radial, à esquerda, e secador intermitente para semente, à direita.

## Beneficiamento

O beneficiamento de semente é necessário para remover contaminantes tais como materiais estranhos (vagens, ramos, torrões e insetos), sementes de outras culturas e de ervas daninhas. Além disso, tal operação tem outras finalidades: classificar a semente por tamanho; melhorar a qualidade do lote pela remoção de semente danificada e deteriorada; aplicar fungicidas e inseticidas à semente, quando necessários; e para embalar adequadamente a semente para a sua comercialização.

Mistura varietal e dano mecânico são problemas potenciais em termos de qualidade de semente, relacionados com o beneficiamento. Esses problemas são reduzidos e mesmo evitados com o planejamento e o manejo adequados da UBS. As maiores fontes de danos mecânicos à semente durante a operação de beneficiamento são: número excessivo de quedas, a utilização de elevadores desajustados ou inadequados para semente, como os de descarga centrífuga, e o transporte da mesma em cintas com alta velocidade. Os elevadores recomendados para transportar semente são os que apresentam descarga positiva, os de corrente, ou os flexíveis, com transporte horizontal e vertical, com velocidade máxima de deslocamento de 40 m por minuto.

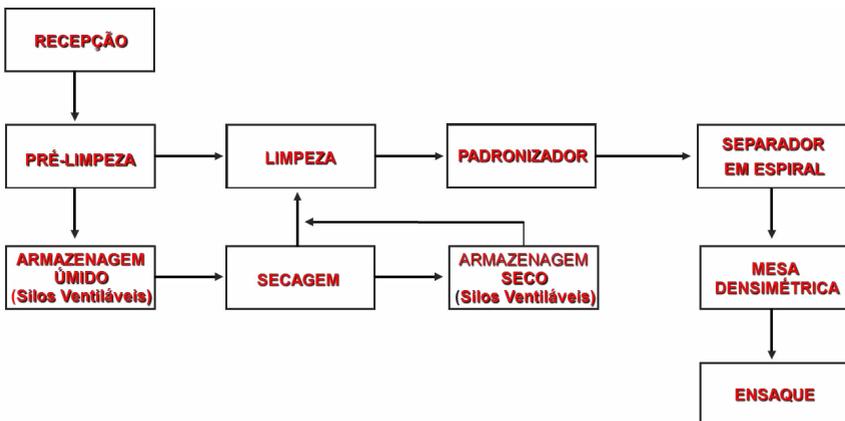
A operação de beneficiamento mais adequada para o processamento da semente de soja segue a seguinte sequência (Figura 33): máquina de ar e peneiras (MAP), separador em espiral, padronizadora por tamanho, mesa de gravidade, tratador de semente (se necessário) e embaladora. A MAP deve ter uma alimentação contínua, sendo a semente distribuída uniformemente sobre a largura total da primeira peneira. O sistema de separação por ar dessa máquina deve ser perfeitamente ajustado, para remover toda impureza leve. Caso isso não ocorra, haverá acúmulo de palha no centro dos espirais, o que comprometerá a função desse equipamento. A padronizadora por tamanho classifica a semente por tamanhos, sendo sugerida a sua classificação em intervalos de 0,5 mm. A semente padronizada por tamanho passará pela mesa de gravidade, que irá completar a sua limpeza física, pela separação da semente menos densa, mas de mesmo tamanho e forma.



**Figura 33.** Sequência adequada de máquinas usadas no fluxo de beneficiamento de semente de soja.

Esquema: Francisco Carlos Krzyzanowski; arte: Danilo Estevão.

Em algumas cultivares pode ocorrer uma alta taxa de descarte de sementes, acima de 10%, pelo Separador em Espiral, o que vai requerer uma alteração na sequência de máquinas no beneficiamento, ficando então o Padronizador antes do Separador em Espiral, conforme Figura 34.



**Figura 34.** Sequência de máquinas usadas no fluxo de beneficiamento de semente de soja com alteração de posição entre o Separador em Espiral e o Padronizador.

Esquema: Francisco Carlos Krzyzanowski; arte: Danilo Estevão.

## Armazenamento

O armazenamento envolve etapas que vão desde a maturidade fisiológica da semente, ainda no campo, até o momento em que ela é semeada e se iniciam os processos de embebição e de germinação. A armazenagem da semente, após o beneficiamento até a sua retirada do armazém, por melhores que sejam as condições de temperatura e umidade relativa do ar (menores que 25 °C e 70% UR), permite a preservação da viabilidade e do vigor da mesma. Por essa razão, deve-se atentar para o período que antecede ao armazenamento, o qual poderá comprometer a viabilidade da semente durante o mesmo, uma vez que o nível de qualidade da semente é definido no campo.

A semente é higroscópica, portanto seu conteúdo de água está em equilíbrio com a umidade relativa do ar, flutuando na média com as variações de umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento. Na Tabela 1, estão contidos os graus de umidade de equilíbrio da semente de soja, de acordo com diversas condições de temperatura e umidade relativa do ambiente (FRANÇA-NETO, 1978). Especificamente para as condições de armazenamento do Brasil, pode-se sugerir que o conteúdo de água da semente seja mantido nos seguintes níveis: 13,0% a 13,5%, para o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e centro sul do Paraná; 11,5% a 12,0% para o norte e oeste do Paraná, o sul do Mato Grosso do Sul e São Paulo; e 11,0% a 11,5% para as demais regiões dos Cerrados.

Quando as sementes forem armazenadas em sacolões (“big-bags”; Figura 35) é importante que o grau de umidade das sementes esteja em média 1,0% a menos em relação ao utilizado quando as sementes são armazenadas em sacarias. Isso é importante, pois caso não seja implementado, poderá ocorrer maiores índices de deterioração das sementes em sua parte central.

**Tabela 1.** Equilíbrio higroscópico da sementes de soja em condições de diferentes temperaturas e umidades relativas do ambiente.

Temp. (° C)	Umidade Relativa do Ar (%)										
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	Equilíbrio Higroscópico da Semente de Soja (Grau de Umidade b.u. - %)										
8	9,2	9,6	10,0	10,4	11,1	11,9	12,7	13,9	15,1	16,2	17,4
10	8,9	9,3	9,7	10,1	10,8	11,6	12,4	13,6	14,8	15,9	17,1
12	8,5	8,9	9,3	9,7	10,4	11,2	12,0	13,2	14,4	15,5	16,7
14	8,2	8,6	9,0	9,4	10,1	10,9	11,7	12,9	14,1	15,2	16,4
15	8,0	8,4	8,8	9,2	9,8	10,7	11,5	12,7	13,9	15,0	16,2
16	7,8	8,2	8,6	9,0	9,7	10,5	11,3	12,5	13,7	14,8	16,0
17	7,7	8,1	8,5	8,9	9,6	10,4	11,2	12,4	13,6	14,7	15,9
18	7,5	7,9	8,3	8,7	9,4	10,2	11,0	12,2	13,4	14,5	15,7
20	7,2	7,6	8,0	8,4	9,1	9,9	10,7	11,9	13,1	14,2	15,4
22	6,7	7,1	7,5	7,9	8,6	9,4	10,2	11,4	12,6	13,7	14,9
24	6,3	6,7	7,1	7,5	8,2	9,0	9,8	11,0	12,2	13,3	14,5
25	6,2	6,6	7,0	7,4	8,1	8,9	9,7	10,9	12,1	13,2	14,4
26	6,0	6,4	6,8	7,2	7,9	8,7	9,5	10,7	11,9	13,0	14,2
28	5,7	6,1	6,5	6,9	7,6	8,4	9,2	10,4	11,6	12,7	13,9
30	5,2	5,6	6,0	6,4	7,1	7,9	8,7	9,9	11,1	12,2	13,4
32	4,9	5,3	5,7	6,1	6,8	7,6	8,4	9,6	10,8	11,9	13,1
33	4,7	5,1	5,5	5,9	6,6	7,4	8,2	9,4	10,6	11,7	12,9
34	4,6	5,0	5,4	5,8	6,5	7,3	8,1	9,3	10,5	11,6	12,8
35	4,4	4,8	5,2	5,6	6,3	7,1	7,9	9,1	10,3	11,4	12,6
36	4,2	4,6	5,0	5,4	6,1	6,9	7,7	8,9	10,1	11,2	12,4

Fonte: adaptado de França-Neto (1978).

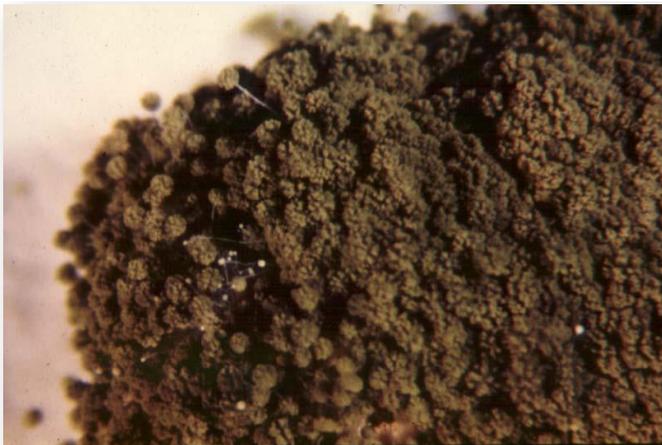
Diversas espécies de fungos de armazenamento, como *Penicillium* e *Aspergillus* podem infectar a semente, pois esses fungos são capazes de se desenvolver sobre quase todo tipo de matéria orgânica, desde que as condições de temperatura e de umidade relativa do ar ambiente sejam favoráveis (HENNING, 2005; HENNING, 2015). Em semente de soja armazenada com conteúdos de água acima de 14,0%, predomina o *Aspergillus flavus* (Figura 36). Cuidados especiais devem ser tomados para manter o conteúdo de água da semente armazenada abaixo dos 13%.

Foto: José de Barros França-Neto.



**Figura 35.** Sistema de sacolões ou “big-bags” utilizados para a armazenagem da semente de soja.

Foto: Ademir Assis Henning.



**Figura 36.** Fungo de armazenagem, *Aspergillus flavus*, infectando semente de soja deteriorada.

Após o beneficiamento, a semente ensacada ou em sacolões poderá ser armazenada em armazéns convencionais, ou climatizados. A identificação de microrregiões com altitude mais elevada, com temperatura e umidade relativa do ar mais baixas, é a melhor opção para armazenar semente de soja em regiões quentes e úmidas do Brasil Central. Outras alternativas vêm sendo utilizadas por alguns produtores dessa região, como o resfriamento dinâmico da semente pela injeção de ar frio (ao redor de 15 °C ou menos) e relativamente seco (50% a 65% UR), na massa de semente (Figura 37). Após o ensaque, a semente é mantida em armazém com isolamento térmico, sendo importante que a temperatura e a umidade relativa do ar sejam monitoradas constantemente.

Foto: José de Barros França-Neto.



**Figura 37.** Sistema para resfriamento dinâmico de semente.

Armazéns convencionais devem ser construídos com pisos tratados para barreira de umidade e com isolamento térmico na parte superior, abaixo das tesouras, com uma grande camada de ar na parte superior para auxiliar no isolamento térmico (Figura 38). Todo armazém de sementes deve ter o sistema de docas para efetuar a carga e descarga dos caminhões. Esses veículos nunca devem adentrar na parte interna do armazém, rodando

sobre o piso do mesmo, devido aos riscos de rachaduras no piso, rompendo assim a barreira de umidade, como também são vetores de problemas externos vindo através de torrões aderidos aos pneus e a carroceria.

Foto: Francisco Carlos Krzyzanowski



Foto: José de Barros França-Neto

**Figura 38.** Ilustrações de armazém de sementes convencional: à esquerda, sem o isolamento térmico; à direita, com isolamento térmico na parte superior.

Armazéns com isolamento térmico e refrigeração são instalações ideais para a preservação da qualidade fisiológica da semente de soja (vigor e germinação). Esses armazéns são construídos com chapas metálicas duplas com poliuretano expandido entre ela, com condicionamento ambiental de 10 °C de temperatura e 50% de umidade relativa por meio de máquinas específicas para condicionar o ar ambiental nessas condições. A semente de soja nessas condições se preserva com a qualidade que veio do campo por um longo período de armazenamento, permitindo a travessia do período da entre safra sem redução das suas qualidades. Nessas condições de armazenamento, é importante que se avalie a ocorrência do fungo *Phomopsis* sp., que também será preservado e, conseqüentemente, poderá interferir negativamente na avaliação da germinação das sementes em rolo de papel.

Já existe no Brasil Central vários produtores de sementes com instalações armazenadoras de sementes nessas condições. A Figura 39, abaixo, ilustra um típico armazém de semente refrigerado.

Fotos: Technoblock.



**Figura 39.** Instalações com controle de temperatura e umidade para armazenamento de sementes.

## **Manejo Integrado de Pragas de Sementes Armazenadas (MIPSEMENTES)**

A qualidade das sementes de soja na armazenagem pode ser afetada pela ação de diversos fatores. Entre esses, as pragas de armazenamento, em especial os besouros *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792), *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758) e *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831), e as traças *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) e *E. elutella* (Hübner, 1796), podem ser responsáveis pela deterioração física das sementes (LORINI et al., 2010).

O conhecimento do hábito alimentar de cada praga é um elemento importante para definir o manejo a ser implementado nas sementes durante o período de armazenamento, e segundo este as pragas podem ser classificadas em primárias ou secundárias. Este conhecimento orienta as medidas de controle que devem ser tomadas pelo armazenador.

O “Manejo Integrado de Pragas de Sementes Armazenadas” (MIPSEMENTES) prevê o conhecimento das condições de armazenagem das sementes, da unidade de beneficiamento de sementes (UBS), da identificação de espécies e de populações de pragas ocorrentes e seus danos, a limpeza e a higienização das instalações de armazenagem, a associação de medidas preventivas e curativas de controle de pragas, o conhecimento dos inseticidas registrados, sua eficiência e da existência de resistência de pragas e a análise econômica do custo de controle. Da mesma forma, faz-se necessária a adoção de rigoroso sistema de monitoramento de pragas, de temperatura e de umidade da massa de grãos (LORINI et al., 2015).

O uso de inseticidas químicos é um dos métodos de controle de pragas de sementes armazenadas mais empregados, mesmo com as restrições de uso à medida que surgem problemas de resistência das pragas aos inseticidas. O expurgo é o método curativo empregado no tratamento das sementes de soja.

### **Tratamento curativo (expurgo) das sementes**

O expurgo ou fumigação é uma técnica empregada para eliminar pragas

infestantes em sementes armazenadas mediante uso de gás. Deve ser realizado sempre que houver infestação no lote, silo ou armazém. Esse processo pode ser realizado nos mais diferentes locais, desde que observadas a vedação do local a ser expurgado e as normas de segurança para os produtos em uso. O gás liberado ou introduzido no interior do lote de sementes deve ficar nesse ambiente em concentração letal para as pragas. Por isso, qualquer saída ou entrada de ar deve ser vedada sempre com materiais apropriados, como lona de expurgo, com no mínimo 150 micras de espessura, ou equivalente, e confeccionada com material impermeável a gases (Figura 40).

A fosfina ( $\text{PH}_3$ , proveniente de fosfeto de alumínio ou de magnésio) é um biocida geral, um gás altamente tóxico, que é liberado na presença de umidade do ar, sendo eficaz no controle de todas as fases (ovo, larva, pupa e adultos) das pragas de grãos e sementes armazenadas (LORINI, 2012; LORINI et al., 2015). Embora seu uso em grãos e sementes esteja sendo feito há muitos anos, e em vários produtos, apenas recentemente passou a ser usado em sementes de soja, devido à presença de pragas durante o armazenamento. Todo manuseio da fosfina para realizar o expurgo deve ser feito com EPIs (Equipamentos de proteção individual) adequados (mascaras de proteção respiratória para gases tóxicos, botas de borracha, luvas impermeáveis, macacão impermeável de mangas compridas, capacete, óculos etc.), e seguindo procedimentos operacionais de segurança do operador. Tanto no momento de colocar as pastilhas de fosfina, quanto no momento de liberar o expurgo (retirar a lona ou abrir o silo), as pessoas devem estar protegidas com os EPIs, e o local deve estar ventilado. Especial cuidado deve-se ter ao retirar a lona do silo ou lote de sementes, pois existe alta concentração do gás fosfina, que deve ser ventilado imediatamente para que o mesmo se dissipe e degrade na atmosfera com o oxigênio. O armazém deve estar com as portas abertas e com ventilação forçada para permitir a remoção do gás remanescente. É proibida a presença de pessoas sem EPI em armazéns onde estão sendo conduzidas operações de expurgo, devido o eminente risco de intoxicação.

Fotos: Irineu Lorini



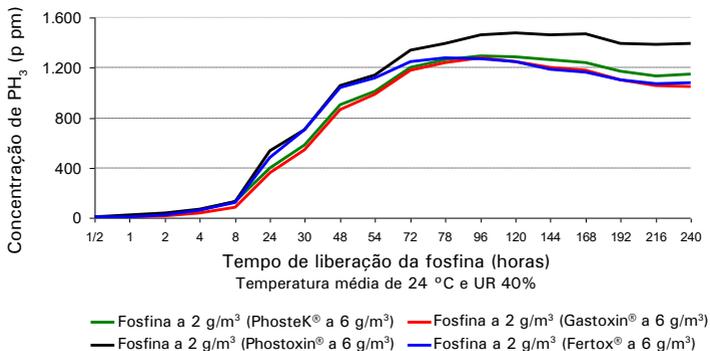
**Figura 40.** Expurgo com fosfina em um lote de sementes de soja com uso da lona plástica específica para expurgo. A - lote de sementes a ser expurgado, B - lona de expurgo colocada sobre o lote de sementes, C - detalhe da vedação da lona de expurgo junto a base com colocação de “cobras de areia”.

Fonte: Lorini et al. (2013)

Para a boa eficiência do expurgo, a distribuição do gás deve ser uniforme em todos os pontos do lote de sementes a ser tratado, controlando assim todas as pragas, nas suas diferentes formas do ciclo de vida (LORINI et al., 2013). A taxa de liberação do gás fosfina proveniente das pastilhas fumigantes, determinará o tempo necessário para a mortalidade total das pragas e eficiência do processo de expurgo.

Em estudos de monitoramento da concentração de gás fosfina (LORINI et al., 2011), observou-se a liberação gradual e uniforme do gás fosfina ao longo do tempo, indicando que a reação de liberação do gás  $\text{PH}_3$ , proveniente das pastilhas fumigantes, ocorreu atingindo concentrações elevadas até o final do experimento. Houve liberação de gás fosfina já a partir de meia hora após introdução das pastilhas na câmara, aumentando lentamente até 8 horas, e rapidamente após 24 horas de liberação, atingindo níveis superiores a 1.200 ppm de gás  $\text{PH}_3$  após 72 horas. Esta concentração alta se manteve até o final do experimento a 240 horas da liberação das pastilhas fumigantes (Figura 41).

As quatro formulações contendo fosfina (Phostek<sup>®</sup>, Gastoxin<sup>®</sup> B57, <sup>®</sup>Phostoxin e Fertox<sup>®</sup>), foram semelhantes na liberação do gás PH<sub>3</sub> proveniente das pastilhas, indicando que todas liberam fosfina de igual maneira. A temperatura e umidade relativa do ar, durante todo período de avaliação, foram de 24 ± 1 °C e de 40 ± 5%, respectivamente, o que são consideradas de medianas a baixas para que ocorra a rápida liberação do gás fosfina proveniente das pastilhas fumigantes (LORINI et. al., 2011). Quando a temperatura do local a ser expurgado for inferior a 10 °C ou a umidade relativa do ar for inferior a 25%, desaconselha-se a realização do expurgo devido à dificuldade de acontecer a reação de liberação do gás fosfina.



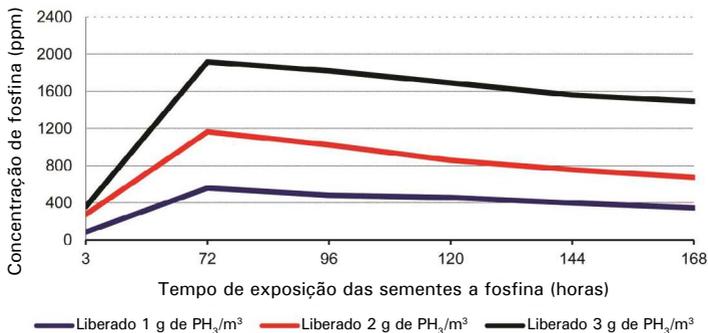
**Figura 41.** Monitoramento da concentração de gás fosfina (PH<sub>3</sub>) liberado após exposição das pastilhas fumigantes provenientes de quatro formulações. Embrapa Soja, 2011.

Fonte: Lorini et al. (2011).

Para que um expurgo seja eficiente, ou seja, para que todas as fases de vida do inseto (ovo, larva, pupa e adultos) sejam eliminadas, a concentração de fosfina deve ser mantida por no mínimo em 400 ppm por pelo menos 120 horas (LORINI et. al., 2011), e a distribuição do gás no interior do silo deve ser uniforme. Conforme estes autores, a concentração de fosfina, após a liberação das pastilhas, ficou acima de 400 ppm a partir das primeiras 24 horas e manteve-se em todas formulações avaliadas neste patamar, até o final do experimento as 240 horas (Figura 41).

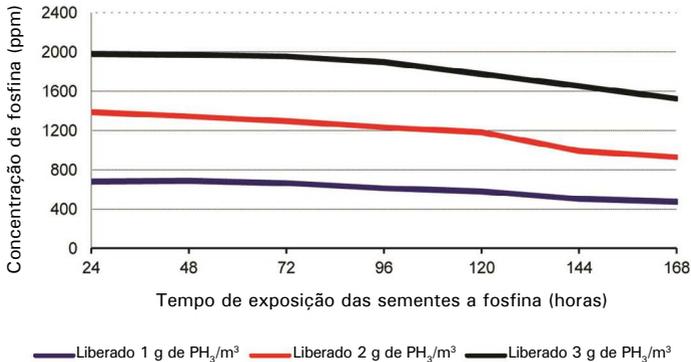
Em pesquisas realizadas na Embrapa Soja com sementes de soja, estudou-se o efeito do expurgo em diferentes concentrações de fosfina sobre a qualidade fisiológica da semente. Para tanto, selecionaram-se duas cultivares com dois níveis de vigor por cultivar, determinado por meio do teste de tetrazólio. Na cultivar Embrapa 48 os índices de vigor eram 93% e 82% e na cultivar CD 202 os índices de vigor eram 69% e 62% (Figuras 42 e 43), tendo sido usado as concentrações de 1,0; 2,0 e 3,0 g de  $\text{PH}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ , conseguidas pela aplicação de 3,0; 6,0 e 9,0 g do produto comercial Fertox<sup>®</sup>. Diariamente, durante sete dias, a concentração do gás fosfina no interior de cada câmara foi monitorada através do medidor Silochek (KRZYZANOWSKI et al., 2013; LORINI et al., 2011).

Nas Figuras 42 e 43 observa-se que a concentração de fosfina se manteve elevada nas câmaras durante todo o período do experimento, permitindo a exposição das sementes ao gás nas concentrações determinadas. Mesmo a dose mais baixa, manteve a concentração superior aos 400 ppm que é a referência técnica de concentração mínima para a eliminação de todas as fases dos insetos praga de sementes armazenadas (LORINI et. al., 2015).



**Figura 42.** Monitoramento da concentração de fosfina ( $\text{PH}_3$ ) durante o expurgo de sementes de soja cultivar Embrapa 48.

Fonte: Krzyzanowski et al. (2013).



**Figura 43.** Monitoramento da concentração de fosfina ( $\text{PH}_3$ ) durante o expurgo de sementes de soja cultivar CD 202.

Fonte: Krzyzanowski et al. (2013).

Com relação à qualidade fisiológica da semente, avaliada por meio dos testes de germinação (REGRAS..., 2009), comprimento de plântulas, comprimento do hipocótilo e envelhecimento acelerado (KRZYZANOWSKI et al., 1999), no referido estudo, os resultados relatados nas Tabelas 2 e 3 não detectaram efeitos deletérios entre os tratamentos aplicados, significando que a fosfina não prejudicou o desempenho fisiológico da semente. Os testes de comprimento de plântulas e de hipocótilo, que indicariam se houvesse toxidez da fosfina no desenvolvimento das plântulas originadas de sementes das duas cultivares, em ambos os níveis de vigor, não detectaram nenhuma alteração deletéria no desenvolvimento das mesmas sob as concentrações de fosfina avaliadas.

Segundo Lorini et al. (2015) o expurgo de sementes de soja com fosfina pode ser realizado com um período de exposição de 240 horas sem que haja qualquer prejuízo na qualidade fisiológica. O responsável técnico pelo armazenamento das sementes de soja deve seguir as recomendações técnicas preconizadas pelo Manejo Integrado de Pragas de Sementes Armazenadas – MIPSEMENTES, usando quando necessário o expurgo das sementes com fosfina. Este expurgo deverá obedecer a concentração mínima de 400 ppm de fosfina em todos os locais onde

foi realizado o tratamento, e um período mínimo nunca inferior a 120 horas de exposição ao gás. A medição da concentração do gás fosfina durante o expurgo deverá ser feita com auxílio de equipamentos medidores de concentração de fosfina, já disponíveis no mercado brasileiro.

**Tabela 2.** Efeito do expurgo com diferentes níveis de fosfina sobre o desempenho fisiológico de sementes de soja da cultivar Embrapa 48. Embrapa Soja.

Tratamentos		Germinação	Env. Acelerado	Compr. Plântula	Compr. Hipocótilo
		(%)	(%)	(cm)	(cm)
Vigor	Testemunha	77*	72	29,4	9,3
TZ	1 Pastilha	75	67	28,1	9,3
82%	2 Pastilhas	73	69	27	9
	3 Pastilhas	77	70	28,6	9,8
Teste F		1,95 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>
C.V. (%)		4	4	7,84	8,67
Vigor	Testemunha	84	84	28,5	9,1
TZ	1 Pastilha	87	85	29,8	9,7
93%	2 Pastilhas	88	85	29,7	9,6
	3 Pastilhas	87	84	29,3	9,6
Teste F		1,60 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
C. V. (%)		2,69	1,72	6,57	12,41

\* As médias na coluna, no mesmo nível de vigor, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0.05$ ).

Fonte: Krzyzanowski et al. (2013).

Todas as medidas para o Manejo Integrado de Grãos Armazenados devem ser tomadas através de atitudes gerenciais durante a permanência das sementes nos armazéns ou silos, e não somente durante o recebimento do produto, permitindo, dessa forma, que todos os procedimentos contribuam no processo, garantindo a diminuição na incidência das perdas e garantia da qualidade.

**Tabela 3.** Efeito do expurgo com diferentes níveis de fosfina sobre o desempenho fisiológico de sementes de soja da cultivar CD 202. Embrapa Soja.

Tratamentos		Germinação	Env. Acelerado	Compr. Plântula	Compr. Hipocótilo
		(%)	(%)	(cm)	(cm)
Vigor	Testemunha	77*	72	24,9	7,7
TZ	1 Pastilha	75	74	23,2	7,6
62%	2 Pastilhas	73	72	23,2	7,5
	3 Pastilhas	77	61	24,1	7,7
Teste F		0,68 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
C.V. (%)		2,67	7,08	7,07	10,21
Vigor	Testemunha	84	68	24,9	7,7
TZ	1 Pastilha	87	69	26,1	8,5
69%	2 Pastilhas	88	71	26,7	8,4
	3 Pastilhas	88	70	25,6	8,4
Teste F		0,52 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>
C. V. (%)		2,39	4,96	6,35	6,47

\* As médias na coluna, no mesmo nível de vigor, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Krzyzanowski et al. (2013).

## Transporte

O transporte rodoviário por longas distâncias pode resultar em reduções significativas de vigor e de viabilidade, devido aos aumentos nos índices de deterioração por umidade e de danos mecânicos à semente. Durante o transporte deve-se evitar que a semente seja transportada no mesmo compartimento de carga que contenha substâncias químicas prejudiciais à sua qualidade, como, por exemplo, alguns herbicidas. Caso a semente seja transportada em caminhões graneliros, é importante que elas sejam protegidas por lonas impermeáveis de cor clara (Figura 44) e, se possível, que essas lonas tenham algum tipo de isolante térmico.

Foto: José de Barros França-Neto.



**Figura 44.** Caminhão bi-trem, utilizando lona de coloração clara, usado para o transporte de semente de soja.

## Semeadura

Alguma redução de qualidade pode ocorrer durante a operação de semeadura, devido a possíveis aumentos nos índices de danos mecânicos na semente, ocasionados pela sua passagem pelos sistemas de distribuição da semente. A distribuição por discos plásticos pode propiciar a ocorrência de menores índices de danos mecânicos à semente, em relação aos discos metálicos. Os sistemas pneumáticos, além de aumentar a precisão de semeadura, podem também reduzir os danos mecânicos.

A utilização de semente padronizada por tamanho em muito contribui para uma melhor precisão de semeadura, facilitando a obtenção de uma população de plantas adequada e distribuída uniformemente.

Se, após a semeadura, o solo estiver seco, ou muito úmido, ou frio (temperaturas abaixo de 18 °C), a semente de soja sofrerá o processo de injúria de frio durante a fase de embebição, ocorrendo como consequência o aborto do sistema radicular. Caso tais condições venham a ocorrer, a velocidade de germinação é reduzida e a emergência de plântulas é

prejudicada, uma vez que a semente é exposta à ação deletéria de fungos de solo, como *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. O tratamento da semente com fungicidas adequados a protegerá, quando semeada nessas condições (HENNING, 2005).

## Tratamento de Sementes

O tratamento das sementes com fungicidas oferece garantia de melhor estabelecimento da população de plantas por controlar patógenos importantes transmitidos pelas sementes, diminuindo a chance de sua introdução em áreas indenens.

As condições desfavoráveis à germinação da semente e a emergência da plântula de soja, especialmente a deficiência hídrica, tornam mais lento esse processo, expondo as sementes por mais tempo a fungos do solo, como *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp. (*A. flavus*), entre outros, que podem causar a sua deterioração ou a morte da plântula.

Os principais patógenos transmitidos pela semente de soja são: *Cercospora kikuchii*, *Fusarium pallidoroseum* (syn. *F. semitectum*), *Phomopsis* spp. anamorfo de *Diaporthe* spp. e *Colletotrichum truncatum*. O melhor controle dos quatro primeiros patógenos citados é propiciado pelos fungicidas do grupo dos benzimidazóis. Dentre os produtos avaliados e indicados para o tratamento de sementes de soja, carbendazin, tiofanato metílico e thia-bendazole são os mais eficientes no controle de *Phomopsis* spp., *Fusarium pallidoroseum* (syn. *F. semitectum*) *Cercospora kikuchii* e principalmente *Sclerotinia sclerotiorum*, quando presente na semente, na forma de micélio interno, dormente. Os fungicidas de contato tradicionalmente conhecidos (Captan, Thiram e Tolyfluanid), que têm bom desempenho no campo quanto à emergência, não controlam, totalmente esses fungos, principalmente *Phomopsis* spp. e *Fusarium pallidoroseum* (syn. *F. semitectum*) nas sementes que apresentam índices elevados desses patógenos (> 40%). Os fungicidas de contato e sistêmicos, já formulados e mais indicados para o tratamento de sementes de soja são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Misturas formuladas e respectivas doses dos fungicidas indicados para o tratamento de sementes de soja.

Fungicidas	Dose/100 kg de semente
Nome comum	Ingrediente ativo (g)
• Produto comercial	• Produto comercial (g ou mL)
Carbendazim + Thiram	30 g + 70 g
• Derosal Plus	• 200 mL
Carbendazim + Thiram	30 g + 70 g
• Protreat	• 200 mL
Carboxin + Thiram	50 g + 50 g
• Vitavax-Thiram <sup>1</sup>	• 250 mL
Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil	5 g + 45 g + 50 g
• Standak Top <sup>1</sup>	• 200 mL
Thiabendazole + Fludioxonil + Mefenoxan	15 g + 2,5 g + 2 g a 18,75 g + 2,75 g + 2,5 g
• Maxim Advanced	• 100 mL a 125 mL
Tiofanato metílico + Fluazinam	35 g + 5,2 g
• Certeza <sup>2</sup>	• 180 mL

<sup>1</sup> Não é indicado para controlar *Sclerotinia sclerotiorum*, (micélio dormente) em sementes de soja.

<sup>2</sup> Recomendação durante a XXXI Reunião de pesquisa de soja da Região Central do Brasil, Brasília, DF. 2010. CUIDADOS: devem ser tomadas precauções na manipulação dos fungicidas, seguindo as orientações da bula dos produtos.

## Como realizar o tratamento

A função dos fungicidas de contato é proteger a semente contra fungos do solo e a dos fungicidas sistêmicos é controlar fitopatógenos presentes nas sementes. Assim, é importante que os fungicidas estejam em contato direto com a semente.

O tratamento de semente com produtos indicados como fungicidas, inseticidas, micronutrientes e inoculantes pode ser feito desta forma sequencial, com máquinas específicas de tratar semente desde que essas disponham de tanques separados para os produtos, uma vez que não foi regulamentada a mistura de agrotóxicos em tanque (Instrução Normativa 46/2002, de 24 de julho de 2002, que revoga a Portaria SDA Nº 67 de 30 de maio de 1995). Em pequenas propriedades, o tratamento da semente pode também ser realizado com tambor giratório ou com betoneira.

## **Tratamento utilizando máquinas de tratar sementes**

No início nos anos 90, foram lançadas as primeiras máquinas para o tratamento de sementes a nível de propriedade (“on farm”). Elas tiveram um papel preponderante na adoção da tecnologia do tratamento de sementes. Estimava-se que em 1991 a taxa de adoção dessa tecnologia era de 5,0%. Após a adoção dessas máquinas, houve incrementos significativos no uso da tecnologia, atingindo uma taxa de utilização de 12,0% em 1992, 24,0% em 1993 e 48,0% em 1994. Em 2001, essa taxa era de 93% e desde então estabilizou-se no valor médio de 95,0% de adoção do tratamento de sementes. Esses valores foram estimados com base nos volumes de comercialização dos principais fungicidas registrados para o tratamento de sementes, conforme a ANDEF (Associação Nacional de Defesa Vegetal).

Dentre as principais vantagens das máquinas para o tratamento de sementes, em relação ao tratamento convencional (tambor), destacam-se:

- a) Menor risco de intoxicação do operador, uma vez que os fungicidas são utilizados via líquida;
- b) Melhores cobertura e aderência dos fungicidas, dos micronutrientes e do inoculante às sementes;
- c) Rendimento em torno de 60 a 70 sacos por hora;
- d) Maior facilidade operacional, já que o equipamento pode ser levado ao campo, pois possui engate para a tomada de força do trator.

## **Tratamento Industrial de Sementes (TIS)**

Mais recentemente, os produtores de sementes de soja têm disponibilizado no mercado sementes com o Tratamento Industrial de Sementes (TIS). Em muitas empresas, essa prática já faz parte das etapas do beneficiamento das sementes, sendo realizado com a utilização de equipamentos especiais e altamente sofisticados (Figuras 45 e 46), os quais combinam a aplicação de fungicidas, inseticidas, micronutrientes, nematicidas, entre outros produtos. Este tipo de

tratamento vem ganhando espaço no mercado de sementes de soja. No Brasil, na safra 2015/16, cerca de 30% das sementes foram tratadas e comercializadas neste sistema, no qual grande parte das empresas que comercializam as sementes já realiza o tratamento no pré-ensaque, antes do armazenamento, ou no momento da entrega das sementes ao produtor (FRANÇA-NETO et al., 2015).

Fotos: Ademir Assis Henning.



Fotos: José de Barros França-Neto.



**Figura 45.** Unidades para o Tratamento Industrial de Sementes (TIS).

Foto: Mionesso



Foto: Grazmeq



Foto: Bayer



Foto: Cimbria



Foto: Mecmaq



Foto: LS do Brasil



Foto: Biogrow - USC



Foto: Niklas/Syngenta



Figura 46. Equipamentos utilizados para o Tratamento Industrial de Sementes (TIS).

Este tratamento realizado na UBS apresenta uma série de vantagens em relação ao tratamento convencional (tambor ou betoneira):

- Precisão do volume de calda e quantidade de sementes a serem utilizados,
- Melhor cobertura da semente com os produtos químicos,
- Menor risco de intoxicação dos operadores e
- Maior rendimento por hora (existem no mercado máquinas para tratamento industrial, com capacidade de tratar até 30 toneladas de sementes por hora).

Entretanto, deve-se tomar cuidado com os pacotes de tratamento de sementes, pois muitas vezes é utilizada uma ampla gama de produtos na mesma semente, como a combinação de fungicidas, inseticidas, inoculantes, micronutrientes, nematicidas, reguladores de crescimento e polímeros, que podem causar fitotoxicidade às sementes, além do impacto ambiental, devido ao excesso de produtos utilizados, os quais muitas vezes não são necessários em determinadas realidades agrícolas ou situações.

O efeito fitotóxico pode afetar a qualidade fisiológica das sementes, reduzir a germinação e a emergência de plântulas. Esse efeito provoca engrossamento, encurtamento, rigidez e fissuras longitudinais em hipocótilos, principalmente em sementeiras profundas; atrofia do sistema radicular; retardamento do desenvolvimento vegetativo da parte aérea das plantas, associado ao encurtamento da distância de entrenós e em algumas situações a presença de multi-brotamento no nó cotiledonar, reduzindo assim o estabelecimento e a produtividade da cultura.

Diante disso, é fundamental que os agricultores fiquem atentos à maneira com que o mercado impõe esses pacotes de tratamento de sementes, devendo ser levados em consideração alguns aspectos antes da sua realização, como:

**Necessidade do tratamento:** antes de realizar o tratamento, o agricultor deve conhecer a necessidade da sua lavoura, pois não adianta tratar

as sementes de soja com determinados inseticidas, nematicidas, entre outros produtos de ação específica se não existe a presença destes insetos-praga ou nematoides em sua área.

**Eficiência dos produtos:** um aspecto muito importante é conhecer a eficiência dos fungicidas (Tabela 5) que estão sendo aplicados nas sementes; para isso o técnico que recomendará o tratamento, deve estar constantemente informado, por meio de dados de pesquisa ou informações técnicas, a fim de evitar uma aplicação menos eficiente e que somente elevará o custo da produção final da lavoura.

**Compatibilidade dos produtos:** é necessário sempre utilizar os produtos que são recomendados (e registrados no MAPA) para a cultura, e conhecer a compatibilidade entre as formulações aplicadas, como quando se aplicam inoculantes, pois em alguns trabalhos é possível verificar a redução da eficiência de alguns inoculantes através da influência de produtos (fungicidas).

**Volume de calda:** este é um aspecto muito importante, pois, com a ampla variedade de produtos e pacotes para o tratamento de sementes de soja existentes no mercado, muitas vezes são aplicadas várias formulações, que podem exceder o volume de calda recomendado. Antigamente, utilizava-se 600 mL.100 kg<sup>-1</sup> de sementes, quando os produtos eram pós secos (em sua maioria) e a água era usada como o veículo para a aplicação dos fungicidas. Atualmente, a maioria dos produtos (misturas de fungicidas de contato + sistêmico) já vem formulada com outros veículos, incluindo corantes, polímeros, etc. Por essa razão que, dependendo dos produtos (formulações), volumes de até 1.100 mL.100 kg<sup>-1</sup> de sementes já foram empregados sem prejuízo à qualidade das sementes. Porém, vale ressaltar que as sementes têm de ter alta qualidade fisiológica (germinação e principalmente vigor) e a semeadura deve ser efetuada logo após o tratamento. Sementes com danos mecânicos e baixo vigor, tendem a soltar o tegumento quando se utilizam volumes elevados de calda, prejudicando a qualidade da semente.

**Tabela 5.** Atividade específica de fungicidas de semente de soja.

Ingrediente Ativo	<i>Colletotrichum truncatum</i>	<i>Cercospora kikuchii</i>	<i>Corynespora cassicola</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>Pythium</i>	<i>Phytophthora</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Phomopsis</i>	<i>Fusarium</i>
Captan	Regular	-	-	-	Bom	Baixo	Bom	Regular	Regular
Carbendazim	Excelente	Excelente	S r/p	Bom	Baixo	Baixo	Ineficaz	Bom	Bom
Carboxin + Thiram	Bom	Bom	Regular	-	Baixo	Ineficaz	Regular	Bom/regular	Bom/regular
Fluazinam	-	-	-	Excelente	-	-	-	-	-
Fludioxonil	-	-	-	Bom	Baixo	Baixo	Bom	Regular	Regular
Metalaxyl	-	-	-	-	Excelente	Excelente*	Ineficaz	Ineficaz	Ineficaz
Piraclostrobina	-	-	-	-	Bom	Ineficaz	Bom	Ineficaz	Bom
Thiabendazol	-	-	-	-	Baixo	Baixo	-	Excelente	Excelente
Tiofanato metílico	Regular	Bom	S r/p	Bom	Baixo	Baixo	-	Bom	Bom
Thiram	Bom	Bom	Bom	-	Regular	Baixo	Bom	Regular	Regular
Tolifluanida	-	-	-	-	Ineficaz	Ineficaz	Ineficaz	Regular	Regular

- : sem informação; S r/p: sensibilidade reduzida / perdida

\* este efeito só é obtido se o produto contiver doses de metalaxyl entre 15,5 a 31,0 g i.a./100 kg de sementes, e se for usado em cultivares de soja com alta resistência de campo à fitóftora.

Fonte: XXXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul. Passo Fundo, RS, 2012.

## Armazenamento após o tratamento

O ideal é que a semeadura seja realizada logo em seguida ao tratamento e a inoculação da semente. Porém, estudos realizados com embalagens de polipropileno trançado e laminado, para o armazenamento de sementes tratadas industrialmente, não revelaram problemas, desde que as sementes possuam elevada qualidade fisiológica (vigor e germinação) e o volume final de calda não ultrapasse  $0,6 \text{ L} \cdot 100 \text{ kg}^{-1}$  de sementes. Por outro lado, se as sementes forem tratadas e inoculadas industrialmente, seguir as recomendações dos fabricantes, quanto aos cuidados com o transporte armazenamento dessas sementes e com o prazo de validade do inoculante.

## Controle de Qualidade

Um sistema confiável de controle de qualidade permite monitorar a qualidade da semente. Para a soja, o DIACOM – Diagnóstico Completo da Qualidade da Semente de Soja (FRANÇA-NETO; HENNING, 1992) é um procedimento que envolve o controle de qualidade associado a todas as etapas do processo de produção de semente de soja:

**Pré-colheita:** plantas são coletadas ao acaso no campo, diariamente a partir de cinco a sete dias antes da colheita. As vagens são trilhadas manualmente e a semente é avaliada pelo teste de tetrazólio (FRANÇA-NETO et al., 1998). Ele fornece uma estimativa dos danos causados por percevejos e pela deterioração por umidade, com ênfase especial no nível de vigor. Campos de semente com vigor acima de 90% são aceitáveis. A determinação do percentual de semente esverdeada em pré-colheita é também importante. Campos com mais de 9% de semente verde devem ser descartados (FRANÇA-NETO et al., 2005; PÁDUA, 2006). O estabelecimento do ponto de corte da semente em pré-colheita depende do padrão de qualidade de cada empresa produtora de semente.

**Colheita:** amostragem da semente deve ser feita pelo menos três vezes ao dia por colhedora: na metade da manhã, ao meio dia e na metade da tarde. Cada amostra deve ser avaliada quanto ao nível de dano mecânico, pelo teste de hipoclorito de sódio (Figura 47), ou pelo método do copo medidor de semente partida (Figura 48). Amostras

com mais de 10% de semente rompida no teste do hipoclorito de sódio (KRZYZANOWSKI et al., 2004), ou com mais de 3% de semente quebrada (“bandinha”) no teste do copo medidor (KRZYZANOWSKI et al., 2015), podem estar com sua qualidade fisiológica comprometida.

Foto: José de Barros França-Neto.



Foto: Francisco Carlos Krzyzanowski.

**Figura 47.** Ilustração do teste de hipoclorito de sódio para a determinação do índice de semente de soja com fissuras, causadas pela ocorrência de danos mecânicos.

Fotos: Francisco Carlos Krzyzanowski.



**Figura 48.** Kit para avaliação de dano mecânico em sementes de soja, ilustrando o copo medidor usado para a determinação do percentual de sementes quebradas (bandinha) de soja durante a colheita.

**Recepção:** a semente deve ser avaliada para purezas física e varietal, conteúdo de água, dano mecânico (pelo teste do hipoclorito de sódio,

ou pelo método do copo medidor) e viabilidade (teste de tetrazólio ou de condutividade elétrica).

**Secagem:** a temperatura e o conteúdo de água da semente devem ser monitorados periodicamente, até que o conteúdo final desejado de água seja alcançado. Uma vez terminada a secagem, o teste de tetrazólio pode ser utilizado para avaliar a qualidade fisiológica.

**Beneficiamento e embalagem:** os testes de tetrazólio e de hipoclorito de sódio podem ser aplicados durante todas as operações de beneficiamento, para a avaliação da ocorrência de danos mecânicos e a regulação das máquinas. Além disso, atenção especial deve ser dada para monitorar possíveis pontos de mistura varietal.

**Armazenamento:** após o beneficiamento, o teste de envelhecimento acelerado pode fornecer uma estimativa do potencial de armazenamento dos lotes de semente (MARCOS-FILHO, 1999). Especialmente em regiões quentes e úmidas, o conteúdo de água da semente deve ser monitorado frequentemente. Quando esse conteúdo alcança 13,5% ou mais, o desenvolvimento de fungos de armazenamento pode causar rápida deterioração da semente (HENNING, 2005). Outros testes, como o de tetrazólio e de emergência em solo ou areia, podem ser empregados para avaliar periodicamente a qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento e antes da comercialização. Nessa fase, são realizados os dois únicos testes que são exigidos pela nossa legislação, visando a comercialização da semente, que são os testes de germinação e o de pureza física e varietal. Sugere-se que a qualidade da semente seja também avaliada imediatamente antes da disponibilização da semente ao mercado, para que o produtor de semente conheça em profundidade a qualidade do produto no momento da entrega.

Em suma, para se produzir uma semente de soja de alta qualidade, é imprescindível o conhecimento e o investimento em tecnologias de produção, principalmente quando ela ocorre em regiões tropicais. Além disso, um sistema de controle de qualidade ágil, dinâmico e eficaz deve estar intimamente associado a todas as etapas do sistema de produção,

visando assegurar que a semente comercializada tenha efetivamente elevada qualidade, conforme demandado pelo setor produtivo de soja.

## Referências

ALVAREZ, P.J.C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MANDARINO, J.M.G.; FRANÇA-NETO, J.B. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, v.25, p.209-214. 1997.

COSTA, N.P. da; MESQUITA, C. de M.; HENNING, A.A. Avaliação das perdas e qualidade de sementes na colheita mecânica de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.1, n.3. p.59-70. 1979.

COSTA, N.P. da; FRANCA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PEREIRA, L.A.G.; BARRETO, J.N. Efeito de retardamento de colheita de cultivares de soja sobre a qualidade da semente produzida. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Resultados de pesquisa de soja 1982/83**. Londrina. 1983. p.61-64.

COSTA, N.P. da; PEREIRA, L.A.G.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para a produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.1, p.12-19. 1994.

COSTA, N.P. da; FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; MESQUITA, C. de M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.102-107. 2001.

COSTA, N.P. da; MESQUITA, C. de M.; FRANÇA-NETO, J.B.; MAURINA, A.C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; OLIVEIRA, M.C.N. de; HENNING, A.A. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.172-181. 2005.

DEPIERI, R.A.; PANIZZI, A.R. Rostrum length, mandible serration, and food and salivary canals areas of selected species of stink bugs (Heteroptera, Pentatomidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.54, n.4, p.584-587. 2010.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1981. 12p. (Iowa Cooperative Extensive Service. Special Report, 80).

FRANÇA-NETO, J.B. **Response of hardseeded soybeans to combine harvest and artificial drying**. 1978. 123f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Mississippi State University, Mississippi State.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da; BARRETO, J.N. Efeito de níveis de vigor das sementes sobre diversas características agrônômicas da soja. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Resultados de Pesquisa de Soja 1982/83**. Londrina. 1983. p.70-73.

FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 9).

FRANÇA-NETO, J.B.; COSTA, N.P. da; HENNING, A.A.; ZUFFO, N.L.; BARRETO, J.N.; PEREIRA, L.A.G. **Efeito da época de semeadura sobre a qualidade da semente de soja no Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: EMPAER, 1984. 9p. (EMPAER. Pesquisa em Andamento, 3).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. **Sementes enrugadas: novo problema da soja**. Londrina, EMBRAPA-CNPSO. 1990. 4p. (EMBRAPA-CNPSO. Comunicado Técnico, 46).

FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. **DIACOM: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1992. 22p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 10).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; WEST, S.H.; MIRANDA, L.C. Soybean seed quality as affected by shriveling due to heat and drought stresses during seed filling. **Seed Science and Technology**, v.21, n.1, p.107-116, 1993.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Tecnologia de sementes e o melhoramento de plantas. In: BORÉM, A.; GIUDICE, M. P. del; DIAS, D. C.; MANTOVANI, E. A. (Ed.). **Biotecnologia e produção de sementes**. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 75-101.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da; HENNING, A.A. Caracterização de cultivares de soja quanto a tolerância ao enrugamento de sementes causado por estresses térmico e hídrico. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 22, Cuiabá. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja. 2000. p. 200-201. (Embrapa Soja, Documentos, 144).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da; HENNING, A.A. Seleção de genótipos de soja quanto à tolerância ao enrugamento de grãos causado pela ocorrência de estresses térmico e hídrico durante a fase de enchimento de grãos. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 23, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2001. p.188-189. (Embrapa Soja. Documentos, 157).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. da. Seleção de genótipos de soja quanto à tolerância ao enrugamento de grãos. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 24, São Pedro. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p.229. (Embrapa Soja. Documentos, 185).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Produção de sementes: tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA: A NOVA POTÊNCIA DA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/Bayer Crop Science, 2004. 1 CD-ROM. Editado por G.M.V. Leite, C.F. Gris, M.C. Machado.

FRANÇA-NETO, J.B.; PÁDUA, G.P.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; BRUMATTI, P.S.R.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da; HENNING, A.A.; SANCHES, D.P. **Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 4p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 38).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Plantas de alto desempenho e a produtividade da soja. **Seed News**, Pelotas, Pelotas, v.16, n.6, p.8-11, nov./dez. 2012a.

FRANÇA-NETO, J.B.; PÁDUA, G.P.; KRZYZANOWSKI, F.C.; CARVALHO, M.L.M.; HENNING, A.A.; LORINI, I. **Semente esverdeada de soja: causas e efeitos sobre o desempenho fisiológico** – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2012b. 15p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 91).

FRANÇA-NETO, J.B.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; MANDARINO, J.M.G.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Isoflavone contents in soybean seed subjected to harvest delay. In: ISTA CONGRESS; ISTA SEED SYMPOSIUM, 30., 2013, Antalya. Bassersdorf: International Seed Testing Association, 2013. p. 119-120, abst. 139.

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.

HENNING, A.A. Qualidade sanitária da semente. In: FRANÇA-NETO, J.B e HENNING, A.A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. p.25-39. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 9).

HENNING, A.A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

HENNING, A.A. **Guia prático para identificação de fungos mais frequentes em sementes de soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 33p.

HENNING; A.A.; ALMEIDA, A.M.R.; GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S.; YORINORI, J.T.; COSTAMILAN, L.M.; FERREIRA, L.P.; MEYER, M.C.; SOARES, R.M.; DIAS, W.P. **Manual de identificação de doenças de soja**. 5. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 76p.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1248-1256. 2005.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 219p.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; MANDARINO, J.M.G.; PANIZZI, M. C.C.; PÁDUA, G.P.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. da; ARANTES, N.E.; CORRÊA, S.A.; KASTER, M.; WEST, S.H. Aperfeiçoamento e utilização para a melhoria da qualidade da semente de soja (04.2000.327-01). In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; SARAIVA, O.F. (Org.). **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja - 2002: sementes e transferência de tecnologia**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 8-25. (Embrapa Soja. Documentos, 211).

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; COSTA, N.P. da **Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 4p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 37).

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; NENNING, A.A.; COSTA, N.P. da. **O controle de qualidade agregando valor à semente de soja** – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 11p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 54).

KRZYZANOWSKI, F.C.; LORINI, I.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. Effects of phosphine fumigation on the quality of soybean seeds. **Journal of Seed Science**, v.35, n.2, p.179-182. 2013.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; MESQUITA, C. de M. **Kit medidor de sementes partidas de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 12p. 1 folder.

LORINI, I. Insetos que atacam grãos de soja armazenados. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B., CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF, 2012. Embrapa. p.421-444.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento** – Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 73).

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. Monitoramento da liberação do gás PH<sub>3</sub> por pastilhas de fosfina usadas para expurgo de sementes. **Informativo ABRATES**, v.21, n.3, p.57-60, 2011.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Expurgo da semente de soja com fosfina e seu efeito na qualidade fisiológica** - Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 97).

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A.; HENNING, F.A. **Manejo Integrado de pragas de Grãos e Sementes Armazenadas**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 81p.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

MESQUITA, C. de M.; COSTA, N.P. da; QUEIROZ, E.F. Influência dos mecanismos das colhedoras e do manejo da lavoura de soja [*Glycine max* (L) Merrill] sobre as perdas na colheita e a qualidade das sementes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 9, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1980. p.261-273.

MOREANO, T.B.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; MARQUES, O.J. Changes in the effects of weathering and mechanical damage on soybean seed during storage. **Seed Science and Technology**, v.39, p.604-611. 2011.

NERES, D.C.C. **Zoneamento agroclimático do estado de Mato Grosso para produção de sementes de soja de cultivares precoces**. 2016. 114f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

PÁDUA, G.P. **Retenção de clorofila e seus efeitos sobre a qualidade fisiológica de semente de soja**. 2006. 160f. Tese (Doutorado em Fito-tecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PÁDUA, G.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.112-120. 2007.

PÁDUA, G.P.; CARVALHO, M.L.M.; FRANÇA-NETO, J.B.; GUERREIRO, M.C.; GUIMARÃES, R.M. Response of soybean genotypes to the expression of green seed under temperature and water stresses. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.140-149. 2009.

PÁDUA, G.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; ROSSI, R.F.; CÂNDIDO, H.G. Agroclimatic zoning of the state of Minas Gerais for the production of high quality soybean seeds. **Journal of Seed Science**, v.36, n.4, p.413-418. 2014.

PINTHUS, M.J.; KIMEL, U. Speed of germination as a criterion of seed vigor in soybeans. **Crop Science**, v.19, n.2, p.291-292. 1979.

REGRAS para análise de sementes. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 395p.

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

TECNOLOGIAS de produção de soja: Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 16).

ZORATO, M. de F.; PESKE, S.T.; TAKEDA, C.; FRANÇA-NETO, J.B. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.11-19, 2007a.

ZORATO, M. de F.; PESKE, S.T.; TAKEDA, C.; FRANÇA-NETO, J.B. Sementes esverdeadas em soja: testes alternativos para determinar sua qualidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.1-10, 2007b.

**Embrapa**

---

**Soja**

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13268