



# INFORME AGROPECUÁRIO

v. 42, n. 316, 2021

ISSN 0100-3364

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
Governo de Minas Gerais

**Semente: tecnologia vital  
para a produção agrícola**



# CURSOS SUPERIORES

# EPAMIG

Conhecimento teórico e prático em um só lugar.

EPAMIG ASCOM - DEZ/21

## EPAMIG ITAC

Instituto Técnico Agropecuária e Cooperativismo

Agropecuária de Precisão



## EPAMIG ILCT

Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Tecnologia em Laticínios



Com a inclusão dos institutos da EPAMIG na rede de ensino superior do Estado de Minas Gerais, ficou ainda mais fácil você se tornar um profissional de ponta, alinhado com as necessidades do mercado em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para o campo.

Acesse e conheça os cursos:

[www.epamig.br](http://www.epamig.br)



## Apresentação

A semente constitui o veículo de tecnologias desenvolvidas por meio dos programas de melhoramento convencional, tais como de DNA recombinante e mais recentemente de edição gênica. Isto tem propiciado a oferta de sementes de diferentes cultivares, de várias espécies, com características que atendem tanto às demandas quanto às expectativas dos agricultores. Com a agregação de valores às sementes, nota-se um crescimento anual nesse mercado, atualmente caracterizado pela pujança, competitividade e envolvimento de milhares de profissionais de diferentes áreas. Resultado importante desses investimentos é o aumento significativo da produção de grãos em detrimento do aumento da área cultivada.

A utilização de sementes de elevada qualidade é fundamental para garantir as altas produtividades das lavouras. Para obter a boa qualidade das sementes é fundamental que as empresas que as produzem invistam em Programas de Controle de Qualidade Interno, por meio dos quais são monitoradas todas as etapas do processo de produção das sementes. Assim, têm sido adotadas técnicas avançadas nos processos de produção em campo, colheita, beneficiamento, secagem, tratamento, armazenamento e análise de sementes, às quais são desenvolvidas a partir de experimentos realizados em instituições de ensino e pesquisa, com o apoio de agências de fomento em níveis estadual e federal e do setor privado.

Não obstante, por meio de Programas de Controle de Qualidade Externo, realizados por órgãos oficiais, importantes ações têm sido desenvolvidas, muitas vezes associadas às adequações das leis em vigência, visando incorporar as mudanças no setor sementeiro.

Assim, a EPAMIG, juntamente com colaboradores de outras instituições parceiras, publica esta edição do Informe Agropecuário com o tema Sementes, que traz informações relacionadas com a produção e as tecnologias que promovem a qualidade desse importante insumo.

*João Roberto de Mello Rodrigues  
Everson Reis Carvalho  
Heloisa Oliveira dos Santos*

# Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v. 42, n. 316, 2021

Belo Horizonte, MG

## Sumário

<b>EDITORIAL</b> .....	3
<b>ENTREVISTA</b> .....	4
<b>Produção e colheita de sementes de grandes culturas</b> <i>Edila Vilela de Resende Von Pinho, Heloisa Oliveira dos Santos e Marília Mendes dos Santos Guaraldo</i> .....	7
<b>Processamento e secagem de sementes</b> <i>Everson Reis Carvalho, João Almir Oliveira e Felipe Evangelista Oliveira</i> .....	17
<b>Manejo de doenças de plantas na produção qualificada de sementes</b> <i>Hudson Teixeira, José da Cruz Machado, Edson Ampélio Pozza e José Maurício Pereira</i> .....	30
<b>Tratamento industrial de sementes</b> <i>Everson Reis Carvalho, João Almir Oliveira e Thaís de Andrade</i> .....	44
<b>Controle de qualidade interno e externo da semente</b> <i>Raquel Maria de Oliveira Pires, Debora Kelli Rocha e Amanda Carvalho Penido</i> .....	53
<b>Vigor de sementes e seus impactos nos sistemas de produção</b> <i>Heloisa Oliveira dos Santos, Raquel Maria de Oliveira Pires, Maria Laene Moreira de Carvalho e Marília Mendes dos Santos Guaraldo</i> .....	61
<b>Biotecnologia aplicada ao controle de qualidade de sementes</b> <i>Edila Vilela de Resende Von Pinho, Heloisa Oliveira dos Santos e Marília Mendes dos Santos Guaraldo</i> .....	66
<b>Estratégias utilizadas nas sementes de café para produção de mudas de qualidade</b> <i>João Roberto de Mello Rodrigues, João Almir Oliveira, Roberto Fontes Araujo e Amanda Carvalho Penido</i> .....	76
<b>Produção e controle de qualidade de sementes de forrageiras</b> <i>Heloisa Oliveira dos Santos, Márcio André Stefanelli Lara, Marília Mendes dos Santos Guaraldo, Paulo Junior Alves Pereira e Edila Vilela de Resende Von Pinho</i> .....	82
<b>Legislação sobre a produção de sementes</b> <i>José Maurício Pereira e Leidiane Aparecida Ferreira Queiroz</i> .....	91

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v. 42	n. 316	p. 1-96	2021
----------------------	----------------	-------	--------	---------	------

© 1977 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

ISSN 0100-3364

INPI: 006505007

Informe Agropecuário. Semente: tecnologia vital para a produção agrícola, v.42, n.316, 2021

#### CONSELHO DE PUBLICAÇÕES E INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

*Nilda de Fátima Ferreira Soares*

*Trazilbo José de Paula Júnior*

*Marcelo Ribeiro Malta*

*Vânia Lúcia Alves Lacerda*

#### COMISSÃO EDITORIAL DE PUBLICAÇÕES E INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

*Trazilbo José de Paula Júnior*

*Vânia Lúcia Alves Lacerda*

*Marcelo Ribeiro Malta*

#### EDITORES-TÉCNICOS

*João Roberto de Mello Rodrigues (EPAMIG Sul), Everson Reis*

*Carvalho e Heloisa Oliveira dos Santos (UFLA)*

#### CONSULTORES-TÉCNICOS

*Hudson Teixeira e Roberto Fontes Araújo (EPAMIG Sudeste)*

#### PRODUÇÃO

##### DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA

##### EDITORA-CHEFE

*Vânia Lúcia Alves Lacerda*

##### DIVISÃO DE PRODUÇÃO EDITORIAL

*Fabriciano Chaves Amara*

##### REVISÃO LINGUÍSTICA E GRÁFICA

*Rosely A. R. Battista Pereira*

##### NORMALIZAÇÃO

*Fátima Rocha Gomes*

##### PRODUÇÃO E ARTE

**Diagramação/formatação:** *Ângela Batista P. Carvalho e*

*Fabriciano Chaves Amara*

##### Coordenação de Produção Gráfica

*Ângela Batista P. Carvalho*

**Capa:** *Ângela Batista P. Carvalho*

Fotos: *Everson Reis Carvalho*

##### Contato - Produção da revista

(31) 3489-5075 - [dpit@epamig.br](mailto:dpit@epamig.br)

**Impressão:** *Tavares & Tavares Empreendimentos Comerciais Ltda.*

**Circulação:** *abril/2022*

## Informe Agropecuário é uma publicação trimestral da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização escrita do editor. Todos os direitos são reservados à EPAMIG.

Os artigos assinados por pesquisadores não pertencentes ao quadro da EPAMIG são de inteira responsabilidade de seus autores.

Os nomes comerciais apresentados nesta revista são citados apenas para conveniência do leitor, não havendo preferências, por parte da EPAMIG, por este ou aquele produto comercial. A citação de termos técnicos seguiu a nomenclatura proposta pelos autores de cada artigo.

O prazo para divulgação de errata expira seis meses após a data de publicação da edição.

#### AQUISIÇÃO DE EXEMPLARES

##### Livraria EPAMIG

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União

CEP 31170-495 Belo Horizonte - MG

[www.livrariaepamig.com.br](http://www.livrariaepamig.com.br); [www.epamig.br](http://www.epamig.br)

(31) 3489-5002 - [livraria@epamig.br](mailto:livraria@epamig.br)

CNPJ (MF) 17.138.140/0001-23 - Insc. Est.: 062.150146.0047

#### DIFUSÃO INTERINSTITUCIONAL

*Dorotéia Rezende de Moraes e Maria Lúcia de Melo Silveira*

*Biblioteca Professor Octávio de Almeida Drumond*

(31) 3489-5073 - [biblioteca@epamig.br](mailto:biblioteca@epamig.br)

EPAMIG Sede

Informe Agropecuário. - v.3, n.25 - (jan. 1977) - . - Belo Horizonte: EPAMIG, 1977 - .  
v.: il.

Bimestral - até 2017, Trimestral - a partir de 2018  
Cont.de Informe Agropecuário: conjuntura e estatística. - v.1, n.1 - (abr.1975).  
ISSN 0100-3364

1. Agropecuária - Periódico. 2. Agropecuária - Aspecto Econômico. I. EPAMIG.

CDD 630.5

O Informe Agropecuário é indexado na AGROBASE, CAB INTERNATIONAL e AGRIS

**Governo do Estado de Minas Gerais**  
**Secretaria de Estado de Agricultura,**  
**Pecuária e Abastecimento**



**Conselho de Administração**

Nairam Félix de Barros (Presidente)  
Otávio Martins Maia  
Gladyston Rodrigues Carvalho  
Antônio Álvaro Corsetti Purcino  
Silvana Maria Novais Ferreira Ribeiro  
Afonso Maria Rocha

**Conselho Fiscal**

Alisson Maurílio Rodrigues Santos (Presidente)  
Camila Pereira de Oliveira Ribeiro  
Francisco Antônio de Arruda Pinto

**Suplentes**

Nicolas Pereira Campos Ferreira  
(Vaga em processo de escolha nos termos do Decreto Estadual nº 48.191, de 14 de maio de 2021.)  
(Vaga em processo de escolha nos termos do Decreto Estadual nº 48.191, de 14 de maio de 2021.)

**Presidência**

Nilda de Fátima Ferreira Soares

**Diretoria de Operações Técnicas**

Trazilbo José de Paula Júnior

**Diretoria de Administração e Finanças**

Leonardo Brumano Kalil

**Gabinete da Presidência**

Thales Santos Terra

**Assessoria de Comunicação**

Fernanda Nívea Marques Fabrino

**Assessoria de Governança e Estratégia**

Luciana Pereira Junqueira Simão

**Assessoria de Informática**

Andrezza Pacheco Pereira

**Assessoria Jurídica**

Thiago José Teixeira de Assis Coelho

**Assessoria de Negócios Agropecuários**

Clenderson Corradi de Mattos Gonçalves

**Auditoria Interna**

Adriana Valadares Caiafa

**Departamento de Administração**

Mauro Lúcio de Rezende

**Departamento de Gestão de Pessoas**

Marcelo Ribeiro Gonçalves

**Departamento de Gestão e Finanças**

Polliette Alcileia Leite

**Departamento de Informação Tecnológica**

Vânia Lúcia Alves Lacerda

**Departamento de Pesquisa**

Marcelo Ribeiro Malta

**Instituto de Laticínios Cândido Tostes**

Sebastião Tavares de Rezende

**Instituto Técnico de Agropecuária e Cooperativismo**

Luci Maria Lopes Lobato e Francisco Olavo Coutinho da Costa

**EPAMIG Centro-Oeste**

Juliana Carvalho Simões e Felipe Lopes Pena

**EPAMIG Norte**

Leidy Darmony de Almeida Rufino e Josimar dos Santos Araújo

**EPAMIG Oeste**

Fernando Oliveira Franco e Irenilda de Almeida

**EPAMIG Sudeste**

Francisco Carlos de Oliveira e Luciano Luis Jacob

**EPAMIG Sul**

César Elias Botelho e Marcelo Pimenta Freire

# Semente de qualidade é o primeiro passo para a produtividade

A semente é um veículo de tecnologia que carrega as inovações tecnológicas desenvolvidas por anos de pesquisas, sendo o meio de propagação de aproximadamente 90% das espécies agrícolas de importância econômica. A utilização de sementes de alta qualidade está diretamente relacionada com a obtenção de bons rendimentos e produtividade no campo, portanto, trata-se de insumo essencial para garantir a eficiência e a sustentabilidade da produção e do comércio agrícola em âmbito mundial.

O mercado mundial de sementes encontra-se em franco crescimento. De acordo com o Anuário Brasileiro de Sementes, as exportações nacionais somam mais de US\$ 158 milhões. A produção de sementes no País movimenta, anualmente, as safras de grandes culturas como soja, milho, trigo, arroz e algodão. Além dessas culturas, o Brasil é líder na produção e exportação de sementes de forrageiras tropicais.

A demanda crescente por sementes tem ocasionado uma grande mudança no processo produtivo de sementes no Brasil, com o surgimento de produtores com alto nível de tecnologia para atender às exigências do mercado consumidor. Dessa forma, visualiza-se um mercado extremamente competitivo, que se utiliza de alto nível tecnológico, garantindo ao consumidor sementes com alto padrão de qualidade fisiológica, física, genética e sanitária.

Diante disso, a pesquisa tem um papel determinante no desenvolvimento e nas tecnologias de produção de sementes de qualidade, as quais resultam em plântulas vigorosas, bem desenvolvidas e que superam diferentes condições edafoclimáticas, com maiores uniformidade e velocidade de emergência e desenvolvimento das plantas, fatores que contribuem para o bom desempenho e, conseqüentemente, maior produtividade. A EPAMIG produz sementes qualificadas de variedades de diferentes espécies agrícolas, importante instrumento de transferência de tecnologias desenvolvidas pela Empresa como parte das metas junto ao governo do Estado no Plano Plurianual Governamental (PPAG).

Esta edição do Informe Agropecuário visa orientar produtores quanto ao uso de sementes de qualidade, com abordagens dos processos de produção, processamento e secagem, manejo de doenças, tratamento industrial, biotecnologia e legislação, com o objetivo de contribuir para a adoção de um insumo de qualidade, vital para o desenvolvimento agrícola.

Nilda de Fátima Ferreira Soares  
Presidência da EPAMIG

# Pesquisa é fundamental para a qualidade da semente



*Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias é graduada em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura de Lavras (Esal), atual Universidade Federal de Lavras (Ufla). Possui mestrado e doutorado em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo (Esalq-USP). Atualmente é professora titular do Departamento de Agronomia e orientadora do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), tendo orientado 68 dissertações e teses nas áreas de Tecnologia e Fisiologia de Sementes, além de diversas coordenações. Já publicou 208 artigos científicos, além de ter participado da publicação de livros e capítulos de livros. É editora da Revista Journal of Seed Science, publicada pela Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (Abrates).*

**IA -** *Na sua opinião, por que o insumo semente é fundamental para o agronegócio?*

**Denise Dias** - Nas últimas décadas, o agronegócio brasileiro passou por grandes modificações, tornando-se o setor mais relevante da economia nacional. Dentro deste setor, o negócio de sementes merece destaque não só pela sua importância monetária, dentro do contexto agrícola, mas por ser o veículo responsável pela introdução de novas tecnologias capazes de revolucionar a produtividade de diversas culturas. A semente pode ser considerada o mais nobre dos insumos e um dos mais importantes elos da cadeia do agronegócio. Nas últimas décadas, o ganho líquido de produtividade obtido para as principais culturas variou de 2% a 5% por ano, e a cada safra vem conquistando novos patamares. Dentre os fatores que mais contribuíram para estes ganhos destacam-se o melhoramento vegetal, com germoplasma de alto valor, e a qualidade de sementes. É por meio das sementes que as características agronômicas das cultivares, como ci-

clo, produtividade, resistência a pragas e doenças e adaptabilidade às diferentes regiões, chegam até os agricultores. Percebe-se, portanto, que o melhoramento vegetal não tem como ser efetivo sozinho, necessitando da complementação de um processo de produção de sementes de qualidade e da utilização de sementes certificadas para a instalação das lavouras. Além dos avanços do melhoramento genético, seja convencional seja via biotecnologia, a semente tem sido cada vez mais veículo de tecnologias de manejo, como tratamentos químicos, inoculantes e revestimentos. Hoje o mercado está ciente de que a semente não é apenas um grão que germina, sendo muito mais que isto. É o veículo que leva as inovações tecnológicas da pesquisa para o campo, oferecendo ao produtor “qualidade de sementes”, em todos os seus atributos, fator fundamental que contribui significativamente para o sucesso do agronegócio nacional. Sementes de qualidade são aquelas geneticamente puras, com alta germinação e vigor, livres de sementes de plantas daninhas, danos mecânicos, pragas e

doenças, além de serem adequadamente padronizadas, classificadas e tratadas, de modo que todos estes atributos se expressem no campo, refletindo em lavouras uniformes, sadias e altamente produtivas.

**IA -** *Neste contexto, qual a importância da pesquisa na área de sementes?*

**Denise Dias** - O Brasil é o terceiro maior produtor de sementes do mundo, com parque industrial moderno, pessoal altamente capacitado para a atividade, com plenas possibilidades de produzir sementes de diversas espécies nas mais diferentes condições edafoclimáticas. Este cenário de hoje muito se deve aos significativos avanços do conhecimento em ciência e tecnologia de sementes, decorrentes dos resultados de pesquisas básicas, relacionadas com a fisiologia, biotecnologia, bem como de pesquisas aplicadas desde a semeadura, estabelecimento em campo, produção, colheita, processamento, avaliação da qualidade, tratamento e armazenamento. Seria difícil enumerar aqui tantos avanços alcançados pelo setor, frutos de investimentos

em ciência e tecnologia, que justificam a importância da pesquisa. Hoje tem-se um amplo conhecimento sobre processos fisiológicos/moleculares que regulam o desenvolvimento/maturação, a germinação, a dormência e a deterioração das sementes. São processos essenciais para subsidiar o entendimento do comportamento das sementes durante as diferentes etapas da produção, como também nas pesquisas aplicadas, cujos resultados, muitas vezes, trazem a possibilidade de utilização imediata pelo setor produtivo. Os processos produtivos e a qualidade das sementes das diversas espécies agrícolas evoluíram substancialmente no País. Como exemplo, cita-se a qualidade das sementes de forrageiras que hoje são exportadas com pureza acima de 90% e germinação superior a 80%, o que até certo tempo atrás seria impraticável. Percebe-se, portanto, que ao longo dos anos, o legado da pesquisa realizada com competência e comprometimento, muitas vezes fruto de parcerias entre empresas públicas e privadas, é enorme. Quanto mais tecnologias desenvolvemos mais riquezas geramos, as quais financiarão mais ciência e mais tecnologia, resultando em constante evolução do conhecimento tão importante para o desenvolvimento econômico e social do País.

**IA -** *Quais as principais áreas que têm merecido destaque na pesquisa de sementes?*

**Denise Dias** - Merecem destaque pesquisas mais recentes, como desenvolvimento de produtos/tecnologias inovadoras para agregação de valor e de qualidade às sementes de diferentes espécies, que envolvem tratamento, revestimento, classificação, estudos relacionados com a expressão gênica associada a estresses abióticos; novas tecnologias de armazenamento, que melhorem substancialmente a conservação das sementes; inovações na avaliação da qualidade de sementes, que envolvem o aprimoramento de testes de vigor tradicionais,

tão decisivos para um controle de qualidade eficiente; e também estudos que buscam automação e rapidez na análise de sementes, como raios X, microtomografia e imagem por ressonância magnética, imagens multi e hiper espectrais, espectroscopia no infravermelho-próximo, softwares para análise computadorizada de sementes e plântulas, treinamento de algoritmos de inteligência artificial para obter respostas rápidas, precisas, não invasivas e com alto desempenho sobre a qualidade de sementes. Ressaltam-se, ainda, estudos com espécies para as quais informações relativas à tecnologia de sementes nas condições brasileiras devem merecer maior atenção, como forrageiras tropicais e de clima temperado, espécies emergentes, como leguminosas pulses (grão-de-bico, lentilha), gergelim, canola, milheto, azevém e outras. Os desafios inerentes à produção de sementes de alta qualidade são constantes. A integração entre pesquisa básica e aplicada, seja esta pública ou privada, por meio de redes colaborativas de pesquisa, é uma estratégia que deve ser cada vez mais estimulada, uma vez que a semente é vetor de tecnologia e importante elo entre os resultados da pesquisa e a realidade no campo.

**IA -** *Como a pirataria de sementes pode afetar o desenvolvimento de inovações e avanços tecnológicos no agronegócio?*

**Denise Dias** - É permitido ao agricultor salvar parte da sua produção, de acordo com a legislação específica, e usá-la como semente na safra seguinte. O que não pode ocorrer definitivamente é a comercialização do excedente produzido. Infelizmente, a realidade é que parte das sementes piratas provém de sementes salvas que são comercializadas ilegalmente. Este mercado vem crescendo por causa das brechas legais e dificuldades de ter instrumentos efetivos de penalização das infrações. O agricultor que destina ao comércio parte

ou toda a semente reservada para o uso próprio está abandonando a condição de agricultor e passando a atuar como um produtor de sementes, infringindo a lei e liberando ao mercado lotes que possivelmente não tiveram cuidados essenciais para garantia da qualidade. Os danos causados pelas sementes piratas são nefastos tanto para o setor sementeiro como para a sustentação da agricultura no País. Para exemplificar, o aumento da produtividade da soja nos últimos 20 anos foi superior a 40%, enquanto na cultura do milho atingiu 100%, graças aos investimentos em pesquisa, principalmente em melhoramento genético. Para que a pesquisa seja contínua, gerando novas cultivares, e para que estas cheguem aos agricultores, é necessário também a produção de sementes em quantidade e qualidade, uma atividade que requer constantes investimentos e cuidados. Neste contexto, o uso de sementes ilegais, que não recolhem royalties e deixam de remunerar a indústria de sementes, não traz retornos econômicos ao trabalho do obtentor e do produtor de sementes, que são importantíssimos para reinvestimentos no setor e consequente desenvolvimento da agricultura. No Brasil, a taxa de utilização de sementes certificadas para a maioria das espécies ainda é baixa, o que, aliado à concorrência com sementes piratas, traz sérios prejuízos ao produtor que muitas vezes opta por reduzir a área plantada, os investimentos, desaquecendo o setor. Além disso, a semente pirata tem grande chance de apresentar desempenho em campo abaixo do esperado, resultado este que pode ser erroneamente atribuído à cultivar e contribuir para o seu descrédito em determinada região.

**IA -** *Com a expansão do agronegócio em diferentes regiões do País, qual a importância do uso de sementes de alta qualidade?*

**Denise Dias** - Com a expansão dos cultivos para diferentes regiões do País, a

fase de estabelecimento inicial das lavouras assume protagonismo especial. Dentre os atributos de qualidade das sementes, o potencial fisiológico, representado pela germinação e vigor, recebe atenção especial do produtor rural por estar diretamente relacionado com o estabelecimento inicial da cultura em campo. O vigor vem sendo cada vez mais valorizado, pois sementes de alto vigor têm potencial para uma rápida e elevada emergência de plântulas vigorosas, obtenção de estandes uniformes e plantas de alto desempenho agrônômico, sob diferentes condições edafoclimáticas, o que pode ter reflexos positivos na produtividade. Atualmente, diversas empresas de sementes disponibilizam no mercado sementes diferenciadas quanto ao vigor, que recebem denominações adicionais, destacando este atributo como sementes plus, premium, alta performance e outros. Além do vigor, as características físicas e sanitárias também merecem atenção especial, uma vez que com a expansão dos cultivos para novas áreas, as sementes a serem utilizadas na semeadura não devem ser veículo de introdução de plantas daninhas em áreas não contaminadas, nem de disseminação de pragas e doenças.

**IA - *É clara a importância da qualidade das sementes, porém, é fácil produzir essas sementes?***

**Denise Dias** - A produção de sementes é uma atividade especializada e que requer a adoção de tecnologias específicas para cada cultura, tendo como foco principal a comercialização de sementes da mais alta qualidade possível, tanto genética, física, fisiológica quanto sanitária. Esta qualidade se faz no campo e nem sempre as condições climáticas colaboram, especialmente na fase de pré-colheita, quando altas temperaturas e umidade relativa (UR) do ar, em determinadas regiões, podem causar a deterioração em campo tão danosa para o vigor das sementes. Para algumas hortaliças bienais, como cenoura,

cebola, brássicas, o ciclo de crescimento se completa em duas estações, e as condições climáticas do País não favorecem o florescimento, necessitando de vernalização para produzir sementes. Neste caso, as sementes, tanto das empresas nacionais como transnacionais, vêm sendo produzidas em outros países, como o Chile. Os investimentos em infraestrutura, principalmente colheita, processamento, armazenamento e laboratório para análise de sementes, são elevados, além de pessoal treinado e capacitado para esta atividade. Na atualidade, tais investimentos são cada vez mais altos, especialmente com o avanço da agricultura digital – Agricultura 4.0. O uso da inteligência artificial está presente no nosso parque industrial sementeiro em praticamente todas as etapas do processo produtivo. Atualmente, há empresas com alta tecnologia que oferecem ao produtor a opção de terceirizar o processo de armazenamento refrigerado (entre 12 °C e 16 °C e UR de 50-60%) como estratégia de preservar a qualidade das sementes até o momento da semeadura. Também o beneficiamento pode ser terceirizado em Unidades de Beneficiamento de Sementes (UBS) de altíssimo rendimento, com capacidade de processamento de dez cultivares ao mesmo tempo e com um inovador sistema de automação. Há também os investimentos em tecnologias para proteção das sementes, como o tratamento industrial, com aplicação de produtos agroquímicos, biológicos, estimulantes, dentre outros. Portanto, o foco tem sido produzir uma semente de alta qualidade veiculada com inovações tecnológicas de última geração – como é o caso dos organismos geneticamente modificados (OGMs) –, dentro de um rigoroso programa de controle de qualidade que abrange todas as etapas do processo produtivo até a entrega dos lotes. Com visão holística, as indústrias vêm aplicando os conceitos de Quality Assurance (QA), Quality Control (QC)

e Stewwarship, com o objetivo não só de garantir a qualidade do produto, mas também de padronizar processos, cumprir com as certificações e atender a expectativa de clientes. Dessa forma, a atividade de produção de sementes de alta qualidade é complexa e demanda, dentre outros fatores, conhecimento da espécie, do seu sistema ideal de produção e controle e manutenção da qualidade durante todas as etapas do processo produtivo até a entrega das sementes ao consumidor.

**IA - *Quais os maiores entraves para a utilização de sementes de alta qualidade no Brasil?***

**Denise Dias** - Um dos principais entraves para a utilização de sementes de alta qualidade no Brasil ainda é a conscientização do agricultor quanto à importância de iniciar sua lavoura com sementes certificadas, quanto aos benefícios da utilização destas sementes e ao reconhecimento do árduo trabalho para criar e desenvolver uma cultivar. A taxa de utilização de sementes de soja no País é de apenas 65%, enquanto de milho, pela natureza dos materiais híbridos, chega a mais de 90%. Há o comércio entre vizinhos; a utilização do grão como semente, uma vez obtidas as sementes de uma cultivar protegida; e também a flexibilidade dada pela legislação que permite ao agricultor produzir sua própria semente, tendo adquirido sementes e registrado o campo junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Algumas empresas de produção de sementes de hortaliças têm enfrentado problemas com a pirataria. Seus materiais são copiados e comercializados a um preço mais baixo. Existe um marco regulatório que rege todas as atividades da indústria de sementes no País, mas que nem sempre é efetivo em um país continental como o Brasil, pois a fiscalização é complexa. O caminho é a informação, educação e conscientização.

■ Por Vânia Lacerda

# Produção e colheita de sementes de grandes culturas

*Edila Vilela de Resende Von Pinho<sup>1</sup>, Heloisa Oliveira dos Santos<sup>2</sup>, Marília Mendes dos Santos Guaraldo<sup>3</sup>*

**Resumo** - Os agricultores, consumidores finais do insumo semente, têm usufruído cada vez mais das tecnologias disponíveis, visando o aumento da produtividade de grãos. Sabe-se que várias dessas tecnologias são desenvolvidas a partir de investimentos em programas de melhoramento de plantas, e essas chegam até os agricultores por meio do insumo semente. Merecem destaques as pesquisas na área de produção e tecnologia de sementes, por meio das quais têm sido desenvolvidas tecnologias aplicáveis em programas de controle de qualidade de sementes. O objetivo principal é ofertar aos agricultores sementes com alta qualidade física, fisiológica, sanitária e genética. Alcançar esse objetivo é um desafio para os profissionais que atuam na área de sementes, em função dos diversos fatores que influenciam a sua qualidade. Para isso, é preciso escolher regiões e áreas propícias para a produção de sementes e adotar técnicas culturais para o controle da pureza genética, de insetos-praga, doenças e plantas daninhas, dentre outras, levando-se em consideração as peculiaridades das espécies e cultivares selecionadas. Tecnologias também têm sido desenvolvidas no processo de colheita buscando-se alternativas para antecipá-la, sem prejudicar a qualidade das sementes. Sabe-se que na colheita mecânica podem ocorrer danos latentes e imediatos, os quais podem comprometer a qualidade das sementes. Nesse sentido, há no mercado sistemas de trilhas que permitem a redução da velocidade do cilindro e, conseqüentemente, a menor incidência de danos mecânicos. O mercado de sementes é dinâmico e competitivo, o que exige inovações constantes na área de produção e tecnologia.

**Palavras-chave:** Qualidade da semente. Tecnologia agrícola. Inovações tecnológicas.

## Production and harvesting of seeds of crops

**Abstract** - Farmers, the final consumers of the seed input, have increasingly taken advantage of available technologies, aiming to increase grain productivity. It is known that several of these technologies are developed from investments in plant improvement programs and these reach farmers through the seed input. Also worthy of mention are the researches in the area of production and seed technology, through which technologies applicable in seed quality control programs have been developed. The main objective is to offer farmers seeds with high physical, physiological, sanitary, and genetic quality. Achieving this goal is a challenge for seed professionals because of the many factors that influence seed quality. To this end, it is necessary to choose regions and areas suitable for seed production and adopt cultural techniques to control genetic purity, insect pests, diseases, and weeds, among others, taking into account the peculiarities of the species and cultivars selected for seed production. Technologies have also been developed in the harvesting process, seeking alternatives to anticipate it, without harming the quality of the seeds. It is known that in the mechanical harvest latent and immediate damages can occur, which can compromise the quality of the seeds. In this sense, there are track systems on the market that allow the reduction of the cylinder speed and consequently a lower incidence of mechanical damage. The seed market is dynamic and competitive, which requires constant innovation in the area of production and seed technology.

**Keywords:** Seed quality. Production technology. Technological innovations.

### INTRODUÇÃO

A partir da década de 1990 houve importantes fusões e aquisições de empresas produtoras de sementes e de defensivos,

além de mais investimentos na área de biotecnologia para o desenvolvimento de cultivares. Isso, associado às mudanças no arcabouço legal de sementes no Brasil,

propiciou mais investimentos em programas de fitomelhoramento, o conseqüente aumento da oferta de cultivares no mercado e também maior valoração dos germe-

<sup>1</sup>Eng. Agrônoma, D.Sc., Prof<sup>a</sup> Tit. UFLA - Depto Agricultura/Bolsista CNPq, Lavras, MG, edila@ufla.br.

<sup>2</sup>Eng. Agrônoma/Eng. Florestal, D.Sc., Prof<sup>a</sup> Adj. UFLA - Depto Agricultura, Lavras, MG, heloisa.osantos@ufla.br.

<sup>3</sup>Eng. Agrônoma, Mestranda Agronomia/Fitotecnia UFLA - Depto Agricultura, Lavras, MG, marilia.guaraldo@estudante.ufla.br.

*Submissão: 15/6/2021 - Aprovação: 8/10/2021*

plasmas. Associado a essas mudanças o agricultor, consumidor final de sementes, passou a investir mais em tecnologias buscando o aumento da produtividade de grãos, e, conseqüentemente, a demanda de sementes com alta qualidade foi aumentada consideravelmente.

Sabe-se que as sementes são os principais veículos de tecnologias geradas em programas de melhoramento e, dessa forma, durante as etapas de produção, a pureza genética da cultivar deve ser assegurada, bem como a qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes.

Assim, em empresas produtoras de sementes, tem-se investido muito em programas de controle de qualidade interno, por meio dos quais procura-se monitorar todas as fases do processo de produção, com o objetivo de assegurar a oferta de sementes com alta qualidade, em um mercado cada vez mais competitivo.

Dentre as várias etapas do processo de produção de sementes, as de estabelecimento e condução dos campos e colheita merecem atenção especial por apresentarem importante influência sobre a sua qualidade final.

Quando da escolha de regiões para o estabelecimento de campos de produção de sementes, o produtor deverá avaliar, além da viabilidade mercadológica, as condições climáticas da região, as quais influenciam não apenas a produtividade, mas também a qualidade das sementes.

Em relação à escolha da área ou gleba, onde será instalado o campo, cuidados deverão ser tomados para evitar quaisquer tipos de contaminações, sejam essas genéticas, varietais ou físicas. Além disso, a área tem importante influência sobre a qualidade sanitária e fisiológica das sementes produzidas. Também merecem atenção especial as etapas de semeadura e os controles de plantas daninhas, inseto-praga e doenças.

A colheita das sementes é outra etapa fundamental do processo de produção, uma vez que influencia sobremaneira a sua qualidade.

Em função da abrangência considerável desses temas, neste artigo serão abordados os fatores principais relacionados com a instalação e condução dos campos de produção e a colheita de sementes de grandes culturas.

## **ESCOLHA DA REGIÃO**

Estudos agroclimáticos realizados conjuntamente com os fenológicos permitem o conhecimento das exigências climáticas da espécie e cultivar em cada estágio de desenvolvimento. Esses estudos permitem também a determinação da região mais adequada à produção de sementes, assim como as épocas mais favoráveis à semeadura, de maneira que as fases mais críticas não coincidam com condições climáticas desfavoráveis.

É importante verificar se a região onde será instalado o campo apresenta condições climáticas favoráveis para a produção de sementes da espécie e cultivar eleitas para a multiplicação. A região de implantação do campo deve ser benéfica para que a cultivar expresse o seu potencial genético, e produza sementes com alta qualidade.

Os fatores ambientais que mais influenciam no crescimento e desenvolvimento vegetal são: precipitação pluvial, temperatura, fotoperíodo, radiação solar, vento e zoneamento agroclimático.

### **Precipitação pluvial**

O adequado fornecimento de água é fundamental para um bom crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que esta participa em vários processos metabólicos dos vegetais.

A deficiência hídrica durante os processos de macro e microsporogênese, antese, fertilização dos óvulos e formação das sementes pode afetar tanto a produtividade quanto a qualidade das sementes. Independentemente da espécie, o déficit hídrico por ocasião da fase de maturação das sementes, quando há grande acúmulo de matéria seca (MS), resulta na formação de sementes de menor densidade, o que pode influenciar também na qualidade destas.

No entanto, o excesso de água, principalmente em algumas fases de desenvolvimento das plantas, pode causar prejuízos, muitas vezes irreparáveis. Após atingir a maturidade fisiológica, por exemplo, a semente deverá perder a maior quantidade possível de água no menor período. O alto grau de umidade após a maturidade pode promover a deterioração das sementes ou até mesmo a viviparidade. Ademais, o excesso de chuva, além de retardar o processo de maturação das sementes, favorece o desenvolvimento de microrganismos.

Não há dúvidas da influência do estresse hídrico sobre a produtividade e a qualidade das sementes. Por isso, a escolha da região, associada ao manejo da época de semeadura, deve ter a atenção especial dos profissionais envolvidos na produção de sementes.

### **Temperatura**

Assim como a água, a temperatura intervém em maior ou menor grau em praticamente todos os processos fisiológicos dos vegetais. Tais processos possuem uma temperatura mínima, abaixo da qual esses não se realizam, e uma temperatura máxima, acima da qual não ocorrem.

Para algumas espécies, temperaturas inferiores à ótima provocam atrasos nas diferentes fases, enquanto as elevadas podem promover florescimento precoce, acelerar a maturação das sementes, tendo como consequência final a redução da produção. Altas temperaturas podem ser letais ao grão de pólen, o que impede a formação das sementes.

A temperatura pode influenciar também a qualidade das sementes. De modo geral, altas temperaturas por ocasião da maturação e após a maturidade fisiológica são prejudiciais às culturas destinadas à produção de sementes, não só por acelerar a deterioração destas no próprio campo, mas também por favorecer o desenvolvimento de doenças, que frequentemente são transmissíveis pela semente.

## Fotoperíodo

O fotoperiodismo é a resposta das plantas aos períodos luminosos e escuros, no florescimento. Sabe-se que a duração da noite, e não o comprimento do dia, é a responsável pelo processo.

A relação entre a duração do dia e da noite se modifica conforme a estação do ano, ou de acordo com a latitude em um determinado local. Para o Hemisfério Sul, no equinócio de primavera, dia 23 de setembro, a duração do dia é idêntica à da noite; desta data em diante, o comprimento dos dias aumenta até o dia 22 de dezembro (solstício de verão), quando se tem o dia mais longo do ano; a partir desta data, o dia diminui, de forma que no dia 21 de março, equinócio de outono, a duração do dia e da noite é igual; e no dia 21 de junho, que corresponde ao solstício de inverno, tem-se o dia mais curto do ano.

Com relação à latitude, na linha do Equador, o dia está dividido igualmente em dois períodos sucessivos de luz e escuro, independentemente da estação do ano. Entretanto, nas outras partes da Terra, à medida que se afasta do Equador (com o aumento da latitude), há maior defasagem entre o comprimento dos dias e das noites. Para o Hemisfério Sul, no dia 22 de dezembro, dia mais longo do ano, a duração do dia é maior para latitudes maiores, e de maneira análoga, no dia mais curto do ano, 21 de junho, a duração do dia é menor também para latitudes maiores.

O fotoperíodo, assim como a temperatura, determina as regiões onde se pode produzir sementes de culturas que respondem positivamente a este fator climático, de modo que a produção de sementes de tais culturas ficará limitada aos locais onde as cultivares foram desenvolvidas, ou onde são cultivadas em larga escala.

Neste sentido, o melhor exemplo, dentre as grandes culturas, é o da soja. Algumas cultivares de soja apresentam respostas ao fotoperíodo, o que afeta a época de florescimento e maturação. Sendo a soja, uma planta de dias curtos, a indução floral ocorrerá durante um período em que

se verifica a redução do comprimento dos dias. O fotoperíodo crítico geralmente é mais elevado para as cultivares adaptadas a altas latitudes, de modo que uma cultivar de maturação precoce, adaptada à Região Sul, geralmente apresenta acentuada redução de seu ciclo e não apresenta boa produção em locais de menores latitudes.

Deve-se ressaltar que por meio do melhoramento têm sido desenvolvidas cultivares de soja com período juvenil longo, as quais são menos sensíveis ao fotoperíodo.

## Radiação solar

A radiação solar incidente sobre a Terra é alterada pela presença de nuvens, névoas, de acordo com a altitude, ângulo de incidência, sombreamento competitivo, e outras condições ambientais. Assim, este fator poderá afetar diretamente a quantidade de sementes produzidas, por sua influência na taxa de fotossíntese, principalmente, no florescimento.

Em soja, sombreamento excessivo pode acarretar aumento de abortamento e queda de flores e legumes, pela redução do nível de açúcares nas folhas. Em relação ao milho, alterações cíclicas entre os anos na produção de grãos coincidem com as variações cíclicas da radiação solar. Isso indica que a radiação solar é um fator climático limitante, que influencia diretamente a produção. Vale ressaltar que milho é uma planta C4 e não apresenta saturação à luz. Em algodão, a produção de sementes também é afetada pela radiação solar deficiente, o que pode causar abscisão excessiva e maturação desuniforme dos frutos, além de subsequentes reduções da produção e da qualidade das sementes.

## Vento

O vento é outro fator climático que pode influenciar na seleção de áreas para a produção de sementes, podendo causar danos, por meio de tombamentos e quebra de plantas e queda de sementes.

Para a instalação de campos de produção de sementes de soja, por exemplo, devem-se evitar áreas com elevada fre-

quência de ventos. O vento aumenta acentuadamente a evapotranspiração, de modo que, quando esta é elevada, o potencial de água do solo deverá ser suficiente para prevenir deficiência hídrica. Ventos podem ainda disseminar doenças e insetos.

## Zoneamento agroclimático

Zoneamento agroclimático consiste em determinar para uma região a cultura ou o tipo de cultivar com condições de se desenvolver economicamente em função dos elementos climáticos.

Profissionais que atuam na área de sementes têm-se preocupado em elaborar a regionalização da produção de sementes de algumas espécies, com resultados positivos tanto em relação à produção quanto à qualidade de sementes. Os esforços em determinar regiões mais adequadas à produção de sementes, ou mesmo épocas mais favoráveis para a semeadura, aumentam a probabilidade de sucesso na obtenção de sementes com elevado valor para a semeadura, já que a qualidade das sementes é acentuadamente influenciada pelo clima.

Uma vez eleita a região para a produção de sementes, o próximo passo é a escolha da área ou gleba, para a instalação do campo de produção de sementes.

## ESCOLHA DA ÁREA OU GLEBA

A princípio há a necessidade de conhecer todo o histórico da área a ser escolhida, o que exige o levantamento criterioso das condições de fertilidade e erosão do solo, das cultivares plantadas anteriormente, das plantas daninhas existentes, das incidências de insetos-praga e doenças, além da disponibilidade de água.

Preferencialmente, a área não deve ter sido cultivada, na safra anterior, com a mesma espécie ou espécies afins daquela escolhida para a instalação do campo de produção de sementes. Isso é importante para evitar contaminação genética e/ou varietal, em função de plantas atípicas na área. Restos da cultura anterior poderão servir também como fonte de doenças e insetos-praga.

Outro aspecto que deve ser considerado na escolha da gleba é a presença de insetos benéficos, envolvidos na polinização, havendo a necessidade de conhecer as peculiaridades de cada cultura.

Sabe-se também que a fertilidade do solo desempenha um papel preponderante na escolha da gleba para produção de sementes de boa qualidade. Terrenos não uniformes em fertilidade e em características físicas e topográficas causam crescimento e maturação desuniformes, comprometendo a qualidade das sementes produzidas.

A exigência nutricional para a maioria das espécies é maior com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica por ocasião da formação das sementes, quando considerável quantidade de nutrientes é demandada pelas plantas e sementes. A disponibilidade de nutrientes influencia a formação do eixo embrionário e dos órgãos de reserva, a composição química e a qualidade fisiológica da semente. O nitrogênio (N), por exemplo, apresenta efeito benéfico não apenas na produtividade, como também na sincronização da emissão das inflorescências, e, conseqüentemente, na uniformidade da maturação e qualidade das sementes. Já o fósforo (P) tem papel relevante na frutificação. Em solos deficientes em P há menor e tardia frutificação, com a formação de sementes chochas. O potássio (K) é importante na floração, para o controle da abertura e fechamento de estômatos, sendo indispensável no processo de maturação de sementes.

Os efeitos da adubação na qualidade das sementes dependem da espécie, dos parâmetros avaliados e do equilíbrio dos nutrientes, o que muitas vezes justifica os resultados discrepantes observados em diferentes pesquisas. No entanto, parece ser consenso que a nutrição equilibrada é importante para a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica.

Outro fator importante a ser considerado na escolha da gleba é o isolamento do campo de produção. O isolamento é uma prática importante para a obtenção de sementes com alta pureza genética. É uma

técnica pela qual o campo de uma determinada cultivar é separado de outro da mesma espécie ou espécies afins. Busca-se por meio do isolamento evitar principalmente cruzamentos com grãos de pólen indesejáveis, ou seja, com contaminação genética.

Para a realização de isolamentos seguros é importante conhecer as características de polinização das espécies envolvidas. Em espécies classificadas como autógamas há menor taxa de polinização cruzada, a exemplos de soja, feijão e trigo. Em algumas espécies autógamas, como a soja, ocorre cleistogamia, ou seja, a fecundação ocorre antes da abertura do botão floral e, conseqüentemente, ocorrem baixas taxas de cruzamento natural. No entanto, em espécies alógamas observam-se maiores taxas de polinização cruzada, a exemplos de milho e girassol. Em isolamentos de campos de produção de sementes, devem-se considerar ainda as espécies classificadas como intermediárias. O algodão, por exemplo, é considerado de fecundação intermediária e é a terceira cultura geneticamente modificada, em área cultivada em níveis nacional e global. No Brasil existem espécies silvestres de algodão cujo fluxo gênico é possível, porque as raças e espécies de *Gossypium* existentes no País são compatíveis entre si e também com os algodoeiros transgênicos. Por isso, é importante a adoção de áreas de exclusão para o plantio de algodoeiro e a proibição do transporte de sementes de outras partes vegetativas de algodoeiros transgênicos para o interior das zonas de exclusão.

O isolamento mais empregado é o espacial, ou seja, a distância entre o campo de multiplicação e a fonte de contaminação do pólen. A distância adotada no isolamento depende ainda: do período de viabilidade do grão de pólen, da maneira pela qual o grão de pólen é transportado, da distância que o grão de pólen pode alcançar, da quantidade de grãos de pólen produzida pela planta, da classe e categoria de sementes a ser produzidas e da combinação com outros métodos de isolamento. No caso do milho, a distância para o isolamento pode

ser reduzida se existirem barreiras vegetais constituídas pelo polinizador, como previsto em orientação normativa específica.

Além da distância, o isolamento pode ser realizado por meio de outros métodos, como a semeadura em épocas distintas, isolamento temporal, em que o florescimento das plantas de cultivares ocorre em épocas diferentes. Também deve-se levar em consideração o descarte de faixas de áreas próximas às bordaduras do campo e a existência de barreiras naturais como: elevação do terreno, bosques, matas, barreiras formadas por plantas cultivadas.

Ressalta-se que isolamentos a ser adotados em campos de produção de sementes são definidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para cada espécie e são publicados por meio de orientações normativas específicas.

## PREPARO DO SOLO

O preparo do solo realizado de forma adequada favorece a germinação das sementes, a emergência das plântulas, a produção e a qualidade das sementes. Também, é possível reduzir contaminações genética e/ou varietal, contaminação física e infestações com alguns insetos, nematoides e microrganismos. Plantas de outras cultivares ou espécies, assim como as plantas daninhas, poderão ser eliminadas durante o preparo do solo, proporcionando melhoria da qualidade física e genética das sementes. As operações de preparo do solo criam condições para o desenvolvimento do sistema radicular, garantindo melhor aproveitamento da água e dos nutrientes. Além disso, criam condições favoráveis para o desempenho das semeadoras, permitindo a distribuição do número adequado de sementes às profundidades uniformes.

É recomendável a adoção de um sistema de preparo do solo que mantenha sua estruturação sem provocar excessiva pulverização da camada mais explorada pelo sistema radicular. A movimentação excessiva do solo pode provocar a pulverização da camada superficial, principalmente quando são utilizadas grades

pesadas. Para contornar essa situação, tem-se utilizado o plantio direto. O plantio direto consiste na colocação da semente em sulco ou cova de solo não revolvido, com largura e profundidade suficientes para obter cobertura adequada e permitir um bom contato semente/solo. É recomendável a instalação desse sistema em solo que apresente nível adequado de fertilidade. Registra-se aumento significativo da área cultivada sob plantio direto para a produção de sementes, pois este sistema apresenta importantes vantagens.

## **CULTIVARES E ORIGEM DAS SEMENTES**

A escolha da cultivar deve ser feita entre aquelas que são registradas no MAPA, por meio do Registro Nacional de Cultivares (RNC). Deve-se levar em consideração ainda a preferência por parte dos agricultores, comércio e indústria.

Os produtores de sementes e os responsáveis pela produção necessitam de informações detalhadas sobre as características de cada cultivar. Quando da escolha da cultivar, a adaptação à região de cultivo deve ser considerada.

Os produtores de sementes e os responsáveis técnicos, ao planejarem a utilização de mais de uma cultivar em um mesmo local, precisam certificar sobre a limpeza de máquinas e equipamentos, o isolamento dos campos de produção para a garantia da produção de sementes com alta pureza genética. Também deve-se certificar da origem, da classe e categoria das sementes utilizadas para a implantação do campo de produção. Outro aspecto a ser considerado é o tratamento com fungicida. Em condições de baixa temperatura no solo e déficit hídrico, as sementes e as plântulas ficam pouco protegidas contra a ação de microrganismos.

## **SEMEADURA**

Pela escolha da época de semeadura é que se consegue adequar a cultivar eleita às condições climáticas da região, favoráveis para a obtenção de altas produtividades e

qualidade das sementes. Entretanto, nem sempre as épocas de semeadura recomendadas para alcançar maior produção são as mais propícias para a obtenção de sementes com alta qualidade. Na cultura da soja, por exemplo, o atraso de semeadura pode provocar o florescimento prematuro, principalmente das cultivares precoces, menor desenvolvimento vegetativo, bem como redução na produção. No entanto, por meio de resultados de pesquisas, tem sido observado que para algumas cultivares a semeadura tardia pode evitar a coincidência da maturação e colheita das sementes com os meses quentes e chuvosos, proporcionando a produção de sementes com alta qualidade.

Em culturas como o feijão e amendoim, as sementes produzidas no cultivo da seca têm-se mostrado de qualidade fisiológica e sanitária superior às do cultivo das águas. No cultivo das águas, normalmente a fase de maturidade fisiológica pode coincidir com o período de maior precipitação pluvial, o que favorece a deterioração das sementes.

Os espaçamentos e as densidades de semeadura empregados para a produção de sementes são os recomendados para cada cultivar. Durante a semeadura, devem-se evitar misturas de sementes e danificações mecânicas, por meio da limpeza e de boa regulação das semeadoras, respectivamente.

## **CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

As plantas daninhas competem com as plantas cultivadas em luz, água, nutrientes. Além dos prejuízos diretos causados pela competição, as plantas daninhas podem abrigar insetos e microrganismos patogênicos, vírus e nematoides e ainda inviabilizar a colheita mecanizada.

As espécies de plantas daninhas que são consideradas nocivas (toleradas e proibidas) necessitam de atenção especial, pois em função da infestação, os campos ou os lotes de sementes poderão ser eliminados, por não preencherem os padrões de campo e de sementes estabelecidos para a espécie.

O método a ser empregado para o controle das plantas daninhas, se manual, mecânico, químico ou por transgenia, vai depender da espécie, das condições da gleba e da área cultivada. O recomendado é que o campo de produção seja mantido no limpo ou pelo menos dentro de níveis que não comprometam a produção e a qualidade final das sementes.

## **CONTROLE DE INSETOS-PRAGA E DOENÇAS**

As pragas constituem-se problemas durante todo o ciclo da cultura, podendo reduzir a área foliar com queda da fotossíntese e, conseqüentemente, da produção de fotoassimilados. Também pode infestar as flores, os frutos e as sementes, reduzindo a qualidade fisiológica das sementes e ainda tornando-se vetores de doenças.

Insetos sugadores, como os percevejos, e os mastigadores (lagartas e besouros) podem causar graus variáveis de prejuízos, em função da intensidade de ocorrência, do estágio de desenvolvimento da cultura, da ocorrência de inimigos naturais e da eficiência do método utilizado para o controle.

O Manejo Integrado das Pragas (MIP) permite o controle racional dos insetos e vem sendo utilizado com bastante êxito em campos de produção de sementes. Um aspecto importante a ser considerado é que na produção de sementes de espécies cuja polinização é entomófila, há a necessidade de que o controle de insetos não afete a população daqueles polinizadores. Em alguns casos é recomendada a aplicação dos produtos à noite, quando a atividade desses insetos é mínima ou nula.

As doenças, à semelhança das pragas, podem ocasionar problemas à cultura desde a sua implantação até a utilização das sementes produzidas. Dentre estas, destacam-se as bacterioses, as fúngicas e as viróticas. Destas, as mais problemáticas são aquelas veiculadas pelas sementes.

Em geral, as recomendações para o controle referem-se ao uso de cultivares resistentes e da utilização de sementes de alta qualidade. Além disso, recomenda-se

o preparo adequado do solo, a eliminação de plantas hospedeiras, o controle de vetores, a semeadura em época e espaçamento adequados e a rotação de culturas.

Importante ressaltar o desenvolvimento de cultivares por meio de transgenia, com resistência a insetos e tolerância a herbicidas e ainda com esses eventos combinados. A demanda por sementes transgênicas tem aumentado a cada safra, principalmente das espécies de soja, milho e algodão. Isso tem exigido mais investimentos em programas de controle de qualidade em empresas produtoras de sementes, para a garantia da pureza genética, além da alta qualidade física, fisiológica e sanitária.

O tratamento das sementes previamente à semeadura produz resultados favoráveis à emergência das plântulas em determinadas situações. A aplicação foliar de fungicidas pode ser empregada para o controle de doenças de acordo com as recomendações para cada cultura.

## PRODUÇÃO DE SEMENTES HÍBRIDAS

A produção de sementes híbridas comerciais é realizada em campos de cruzamento, a partir de sementes de linhagens, híbridos simples ou híbridos simples modificados, dependendo do tipo final de híbrido desejado para cada espécie. Para garantir o cruzamento dos parentais, há a necessidade de controle da polinização, com a eliminação de grãos de pólen do parental feminino, geralmente feita por meio da emasculação, manual ou mecânica, a exemplo da produção de sementes híbridas de milho.

A adoção de padrões de tolerância para o número de pendões expostos de plantas de milho do parental feminino, sejam estes provenientes da restauração da fertilidade, sejam de falhas na emasculação, é importante para a produção de sementes com alta pureza genética. Os padrões adotados no Brasil são definidos pelo MAPA, por meio de Instruções Normativas específicas.

Nos Programas de Controle de Qualidade das empresas produtoras de sementes

têm sido adotados padrões mais rigorosos que os exigidos pelo MAPA. Nessas empresas é comum a adoção de padrões nos quais são combinadas a porcentagem de pendões do parental feminino liberadores de pólen e a porcentagem de espigas com estilo-estigmas receptivos.

É necessário assegurar a pureza genética das sementes, por meio da emasculação bem conduzida para que seja evitada a autofecundação indesejável e a consequente perda do vigor híbrido das sementes produzidas.

Padrões de tolerância, para a presença de sementes provenientes do parental fêmea autofecundado, não têm sido estabelecidos pelos órgãos oficiais. Contudo, empresas produtoras de sementes têm adotado padrões em Programas de Controle de Qualidade interno.

No Brasil, o despendoamento mecânico tem sido utilizado para a produção de sementes híbridas de milho. Cuidados deverão ser tomados para evitar a retirada excessiva de folhas superiores da planta, o que pode levar à redução da produção de sementes e até mesmo da sua qualidade fisiológica.

A machoesterilidade genético-citoplasmática (MEG-C) tem sido utilizada para a produção de sementes de grandes culturas como: milho, sorgo, girassol e arroz. Nessa, as características machoestéreis determinadas pelo citoplasma podem ser alteradas ou até mesmo anuladas, quando genes nucleares, denominados restauradores de fertilidade (Rf Rf), estão presentes. Esses genes têm a propriedade de restaurar a capacidade de produção de pólen nas plantas portadoras do citoplasma machoestéril.

Três tipos de linhagens devem ser desenvolvidos e mantidos, quando o sistema de MEG-C é utilizado para a produção de sementes híbridas. Uma primeira, machoestéril, linhagem A, a qual é utilizada como parental feminino em campos para a produção de sementes híbridas; uma segunda machofértil, com capacidade de manutenção da esterilidade da linhagem

A e que deve ser o mais semelhante possível à linhagem A, linhagem B, a qual possui o citoplasma normal; e a terceira, também machofértil, mas com capacidade de restauração da fertilidade da linhagem A, linhagem R. A combinação das duas primeiras linhagens (A e B) produz sementes que originam plantas machoestéreis (sementes da linhagem A), e o cruzamento entre as linhagens A e R produz as sementes híbridas, que originam plantas férteis. A combinação das linhagens A, B e R em diferentes materiais pode ser usada para produzir híbridos simples, duplos e triplos e, também, os híbridos modificados, sem emasculação manual.

Para a produção de sementes híbridas de arroz, além da possibilidade de utilização do sistema de três linhas, como descrito anteriormente, é possível utilizar o sistema de duas linhas. Nesse sistema, é utilizado um parental feminino cuja esterilidade é induzida por alterações ambientais Macho Esterilidade Genético Citoplasmática (EGMS) durante sua antese (fotoperíodo, temperatura ou ambos) e outra linhagem, como parental masculino, cuja fertilidade não é afetada por alterações no ambiente, sendo esta utilizada como doadora de pólen. Já a multiplicação das sementes de linhagens EGMS, para a produção de híbridos, é restrita a determinados locais e épocas de semeadura.

Nos campos de produção de sementes híbridas, quando da utilização de MEG-C, devem ser realizadas vistorias nos campos, a fim de comprovar a completa esterilidade masculina nas plantas do parental feminino, uma vez que pode ocorrer a restauração da fertilidade dessas plantas, por efeito de genes restauradores, presentes no núcleo ou ainda em função do ambiente. Estas plantas podem propiciar autofecundações indesejáveis dos parentais femininos, o que influencia na pureza genética das sementes híbridas produzidas.

Além da emasculação e do uso de MEG-C, o isolamento por distância, as barreiras naturais, as bordaduras de parentais masculinos e as semeaduras em épocas não

coincidentes com as dos campos vizinhos, seguindo as peculiaridades de cada espécie, têm sido tecnologias empregadas para garantir a pureza genética das sementes híbridas a serem comercializadas.

## COLHEITA DE SEMENTES

As operações de colheita são efetuadas com o objetivo de retirar as sementes do campo em melhores condições possíveis. A colheita exerce influência significativa sobre a qualidade das sementes, além de representar parcela considerável do custo de produção. Portanto, é necessário que seja efetuada no momento adequado e seguindo as recomendações técnicas, com o objetivo de reduzir ao máximo as possíveis perdas.

No planejamento da colheita devem-se considerar outros aspectos que influenciam muito nessa operação, como: o preparo adequado do solo que cria condições para a emergência uniforme das plantas, bem como o desenvolvimento e maturação; o plantio escalonado em função da disponibilidade de máquinas de colheita e pós-colheita; a semeadura em terreno de topografia suave e convenientemente nivelado é fundamental para o desempenho das máquinas colhedoras; no caso de colheita mecânica, a estimativa de produção, durante o processo de frutificação; o rendimento provável da máquina colhedora, no caso de colheita mecanizada, ou horas-homem, no caso de colheita manual; a capacidade das instalações de pós-colheita (secagem, beneficiamento e armazenamento), bem como a disponibilidade de estrutura de transporte; a conservação das vias de acesso aos campos de produção, serviços de manutenção de máquinas e equipamentos, preparo dos depósitos, seleção de sacaria e limpeza das máquinas.

### Momento da colheita

É de fundamental importância a definição do momento de colheita, pois se reconhece que o atraso da colheita das sementes contribui consideravelmente para a deterioração destas. O atraso na colheita após a maturidade é como “armazenar”

as sementes no campo, sob condições que podem ser desfavoráveis, uma vez que já se desligaram fisiologicamente da planta-mãe. A maturidade fisiológica de acordo com diversos autores, é o momento em que a semente atinge o máximo peso de MS. No entanto, o máximo peso de MS nem sempre coincide com a máxima qualidade fisiológica. Esse ponto de máximo peso seco indica o momento em que paralisa a translocação de fotoassimilados da planta para a semente.

A uniformidade de maturação das sementes em um campo de produção é ideal para que a colheita seja processada em condições ótimas, principalmente para a utilização de máquinas. No entanto, isto não é comum, porque diversos fatores contribuem para que a maturação seja desuniforme como: variações de solo, topografia, ambiente, práticas culturais, entre outras.

Podem-se ter, ainda, diferenças de maturidade fisiológica em espécies de crescimento indeterminado, em função da posição do fruto (semente) na planta, como verificado em algodoeiro.

A determinação da maturidade fisiológica tem sido estudada pelos tecnólogos de sementes, levando-se em consideração as características físicas e fisiológicas, como: tamanho, grau de umidade, conteúdo de MS, germinação e vigor. No entanto, alguns destes parâmetros nem sempre podem ser acompanhados no campo e a ocorrência da maturidade fisiológica pode apresentar variação em função das espécies, cultivares, condições edafoclimáticas, nutricionais, hídricas, entre outras.

Portanto, torna-se importante identificar o ponto de maturidade por meio de características morfológicas da planta, dos frutos e/ou sementes, os quais possam ser facilmente visualizados. Boas correlações têm sido obtidas entre maturidade fisiológica e características morfológicas, tais como: a presença ou formação da camada negra em sementes de milho e sorgo; a ausência de sementes verde-amareladas e hilo homócrono em soja; a perda da cor verde dos legumes de soja.

## GRAU DE UMIDADE DAS SEMENTES

Considerando que a partir da maturidade fisiológica as sementes perdem umidade, uma vez que já atingiram o máximo peso de MS e se desligaram da planta-mãe, a colheita deveria ser processada nesse momento.

Entretanto, a colheita nessa fase pode trazer problemas, tais como: quantidade relativamente grande de massa verde, o que dificulta sobremaneira a colheita, especialmente a mecanizada; injúria mecânica às sementes, por causa dos altos graus de umidade.

Assim, têm-se buscado alternativas para a antecipação da colheita, sem perdas da qualidade das sementes. Em milho, a colheita das sementes em espiga com elevado teor de água tem sido realizada com o objetivo de obter sementes com alta qualidade. Esse tipo de colheita tem a vantagem de viabilizar as estruturas de produção, por liberação de áreas de plantio mais cedo para outros cultivos, secagem e beneficiamento, e, conseqüentemente, permite melhor planejamento, tanto da operação de colheita como daquelas subsequentes. Entretanto, nesse tipo de colheita, as espigas devem ser submetidas ao processo de secagem artificial, visando à redução do teor de água das sementes, para que se tenha um armazenamento seguro. Expor sementes com altos teores de água e às temperaturas elevadas durante a secagem artificial pode resultar em redução da sua qualidade fisiológica. Pré-secagem inicial a 35 °C até as sementes atingirem cerca de 27% de teor de água, seguida de secagem a 45 °C até 12%, propicia melhor qualidade fisiológica das sementes, simulando a secagem no campo, sob condições favoráveis.

Outra opção para a antecipação da colheita das sementes de algumas espécies é o uso de dessecantes e/ou desfolhantes, os quais promovem a secagem e a queda das folhas, ao mesmo tempo em que as sementes perdem água rapidamente, sem ocorrer redução do peso de MS. Todavia, cuidados devem ser tomados quanto

ao efeito residual do produto químico utilizado, pois isso torna a semente totalmente inadequada ao consumo. O uso de dessecantes pode minimizar os efeitos prejudiciais das condições desfavoráveis do meio ambiente, por permitir secagem mais rápida das sementes, e também o melhor planejamento da colheita, além de reduzir os problemas causados por plantas daninhas durante esse período.

A escolha correta dos produtos, dosagens, época de aplicação e o conhecimento de suas interações com a época de colheita permite maior eficiência da dessecação. Em geral, a época de aplicação de dessecantes deve ter como referencial o ponto de maturidade fisiológica, que é aquele em que a semente apresenta o máximo acúmulo de MS e se desliga da planta-mãe e quando passa a ter mais interferência do meio ambiente. Nesse contexto é muito importante o reconhecimento do ponto de maturidade fisiológica, por meio de marcadores fenotípicos.

Alguns herbicidas utilizados como dessecantes são derivados da amônia quaternária pertencentes do grupo bipiridílio, sendo que a forma de ação está relacionada com a fotossíntese. Os bipiridílios interceptam elétrons e reduzem-se, formando compostos instáveis (radicais livres) que espontaneamente se oxidam, utilizando o oxigênio molecular do meio. A oxidação desses radicais livres forma peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), que é uma substância altamente oxidante, responsável pelas lesões causadas em plantas.

É importante que profissionais envolvidos na produção de sementes estejam atentos aos herbicidas disponibilizados no mercado para esse fim, uma vez que o lançamento destes é muito dinâmico. No entanto, é preciso ter conhecimento de resultados de experimentos nos quais os herbicidas tenham sido testados. Além disso, há resultados de pesquisas nos quais foram observadas interações significativas entre dessecantes, genótipos e efeitos fitotóxicos em sementes.

A viabilidade da colheita, próxima ao ponto de maturidade fisiológica, irá depen-

der da solução de cada uma das situações apontadas, com possibilidades de ainda surgirem outras. Vai depender da espécie, da área cultivada, da tecnologia disponível para a colheita e da infraestrutura de pós-colheita disponível.

### **DANIFICAÇÕES MECÂNICAS**

A injúria mecânica ou dano mecânico é apontado por muitos tecnólogos como um dos mais sérios problemas no processo de produção de sementes.

Nas colheitadeiras, injúrias mecânicas ocorrem, principalmente, no momento que se dá a trilha, ou seja, por ocasião da separação das sementes da estrutura que as contém ou as retém (legume, espiga, panícula, etc.), essencialmente em consequência dos impactos recebidos do cilindro debulhador e no momento que passam pelo côncavo.

A intensidade do dano mecânico depende de uma série de fatores, quais sejam: intensidade, número e local do impacto; características das sementes (tamanho, tipo de tecido de reserva, forma, localização do eixo embrionário, presença de cascas, apêndices e expansões da casca; espessura e grau de compactação celular do tegumento da semente, espaço entre os cotilédones, etc.); e grau de umidade.

Quanto maior a intensidade de impactos e o número destes, maior é a intensidade da injúria, havendo ainda um efeito cumulativo desta. O local do impacto apesar de ser algo incontrolável apresenta efeito diferenciado em função das características da semente. Assim, se for na região onde se localiza o eixo embrionário, o dano será maior que em outra parte.

O grau de umidade da semente por ocasião do impacto é o fator que desempenha o papel mais importante na gravidade do dano mecânico em sementes. Assim, se o grau de umidade for elevado, tem-se um tipo de injúria, o “amassamento”, ou dano mecânico latente; ao passo que se for baixo, tem-se as “trincas”, ou dano mecânico imediato.

No “quebramento”, o impacto recebido na superfície da semente é distribuído

ao longo da linha resultante das forças em ação, com praticamente a mesma intensidade. Enquanto no “amassamento”, o impacto se distribui de forma muito limitada, ficando, praticamente, toda a força concentrada em região relativamente pequena. Dado o alto grau de umidade dos tecidos, a semente fica amassada na região onde recebeu o impacto. Ao trabalhar com graus de umidade em valores intermediários, a força de impacto tende a ser distribuída uniformemente em toda a semente, de forma que esta é absorvida e amortecida, tendo-se baixo ou nenhum efeito prejudicial.

Apesar de as características da semente interferirem no efeito da injúria mecânica, pode-se considerar que o “quebramento” começa a aumentar em intensidade à medida que o grau de umidade reduz de 12%-14% e a injúria por “amassamento” aumenta a partir de 16%-18%.

Danos mecânicos podem causar prejuízos às sementes, dentre os quais podem-se destacar: reduções do processo germinativo e do vigor; menor valor comercial; maior facilidade para a infestação/infecção de insetos e microrganismos; menor potencial de armazenamento; perda de pureza física.

De maneira geral a colheita mecânica é um processo que envolve alto grau de impacto e mais perdas ocorrem no sistema de trilha, por causa do tipo de mecanismo trilhador. Com o intuito de reduzir tais perdas, comuns ao mecanismo trilhador radial (sistema de trilha convencional de cilindro e côncavo), tem sido proposto o mecanismo axial. Neste, o sistema de trilha é constituído por um ou dois cilindros com comprimentos maiores, o que permite reduzir a velocidade do cilindro, e faz com que o material a ser trilhado permaneça mais tempo no seu interior, levando a uma menor probabilidade de danos. Além disso, a diminuição da velocidade do cilindro diminui a fricção das sementes e, conseqüentemente, a redução de danos mecânicos.

Com base nestas considerações pode-se constatar a importância do conhecimento

das características da semente com a qual se está trabalhando, para processar a colheita mecanizada ou trilha mecanizada. É difícil impedir a ocorrência de danos mecânicos, mas pode reduzir efetuando-se a colheita no momento adequado, realizando a regulagem conveniente das máquinas e procurando verificar o grau de umidade das sementes durante o processamento.

Deve-se lembrar ainda, que o grau de umidade das sementes varia com o estágio de desenvolvimento e também com as horas do dia, sendo necessária a realização de regulagens da colheitadeira, durante a colheita das sementes.

## MISTURA DE SEMENTES

A mistura de sementes, que se traduz em uma contaminação do lote com sementes de outras cultivares e/ou espécies, constitui um grave problema, podendo o lote não atingir os padrões mínimos exigidos para a comercialização. Dependendo da contaminação, as sementes indesejáveis não terão condições de ser eliminadas nas operações de beneficiamento.

Durante a colheita, e nos trabalhos que sucedem, o risco de ocorrer a contaminação do lote de sementes (misturas de cultivares e/ou outras espécies) é muito alto. Na colheita manual existe a possibilidade desta mistura, mas é na colheita mecanizada que o problema é mais grave.

A ocorrência de mistura de sementes na colheita mecanizada surge em função da limpeza malfeita nas colheitadeiras, que, muitas vezes, são utilizadas para a colheita de diferentes espécies e cultivares. Dependendo da complexidade destas máquinas, a limpeza de todos os mecanismos internos demanda uma atenção especial. Para tanto, recomenda-se que no final da operação, a colheitadeira seja acionada vazia até que não saia mais nenhuma semente. Em seguida é necessário que o operador abra a máquina e faça a limpeza interna. Um sistema de compressor de ar irá favorecer e facilitar a limpeza. O cuidado seguinte é o de, ao iniciar a colheita de sementes de outra cultivar, fazer descarte das primeiras

sacas de sementes, pois estas podem estar contaminadas mesmo com a realização da limpeza das colheitadeiras.

Uma outra preocupação é a existência de isolamento adequado entre os campos, mesmo em espécies autógamas, prevendo espaço suficiente para as manobras da colheitadeira nos limites do campo de produção.

Em sementes de grandes culturas, todo o processo pode ser realizado de forma contínua, com o emprego das colheitadeiras combinadas, por meio das quais são realizadas as operações de corte, trilha, separação e limpeza. Neste caso, há necessidade de determinar o momento adequado da colheita para espécie em questão, para obter o máximo rendimento da máquina e mínimas perdas quantitativas e qualitativas das sementes.

A colheita totalmente mecanizada, realizada por meio de colheitadeiras, normalmente ocorre na sequência, corte e alimentação; debulha ou trilha e separação e limpeza:

a) unidade de corte e alimentação: os órgãos de corte localizados na plataforma podem oscilar acompanhando os desníveis do terreno, observando-se os seguintes pontos:

- velocidade de avanço da colheitadeira: depende do volume de massa, condições do terreno e grau de limpeza que se deseja das sementes colhidas,

- altura de corte: regulada de maneira que as vagens, espigas ou cachos mais baixos sejam cortados,

- posição do molinete: varia de acordo com a posição da planta, em pé ou deitada, deve ser posicionada ligeiramente à frente da barra de corte,

- velocidade do molinete: estará correta quando a planta cai imediatamente dentro da plataforma de corte; com a planta em pé, poderá ser igual ou pouco menor que a velocidade de deslocamento

da colheitadeira; com a planta deitada, deverá ser maior que a velocidade de avanço,

- posição do sem-fim: ajustado de maneira que o produto seja levado uniformemente ao alimentado, sem que ocorra debulha prévia e talos triturados;

b) unidade de debulha ou trilha: promove a remoção das sementes de suas vagens, espigas ou cachos. O funcionamento de toda a colheitadeira depende diretamente desta unidade, pois se a operação não for bem-feita, todas as outras funções serão afetadas. A ação de trilhar pode ser executada por batidas (cilindro e côncavo de dentes) ou por fricção (cilindro e côncavo de barras). Nessa etapa os seguintes pontos devem ser observados:

- velocidade do cilindro: reguladas pela variação de sua rotação, segundo a espécie e o grau de umidade das sementes. A velocidade deve ser regulada de acordo com as diferentes horas do dia, ou seja, utilizar menores velocidades nos períodos mais quentes do dia, quando as sementes estão mais secas,

- abertura entre o cilindro e o côncavo: a distância entre o cilindro e o côncavo é regulada segundo as especificações do fabricante; em geral, esse espaço deve ser maior na parte anterior que na posterior do cilindro-debulhador;

c) unidade de separação: o principal elemento dessa seção é o saca-palhas que, por seu movimento de “solavanco” e a forma de suas peças, encaminha a palha e as sementes em direção à parte posterior da máquina, ao mesmo tempo em que permite a sua separação, alcançando as peneiras localizadas em posição inferior;

d) unidade de limpeza: é efetuada por ventilação e por peneiras, que se

param as impurezas de tamanho diferente das sementes. A peneira superior descarta os materiais maiores e, a inferior, as impurezas miúdas. A peneira inferior geralmente está mais próxima ao ventilador, cuja corrente de ar provoca eliminação dos materiais leves; os grãos bem formados são, então, conduzidos a um mecanismo elevador que os levarão ao tanque graneleiro ou para um condutor (sem-fim) que os encaminha para o exterior da máquina, onde são ensacados ou depositados em caminhões ou carretas.

Ajustes e/ou operações incorretos levam a perdas, normalmente irre recuperáveis. Os prejuízos podem ser reduzidos, desde que sejam conhecidas as causas das perdas e os procedimentos mais adequados para controle.

Importante ressaltar que na colheita de sementes híbridas, recomenda-se colher primeiro sementes das plantas do parental masculino, polinizadoras, quando estas não

foram retiradas do campo de produção logo após a polinização. Posteriormente, são colhidas as sementes das plantas do parental feminino, onde se encontram as sementes híbridas. Esse procedimento é feito para evitar a contaminação varietal proveniente da mistura de sementes híbridas e as do parental masculino.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, fica clara a importância do conhecimento sobre as técnicas de produção e colheita para garantir alta qualidade dos lotes de sementes comercializados no País.

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.1, 6 ago. 2003. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 24 jan. 2021.

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção.

4.ed.rev. e ampl. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

COPELAND, L.O.; MCDONALD, M.B. **Seeds science and technology**. 3.ed. Boston: Kluwer Academic, 1995. 409p.

PINHO, E.V. de R. von. **Tecnologia de produção de sementes**. 1998. 48p. Monografia Lato Sensu (Especialização a Distância em Produção e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PINHO, E.V. de R. von; SALGADO, K.C.P. de C. Inovações tecnológicas na produção de sementes. **Informe Agropecuário**. Sementes: inovações tecnológicas no cenário nacional, Belo horizonte, v.27, n.232, p.22-31, maio/jun. 2006.

VILLELA, F.A.; PERES, W.B. Coleta, beneficiamento e armazenamento. In: FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. (ed.). **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.265-281.

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

## OS FRUTOS DE UMA BOA SEMENTE

Esta edição do Informe Agropecuário, sobre o tema Semente, faz nos lembrar do saudoso amigo Antônio Rodrigues Vieira, mais conhecido como "Parede", que partiu para outros planos cedo demais, deixando frutos de suas ações aqui na Terra. Era uma pessoa que caminhava pelos corredores do setor de sementes da UFLA sempre com um sorriso contagiante e acolhedor, e nas reuniões da EPAMIG acalmava com sua delicadeza e amenizava os momentos com seu senso de humor inabalável. Mostrava a todos o seu incansável interesse e entusiasmo pela pesquisa, e com seu jeito amigável, unia tudo e a todos! Engrandeceu, somou, e, com sua presença, tornou tudo o que já era bom em algo melhor. Antonio Vieira, nosso amigo, será sempre um gigante! Agradecemos por tudo!

Dos amigos  
Editores.

Homenagem póstuma a Antônio Rodrigues Vieira – pesquisador EPAMIG

# Processamento e secagem de sementes

*Everson Reis Carvalho<sup>1</sup>, João Almir Oliveira<sup>2</sup>, Felipe Evangelista Oliveira<sup>3</sup>*

Resumo - Nos últimos anos tem ocorrido crescente expansão agrícola no Brasil, em função de avanços em áreas e em produtividades. Com isso, a demanda de sementes tem aumentado, sobretudo sementes de alta qualidade, em decorrência de maior profissionalização da atividade e de elevadas produtividades. Neste sentido, o monitoramento e o aprimoramento de todas as etapas da produção de sementes tornam-se de suma importância às empresas produtoras, para disponibilizarem sementes de altas qualidades física, fisiológica, genética e sanitária. A qualidade de um lote de sementes é função direta das condições de produção no campo. Entretanto, após a colheita, necessitam de cuidados para que a qualidade seja preservada e, com algumas importantes e corretas ações no processamento/beneficiamento, lapidar a qualidade final do lote. A princípio, a umidade excessiva e os materiais inertes, como restos de cultura e outras sementes, devem ser removidos, a fim de melhorar as condições de secagem e armazenamento, além de aumentar a proporção de sementes puras no lote, eliminando também sementes chochas e malformadas que prejudicam a qualidade do lote. Outro objetivo importante do beneficiamento é a uniformização do tamanho das sementes, a qual possibilita melhorar a plantabilidade, fator relevante para a formação da lavoura. Portanto, o processamento pós-colheita, envolvendo as etapas de secagem, beneficiamento e armazenamento, é essencial e deve ser conduzido corretamente para a obtenção de lotes de sementes de alta qualidade, porém, se não for realizada de forma cuidadosa, por profissionais treinados, pode afetar negativamente todos os atributos de qualidade.

Palavras-chave: Beneficiamento. Pureza. Qualidade da semente. Secagem.

## Seeds processing and drying

Abstract - It has occurred in recent years increasing expansion of the agricultural sector in Brazil, resulting from advances in areas and in productivities. With this, high quality seeds demand has increased steadily, due to the higher activity professionalization and relation with highest productivity. In this respect, the improving and monitoring of all the seeds production stages are of great importance to the companies, once this will contribute for the provision of seeds with high sanitary, genetic, physical and physiological quality to the market. The quality of a lot of seeds, is direct related to the field conditions of production, what means that the quality of seeds is obtained in the field. However, after harvesting, care with seeds are required to maintain the quality and with some important and correct actions in the processing, to refine the final quality of lots. At first, the excessive moisture and the presence of inert materials, for example crop remaining and other seeds should be removed, in order to enhance the drying and storage conditions, in addition to increasing the proportion of pure seeds in the lot, eliminating also empty and malformed seeds which harm the lot's quality. Another important purpose of the seeds processing is the standardization of seeds size, enabling the improvement the plantability, which is an important factor for the formation of the crop. Therefore, the post-harvest processing involving the stages of drying, conditioning and storage are essential and must be correctly conducted to obtain high quality of the seeds lot, should be conducted by trained professionals, to not negatively affect all the attributes of quality.

Keywords: Seed conditioning process. Purity. Seed quality. Seed dryer machine.

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, D.Sc., Prof. Adj./Pesq. UFLA, Lavras, MG, [eversoncarvalho@ufla.br](mailto:eversoncarvalho@ufla.br).

<sup>2</sup>Biólogo, D.Sc., Prof. Tit. Aposentado UFLA, Lavras, MG, [jalmir@ufla.br](mailto:jalmir@ufla.br).

<sup>3</sup>Eng. de Automação, Engenheiro de Produção Bayer CropScience, Campo Verde, MT, [felipeevangelistao@hotmail.com](mailto:felipeevangelistao@hotmail.com).

## INTRODUÇÃO

O uso de sementes de elevada qualidade é um fator essencial para obtenção de altas produtividades. Para a construção de um lote de alta qualidade, todas as fases do processo de produção devem ser monitoradas adequadamente. Dentre estas, a fase de processamento pós-colheita merece atenção, uma vez que, se conduzida de forma inadequada, pode comprometer toda a qualidade das sementes, mas, se bem conduzida, os resultados são benéficos.

A máxima qualidade de um lote de sementes é função direta das condições de produção no campo, ou seja, sementes de qualidade são obtidas no campo. Entretanto, após a colheita, necessitam de cuidados, para que a qualidade obtida seja preservada e lapidada com o processo de pós-colheita adequado. Como exemplo, a umidade excessiva e os materiais e sementes indesejáveis, como restos de cultura, sementes de plantas daninhas, sementes chochas e malformadas devem ser removidos, a fim de melhorar as condições de secagem e armazenamento, além de aumentar a porcentagem de sementes puras no lote, um dos parâmetros com padrões mínimos a ser atendidos para comercialização, conforme Instruções Normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a exemplo da Instrução Normativa nº 45, de 13/09/2013 (BRASIL, 2013) que estabelece padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes de grandes culturas. Outro fator importante do beneficiamento é a padronização do tamanho das sementes, a qual possibilita melhorar a plantabilidade. O beneficiamento é, portanto, uma das principais etapas para a obtenção de sementes de alta qualidade.

O beneficiamento consiste no conjunto das operações a que as sementes são submetidas desde sua recepção na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) até sua embalagem, para o posterior armazenamento e/ou distribuição. A realização eficiente dessas operações demanda conhecimentos teóricos e práticos para ob-

tenção de um lote de sementes de elevada qualidade ao final do processo.

## BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

### Princípios gerais do beneficiamento

O beneficiamento pode ser conceituado como um conjunto de operações que visam aprimorar as características de um lote de sementes, utilizando princípios físicos que proporcionam a separação do material indesejável (sementes puras) do material indesejável (sementes malformadas ou chochas, impurezas, sementes de plantas daninhas, outras espécies cultivadas) e da posterior separação das sementes puras em frações mais uniformes. Tendo como principais objetivos obter um lote com a máxima porcentagem de sementes puras possível, com o mais alto grau de uniformidade, de vigor e de germinação, com teor de água seguro para o armazenamento e com um custo que seja viável.

As sementes passam por uma série de etapas, envolvendo vários equipamentos que, se não bem regulados ou limpos, podem promover danos ou contaminações do lote de sementes, comprometendo todo o cuidado anterior no campo. Por isso, o conhecimento dessas etapas e o controle de qualidade aplicados a estas são essenciais para que os objetivos sejam alcançados.

Como parte integrante de um programa organizado e eficiente de produção, o beneficiamento deve ser realizado de acordo com princípios básicos:

- a) máxima porcentagem de sementes puras: obtenção de lotes com a máxima pureza possível. Um lote deve ser constituído de sementes secas, limpas, uniformes e livres de materiais indesejáveis;
- b) manutenção e aprimoramento da qualidade: cada etapa do beneficiamento deve assegurar a qualidade inicial intrínseca de cada semente e aprimorar a qualidade final do lote. Devem-se eliminar o excesso de água, sementes fora do padrão

ou de baixa qualidade, os materiais inertes e outras sementes indesejáveis, estruturas de resistência de fungos, evitar danos mecânicos e as possíveis misturas varietais ao longo da linha do beneficiamento.

Há uma grande variedade de máquinas disponíveis para o beneficiamento, a utilização e a disposição dessas dependem de diversos fatores, como espécie, características indesejáveis do lote a resolver, nível tecnológico e retorno econômico. Estas podem ser desde uma simples peneira até máquinas com elevados níveis de automação. Embora variem bastante, todas essas máquinas separam sementes com base nas diferenças físicas entre o material desejável, ou seja, sementes puras e o indesejável.

O conjunto ou a sequência de máquinas depende da espécie de semente que está sendo beneficiada, assim como da natureza das impurezas e do volume de cada componente no lote. É de suma importância que os operadores da UBS estejam treinados quanto aos padrões de sementes e suas características físicas, além dos princípios de funcionamento de cada equipamento e da sua relação com a qualidade de sementes. Dessa forma, decisões assertivas poderão ser tomadas em uma UBS, que está cada vez mais completa e tecnológica (Fig. 1).

A separação do material indesejável de um lote de sementes é realizada por uma ou mais máquinas específicas. Essas máquinas foram desenvolvidas para remover o material indesejável, utilizando a diferença de algumas características físicas entre a semente e o material a ser eliminado. Para obter uma separação eficiente, a semente desejável da cultura deve apresentar diferenças mínimas quanto às outras e aos materiais inertes.

Em geral, os equipamentos utilizam bases de separações físicas como tamanho e formato (comprimento, espessura e largura), peso específico e densidade, texturas e colorações dos tegumentos. São diversos equipamentos, com diferentes possibilidades de usos e disposições às particularidades das espécies cultivadas,

assim como as características específicas dos lotes e possíveis problemas a serem resolvidos. As circunstâncias e as condições em que as sementes são recebidas na UBS determinam as operações necessárias ao beneficiamento de cada lote.

### Operações e cuidados no beneficiamento

As operações realizadas no beneficiamento são variáveis em função das espécies e das peculiaridades de cada lote e situação de produção.

As diversas operações do beneficiamento incluem a recepção, a pré-limpeza e operações especiais, quando necessárias (escarificação, desaristamento, deslimentamento, entre outras), a secagem, a limpeza, a classificação ou padronização, o tratamento, o envase das sementes e o armazenamento, conforme fluxograma geral da Figura 2. No entanto, para algumas espécies, outras etapas específicas, como a despalha e a debulha no caso do milho, quando colhido em espigas, extração das sementes dos frutos carnosos tal qual o despolpamento são também etapas que podem ser necessárias no processo de beneficiamento.

#### Recepção

Ao receber as sementes, o responsável técnico pela operação do beneficiamento, antes de iniciar o processo, deverá coletar uma amostra representativa de sementes de cada carregamento e fazer uma análise prévia de sua qualidade, em especial, quanto às impurezas, índice de danos mecânicos, danos por insetos (ex: percevejo), sementes manchadas (ardidas), misturas varietais e teor de água. Com essas análises e com o conhecimento do histórico do campo de produção, tomar a decisão correta, quanto ao destino daquele material, como o descarte ou a segregação, quando apresentar problemas crônicos ou continuidade na linha de beneficiamento, visto que o processo é oneroso.

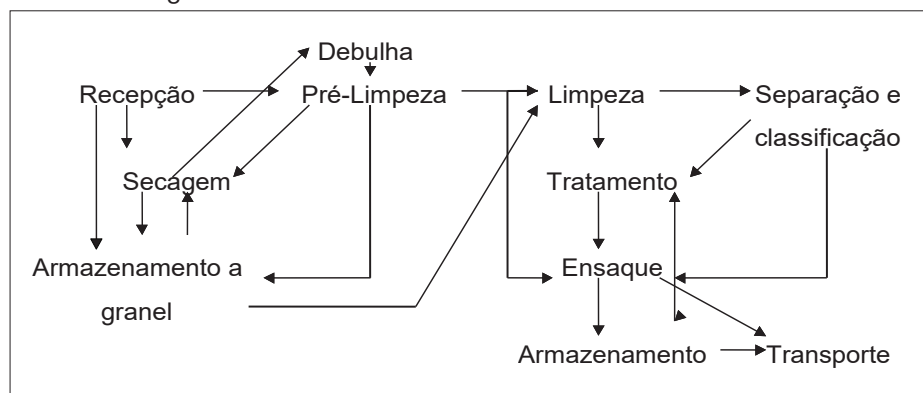
A moega, para o recebimento das sementes, deve ter fácil acesso, possuir tecnologias de manufatura que permitam fácil limpeza, de preferência ser

Figura 1 - Visão parcial de uma Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) de soja



Arquivo Autores

Figura 2 - Fluxograma geral de possíveis etapas do beneficiamento de sementes de grandes culturas



Fonte: Elaboração dos autores.

autolimpante, ou seja, que não acumule materiais entre os descarregamentos, evitando assim a contaminação varietal. Utilizar moegas que favoreçam menores ocorrências de danos mecânicos no momento da descarga das sementes. Outro cuidado relevante, caso se tenha mais de uma moega de recepção, é o correto isolamento entre estas, evitando possíveis contaminações varietais entre descarregamentos simultâneos.

#### Pré-limpeza e operações específicas

No processo de colheita, é inevitável que as sementes sejam misturadas a materiais indesejáveis, como materiais inertes (restos de culturas, torrões, pedras, excesso de pó), sementes de plantas daninhas, de outras espécies, malformadas e/ou quebradas, estruturas de resistências de fungos, entre outros. As máquinas de pré-

-limpeza possuem elevados rendimentos operacionais, pois atuam basicamente na remoção dos materiais com características físicas muito discrepantes em relação ao desejado, como maiores e menores (separação por peneiras) e os mais leves (separação por pressão positiva ou negativa de ar).

Para a operação de pré-limpeza utilizam-se máquinas de ventiladores e peneiras. Essa mesma máquina, dependendo das peneiras utilizadas, também pode ser usada para a limpeza e classificação das sementes. As principais vantagens da operação da pré-limpeza são: reduzir o volume do material a ser secado, diminuir o risco de incêndios, maior fluidez, facilitar o deslocamento do ar de secagem na massa de sementes, melhorar o desempenho dos transportadores e otimizar as operações das máquinas subsequentes.

Sementes palhentas e aristadas, como algumas forrageiras, hortícolas e florestais, sementes de frutos carnosos, de milho colhidas em espiga, de algodão, de amendoim, sementes duras e impermeáveis à água, necessitam de operações especiais na recepção, antes da secagem e das subsequentes operações de beneficiamento. Nesses casos, são utilizadas máquinas e equipamentos especiais, tais como os desaristadores, despoldadores, despaldadores, debulhadores, descascadores, escarificadores e deslindadores mecânicos e químicos, entre outros, de acordo com a especificidade da semente a ser processada.

### Secagem de sementes

A secagem é uma etapa crucial na produção de sementes, deve ser realizada com cuidados específicos, diferente dos procedimentos utilizados para secagem de grãos. A secagem é importante pois proporciona teores de água seguros ao armazenamento, porém a qualidade das sementes tem que ser preservada durante o processo. O que demanda conhecimentos específicos para a correta condução.

### Limpeza e classificação ou padronização

Após a pré-limpeza e secagem, o lote de sementes passa por uma limpeza apurada, ou seja, remoção de alguns materiais indesejáveis, com características físicas mais próximas das sementes e ainda por classificação/padronização dos tamanhos por peneiras. Nessas etapas são utilizadas características, como: largura, espessura, comprimento, peso específico, forma, textura e coloração, sendo as bases de separação e equipamentos especializados escolhidos em função das espécies e materiais indesejados. As principais bases de separação serão descritas a seguir.

#### Tamanho e formato

A diferença de tamanho é uma das características mais comuns entre sementes, ainda, entre sementes e impurezas. O tamanho é definido pelas três dimensões, comprimento, largura e espessura, sendo que, conforme a espécie, o beneficiamento é feito com base em uma ou mais dimensões.

#### Classificação quanto à espessura e largura

A separação das sementes entre si, ou das impurezas, com base na espessura ou na largura, é realizada por meio de peneiras planas ou cilíndricas, as quais podem ser construídas de chapas metálicas com perfurações, ou de malhas de arames entrelaçados. As perfurações das chapas podem apresentar formatos oblongos, circulares ou triangulares. Nas peneiras de malhas de arame, as aberturas podem ser quadradas ou retangulares. Cada peneira é identificada por meio de números, que indicam a forma e o tamanho das perfurações:

a) perfuração oblonga: as sementes ou impurezas que diferem quanto à espessura podem ser separadas por peneiras de perfurações oblongas, conforme Figura 3A. Os crivos são designados por duas dimensões: largura e comprimento. Essas di-

mensões podem ser apresentadas em milímetros, como 2,00 x 22; 4,5 x 22, 5,5 x 22, ou frações de polegadas (1 polegada = 25,40 mm), como 3/4 x 20. Para a separação por espessura, a face mais estreita da semente se alinha com as perfurações oblongas e passa pelos orifícios. As menos espessas ou achatadas atravessam as perfurações, ao passo que as mais espessas ou arredondadas são retidas nas peneiras. Essas peneiras, no geral, são utilizadas para separar as sementes achatadas das arredondadas como as de milho, comumente denominadas chatas e redondas e, também, como exemplo, separar as sementes inteiras das quebradas (bandinhas) ou malformadas em leguminosas (Fabaceae), como feijão e soja, e no café para separar semente moca (arredondada);

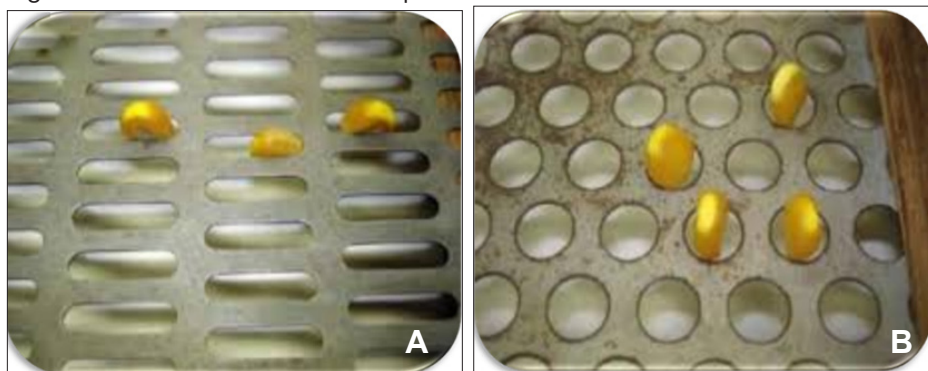
b) perfuração circular: as sementes que diferem quanto à largura podem ser separadas por peneira de crivos circulares, conforme Figura 3B. Os crivos são dimensionados pelo seu diâmetro, podendo a unidade de medida ser em milímetros (mm) ou em fração de polegada. A classificação em milímetros é comumente utilizada ao beneficiamento de sementes de soja, a exemplo, 5,5; 6,5 e 7,5 mm. O uso da fração de polegada, muito comum a sementes de milho, o denominador da fração é sempre 64, por exemplo: 20/64, 22/64, 24/64. Por isso, normalmente, a designação é feita apenas pelo numerador, por exemplo, peneira 20, peneira 22 ou peneira 24. Para a separação por largura, as sementes deslocam-se, verticalmente, pelas perfurações, de maneira que aquelas com largura maior que o diâmetro do furo são retidas, ou seja, são classificadas de acordo com número da peneira. Além dessas perfurações existem outras, como oval ou triangular, que também podem ser utilizadas para a

obtenção de melhores resultados em separações específicas;

- c) peneiras de arame com malhas quadradas ou retangulares: peneiras de malha quadrada são utilizadas para separação das sementes e das impurezas que diferem quanto à largura. Seu dimensionamento é dado pelo número de aberturas por polegada quadrada. Peneiras com malhas retangulares separam as sementes das impurezas pela espessura. Seu dimensionamento é dado à semelhança das peneiras de malha quadrada. Neste caso, em um sentido é designado o número de furos referentes à largura e, no outro, o número de furos referentes ao comprimento. Esses tipos de peneiras necessitam de maior atenção quanto ao desgaste, por possuírem menor durabilidade. As peneiras de chapas metálicas são os componentes principais das máquinas utilizadas na limpeza e classificação, como as de ventiladores e peneiras, os classificadores cilíndricos e os classificadores planos:

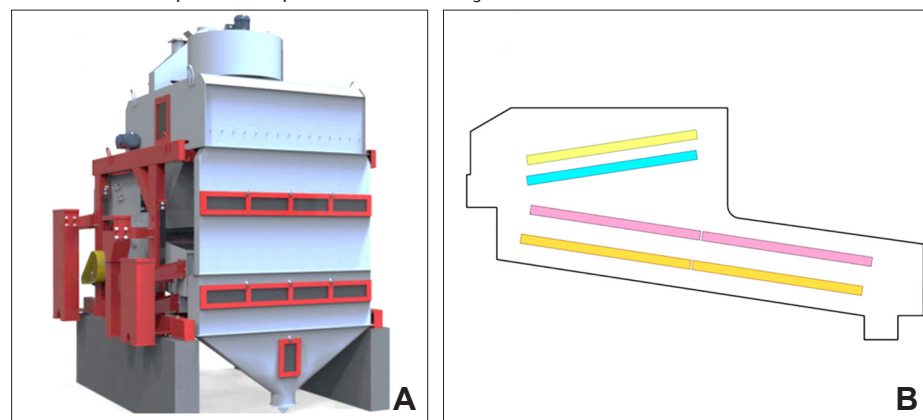
- máquina de ventiladores e peneiras: a máquina de ventiladores e peneiras é um equipamento básico na maioria das UBS (Fig. 4). Em um grande número de espécies, as sementes devem passar por essa máquina antes que outras separações específicas sejam realizadas. A complexidade das máquinas varia desde mais simples, com um jogo de peneiras apenas, até mais complexas, com um número maior de peneiras, como exemplo: com até oito peneiras e três ou quatro ventiladores com alto rendimento operacional. Nessas máquinas, são empregados três elementos de separação: aspiração e/ou ventilação, desfolhação e peneiração, nas quais a semente desliza sobre os orifícios da peneira, enquanto as partículas menores caem por

Figura 3 - Sementes de milho em peneiras de crivos



Nota: A - Peneira de crivos oblongos – classificação por espessura; B - Peneira de crivos redondos – classificação por largura.

Figura 4 - Máquina de ventiladores e peneiras que podem ser utilizadas na pré-limpeza, limpeza e classificação de sementes



Fonte: Adaptado de Silomax (2021b).

Nota: A - Máquina para limpeza e classificação de sementes; B - Exemplificação de disposição interna de peneiras.

estes. Em seguida, as sementes são classificadas em diferentes tamanhos, também por meio de peneiras. Quanto maior número de peneiras e ventiladores, maior a tendência de uma limpeza mais apurada, ou seja, retirada de material indesejado com dimensões mais próximas das sementes. Dependendo do número de peneiras e nível de exigência de padronização, a classificação também pode ser realizada neste equipamento. A correta regulagem da máquina é de extrema importância para a qualidade do material obtida, essa pode ser feita em função dos

seguintes itens: quantidade de semente na entrada da máquina (alimentação); seleção das configurações de peneiras; sistemas de entrada e saída de ar; vibração e inclinação das peneiras,

- separadores em espiral: o formato das sementes pode ser outra característica física a ser utilizada na limpeza. A forma das sementes varia amplamente entre as espécies, o separador em espiral é uma máquina desenvolvida para separar sementes arredondadas de sementes ou estruturas achatadas. As sementes achatadas podem ser malformadas, amassadas,

atacadas por insetos ou patógenos, ou também, no caso da soja, caracterizadas como soja verde, ou algumas espécies nocivas, como as sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), e também pode retirar estruturas de resistências de fungos que ainda não tenham sido excluídos na limpeza (escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*). Esse equipamento é formado por lâminas metálicas espiraladas concêntricas, em posição vertical. Equipamento muito comum em UBS de soja. Hoje já existe no mercado outros modelos mais modernos que visam reduzir os danos mecânicos e aumentar a eficiência e o rendimento,

- classificadores ou padronizadores: algumas UBS em especial para sementes de soja utilizam a máquina de ventiladores e peneiras apenas para a retirada das impurezas, pré-limpeza e limpeza, e classificam as sementes quanto à largura em equipamentos específicos para essa função, os classificadores de peneiras planas (comumente denominados peneirões). Estes classificadores são munidos de várias peneiras, que permite a separação em tamanhos diferentes com maior acurácia em uma mesma operação, todavia não realiza limpeza, somente classificação. São bastante utilizados nas UBS de soja, para classificação quanto à largura/diâmetro, como exemplo 5,0 mm, 6,0 mm e 7,0 mm ou com nomenclaturas P1, P2 e P3 (Fig. 5A e 5B). Outro modelo de classificador utilizado no beneficiamento de sementes é denominado classificador cilíndrico (Fig. 5C). São amplamente usados para a classificação de sementes de milho, as quais possuem grandes variações no tamanho e formato e necessitam de uma classificação mais detalhada, de espessura e

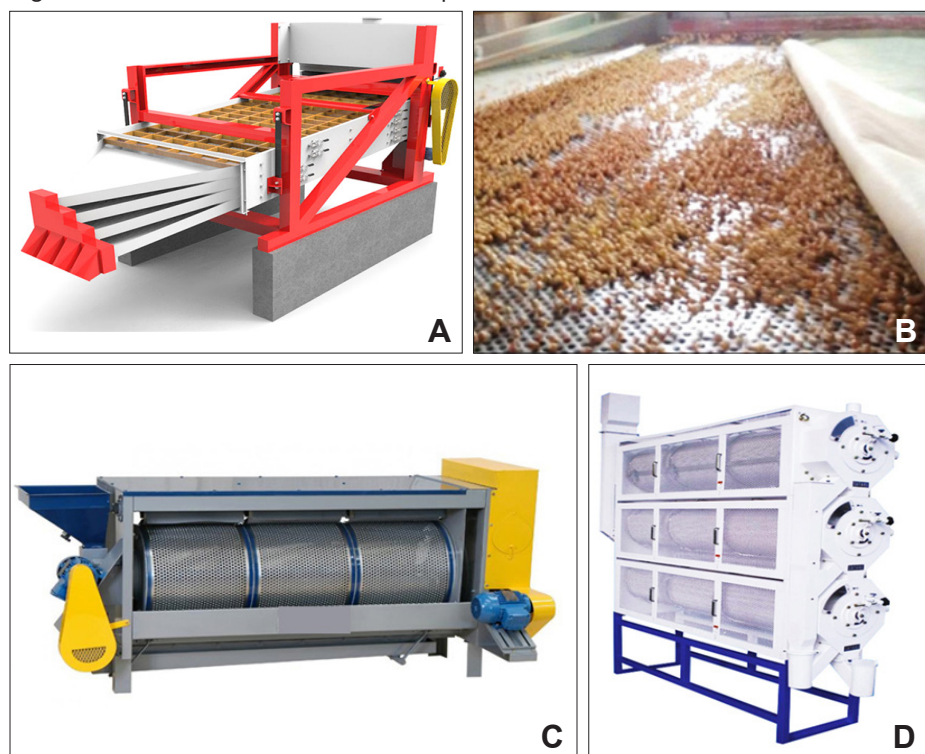
largura, precisando, assim, de um número maior de peneiras. Para classificações por comprimento, quando necessário, o equipamento utilizado é o separador de cilindro alveolado, também denominado “trieur” (Fig. 5D), muito utilizado na classificação de sementes de milho. A máquina constitui basicamente de um cilindro com alvéolos de tamanhos específicos na face interna, uma calha central para recolher as sementes classificadas, roscas de descarga, retardador de fluxo, inclinador do cilindro e polias.

#### Classificação por peso específico

Um princípio de separação muito eficiente no beneficiamento de sementes é o peso específico. Sementes diferem entre si em seu peso específico. Sementes atacadas por insetos e/ou microrganismos

podem manter a mesma forma e dimensões das não atacadas, porém apresentam menor peso específico. Da mesma forma, “sementes chochas” de gramíneas forrageiras, arroz, aveia, olerícolas, dentre outras, como as de algodão e mamona, apresentam forma e tamanho semelhantes às sementes desejáveis, no entanto diferem quanto ao peso específico. A mesa gravitacional, o aspirador e o separador pneumático são todos projetados para classificar as sementes quanto ao peso específico. Sendo a mesa gravitacional, ou comumente chamada “mesa densimétrica”, o equipamento mais usual, consiste basicamente em uma mesa com tampo telado que permite a passagem do ar, com movimentos oscilatórios. O fluxo de ar é ajustado, a fim de levantar as sementes menos densas, enquanto as mais densas permanecem na superfície da mesa, proporcionando uma estratificação vertical em relação ao peso específico (Fig. 6). Com o movimento elíptico da mesa e com as inclinações laterais e longitudinais do tampo,

Figura 5 - Modelo de classificadores planos e cilíndricos



Fonte: (A) Silomax (2021a) e (C) Pinhalense (2021a).

Nota: A e B - Classificadores planos – peneirões; C - Classificador cilíndrico; D - Classificador cilíndrico – cilindro alveolado “trieur”.

as sementes menos densas, descartes, são descarregadas nas bicas inferiores da mesa. Já as mais densas deslocam-se e mantêm-se na parte superior da mesa, onde são descarregadas nas bicas mais altas.

As principais regulagens são: volume de sementes na mesa (alimentação), fluxo de ar, intensidade de oscilação, inclinação longitudinal e inclinação lateral e disposição das aletas (dedos) direcionais de descargas. Quando uma regulagem é modificada, a ação das demais é alterada. Assim, as regulagens devem ser coordenadas e balanceadas entre si proporcionando melhor separação e capacidade.

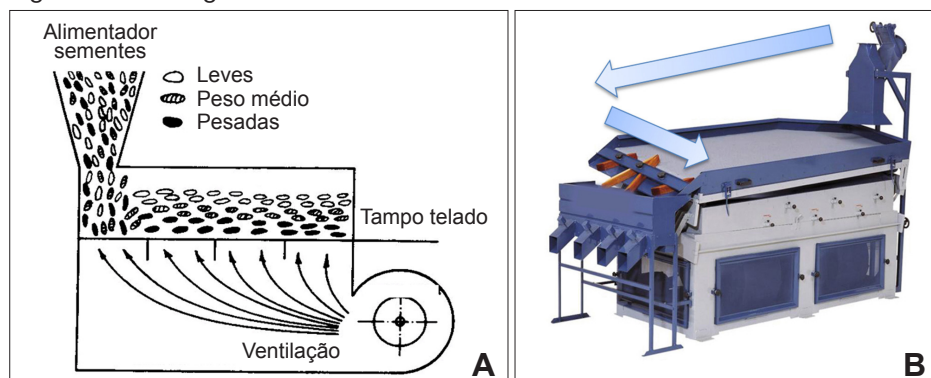
#### Classificação por coloração

Existe a possibilidade, dependendo do objetivo, de uso de equipamentos para separação de materiais por diferença nas tonalidades das sementes. Esses separadores eletrônicos por cores, quando necessários, devem ser usados no fim da linha de beneficiamento, após a limpeza e classificação. Tem como objetivo eliminar as sementes indesejadas de cores diferentes, seja pela mistura varietal seja por algum dano, como sementes esverdeadas de soja, sementes imaturas que diferem quanto à cor do tegumento, como acontece com algumas espécies hortícolas e de tabaco, e também sementes manchadas/contaminadas por fungos. São muito utilizados em sementes de milho para separar aquelas manchadas denominadas “ardidas”.

#### Elevadores e transportadores de sementes

Os transportadores são elementos indispensáveis em uma UBS para conduzir as sementes de um equipamento a outro até o fim da linha, porém estão entre os principais promotores de danos e de contaminação dentro do processo. Sendo assim, o modelo de transportador, a velocidade, a facilidade de limpeza, a disposição correta dos equipamentos de transporte de sementes são fatores essenciais, para reduzir danos e contaminações às sementes. Além disso, deve apresentar facilidade de limpeza.

Figura 6 - Mesa gravitacional



Fonte: (B) Adaptado de Pinhalense (2021b).

Nota: A - Esquema de diagrama do fluxo de ar nas sementes e estratificação vertical em uma mesa de gravidade; B - Exemplificação do equipamento.

Os elevadores podem ser de caçamba acopladas à correia ou à corrente, esses modelos são muito utilizados em UBS. Porém merecem atenção, pois quando operam com velocidade excessiva, podem causar danos às sementes durante a carga e descarga. São também de difícil limpeza, o que pode causar contaminações, se não forem corretamente vistoriados no início do beneficiamento de uma outra cultivar.

Os modelos de transportadores são por correia, vibratórios, pneumáticos e por parafuso (rosca sem fim). Mediante características dos transportadores por correia, estes apresentam as vantagens de proporcionar menos danos às sementes e menores ocorrências de contaminações, por serem autolimpantes. Para os demais modelos, monitoramentos de possíveis danos às sementes e contaminações são essenciais, pois nesses as ocorrências desses problemas podem ser maiores.

#### Tratamento e envase

O tratamento de sementes é a aplicação de processos e substâncias que preservem, aperfeiçoem ou protejam o desempenho das sementes ou plântulas. Pode envolver a aplicação de defensivos (fungicidas, inseticidas e nematocidas), inoculantes e produtos biológicos (*Bradyrhizobium*, *Trichoderma*, *Bacillus*, *Azospirillum*, etc.), estimulantes (hormônios), protetores e micronutrientes. O tratamento de sementes demanda cuida-

dos e recomendações especiais em função das espécies, condições de cultivo, perfil do mercado, dentre outros tópicos.

O envase das sementes é a etapa final do processamento, em que definições importantes precisam ser corretamente realizadas e seguidas em função das espécies e perfis de comercialização e rentabilidade. Dentre estas estão, o correto teor de água das sementes para o armazenamento e o tipo e tamanho das embalagens. Os tipos mais comuns são de saco de papel multi-foliado ou de polipropileno, trançado ou com microperfurações, principalmente para grandes culturas, com quantidade em número de sementes, a exemplo 60 mil sementes de milho híbrido, ou em quilograma com embalagens que variam de 20 até 1000 kg. Já sementes comercializadas em pequenas quantidades, como as olerícolas, é comum a utilização de embalagens herméticas, não permite trocas entre o ambiente e a massa de semente, como os envelopes aluminizados, latas, baldes plásticos.

A correta identificação das embalagens de sementes com as devidas informações deve seguir a legislação pertinente vigente do MAPA, existem informações obrigatórias e algumas opcionais. As informações vão desde espécie, número do lote, cultivar/híbrido, categoria de semente, número da inscrição no CPF ou CNPJ do “produtor” ou reembalador, endereço, número de Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Re-

nasem), percentuais de sementes puras, de germinação ou de viabilidade, conforme o caso, validade do teste de germinação, peso líquido mínimo ou número de sementes até informações como local de produção, safra, classificação em peneiras e sugestões técnicas para semeadura/plantabilidade (discos, velocidades de semeadura, entre outras). Quando se tratar de sementes tratadas ou revestidas, estas precisam ser devidamente identificadas na embalagem, dentre as informações estão ingrediente ativo e dose utilizada.

### Armazenamento

O armazenamento deve ser conduzido em condições que reduzam ao mínimo a deterioração de sementes, proporcionando melhor manutenção da qualidade das sementes até o momento de sua utilização, ou seja a semeadura. Diversos fatores influenciam na conservação da viabilidade e vigor das sementes ao longo do armazenamento, como espécies, qualidade inicial do lote, condições do ambiente de armazenamento como temperatura e umidade relativa (UR) do ar, ocorrência de insetos e microrganismos, tipo de embalagem quanto à troca entre massa de sementes e ambiente, temperatura na massa de sementes e teor de água nas sementes.

Dentre os fatores, alguns merecem atenção especial por terem influência direta e proeminente sobre a qualidade das sementes, além de serem passíveis de alterações em nível comercial, como temperatura do ambiente e consequentemente da massa de sementes, UR do ambiente e teor de água na semente. Para aumentar a longevidade das sementes, são necessárias temperaturas mais baixas do ambiente e da massa de sementes, além de UR do ar e teores de água reduzidos. Essa combinação proporciona uma diminuição no metabolismo e no consumo de reservas (respiração), além de desfavorecer a proliferação de insetos e microrganismos, ocasionando a melhor conservação das sementes.

As sementes têm a propriedade de ceder ou absorver UR do ar que as envolve,

buscando naturalmente o equilíbrio higroscópico, por isso ambiente com UR do ar elevada é indesejado por elevar a umidade das sementes armazenadas. Sementes ortodoxas armazenadas secas, entre 10% e 12% de teor de água, mantêm um nível de respiração moderado. A água das sementes também não pode ser toda retirada, por ser essencial à manutenção da viabilidade. O nível mínimo de teor de água para manter as sementes vivas varia entre as espécies, além de questões econômicas e quanto ao tipo de embalagem para retirada de água em níveis mais baixos. No entanto, aumentando-se o conteúdo de água, a respiração é acelerada consideravelmente e, em consequência, aumenta-se a deterioração das sementes.

Para temperatura, conforme a mesma relação do teor de água com metabolismo, consumo de reservas e ocorrência de insetos e microrganismos, quanto mais baixa melhor será a condição de armazenamento para manutenção da viabilidade e vigor da semente, exceto condições de congelamento que exigem cuidados e técnicas especiais.

Ocorre interação entre esses dois importantes fatores, temperatura e teor de água, sendo que os efeitos sobre a conservação apresentam efeitos aditivos. Regras práticas dessa relação e desses efeitos sobre a viabilidade foram postuladas por Harrington (1972) e são importantes para nortear o manejo desses fatores, ou seja: para cada 1% de redução no conteúdo de água da semente, o tempo de viabilidade da semente no armazenamento é duplicado (faixa: 5% a 14%) e, para cada 5,5 °C de decréscimo na temperatura do ambiente de armazenamento, o tempo de viabilidade da semente é duplicado (faixa: 0 a 50 °C). É ideal que a soma aritmética da temperatura de armazenamento com a porcentagem de UR do ambiente não deverá exceder 55,5.

É notório que quanto mais baixas forem a temperatura e a UR do ar e teor de água, dentro dos limites de segurança, melhores serão as condições de armazenagem. É comum as câmaras frias e secas para se-

mentes apresentarem 10 °C e 50% de UR do ar. No entanto para a escolha dos níveis de controle de temperatura e/ou UR do ar, o responsável deve avaliar alguns quesitos, como: condições climáticas do local, período de armazenamento, tolerância da espécie e/ou cultivar/híbrido ao armazenamento, volume e mercado dessas sementes e viabilidade econômica. Analisar os custos e a importância da redução da UR do ar e/ou redução da temperatura, alinhados às condições ambientais externas durante o armazenamento.

### SECAGEM DE SEMENTES

O momento mais adequado à colheita é o mais próximo possível da maturidade fisiológica, ou quando for tecnicamente viável. Nesta etapa, as sementes apresentam graus de umidade muito acima daquele que seria ideal para o armazenamento, fazendo-se necessária a operação de secagem artificial. No entanto, apesar das vantagens que a secagem artificial apresenta, dependendo da forma como é conduzida e se não for bem planejada, pode ser uma fonte de danos às sementes, por isso, merece atenção especial por parte dos produtores. Sua suscetibilidade aos danos por secagem é função de condições do processamento, de sua qualidade no momento da secagem e do teor de água inicial, aliados aos aspectos genéticos. Em função desses fatores, as sementes respondem diferentemente ao processo de secagem, ou seja, a temperatura, ao tempo de exposição a essa temperatura e à velocidade de retirada da água.

### Água nas sementes

A semente contém uma proporção variável de água e matéria seca (MS). O grau de umidade expressa a relação da massa de água contida numa amostra de sementes, seja em relação à massa total (ou massa de matéria úmida), seja em relação à massa de MS, representando o grau de umidade em base úmida (bu) ou em base seca (bs), respectivamente.

Diferentes conceitos têm sido usados para caracterizar propriedades da água

em tecidos de plantas. A água presente em uma semente pode estar em uma forma absorvida, que seria a de ligação mais fraca, localizada nos espaços intergranulares e nos poros, em que atuam apenas forças capilares. Também na forma adsorvida (água presa/retida), cujas forças, que agem, são as da atração molecular, podendo ser de natureza física ou química. Em função da natureza das ligações físico-químicas entre os componentes da semente e as moléculas de água, correspondentes aos diferentes níveis de hidratação, a água na semente apresenta-se sob cinco formas.

A água do tipo 1 corresponde à água de constituição, encontra-se ligada aos constituintes químicos da semente, por meio de forças de  $-150 \text{ MPa}^1$ , não havendo interesse em sua remoção, uma vez que pode causar danos letais às sementes, o que depende da espécie. Denominada de “água ligada” ou de “constituição”, é definida como a água que se encontra associada à matriz celular e tão fortemente estruturada que sua termodinâmica e propriedades diferem da água livre.

A água do tipo 2, com potencial hídrico de  $-150$  a  $-11 \text{ MPa}$ , corresponde a graus de umidade entre 8% e 22% (bu), e a do tipo 3, de  $-11$  a  $-4 \text{ MPa}$ , corresponde a 22% a 33% (bu), dependendo da espécie. Esses dois tipos de água necessitam de maior pressão de vapor para serem removidas. As águas do tipo 2 e 3, que se encontram adsorvidas às moléculas, são as que têm maior relação com a secagem comercial, já que a maioria das secagens na produção de sementes está concentrada nessas faixas de umidade, e sua retirada pode ser promovida pelo gradiente de UR e temperatura do ar de secagem.

Na faixa de potencial hídrico de  $-4$  a  $-2 \text{ MPa}$ , o teor de água das sementes varia de 33% a 55% (bu) e corresponde à água do tipo 4. Além desses quatro tipos, a água nas sementes pode estar em uma forma absorvida, com força de atração fraca

( $>-2 \text{ MPa}$ ), correspondente aos graus de umidade acima de 55% (bu), denominada água do tipo 5. Esses dois últimos tipos de água são facilmente removidos, não havendo, portanto, necessidade de altas temperaturas, uma vez que a força de atração é mínima, e a alta taxa de secagem, ou seja, a retirada rápida de água poderá comprometer a qualidade. Devem-se, neste caso, utilizar temperaturas mais baixas, UR mais baixas e maior velocidade do ar na secagem.

### Processo de secagem

Por definição, secagem é o processo de transferência de calor e vapor d'água entre a semente e o ar de secagem, em que o ar transfere o calor às sementes, ocorrendo evaporação, e a semente transfere a água evaporada para a corrente de ar, que a levará para fora da massa de sementes. Assim, no conceito tecnológico da secagem, entende-se a massa de sementes como doadora de água e a atmosfera como receptora.

Durante a secagem, a retirada da umidade é obtida pela movimentação da água, decorrente da diferença de pressão de vapor d'água entre a sua superfície e o ar que as envolve. A condição para que ocorra a secagem é que a pressão de vapor d'água sobre a superfície da semente seja maior que a pressão de vapor d'água no ar de secagem. O movimento dar-se-á no sentido do gradiente da pressão de vapor d'água. Se essa condição não for satisfeita, poderá, em alguns casos, ocorrer hidratação das sementes, caso a pressão de vapor d'água do ar seja maior que na superfície das sementes.

A taxa de secagem resulta da velocidade de evaporação da água da semente, relacionada com a velocidade de movimentação da água do seu interior para a superfície e depende, fundamentalmente, da umidade, da temperatura e do fluxo de ar empregado. Também é influenciada pela espessura e permeabilidade do tegumento

ou pericarpo, pela composição química, pelo genótipo, pelo estágio de maturação e pelo teor de água inicial.

Se ocorrer igualdade dessas pressões, a semente não perderá nem ganhará umidade, ou seja, estará em equilíbrio higroscópico. Para que a semente perca água para a atmosfera, é necessário que se reduza o valor de seu ponto de equilíbrio higroscópico, que se consegue reduzindo-se a UR do ar. Fixada a temperatura, a redução da UR é feita com a retirada de vapor d'água do ar, o que diminui a pressão de vapor, elevando sua capacidade de receber água. Da mesma forma, fixada a UR, a aplicação de calor eleva a pressão de vapor do ar na semente e reduz seu ponto de equilíbrio higroscópico.

As sementes são materiais higroscópicos e têm a capacidade de absorver, ceder ou reter água e, dessa forma, sua umidade é influenciada, no que diz respeito à UR e temperatura do ar do ambiente em que estão. A UR é definida como a relação que existe entre a pressão de vapor d'água do ar e a pressão de saturação do ar na mesma temperatura expressa em porcentagem. Se a UR do ar estiver alta, a pressão de vapor também estará e, dependendo dos valores, as sementes podem absorver umidade até se equilibrarem com o meio, em altos teores de água.

Para que a secagem ocorra, é necessário reduzir a UR do ar, o que se consegue com o aumento da temperatura, dentre outras maneiras. No processo de secagem, componentes térmicos e hídricos do ar interagem, sendo que os mais evidentes são a UR, a temperatura do ar e o grau de umidade das sementes. Esses componentes, com suas subdivisões e interações, resultam em elementos que constituem as propriedades psicrométricas do ar, como a UR, a razão de mistura ou umidade absoluta, a temperatura do bulbo seco e do bulbo úmido, o ponto de orvalho, a entalpia, a pressão de vapor d'água e o volume específico.

<sup>1</sup>Mpa - megapascal.

A adição de energia ao meio de secagem faz com que as moléculas de água se desprendam das moléculas da semente, e o vapor d'água é retirado das sementes e do ambiente, por meio do ar em movimento, o que mantém o déficit de pressão de vapor no sentido semente - ar, permitindo a continuidade do processo de secagem. O ar que passa pela massa de sementes tem duas funções: fonte de calor para permitir a evaporação da água nas sementes e serve como veículo para transportar o vapor d'água para fora da massa de sementes.

O fluxo de ar requerido, para secá-las, está limitado pela capacidade do ventilador que força o ar pela massa e pelo tipo de ventilador, que, por sua vez, depende do modelo de secador selecionado. Geralmente, em condições tropicais (altas temperaturas e alta UR do ar), recomenda-se um fluxo de ar mínimo entre 4 e 17 m<sup>3</sup>/min/t de sementes, para secadores estacionários e de 80 a 180 m<sup>3</sup>/min/t de sementes para secadores contínuos e intermitentes, operando a baixas pressões estáticas.

A resistência da semente ao fluxo de ar depende de alguns fatores, envolvendo formato e peso específico, grau de compactação da massa, presença de contaminantes, umidade e altura da camada. Incrementos nesses fatores representam maior resistência à passagem do ar. Quando se deseja maior fluxo de ar, é mais recomendável a redução da altura da massa de sementes do que o aumento da potência do motor.

O fluxo mínimo de ar insuflado por unidade de volume ou por peso de sementes, capaz de promover a sua secagem, sem ocorrência de deterioração, é chamado vazão específica mínima de secagem. A utilização de vazões específicas abaixo do valor mínimo pode comprometer a qualidade das sementes, pelo excessivo tempo de secagem e por ineficiência do processo. Enquanto a utilização de vazões específicas mais elevadas, apesar de reduzir o tempo de secagem, resultará em aumento do consumo de energia, além de exigir maior investimento inicial e ainda poder causar danos às sementes pela velocidade excessiva

da retirada da água, como os danos em membranas celulares.

A taxa de secagem é maior, no início do processo, quando o teor de água é mais elevado e decresce, à medida que o processo avança, porque a água é retida na semente por variadas forças de atração molecular, que alteram em função dos teores de água na semente. Sendo assim, sementes com teores de água mais elevados, início do processo de secagem, são mais sensíveis aos danos térmicos, por isso, quanto mais elevado for o teor de água menor deve ser a temperatura inicial de secagem empregada, e essa deve aumentar à medida que o processo avança, com menores teores de água, respeitando as temperaturas máximas preconizadas para cada processo e espécie, que em geral estão entre 35 °C e 42 °C. Danos térmicos também podem ocorrer, durante a última fase da secagem, quando o teor de água das sementes e a velocidade de secagem são menores, pela redução da velocidade de evaporação e pela elevação excessiva da temperatura do embrião. É importante o monitoramento não só da temperatura do ar de secagem, mas também da UR do ar, pois influenciam na taxa de secagem e, conseqüentemente, na qualidade das sementes após o processo.

### Sistemas de secagem

Os sistemas de secagem podem ser classificados, de acordo com a fonte de energia, com a movimentação das sementes no interior do secador, com a circulação do ar de secagem, dentre outros. No entanto nem todos os sistemas de secagem são adequados à secagem de sementes.

Com relação à fonte de energia e à utilização de equipamentos, basicamente podem ser considerados os sistemas de secagem natural e artificial. A secagem natural consiste na utilização da energia solar e do vento, para secar as sementes, sem o uso de qualquer equipamento. Nessa categoria, estão incluídas a secagem das sementes na própria planta ainda no campo e a secagem ao sol em terreiros

(Fig. 7), os quais, em geral, são de apenas terra (Fig. 7A), lâmina asfáltica (Fig. 7B), concretados ou, em alguns casos, terreiros suspensos. Embora seja alternativa viável de secagem, em algumas situações e espécies, trata-se de um método com algumas desvantagens, como grande dependência das condições climáticas, inviabilidades técnicas e logísticas para maiores volumes de sementes, possibilidades de desuniformidade e de ocorrência de danos com perdas qualitativas e quantitativas, suscetibilidade às enfermidades e aos ataques de insetos, maior demanda de mão de obra, maior tempo para secagem, entre outras. Porém, para algumas espécies olerícolas, forrageiras e para a espécie *Coffea arabica*, esse método tem sido o mais indicado.

A secagem artificial consiste em alterar as propriedades físicas do ar, aumentando sua velocidade e temperatura e, em alguns casos, reduzindo a UR do ar para secar as sementes por meio de equipamentos. Incluem, nessa categoria, o sistema de secagem com ar não aquecido (natural), secagem com aquecimento suplementar e secagem com ar aquecido.

No sistema de secagem com ar não aquecido (natural), o ar com temperatura e UR ambiente é forçado a atravessar a massa de sementes, por meio de ventiladores. Trata-se de sistema de menor custo, pois é requerida energia apenas para o funcionamento do ventilador, mas apresenta desvantagens, como a dependência das condições ambientais (recomendado somente para situações com UR do ar inferior a 60%), tempo de secagem prolongado e requer um maior número de silos secadores.

No sistema de secagem com aquecimento suplementar, o ar é aquecido até 10 °C acima da temperatura ambiente e esse sistema também requer menor gasto de energia, melhor controle em caso de clima externo desfavorável e constitui boa alternativa para pequenos agricultores.

No sistema de secagem com ar aquecido, o ar é aquecido continuamente enquanto durar o processo de secagem, até

Figura 7 - Secagem natural de sementes em terreiros



Nota: A - Em chão batido, improvisados no próprio campo de produção; B - Com lâmina asfáltica.

valores preestabelecidos. É o sistema mais utilizado por empresas de sementes, visto que permite maior controle da secagem, independentemente das condições ambientais, secagem de grandes volumes de sementes em tempos menores e é possível monitorar todo o processo de secagem, a partir da umidade inicial.

Dependendo da forma de movimentação das sementes no interior do secador, podem ser considerados três principais tipos de secadores artificiais com ar quente: estacionários, contínuos e intermitentes.

No secador estacionário, a secagem consiste em forçar um fluxo de ar aquecido pela massa de sementes, que não é movimentada durante o processo. No início da secagem, é estabelecida uma zona de intercâmbio da umidade das sementes com o ar, conhecida como frente de secagem, a qual vai avançando pela massa de sementes com o decorrer do processo. É o sistema mais adequado à secagem de sementes, visto que é eficiente e consiste em menor tendência de danos mecânicos nas sementes, se operado adequadamente. Existem vários tipos de secadores estacionários, como: silo-secador de fundo falso com distribuição de ar longitudinal, silo-secador com distribuição de ar radial, muito comum para sementes de soja (Fig. 8A e 8B), secador de milho em espigas com fluxo de ar longitudinal (Fig. 8C e 8D), secador de sementes em sacos e secador em túnel, entre outros.

O secador contínuo foi o primeiro a ser desenvolvido, no qual é estabelecido um fluxo contínuo de sementes entre a moega receptora, a câmara de secagem e o depósito. As sementes entram úmidas, na parte superior do secador, fluem lentamente em camadas delgadas sempre expostas ao fluxo de ar quente (secagem contínua), até chegarem ao fundo do secador (Fig. 9). É ne-

cessário que passe pela câmara de secagem com velocidade adequada para que possa perder toda a água que se deseja retirar. Se não atingirem o teor de água necessário, durante sua passagem na câmara de secagem, são recirculadas até que alcancem a umidade final desejada.

Os secadores contínuos, de modo geral, não são recomendados para a secagem de

Figura 8 - Modelos de secadores estacionários



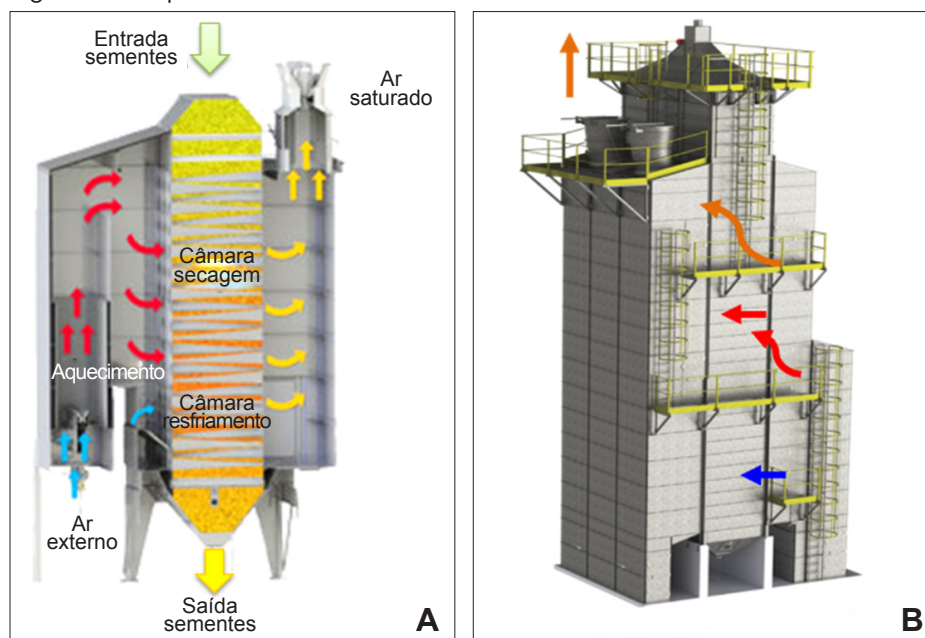
Nota: A e B - Com fluxo de ar radial; C e D - Secadores de milho em espigas com fluxo de ar longitudinal.

sementes, porém em algumas situações, como exemplo uma pré-secagem, admite-se essa possibilidade. Para o uso desses modelos é necessário que sejam feitos ajustes, tais como redução do impacto das sementes durante o fluxo, aumento do número de passagens e da velocidade de fluxo da massa de sementes pela câmara de secagem, para evitar uma secagem muito rápida, o que pode provocar fissuras nas sementes. Para o uso desses secadores, o monitoramento de danos mecânicos e da qualidade das sementes deve ser minucioso durante o processo.

No secador intermitente, as sementes entram na parte superior, fluem lentamente até serem descarregadas na parte inferior do secador e entram em contato com o ar quente somente na câmara de secagem (secagem intermitente). Passam, mais de uma vez, tanto pela câmara de secagem, como pela câmara de equalização (Fig. 10). A cada passagem pela câmara de secagem, podem perder de dois a três pontos percentuais de umidade, dependendo do teor de água inicial. O tempo de permanência na câmara de equalização é importante pois, além de favorecer a uniformização da temperatura na massa, permite que a água se desloque do interior das sementes para a camada superficial de forma mais lenta, diminuindo os riscos de danos à qualidade das sementes (Fig. 10).

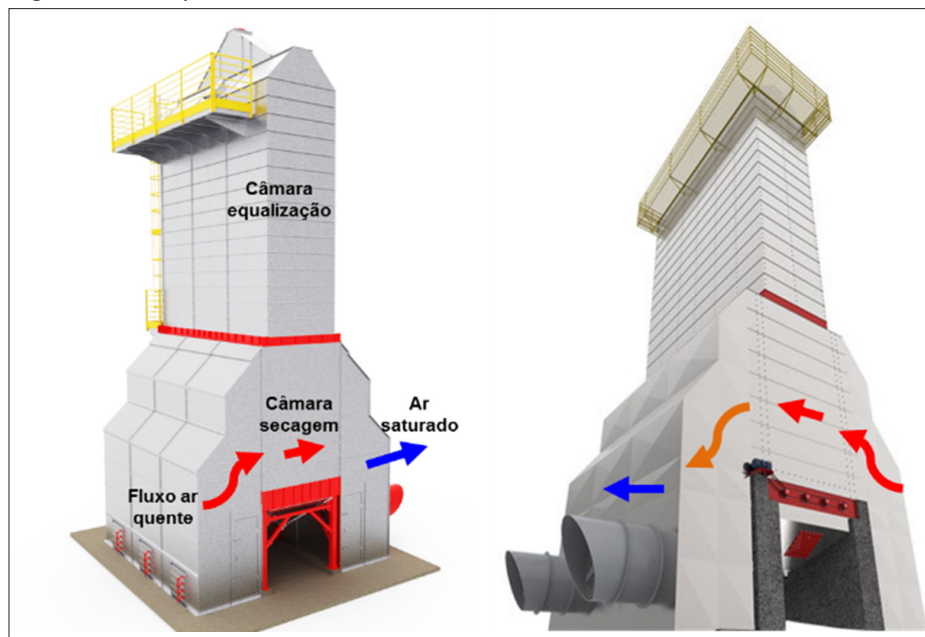
Qualquer que seja o tipo de secagem, a temperatura das sementes durante o processo não deve ultrapassar valores específicos, que variam em decorrência de seu teor de água, no momento em que estão sendo expostas à corrente de ar aquecido, bem como em relação à espécie para evitar danos à qualidade das sementes. Há de se considerar ainda a capacidade do equipamento em proporcionar uma secagem homogênea, para cada tipo de semente que se processa, independentemente de sua umidade inicial. Outra questão que deve ser avaliada é a ocorrência dos danos mecânicos, sendo os principais vilões, neste aspecto, sobretudo, quanto aos dispositivos de carga e descarga. Os secadores devem

Figura 9 - Esquema do fluxo de ar e modelos de secadores contínuos



Fonte: (A) Adaptado de Ventisec Equipamentos Agro-Industriais (2021) e (B) Adaptado de Elipal Silos e Secadores (2021).

Figura 10 - Esquema do fluxo de ar e modelo de secador intermitente



Fonte: Adaptado de Silomax (2021c).

ainda atender as questões relacionadas com a facilidade de limpeza e manutenção e devem ser dotados de sistemas de comando que permitam uma operação mais adequada, cuidadosa e eficiente e que evitem a contaminação de lotes de sementes.

### Sistema de secagem com ar desumidificado

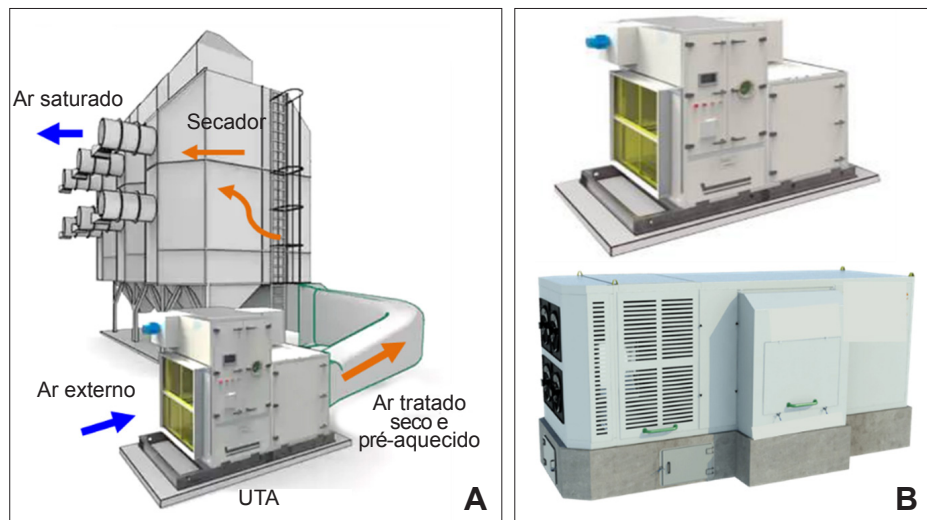
Os avanços em secagem de sementes, nas últimas décadas, envolveram apenas modificações nos secadores, e pouco foi feito para otimizar a capacidade de seca-

gem do ar. Foram utilizados os mesmos conceitos de aquecimento do ar e redução da UR, sem se preocupar, contudo com a razão de mistura. Todavia, mais recentemente com a evolução dos dispositivos, para condicionamento e circulação do ar, já conhecidos pela indústria de sementes em processos de resfriamento, levou à adaptação desses sistemas para desumidificação e aquecimento do ar, originando os secadores com ar desumidificado (Fig. 11A), por meio da utilização das Unidades de Tratamentos de Ar (UTAs) (Fig. 11B). O equipamento possui a capacidade de desumidificar o ar por resfriamento, condensando o vapor d'água presente no ar, para a obtenção de ar com menor UR, com posterior aquecimento leve. Dessa forma, ocorre aumento da capacidade de retenção de água pelo ar e redução da razão de mistura, resultando numa massa de ar mais seco. Com isto, é possível utilizar temperaturas mais baixas durante o processo de secagem, sem perdas grandes de rendimento; evitar os danos provocados pela elevação excessiva de temperatura, prática comum e erroneamente utilizada para aumentar a taxa de secagem e o rendimento operacional de secadores de sementes, principalmente com condições ambientais externas desfavoráveis. Os principais danos de secagem estão relacionados com as membranas celulares, em função da alta taxa de secagem pelo aumento da temperatura. Avelar *et al.* (2011), ao utilizarem o sistema de desumidificação do ar pelo método do resfriamento para secagem de sementes de soja, verificaram que, para reduzir a UR do ar para 40%, foi necessário aumentar a temperatura para 33 °C e, neste processo, não houve redução de sua qualidade fisiológica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processamento pós-colheita de sementes envolvendo as etapas de secagem, beneficiamento, tratamento e armazenamento é fundamental e deve ser conduzido corretamente para contribuir com a obtenção de lotes de sementes de alta qualidade.

Figura 11 - Esquema do fluxo de ar em secador com ar desumidificado e Unidades de Tratamentos de Ar (UTAs)



Fonte: Adaptado de Bry-Air (2021).

No entanto, se este processamento não for realizado de forma cuidadosa, por profissionais treinados, os objetivos podem não ser atingidos, comprometendo a qualidade final do lote.

## REFERÊNCIAS

AVELAR, S.A. *et al.* Secagem estacionária de sementes de soja com ar desumidificado por resfriamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.3, p.454-462, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes... **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.16, 18 set. 2013. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy\\_of\\_INN45de17desetembrode2013.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf). Acesso em: 8 mar. 2022.

BRY-AIR. **Secado de semillas y granos**. Colombo: Bry-Air, [2021]. Disponível em: <https://www.bryair.com/pt/brazil-pt/products-solutions>. Acesso em: 4 jun. 2021.

ELIPAL SILOS E SECADORES. **Secadores de coluna**: equipamento de secagem contínua de grãos recomendado para soja, arroz, milho e trigo. Palmares do Sul: Elipal, [2021]. Disponível em: <http://elipal.com.br/secado-res-de-colunas/>. Acesso em: 26 fev. 2020.

HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWISK, T.T. (ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. v.3, p.145-241.

PINHALENSE. **Feijão-cereais MVF**. Espírito Santo do Pinhal: Pinhalense, [2021b]. Disponível em: <https://www.pinhalense.com.br/feijao-cereais/ventilacao/>. Acesso em: 3 jun. 2021.

PINHALENSE. **Feijão-cereais padronizados**. Espírito Santo do Pinhal: Pinhalense, [2021a]. Disponível em: <https://www.pinhalense.com.br/feijao-cereais/padronizadores/tmilho/>. Acesso em: 3 jun. 2021.

SILOMAX. **Padronizador (Peneirão) - RP2**. Rolândia: Silomax, [2021a]. Disponível em: <https://www.silomax.com.br/produtos/padronizadores/padronizador-peneirao-rp-2>. Acesso em: 3 jun. 2021.

SILOMAX. **Pre Limpeza e Limpeza - MPL-SX-60**. Rolândia: Silomax, [2021b]. Disponível em: <https://www.silomax.com.br/produtos/maquinas-de-limpeza/pre-limpeza-e-limpeza-mplsx-60>. Acesso em: 3 jun. 2021.

SILOMAX. **Produto Secador Intermitente**. Rolândia: Silomax, [2021c]. Disponível em: <https://www.silomax.com.br/produtos/secadores/produto-secador-intermitente>. Acesso em: 4 jun. 2021.

VENTISEC EQUIPAMENTOS AGRO-INDUSTRIAIS. **Secadores de cereais**. Torres Vedras, Portugal: Ventisec, [2021]. Disponível em: <https://www.ventisec.pt/produtos/secadores-de-cereais-law>. Acesso em: 26 fev. 2021.

# Manejo de doenças de plantas na produção qualificada de sementes

*Hudson Teixeira<sup>1</sup>, José da Cruz Machado<sup>2</sup>, Edson Ampélio Pozza<sup>3</sup>, José Maurício Pereira<sup>4</sup>*

Resumo - O uso de sementes de baixa qualidade sanitária tem sido a causa principal de diversas epidemias em lavouras comerciais, além de condenar áreas preciosas para determinados cultivos, conforme registrado na literatura. No entanto, há que se ressaltar diversos patógenos, das mais diversas culturas agrícolas, que podem ser efetivamente controlados e o efeito deletério das doenças, por estas causadas, o qual poderá ser minimizado e mesmo anulado, caso práticas agrícolas comuns, corriqueiras, sejam corretamente conduzidas em tempo hábil. Aliadas a estas práticas, já estão disponíveis diversas tecnologias de controle, cujas segurança e eficiência já foram comprovadas cientificamente. Importante destacar, finalmente, que o maior rigor aplicado no campo de produção de sementes, visando controlar as mais diversas doenças, deve ser complementado por um rigoroso controle de qualidade das sementes na fase de pós-colheita, tendo como foco a realização de análises em laboratório. A aplicação de testes de sanidade às sementes colhidas e beneficiadas é uma medida indispensável para assegurar a qualidade sanitária do lote a ser plantado.

Palavras-chave: Prática cultural. Análise fitossanitária. Inspeção de campo. Controle de fitoenfermidade.

## Management of plant diseases on qualified seed production

Abstract - The use of seeds of low health quality has been the main cause of several epidemics in commercial crops, in addition to condemning precious areas for certain crops, as abundantly recorded in literature. However, it should be noted that several pathogens to the most diverse agricultural crops can be effectively controlled and the harmful effect of the diseases caused by them can be minimized and even prevented entirely in certain cases if common agricultural practices are properly applied in correct time. Allied to these practices, several control technologies are already available, whose safety and efficiency have already been scientifically proven. Finally, it is important to register that the greater rigor applied in the field for seed production, aiming to control the most diverse diseases must be complemented by a strict quality control of the seeds in the post-harvest phase, focusing on laboratory analysis. The application of health tests to the harvested and processed seeds is an indispensable measure that aims to ensure the health quality of the lot that will be made available for use by farmers.

Keywords: Agricultural practice. Plant health analysis. Field inspection. Plant disease control.

### INTRODUÇÃO

A semente é o principal meio de propagação de aproximadamente 90% das espécies agrícolas de importância econômica. A utilização de sementes de alta qualidade está diretamente relacionada com a obtenção de bons rendimentos e produtividade

no campo, portanto, trata-se de insumo essencial para garantir a eficiência e a sustentabilidade da produção, economia e do comércio agrícola em âmbito mundial. A análise conjunta de atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários de um determinado lote de sementes permite

definir sua qualidade e de maneira objetiva e prática indicar sua destinação.

Uma grande variedade de agentes causadores de doenças em plantas superiores pode ser transportada e transmitida pelas sementes. Boa parcela desses serve-se também das sementes para garantir sua

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesq. EPAMIG Sul/Bolsista FAPEMIG, Lavras, MG, hudson@epamig.br.

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Ph.D., Prof. Tit. UFLA/Bolsista CNPq, Lavras, MG, machado@ufla.br.

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, D.Sc., Prof. Tit. UFLA/Bolsista CNPq, Lavras, MG, eapozza@ufla.br.

<sup>4</sup>Eng. Agrônomo, D.Sc., Auditor Fiscal Federal Agropecuário MAPA, UFLA - Campus Histórico, Lavras, MG, jose.mpereira@agro.gov.br.

sobrevivência e manter seus próprios ciclos biológicos.

Na literatura há inúmeros exemplos de patógenos que causam perdas e danos nos mais diversos cultivos agrícolas, cuja introdução e/ou acúmulo de inóculo nas lavouras ocorreu por associação destes com as sementes (NEERGAARD, 1977). Também é importante lembrar que, com o aumento da circulação global de sementes, graças aos meios de transporte cada vez mais eficientes e rápidos, corre-se diariamente o sério risco da iminente introdução de agentes patogênicos exóticos no Brasil, se cuidados legislativos e quarentenários, inclusive, não forem tomados.

Quando se trata das doenças cujos agentes causais são transmitidos por sementes, mais rigoroso deverá ser o esquema de manejo a ser implementado em cultivos destinados à produção qualificada de sementes. Cuidados são também requeridos no controle de doenças cujos agentes não são transmissíveis por sementes, pois essas podem não só reduzir a produção, como afetar negativamente a sua qualidade final. A produção de sementes de alta qualidade sanitária é um processo que envolve o conhecimento de princípios do controle integrado de doenças e sua aplicação em todas as etapas do sistema (fase de pré-plantio, campo e pós-colheita), passando pelas etapas de beneficiamento, período de armazenamento até a fase final de comercialização.

### FITOPATÓGENOS VEICULADOS POR SEMENTES E AS BASES PARA SUA DETECÇÃO NESSAS ESTRUTURAS

A rigor, propágulos de agentes patogênicos e não patogênicos, de todos os grupamentos taxonômicos, podem estar associados em mistura, aderidos passiva e externamente e/ou colonizando tecidos internos das sementes (NEERGAARD, 1977; MAUDE, 1996; AGARWAL; SINCLAIR, 1997) e, dessa forma, podem ser eficientemente transportados por estas a longas distâncias. Com inóculo infeccioso aderido passivamente à superfície das sementes (ex.: conídios de *Alternaria zinniae* aderidos às sementes de *Zinnia* sp.; oósporos de *Peronospora manshurica* infestando sementes de soja) e/ou no interior das sementes (ex.: hifas de *Ustilago tritici* infectando o embrião de sementes de trigo) e/ou em mistura com a massa de sementes compoendo a fração impura do lote (ex.: escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* misturados a sementes de diversas espécies vegetais), há todo o tipo de espécies de fungos, bactérias, vírus e nematoides que podem causar doenças em plantas no campo, e há aquelas capazes de deteriorar grãos e sementes durante o armazenamento (Fig. 1). Alguns insetos que eventualmente são vetores de fitopatógenos também podem ser transportados nas sementes de muitas espécies cultivadas (MACHADO, 1988).

Informações concedidas pela International Seed Testing Association (Ista) até o início da década de 1990 listavam aproximadamente 1.500 agentes patogênicos capazes de se associarem às sementes de suas hospedeiras (MACHADO; POZZA, 2005).

O processo de infecção da semente por patógenos pode seguir diferentes vias, em alguns casos por via única, em outras pela associação destas. As infecções sistêmicas, características dos agentes etiológicos de murchas, podem ocorrer através do sistema vascular ou pela flor, pedicelo, pedúnculo ou funículo. Como exemplos, estão diversas formas especiais de *Fusarium oxysporum* e *Verticillium dahliae* em sementes de espinafre e beterraba.

As infecções por meio dos estigmas seguem o caminho de tubo polínico. O exemplo clássico é *Claviceps* spp., espécies causadoras de carvão-voador em sementes de trigo e cevada. Uma das formas de infecção por *F. verticillioides* (syn. *F. moniliforme*) em sementes de milho dá-se também por esta via.

A infecção via pericarpo e tegumento é sabidamente o mecanismo mais frequente de infecção dos patógenos necrotróficos. Citam-se a infecção de sementes de brássicas por *A. brassicae* e *A. brassicicola*, além de *Colletotrichum truncatum* e do complexo *Diaporthe-Phomopsis* em soja.

Outros microrganismos fitopatogênicos associados às sementes permanecem

Figura 1 - Formas mais comuns de associação de patógenos com sementes de algumas espécies cultivadas



Nota: A - Escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* em mistura com a fração impura de lote de sementes de feijão; B - Oósporos de *Peronospora manshurica* infestando sementes de soja; C - Hifas de *Ustilago tritici* (setas) infectando embrião de semente de trigo.

aderidos passivamente à superfície destas, na forma de contaminantes. Podem eventualmente, no entanto, colonizar o interior das sementes. Geralmente, esse tipo de contaminação acontece durante as operações de colheita e na pós-colheita. *Tilletia* sp. e *Ustilago* sp. utilizam-se dessa via para causar cáries e carvões, respectivamente, em cereais (DHINGRA, 2005).

Fungos “verdadeiros” (Reino Fungi) e os “oomycetos” (Reino Chromista) englobam o maior número de espécies que podem ser transportadas e/ou transmitidas por sementes das culturas hospedeiras, à exceção dos causadores dos oídios e da maioria dos agentes das ferrugens, cujas transmissões não têm sido observadas. Em seguida, vêm em menor número as bactérias, os vírus e alguns nematoides.

A classificação taxonômica clássica dos grupamentos fúngicos, que leva em consideração a observação de suas estruturas morfológicas, por exemplo, tipo de frutificação, tamanho, forma e cor de esporos, é muito importante para identificar os gêneros e as espécies, sendo amplamente utilizada nas análises de rotina nos laboratórios (BRASIL, 2009).

Entretanto, à luz de seu modo de parasitismo e, principalmente, para embasar a tomada de decisão do método de detecção em sementes que será utilizado, os fungos que normalmente encontram-se associados a essas estruturas podem ser sistematizados

em biotróficos e necrotróficos (Quadro 1). Fungos biotróficos, como os agentes de míldios e de carvões, incapazes de completar seu ciclo de vida e de formar estruturas que os caracterizem fora de suas hospedeiras, requerem métodos e meios de cultura artificiais para sua detecção e identificação em sementes. Já os fungos necrotróficos, que formam a maioria dos exemplos, são capazes de completar seu ciclo biológico parcial ou completo em meios artificiais e de desenvolver estruturas típicas facilmente reconhecidas em sementes e plântulas, a olho nu ou sob microscopia ótica. Mais recentemente, o uso de técnicas moleculares tem sido uma ferramenta cada vez mais recomendável para detectar fungos em sementes, por diversas razões, dentre as quais a precisão, especificidade e rapidez (Quadro 2).

Grande parte das bactérias fitopatogênicas forma bastonetes e não são capazes de formar estruturas de resistência ou de repouso, ou seja, sobrevivem em latência nas sementes e, na maioria das vezes, são assintomáticas.

Assim, para serem detectadas, torna-se necessário propiciar condições adequadas em ambiente controlado para que as sementes em análise sejam semeadas em substrato próprio e resultem em plântulas que sejam observadas quanto à ocorrência de sintomas típicos. Da mesma forma, tais sementes podem ser manipuladas,

de forma que a amostra da suspensão de sua lavagem possa ser cultivada assepticamente em meio de cultura específico e sob condições apropriadas de incubação. Assim, as células bacterianas presentes nessa suspensão desenvolvem colônias, cujos reconhecimentos e diferenciações, geralmente em nível de gênero, se darão com base microbiológica, morfológica (célula, colônia), bioquímica e, ultimamente, molecular.

Dentre os gêneros (espécies) de bactérias fitopatogênicas transmitidas por sementes têm-se como exemplos: *Xanthomonas* (*X. campestris* pv. *campestris* no repolho, *X. axonopodis* pv. *phaseoli* no feijão, *X. axonopodis* pv. *malvacearum* no algodoeiro), *Pseudomonas* (*P. syringae* pv. *phaseolicola* no feijão, *P. syringae* pv. *glycinea* em soja, *P. syringae* pv. *lachrymans* no pepino, *P. syringae* pv. *tomato* no tomateiro), *Clavibacter* (*C. michiganensis* subsp. *michiganensis* no tomateiro), *Curtobacterium* (*C. flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* no feijão), *Dickeya* (*D. zae* no milho), *Pantoea* (*P. agglomerans* no tomateiro, *P. stewartii* no milho) e *Acidovorax* (*A. avenae* subsp. *citrulli* em melancia) (MACHADO, 1988; BRASIL, 2009).

Os vírus são capazes de infectar e causar doenças em plantas, mas estima-se que somente 15% das espécies conhecidas sejam transmitidas pelas sementes de suas

Quadro 1 - Exemplos de alguns gêneros de “oomycetos” e fungos fitopatogênicos que podem estar associados às sementes de algumas plantas hospedeiras e seus respectivos modos de parasitismo

Reino Chromista		Reino Fungi						
Fungos biotróficos		Fungos necrotróficos						
Oomycota	Basidiomycota	Zygomycota	Ascomycota/Mitospóricos				Basidiomycota	
<i>Peronospora</i>	<i>Ustilago</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Cochliobolus</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Ascochyta</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Rhizoctonia</i> <i>Sclerotium</i>
<i>Plasmopara</i>	<i>Tilletia</i>		<i>Dydimela</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Gerlachia</i>	<i>Botryodiplodia</i>	<i>Bipolaris</i>	
<i>Sclerospora</i>			<i>Giberella</i>	<i>Acremonium</i>	<i>Colletotrichum</i>	<i>Macrophomina</i>	<i>Drechslera</i>	
			<i>Glomerella</i>	<i>Verticillium</i>		<i>Phoma</i>	<i>Trichoconiella</i>	
			<i>Nectria</i>			<i>Phomopsis</i>	<i>Pyricularia</i>	
			<i>Mycosphaerella</i>			<i>Stenocarpella</i>	<i>Cercospora</i>	
			<i>Sclerotinia</i>			<i>Stagonospora</i>		

Fonte: Adaptado de Brasil (2009).

Quadro 2 - Exemplos de Pragas não Quarentenárias Regulamentadas (PNQR) ou Pragas de Risco a Cultivos Agrícolas (PRCA), fúngicas e bacterianas, cujos protocolos de detecção molecular (PCR) em sementes já estão disponíveis

Plantas hospedeiras	Patógenos
Alfafa	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>insidiosus</i>
Algodão	<i>Colletotrichum gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i>
Arroz	<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i>
Cenoura	<i>X. hortorum</i> pv. <i>carotae</i>
Feijão	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>phaseoli</i> <i>C. lindemuthianum</i> <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>flaccumfaciens</i> <i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>phaseolicola</i> <i>X. axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>
Melão	<i>Didymella bryoniae</i>
Melancia e melão	<i>Acidovorax avenae</i> subsp. <i>citrulli</i>
Milho	<i>F. verticillioides</i> <i>Stenocarpella maydes</i> , <i>S. macrospora</i> <i>Exserohilum turcicum</i> <i>Pantoea stewartii</i>
Pimentão e tomate	<i>X. vesicatoria</i>
Repolho	<i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>
Soja	<i>S. sclerotiorum</i> <i>Diaporthe phaseolorum</i> var. <i>meridionalis</i> <i>C. truncatum</i> <i>Corynespora cassiicola</i>
Tomate	<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>

Fonte: Machado (2015).

Nota: PCR - Polymerase chain reaction (reação em cadeia de polimerase).

hospedeiras, portanto, trata-se de um fenômeno raro (HULL, 2002) que tem gerado muitas tentativas ainda não conclusivas para explicá-lo. Mesmo assim, as sementes infectadas são consideradas importantes fontes de inóculo para introduzir diversas fitovirose em áreas indenes. Dentro desse grupo seletivo estão incluídas viroses de grande importância econômica, por exemplo, os mosaicos comuns em leguminosas, da alfaca, das cucurbitáceas, do fumo, do tomateiro, e o mosaico estriado da cevada, entre outras.

As partículas virais podem estar associadas à semente de sua hospedeira por meio da contaminação externa das células do tegumento (ex.: *Tomato mosaic virus*,

*ToMV*) ou, mais frequentemente, infectando as células do embrião, antes, durante ou após a fertilização para a maioria das espécies (ex.: *Soybean mosaic virus*, *SMV*; *Pea seedborne mosaic virus*, *PSbMV*; *Lettuce mosaic virus*, *LMV*).

A transmissão de vírus por sementes tem sido mais frequentemente relatada entre espécies dos gêneros *Fabavirus*, *Comovirus*, *Nepovirus* e *Potyvirus*, e é exclusiva por essa via para a transmissão de espécies de *Cryptovirus*. Também há relatos para os gêneros *Tobamovirus*, *Rymovirus*, *Macluravirus*, *Tritimovirus*, *Ipomovirus*, *Bymovirus* e *Potyvirus*, entre outros. O *Potyvirus* (*Bean common mosaic virus*, *BCMV*) foi o primeiro caso

relatado de um vírus sendo transmitido por sementes de feijão (ZERBINI, 2005; BRASIL, 2009).

Para fins de detecção em sementes e diferenciação taxonômica dos fitovírus em grupos, têm-se como ferramentas, por exemplo, análise de características e de sequência do genoma, análise de características das proteínas codificadas do genoma viral, estudo dos mecanismos de transmissão, observação dos efeitos do vírus na morfologia e fisiologia da planta e, é claro, sua gama de hospedeiros.

Em menor número, os nematoídeos, potenciais parasitas obrigatórios de plantas, também podem ser transportados e transmitidos por sementes (INFORME AGROPECUÁRIO, 2019).

*Anguina tritici* em trigo, *Aphelenchoides besseyi* em arroz, *Ditylenchus dipsaci* em cebola, braquiária e *Panicum* sp., além de *Heterodera glycines* em soja são exemplos de espécies de importância, cujo controle é imprescindível, pois seu ataque é geralmente danoso às respectivas culturas hospedeiras (SANTIAGO; HOMECHIN, 2004).

Os fitonematoídeos apresentam hábito sedentário ou migratório, podendo atuar como ectoparasitas ou endoparasitas obrigatórios, ou seja, seu cultivo para fins de detecção em meios artificiais não é possível. Dessa forma, para que possam ser extraídos de amostras de solo ou do interior de raízes e de sementes das plantas em análise, detectados e posteriormente identificados, a rotina laboratorial emprega técnicas específicas de trituração, centrifugação, filtração e flutuação das amostras em análise. Para este fim, também estão disponíveis marcadores moleculares com base em análise do ácido desoxirribonucleico – deoxyribonucleic acid (DNA) genômico e das sequências do gene ribossomal ITS1 (LEAL-BERTIOLI, 1998; POWERS *et al.*, 2001) para raças de *Heterodera glycines* e espécies de *Anguina* e de *Ditylenchus*.

De forma geral, técnicas moleculares como reação em cadeia de polimerase – polymerase chain reaction (PCR) convencional e PCR em tempo real foram desen-

volvidas e são importantes ferramentas laboratoriais, tanto para detectar e identificar patógenos em sementes, quanto para complementar as informações fornecidas por testes biológicos. Alguns trabalhos de pesquisa têm explorado intensamente esta possibilidade (BARROCAS *et al.*, 2012; SOUSA *et al.*, 2015; BOTELHO *et al.*, 2015; SOUSA; SIQUEIRA; MACHADO, 2016; GUIMARÃES *et al.*, 2017; GADAGA; SIQUEIRA; MACHADO, 2018; ALMEIDA *et al.*, 2020; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2020). Esses marcadores moleculares, com base na análise do polimorfismo do DNA, apresentam vantagens, tais como: alta resolução, repetibilidade e reprodutibilidade dos resultados. Além disso, não sofrem interferência do ambiente, o que permite a análise mais objetiva e precisa das amostras, em comparação com os métodos biológicos (BORÉM, 2005).

### **PRINCÍPIOS GERAIS DE CONTROLE DE DOENÇAS APLICADOS À PRODUÇÃO DE SEMENTES**

Dentro do conceito de manejo integrado de doenças de plantas, sete princípios de controle organizados por Whetzel e Marchionatto têm sido empregados (KIMATI; BERGAMIN FILHO, 1995). Algumas medidas podem envolver mais de um princípio de controle. A seguir, as principais características de cada um destes princípios são descritas sucintamente:

a) exclusão: trata-se de um princípio cujas práticas priorizam prevenir a entrada e o estabelecimento de fitopatógenos em uma dada área ou região. Baseia-se em medidas legislativas, geralmente estabelecidas e controladas por órgãos oficiais. Tais medidas podem ser aplicáveis a territórios em países, continentes ou regiões. Para alguns agentes causais de doenças de plantas inexistentes (exóticos) em determinado país ou para aqueles confinados e sob controle em certas regiões, as medidas que visam à prevenção de entrada ou circulação de material com potencial

de veiculação desses agentes são enquadradas dentro deste princípio, cabendo ao serviço de quarentena vegetal a responsabilidade de efetuar a vigilância sanitária. Para o caso de sementes, cujas barreiras geográficas são inexistentes, medidas de exclusão são imprescindíveis para o controle preventivo de inúmeras doenças de importância agrícola. Este princípio pode ser também caracterizado pelo tratamento de sementes com o intuito de eliminar o inóculo associado às sementes, antes de seu transporte para a região onde o cultivo será implantado;

- b) erradicação ou redução do inóculo inicial: impedir que um patógeno presente em determinada área ou região se estabeleça é o objetivo desse princípio. Medidas como a rotação de culturas, tratamento ou manejo do solo de cultivo, uso de variedades resistentes são exemplos de práticas destinadas à redução do inóculo infectivo em níveis econômicos. No tocante às sementes, o tratamento por diversos meios pode eliminar de forma eficiente o patógeno presente nestas, no entanto, normalmente, tem efeito temporário, ou seja, não protegerá a semente ou a planta originada indefinidamente, exigindo, portanto, medida complementar de controle;
- c) proteção: significa interpor uma barreira protetiva entre os tecidos suscetíveis do hospedeiro e o inóculo infectivo do patógeno já estabelecido na área ou região de cultivo. A incorporação à superfície das sementes de uma camada de um produto biocida, impedindo que patógenos presentes no local da germinação causem infecções na fase inicial de desenvolvimento da planta é uma forma de aplicação deste princípio;
- d) imunização: o desenvolvimento de plantas imunes, resistentes ou tolerantes por meio do melhoramento genético, manejo nutricional, me-

dicação ou “vacinação” fundamenta este princípio. A transmissibilidade de um patógeno por sementes é um caráter controlado geneticamente. Práticas como a incorporação de nutrientes, antagonistas, hormônios etc., às sementes são incluídas neste princípio de controle;

- e) terapia: constitui a tentativa de recuperar a sanidade da semente ou da planta enferma pela eliminação do patógeno infectante ou pelo favorecimento de reação do hospedeiro ao patógeno. Pode envolver como prática de controle o tratamento físico de sementes por meio do uso do calor, em que o binômio tempo de exposição e temperatura é variável em função do patógeno-alvo;
- f) evasão: este princípio baseia-se na prevenção de doenças pelo plantio ou cultivo em épocas ou em áreas sem a presença do inóculo inicial do patógeno, ou ainda, quando este é pouco eficiente ou está em baixa quantidade. Por exemplo, a produção de sementes em regiões geográficas mais secas desfavorece a ocorrência de diversas doenças, cujos agentes causais podem ser transmitidos por sementes;
- g) regulação: grande número de doenças cujos agentes causais são transmitidos por sementes podem ser manejadas pela manipulação dos fatores de ambiente, por exemplo, controle da irrigação, da umidade atmosférica ou do solo, da temperatura do ar, da ventilação em ambiente de armazenamento, entre outros.

### **ALTERNATIVAS E ESTRATÉGIAS APLICÁVEIS À PRODUÇÃO DE SEMENTES VISANDO AO MANEJO DE FITOENFERMIDADES**

#### **Aplicáveis no campo de produção de sementes**

Algumas medidas de controle de doenças em plantas podem ser aplicadas

no campo de produção de sementes, considerando que as vias de infecção “Planta ↔ Planta” e “Planta → Sementes” são as principais nessa fase do ciclo produtivo.

### Seleção para plantio de cultivares melhoradas e que apresentem maior grau de resistência às principais doenças da cultura

De forma geral, uma cultivar tolerante/resistente dificilmente irá concentrar todas as características agrônômicas e de produtividade. No entanto, é sempre tecnicamente recomendável que nos momentos que antecedem o plantio opte-se por genótipos melhorados, ou seja, que aliem produtividade e menor suscetibilidade às principais doenças.

Na cultura da soja, as características estruturais controladas geneticamente, ou seja, que podem ser incorporadas às cultivares comerciais, como número de poros no tegumento, presença ou não de tricomas na epiderme do pericarpo e espessura das vagens têm sido relacionadas com a resistência das sementes à infecção por espécies do complexo *Diaporthe-Phomopsis*. Também para *Fusarium* spp., *A. alternata* e *Cercospora kikuchii*, a estrutura do tegumento também é reportada como elemento de resistência das sementes (DHINGRA, 2005).

Até o momento não se dispõe de cultivares de feijão geneticamente resistentes ao mofo-branco (*S. sclerotiorum*), doença das mais destrutivas em lavouras conduzidas

em áreas irrigadas, notadamente na safra de outono-inverno. Assim, a escolha para plantio de materiais com hábito de crescimento mais ereto pode propiciar menor ocorrência da doença por permitir melhor aeração entre as fileiras de plantas, o que desfavorece o ciclo de vida do patógeno e o progresso da doença, principalmente no caso de lavouras onde o controle químico não é frequente (SCHWARTZ; SINGH, 2013; LIMA *et al.*, 2020).

### Escolha de áreas e épocas mais adequadas para o plantio

No que diz respeito à produção de sementes com qualidade sanitária e fisiológica, sempre que possível, previamente ao plantio, deve-se ter em mãos informações sobre o histórico da área com relação à incidência de quaisquer doenças em quaisquer cultivos anteriores, a fim de evitar que tais eventos se repitam e causem novos prejuízos na utilização proposta. Com base nestas informações, áreas com potencial agrícola elevado, porém com histórico sanitário comprometido, podem deixar de ser utilizadas para a produção de sementes.

O clima das regiões mais áridas, com facilidade de irrigação e com fertilidade adequada ou corrigida, é o mais adequado para a produção de sementes de qualidade, por ser menos favorável ao desenvolvimento de doenças e insetos-praga (Fig. 2). É também recomendável que regiões onde são observadas diferenças bruscas

entre as temperaturas diurnas e noturnas, que favorecem a formação de orvalho, sejam evitadas, pois a formação de filmes d’água na superfície foliar pode propiciar a permanência e o desenvolvimento de patógenos fúngicos e bacterianos nestes locais (MACHADO, 2000).

Exemplo da aplicação desta medida de controle é o cultivo do feijão em épocas e áreas com temperaturas médias mais elevadas, onde por escape, a incidência e até a severidade do mofo-branco e de antracnose tendem a ser bem menores (LIMA *et al.*, 2020).

### Plantio de sementes sadias ou adequadamente tratadas

As principais consequências da associação de patógenos com sementes não se limitam apenas às perdas diretas no estande de plantas no campo. Abrangem também outras implicações que podem levar a danos irreparáveis a todo o sistema agrícola.

Para um grande número de doenças de plantas, as sementes portadoras de seus agentes causais, fungos e bactérias em sua maioria, constituem na única forma para sua disseminação e perpetuação na natureza (PAULA JÚNIOR; VIEIRA, 2006). Portanto, o cultivo de qualquer espécie de planta propagada sexualmente deve basear-se na utilização de sementes com alta qualidade fisiológica e sanitária, comprovada em laudos emitidos por laboratórios credenciados e idôneos e/ou

Figura 2 - Vista panorâmica de algumas áreas selecionadas para a produção de sementes por suas características edafoclimáticas desfavoráveis ao desenvolvimento de patógenos



Nota: Áreas destinadas à produção de sementes: A - Arroz; B - Feijão; C - Trigo.

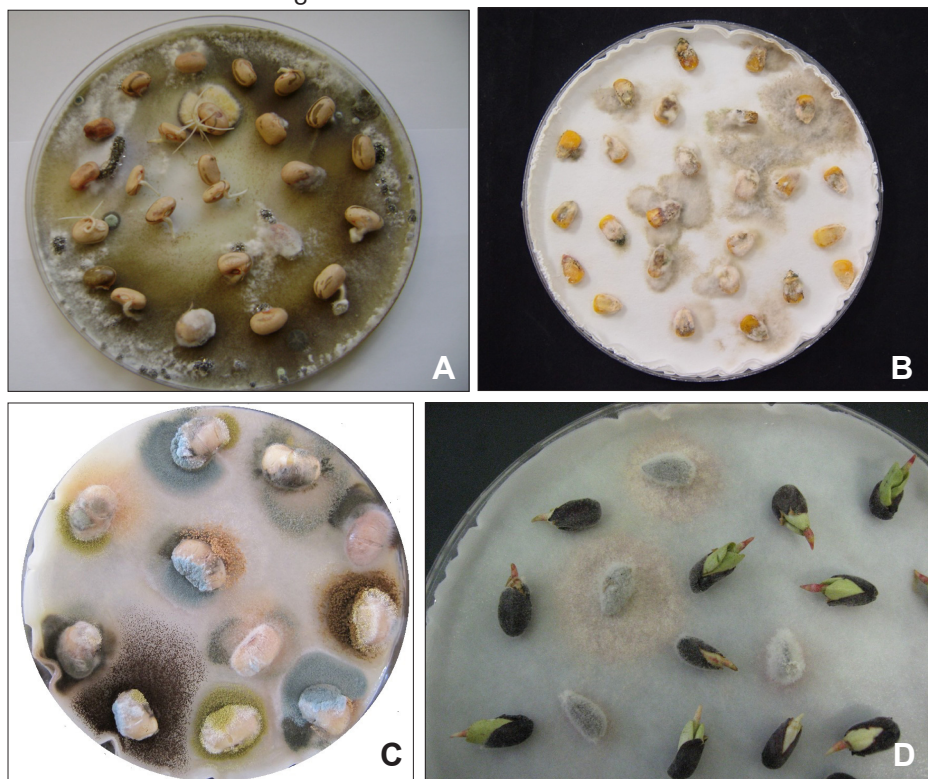
produzidas em conformidade com padrões de sanidade, comprovados por certificados sanitários.

A realização do teste de sanidade é instrumento indispensável e incontestável para a obtenção e o controle de lotes de sementes com alta qualidade sanitária, em qualquer programa de certificação. Retirada as amostras de forma adequada, preferencialmente ainda na unidade de beneficiamento de sementes (UBS) e em laboratório credenciado, dedicados a tais testes, os resultados obtidos podem indicar que patógenos estão presentes e em que nível de inóculo, norteando sua destinação ou qual função terão (MACHADO, 1988; ARAUJO; ARAUJO, 2015).

Os métodos de detecção de patógenos em sementes, atualmente disponíveis, baseiam-se em diferentes aspectos biológicos, sorológicos e moleculares, por exemplo: análise visual da amostra e da fração impura; exame microscópico da suspensão da lavagem de sementes; exame de embriões; método do rolo de papel (adaptado do teste de germinação); incubação em meios de cultura padronizados ou em meios semisseletivos (Fig. 3); incubação em substrato de papel de filtro (*blotter test*); exame de sintomatologia em plântulas; sorológico DAS-ELISA; análise de ácidos nucleicos por meio da técnica de PCR; análise do ácido ribonucleico –ribonucleic acid (RNA total) – RT-PCR; além daqueles específicos para determinadas espécies fitopatogênicas (BRASIL, 2009).

Da mesma forma, o tratamento de sementes – entendido como qualquer operação que envolva o manejo ou a incorporação de produtos químicos e/ou biológicos na superfície ou no interior das sementes, ou a exposição dessas a agentes físicos a fim de garantir ou melhorar sua performance em condições de cultivo – constitui, sabidamente, em medida altamente recomendável sob quaisquer pontos de vista, técnico, ambiental, econômico, para o controle de inúmeros agentes etiológicos de doenças de cultivos explorados comercialmente (MACHADO, 2000).

Figura 3 - Aspecto geral da baixa qualidade sanitária de sementes incubadas em meio de cultura artificial, exibindo o desenvolvimento de diversas estruturas fúngicas



Nota: A - Feijão; B - Milho; C - Soja; D - Algodão.

São propriedades do tratamento das sementes: eliminação do inóculo associado interna ou externamente às sementes; proteção da semente recém-germinada e da plântula emergida do solo; proteção das plantas em seu estágio inicial de desenvolvimento contra o inóculo proveniente de outras fontes no campo de cultivo; redução do risco de ocorrência de epidemias pela prevenção da transmissão e da disseminação do inóculo via sementes contaminadas/infected.

No tratamento dos lotes de sementes normalmente são empregados produtos com ação protetora, erradicante/sistêmica ou uma mistura desses, cuja escolha será ancorada em conhecimento técnico e aplicação direcionada para controlar os principais patógenos-alvo das respectivas culturas.

#### Emprego correto de práticas agrícolas

Optar pela condução de algumas práticas agrícolas, simples, mas fundamentais,

isoladamente ou em conjunto, pode minimizar significativamente a intensidade de doenças e a consequente infecção/contaminação das sementes por patógenos nos campos de produção. Por exemplo, especificamente, em cada caso escolher para plantio apenas áreas com solos mais profundos, bem drenados e fisicamente estruturados, proceder à tomada de amostras e análise físico-química do solo, plantar somente após a calagem (com base na análise prévia) para a correção da toxidez por  $Al^{3+}$ , plantar com espaçamento entre as linhas e densidade de plantas adequados, semear em profundidade regular e apropriada, fazer a adubação de plantio e/ou em cobertura balanceada em micro e macronutrientes (com base na análise prévia), irrigar com a quantidade necessária de água em função do estágio de desenvolvimento das plantas, escolher o melhor sistema de irrigação, controlar as plantas invasoras e soqueiras, implantar esquema viável de

rotação de culturas (CASA; REIS; MOREIRA, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2009) ou, ao menos de rotação de cultivares, controlar insetos-praga potenciais vetores de fitoenfermidades, entre outras.

Há relato de que a proporção de sementes contaminadas poderá ser maior no cultivo mínimo ou plantio direto do que no cultivo convencional, que inclui aração e enterrio dos restos culturais (DHINGRA, 2004). Postula-se que após a colheita, os inóculos de *Colletotrichum* sp., *Ascochyta* sp., *Phoma* sp., *Phomopsis* sp., além de *F. graminearum* e *F. verticillioides* podem sobreviver saprofiticamente nos restos das culturas e manterem-se viáveis por diferentes períodos. No cultivo convencional, entretanto, os resíduos da cultura enterrados no solo pela aração sofrem decomposição mais rápida, levando à perda da capacidade de infecção do inóculo.

Nesse sentido, a produção de sementes deve ser acompanhada de perto por profissionais habilitados e idôneos, capazes de planejar de forma integrada e executar dentro da técnica disponível todas as práticas agrícolas necessárias em tempo hábil e de forma econômica e ambientalmente eficiente (KOLKMAN; KELLY, 2002).

#### Eliminação de plantas indesejáveis (*roguing*)

Caso sejam observadas plantas com crescimento e desenvolvimento anormal

(perfilhadas, tombadas, raquíticas, descoloridas, com sintomas de deficiência nutricional) e com sintomas típicos de doenças (murchas, mosaicos, requeimas, manchas, podridões, galhas), estas devem ser cuidadosamente removidas do campo de produção e destruídas, visando preservar a pureza genética, varietal, física e sanitária do lote de sementes. Mesmo em baixo nível de inóculo em determinado lote de sementes, alguns patógenos têm a capacidade de se multiplicarem rapidamente, a partir de focos primários no campo, e iniciar epidemias incontroláveis (ARAUJO; ARAUJO, 2015).

#### Realização de inspeções sanitárias em campos de produção de sementes

Na condução de inspeções sanitárias em campos destinados à produção de sementes há protocolos já estabelecidos e específicos para cada espécie cultivada, doença e categoria de semente, a fim de atender aos padrões sanitários mínimos (MACHADO; POZZA, 2005).

Uma das práticas comuns trata-se do monitoramento dos cultivos em diferentes estádios de desenvolvimento. Tal monitoramento pode revelar a presença de certas doenças e, dessa forma, possibilitar a aplicação de algumas medidas que podem variar desde uma simples recomendação de remoção do material suspeito até uma mais

rigorosa, como a desqualificação daquele campo para fins de produção de sementes.

Em geral, duas inspeções são suficientes para diagnosticar a maioria das doenças, uma por ocasião do início do florescimento e outra na fase que precede a formação completa das sementes. Também é altamente recomendável realizar a inspeção do material de descarte das máquinas de beneficiamento, o que constitui a fração impura daquele lote e pode conter inóculo importante para iniciar epidemias.

Sintomas típicos de algumas doenças na fase inicial de desenvolvimento das plantas, por exemplo, tombamentos (*damping-off*), distribuídos aleatoriamente na área de plantio, são indicativos bem sugestivos da transmissão do agente causal dessas doenças por meio de sementes contaminadas/infectedas.

#### Realização de tratamentos fitossanitários preventivos

Atualmente, para a maioria das doenças dos principais cultivos agrícolas de importância econômica e objetivando a produção de sementes de alta qualidade, os tratamentos fitossanitários envolvendo a aplicação na parte aérea das plantas de produtos químicos e/ou biológicos com atuação fungicida, inseticida, nematicida, acaricida, herbicida, entre outros, são ferramentas indispensáveis no controle de diversas fitoenfermidades (Fig. 4), insetos-praga e plantas invasoras

Figura 4 - Sintomas de fitoenfermidades que podem ser controladas por meio da aplicação de tratamento fitossanitário preventivo



Nota: Sintomas em vagens de feijão: A - Antracnose; B - Mancha-angular; C - Mofo-branco.

(Quadro 3). Diversos produtos registrados para o tratamento fitossanitário encontram-se listados no Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2021).

Vale ressaltar que nem sempre é possível dispor de uma área ideal para instalar o campo de produção de sementes. Sendo assim, a realização de tratamentos fitossanitários, aplicados previamente à ocorrência de patógenos (TEIXEIRA *et al.*, 2019) e insetos-praga, assume importância vital em muitos casos.

No entanto, de acordo com a boa técnica e a crescente e positiva demanda da sociedade em geral em direção ao consumo de produtos livres de resíduos tóxicos e pela preservação do meio ambiente, qualquer que seja a modalidade de controle fitossanitário escolhida – químico ou biológico –, esta deverá ser parte de uma estratégia maior de manejo, ou seja, preferencialmente deverá ser integrada a outras medidas de controle complementares.

Ao responsável técnico pelo campo de produção cabe o importante papel de

estrategista e a tarefa de organizar e acompanhar a aplicação dos tratamentos fitossanitários mais apropriados e absolutamente necessários em cada caso, integrando-os a outras práticas agrícolas, para que possam atuar em sinergia na tentativa de controlar as principais fitodoenças e insetos-praga das culturas.

#### **Aplicação de práticas adequadas de colheita, transporte e acondicionamento dos lotes de sementes**

Uma vez finalizada a fase de campo, as sementes em seu estágio máximo de maturação deverão ser adequadamente colhidas e transportadas para o local destinado ao seu armazenamento. Quanto menos tempo as sementes permanecerem no campo, da maturidade fisiológica até o ponto de colheita, menores serão os riscos à sua qualidade.

Nesta etapa do processo produtivo, é importante ficar atento a alguns cuidados indispensáveis à manutenção da boa qualidade das sementes procedentes do campo de cultivo, por exemplo:

- a) regular adequadamente os equipamentos usados nas operações de colheita evitando possíveis danos mecânicos (ANDRADE *et al.*, 1998), pois sementes danificadas podem abrigar inúmeros microrganismos, principalmente fungos de armazenamento;
- b) evitar que a colheita coincida com a alta umidade do ar e/ou do solo em decorrência de orvalho ou chuva. Pois, se de algum modo houver patógenos associados a estas condições climáticas, estes irão se desenvolver e potencialmente serão responsáveis por contaminar as sementes sadias e as máquinas de beneficiamento;
- c) usar equipamentos próprios para o transporte das sementes também evitando danos físicos;
- d) usar sacaria ou embalagens novas e devidamente limpas para evitar que, inadvertidamente, o propágulo de fitopatógenos, insetos-praga e sementes de outras espécies sejam carregadas junto a estas (MACHADO, 2000).

Quadro 3 - Exemplos de tratamentos fitossanitários aplicados na parte aérea de algumas culturas de importância agrícola

Cultura agrícola	Doença ou inseto-praga alvo do controle	Ingrediente(s) ativo(s)/Classe de produto ou mistura
Feijão	Mofo-branco	Mancozebe + tiofanato-metílico/fungicidas
	Ferrugem	Azoxystrobina + difenoconazol/fungicidas
	Antracnose	Carbendazim/fungicida
	Mosca-branca	Acefato/inseticida
Arroz	Brusone	Mancozebe/fungicida
	Mancha-parda	Clorotalonil/fungicida
	Mancha-foliar	Tebuconazol/fungicida
	Lagarta-das-folhas	Deltametrina/inseticida
Soja	Ferrugem asiática	Benzovindiflupyr + ciproconazol + difenoconazol/fungicidas
	Cancro-da-haste	Carbendazim + tiram/fungicidas
	Nematoide-das-galhas	Abamectina/nematicida
	Lagarta <i>Helicoverpa</i>	Lufenirom + tiodicarbe/inseticidas
Trigo	Brusone	Mancozebe + tiofanato-metílico/fungicidas
	Manchas-foliares	Azoxystrobina + difenoconazol/fungicidas
	Ferrugem	Metconazol + piraclostrobina/fungicidas
	Lagartas-do-trigo	Teflubenzurom/inseticida

Fonte: Adaptado de Brasil (2021).

### Aplicáveis na fase de pós-colheita

São apresentadas algumas medidas de controle de doenças de plantas orientadas para aplicação na fase de pós-colheita na UBS e no Laboratório de Controle de Qualidade de Sementes, considerando que a via de infecção “Semente ↔ Semente” é a mais significativa nessa fase da produção.

#### Realização de limpeza criteriosa e frequente das máquinas e instalações da UBS

É absolutamente recomendável que todo o maquinário, os equipamentos, os contêineres e os locais de permanência dos lotes beneficiados sejam mantidos permanentemente limpos e arejados.

Tais cuidados se devem primordialmente ao fato de que os lotes de sementes, antes indenes, podem ser facilmente contaminados com as estruturas infectivas de patógenos que estejam aderidas às máquinas e aos equipamentos durante as operações de beneficiamento e em outras atividades próprias das operações de pós-colheita. Do mesmo modo, fragmentos de tecidos vegetais, agregados de solo, estruturas de resistência de patógenos, entre outros, podem-se constituir em destacadas fontes primárias de inóculo (ARAUJO; ARAUJO, 2015).

A limpeza do ambiente de beneficiamento por meio de sistemas de ar comprimido, ventilação controlada e por tratamentos localizados de determinados componentes do sistema operacional deve-se constituir em prática regular nas rotinas das UBS.

#### Aplicação de medidas separatórias no beneficiamento dos lotes

Durante o processo de beneficiamento dos lotes de sementes, boa parcela do inóculo de fitopatógenos, possivelmente misturado à massa de sementes formando a fração impura do lote, poderá ser retirada por meio do uso de equipamentos cujo funcionamento baseia-se em diferenças no gradiente gravitacional dos materiais, sepa-

ração eletrônica etc. Da mesma forma, por esses métodos, sementes menores, quebradas, deformadas, enrugadas, manchadas, descoloridas, lesionadas e carunchadas poderão ser separadas e descartadas (Fig. 5).

Figura 5 - Aspecto geral de sementes anormais



Hudson Teixeira

Nota: Apresentam-se fragmentos vegetais, pequenos torrões de solo e estruturas de resistência de fungo coletados como resíduos em operação de beneficiamento em lote de sementes de feijão.

Equipamentos na UBS bem regulados também poderão eficientemente remover dos lotes de sementes os escleródios – estruturas de resistência altamente implicadas nas epidemias de mofo-branco em diversas culturas – de *S. sclerotiorum* e as sementes manchadas por *C. lindemuthianum*. Observa-se que, do ponto de vista do manejo integrado e epidemiológico, esses procedimentos profiláticos são altamente eficazes (MACHADO, 2000; ARAUJO; ARAUJO, 2015).

A utilização da mesa gravitacional é eficaz na separação de sementes de feijão contaminadas por *Rhizoctonia solani* e *Fusarium* spp. e de sementes manchadas, defeituosas e de impurezas (LOLLATO; SILVA, 1984). Da mesma forma não se recomenda o plantio de sementes da fração leve, pois podem apresentar alto índice de contaminação por fungos de campo (FANTINATTI; HONÓRIO; RAZERA, 2001).

#### Controle do ambiente de armazenamento

Os fungos causadores de deterioração em sementes armazenadas podem-se asso-

ciar a estas no próprio campo ou na fase de pós-colheita, possivelmente, após terem sido contaminadas/infectadas durante o transporte, beneficiamento, tratamento e embalagem.

O ambiente de armazenamento sujeito a níveis elevados de umidade atmosférica, temperaturas altas ou oscilantes e que exponha a massa de sementes indevidamente à luz solar direta deve ser evitado. As sementes são estruturas higroscópicas, ou seja, têm a capacidade de ganhar ou perder umidade até entrar em equilíbrio com o ar ambiente. Condições impróprias de armazenamento, mesmo que temporárias, podem predispor-las à ação de microrganismos como *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp., capazes de provocar sua deterioração e reduzir a germinação e o vigor das plantas originadas, acarretando prejuízos inevitáveis na qualidade das sementes.

No armazenamento deficiente, diferentes espécies de *Aspergillus* e *Penicillium* prevalecerão. Cada espécie requer um limite biológico mínimo de umidade relativa (UR), abaixo do qual não conseguirá se desenvolver. Fungos de armazenamento, em geral, não se desenvolvem bem em sementes e grãos cujo teor de água esteja em equilíbrio com UR do ambiente inferior a 68% e da massa de sementes abaixo de 13% (BEWLEY; BLACK, 1994).

Locais bem ventilados, com controle eficiente de umidade, temperatura e luminosidade, portanto, são os mais adequados para o armazenamento eficiente de sementes (Fig. 6).

#### Monitoramento da qualidade das sementes durante o período de comercialização

Cabe aos órgãos responsáveis por controlar os Programas de Certificação e de Defesa Fitossanitária a tarefa de monitorar o comércio de sementes. O acompanhamento ou a fiscalização do comércio de sementes visa primordialmente impedir que os agricultores tenham acesso, adquiram e plantem material propagativo de baixa qualidade sanitária e fisiológica,

Figura 6 - Ambiente adequado de armazenamento de sementes favorece a manutenção de sua qualidade genética, física, fisiológica e sanitária



João Roberto de Mello Rodrigues

mento das sementes previamente ao plantio. Uma listagem atualizada dos produtos registrados para o tratamento de sementes encontra-se disponível para acesso no Sistema Agrofit do MAPA (BRASIL, 2021).

O tratamento de sementes visa, entre vários aspectos, a garantia do pleno desempenho das sementes, fazendo com que a densidade desejada de plantio seja alcançada. Nos casos em que o parasitismo dos patógenos associados às sementes ocorre na fase inicial de cultivo, por exemplo, como *C. gossypii* em algodoeiro e *Bipolaris sorokiniana* em trigo, o efeito benéfico do tratamento de sementes como medida preventiva de controle é visível (MACHADO, 2000).

Principalmente no caso de patógenos endêmicos em determinadas áreas, onde o requerimento por tolerância zero seria difícil de ser atendido, o tratamento da semente com fungicida registrado e de eficácia comprovada torna-se prática obrigatória (DHINGRA, 2005).

Medidas adicionais podem ser elencadas para garantir a obtenção de lotes de sementes de qualidade. Para alguns patógenos transmitidos por sementes, o inóculo pode sofrer drástica diminuição durante o armazenamento. Nesse sentido, *Phomopsis* sp. e *C. gossypii* associados às sementes de soja e algodão, respectivamente, podem sofrer redução de até 90% do inóculo inicial ao longo do período normal de armazenamento (MACHADO, 2000). Há que se ter cautela em generalizar esse tipo de medida, pois muitos microrganismos podem produzir formas de resistência nas sementes. *F. verticillioides*, por exemplo, pode formar clamidósporos e microescleródios em sementes de milho, o que permitirá sua sobrevivência além do armazenamento. Também a indexação de sementes, como forma de controle de patógenos transmitidos por sementes, representa uma medida orientativa altamente eficaz para que o produtor de sementes possa tomar certas decisões com base nos resultados do teste de sanidade realizado no laboratório. Uma vez disponíveis, os padrões sanitários de

referência para os patógenos considerados não quarentenários reguláveis orientarão o produtor sobre a destinação daquele lote e a possibilidade de tratar as sementes (MACHADO; POZZA, 2005).

## INSPEÇÕES SANITÁRIAS EM CAMPOS DE PRODUÇÃO DE SEMENTES

De acordo com Brasil (2011), a inspeção ou vistoria de campos é um dos mais importantes passos para obter sementes de mais alta qualidade em termos de pureza genética, física e sanitária de uma cultivar, pois é nessa etapa que são avaliados se esses fatores atendem aos padrões de qualidade estabelecidos em cada cultura. A finalidade da inspeção ou da vistoria de campos de produção de sementes é comparar a qualidade dos campos com os padrões de lavoura estabelecidos pelo MAPA, para as diferentes espécies e categorias de sementes, sejam estas genética, básica, certificada de primeira geração (C1), certificada de segunda geração (C2) ou não certificadas de primeira (S1) e de segunda geração (S2).

Dentre as contaminações que podem ocorrer em uma cultura verificam-se as contaminações físicas e por plantas que venham a se transformar em fontes de inóculo de patógenos transmissíveis. Para a inspeção de campo é importante que seja verificada a contaminação com a presença de pragas (denominação ampla e legal para designar agentes causadores de doenças e insetos-praga), devendo estar atento aos sintomas de fungos, bactérias, vírus ou nematoides, pois esses agentes podem ser disseminados pelas sementes, prejudicando a sua qualidade, o que representa elevado risco econômico para a cultura.

Embora existam à disposição medidas econômicas e efetivas para o controle de várias pragas que acompanham as sementes, alguns agentes patogênicos que nestas são encontrados não podem ser controlados pelo manejo, via tratamento das sementes. Nesses casos, a transmissão é evitada fazendo-se com que as sementes possíveis portadoras de agentes patogênicos não

comprometendo a confiabilidade no sistema de Certificação.

A presença de determinados patógenos nos lotes de sementes pode comprometer tanto o plantio no ano em que esses lotes são utilizados quanto nos cultivos futuros de outras espécies de plantas. O impedimento do uso de sementes com patógenos a estas associados é medida fundamental, capaz de proteger e garantir o pleno desenvolvimento e a produção do setor agrícola.

### Uso de sementes devidamente tratadas para o plantio

No controle integrado de doenças de plantas, o tratamento de sementes constitui uma das principais medidas, tendo em vista suas características que são únicas, tornando-se cada vez mais popular em todo o mundo.

Diversos produtos químicos e biológicos foram desenvolvidos, testados e estão disponíveis aos agricultores para o trata-

sejam misturadas com as demais sadias, eliminando-se do campo todas as plantas com sintomas daquela praga. As plantas com sintomas de contaminação por pragas deverão ser erradicadas antes da colheita ou, não sendo possível, o campo deve ser desqualificado para a produção de sementes, quando atingir níveis de contaminação de difícil manejo.

Na inspeção de campo devem ser utilizados métodos de amostragem e de trabalho que podem diferir de acordo com a espécie e o estágio de desenvolvimento da cultura. No Guia de Inspeção de Campos para Produção de Sementes (BRASIL, 2011), são descritos 17 procedimentos que devem ser adotados na inspeção de campos de produção de sementes, como o princípio de casualidade e a ausência de tendenciosidade que deverão ser seguidos e a quantidade mínima de subamostras a ser tomada. O Guia também orienta como o campo deve ser vistoriado, propondo modelos de percursos, assim como o planejamento da inspeção e o tamanho da amostra.

Os padrões fitossanitários de algumas culturas constam na Instrução Normativa nº 45, de 17/9/2013 (BRASIL, 2013), que estabelece padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes. Nos Quadros 4, 5 e 6 estão descritos os procedimentos para a inspeção/vistoria dos campos de produção de semen-

Quadro 4 - Procedimentos para inspeção e padrões fitossanitários de campos de produção de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.)

Procedimento	Categoria/Índice			
	Básica	C1	C2	S1 e S2
Área máxima da gleba (ha)	50	100	100	100
Número mínimo de vistorias	2	2	2	2
Número mínimo de subamostras	6	6	6	6
Número de plantas/subamostra	2.000	1.000	500	250
População da amostra	12.000	6.000	3.000	1.500
Pragas (nº máximo de plantas com sintomas)				
Murcha-de-Fusarium ou fusariose	0/6.000	0/3.000	0/2.250	0/1.500
Mancha-angular ou bacteriose	0/6.000	0/3.000	0/2.250	0/1.500
Ramulose	0/6.000	0/3.000	0/2.250	0/1.500

Fonte: Adaptado de Brasil (2013).

Nota: C1 - Certificada de primeira geração; C2 - Certificada de segunda geração; S1 - Não certificada de primeira geração; S2 - Não certificada de segunda geração.

Quadro 5 - Procedimentos para inspeção e padrões fitossanitários de campos de produção de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.)

Procedimento	Categoria/Índice		
		C1 e C2	S1 e S2
Área máxima da gleba (ha)	50	50	50
Número mínimo de vistorias	2	2	2
Número mínimo de subamostras	6	6	6
Número de plantas/subamostra	250	150	100
População da amostra	1.500	900	600
Pragas (% máxima de plantas)			
Mofo-branco ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> )	0	0	0
Mofo-cinza ( <i>Botrytis cinerea</i> )	0	0	0

Fonte: Adaptado de Brasil (2013).

Nota: C1 - Certificada de primeira geração; C2 - Certificada de segunda geração; S1 - Não certificada de primeira geração; S2 - Não certificada de segunda geração.

Quadro 6 - Procedimentos para inspeção e padrões fitossanitários de campos de produção de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

Procedimento	Categoria/Índice			
	Básica	C1	C2	S1 e S2
Área máxima da gleba (ha)	50	50	50	100
Número mínimo de vistorias	2	2	2	2
Número mínimo de subamostras	6	6	6	6
Número de plantas/subamostra	1.000	500	375	250
População da amostra	6.000	3.000	2.250	1.500
Pragas				
Antracnose ( <i>C. lindemuthianum</i> ) (nº máximo de vagens contaminadas/população amostrada)	3/600	3/300	3/300	3/100
Crestamento-bacteriano ( <i>X. axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i> ) (nº máximo de plantas/população amostrada)	3/600	3/300	3/300	3/100
Mofo-branco ( <i>S. sclerotiorum</i> ) (nº máximo de plantas/população amostrada)	0	0	0	0

Fonte: Adaptado de Brasil (2013).

Nota: C1 - Certificada de primeira geração; C2 - Certificada de segunda geração; S1 - Não certificada de primeira geração; S2 - Não certificada de segunda geração.

tes de três das principais culturas do estado de Minas Gerais: algodão, girassol e feijão.

De acordo com a Instrução Normativa nº 45 (BRASIL, 2013), na inspeção de campos de produção de sementes de algodão, caso haja a ocorrência de murchar-de-Fusarium ou fusariose (*F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*), ramulose (*C. gossypii* var. *cephalosporioides*) ou mancha-angular ou bacteriose (*X. axonopoides* pv. *malvacearum*), é obrigatório que se proceda o arranquio e a queima das plantas doentes. De acordo com a citada normativa, na ocorrência em reboleiras de plantas de feijoeiro ou de girassol infectadas por *S. sclerotiorum* ou *Botrytis cinerea*, estas devem ser eliminadas com uma faixa de segurança de, no mínimo, 5 m circundantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O agricultor que pretenda produzir sementes de alta qualidade deve estar ciente dos desafios desta missão, ressaltando que sem o emprego de tecnologias modernas e eficazes de produção, sob todos os aspectos, este intento provavelmente não alcançará o sucesso desejado. É preciso ter em mente que sem o apoio de conhecimentos científicos disponibilizados pela pesquisa, a obtenção de sementes de alta qualidade torna-se praticamente um alvo inatingível. Para atender à legislação vigente, os campos de produção inspecionados devem atender a padrões predeterminados. Da mesma forma, as sementes produzidas e devidamente analisadas também devem estar de acordo com todas as exigências tecnicamente necessárias próprias de cada espécie considerada.

Essa demanda da alta qualidade requerida só será obtida se no produto final estiverem reunidos e integrados de forma positiva todos os aspectos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários desejáveis, principalmente, pelo consumidor final, cada vez mais bem informado e exigente.

É preciso que esse agricultor diferenciado valorize o uso para plantio de sementes de alta qualidade, principalmente no que diz respeito ao aspecto sanitário do lote. É necessário também que procure compreender e atue

como um difusor aos demais agricultores sobre o importante papel das sementes como veículo de disseminação de fitopatógenos.

## AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS

- AGARWAL, V.K.; SINCLAIR, J.B. **Principles of seed pathology**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1997. 560p.
- ALMEIDA, M.F. de et al. Specificity and sensibility of primer pair in the detection of *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* in cotton seeds by PCR technique. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.42, p.e202042012, 2020.
- ANDRADE, E.T. de et al. Efeitos de danos mecânicos controlados sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.23, n.2, p.41-51, 1998.
- ARAUJO, R.F.; ARAUJO, E.F. Produção de sementes. In: CARNEIRO, J.E. de S.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (ed.). **Feijão: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. p.356-384.
- BARROCAS, E.N. et al. Sensibility of the PCR technique in the detection of *Stenocarpella* sp. associated with maize seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.34, n.2, p.218-224, 2012.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BORÉM, A. Biotecnologia e sementes. In: ZAMBOLIM L. (ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. p.1-34.
- BOTELHO, L. da S. et al. Detection of *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean seeds by conventional and quantitative PCR technique. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.37, n.1, p.55-62, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Brasília, DF: MAPA, 2021. Disponível em: [https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: maio 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes de algodão, amendoim, arroz, arroz preto, arroz vermelho, aveia branca e amarela, canola, centeio, cevada, ervilha, feijão, feijão caupi, gergelim, girassol variedades, girassol cultivares híbridas, juta, linho, mamona variedades, mamona cultivares híbridas, milho variedades, milho cultivares híbridas, painço, soja, sorgo variedades, sorgo cultivares híbridas, tabaco, trigo, trigo duro, triticale e de espécies de grandes culturas inscritas no Registro Nacional de Cultivares - RNC e não contempladas com padrão específico, a partir do início da safra 2013/2014, na forma dos Anexos I a XXX desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.1-38, 18 set. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Guia de inspeção de campos para produção de sementes**. 3.ed.rev. e atual. Brasília, DF: MAPA, 2011. 39p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA, 2009. 395p.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; MOREIRA, E.N. Transmissão de fungos em sementes de cereais de inverno e milho: implicações epidemiológicas. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. p.55-74.

DHINGRA, O.D. Controle de patógenos residentes em resíduos culturais em cultivos conservacionistas. In: STADNIK, M.J.; TALAMINI, V. (ed.). **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: UFSC-CCA, 2004. p.125-142.

DHINGRA, O.D. Teoria da transmissão de patógenos fúngicos por sementes. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. p.75-112.

FANTINATTI, J.B.; HONÓRIO, S.L.; RAZERA, L.F. Qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) de diversas densidades, obtidas em mesa gravitacional. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11, n.2, p.83, set. 2001.

GADAGA, S.J.C.; SIQUEIRA, C. da S.; MACHADO, J. da C. Molecular detection of *Colletotrichum lindemuthianum* in bean

seed samples. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.40, n.4, p.370-377, 2018.

GUIMARÃES, M. de R.F. *et al.* Evaluation of inoculum potential of pathogens in seeds: relation to physiological quality and DNA quantification by qPCR. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.39, n.3, p.224-233, 2017.

HULL, R. **Matthew's plant virology**. 4th ed. San Diego: Academic Press, 2002. 1056p.

INFORME AGROPECUÁRIO. Nematoides fitoparasitas. Belo Horizonte: EPAMIG, v.40, n.306, 2019.

KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A. Princípios gerais de controle. *In*: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (ed.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p.692-709.

KOLKMAN, J.M.; KELLY, J.D. Agronomic traits affecting resistance to white mold in common bean. **Crop Science**, n.42, n.3, p.693-699, May/June 2002.

LEAL-BERTIOLI, S.C.M.L. *et al.* **Desenvolvimento de marcadores moleculares para a identificação de raças do nematóide de cisto da soja, *Heterodera glycines***. Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 5p. (EMBRAPA- CENARGEN. Pesquisa em Andamento, 14).

LIMA, R.C. *et al.* Strategy to identify resistance to white mould associated with high yield for irrigated common bean in Brazil. **Plant Pathology**, v.69, n.6, p.1172-1184, Aug. 2020.

LOLLATO, M.A.; SILVA, W.R. Efeitos da utilização de mesa gravitacional na qualidade de sementes do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.19, n.12, p.1483-1496, 1984.

MACHADO, J.C. Análise crítica de resultados de pesquisas de projetos em patologia de sementes nos últimos anos no Brasil. **Informativo ABRATES**, Brasília, DF, v.25, n.2, set. 2015. Edição de Anais do XIX Congresso Brasileiro de Sementes e XIII Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, Foz do Iguaçu, 2015.

MACHADO, J.C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: MEC; Lavras: ESAL, 1988. 107p.

MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: Editora UFLA, 2000. 138p.

MACHADO, J.C.; POZZA, E.A. Razões e procedimentos para o estabelecimento de

padrões de tolerância a patógenos em sementes. *In*: ZAMBOLIM L. (ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. p.375-398.

MAUDE, R.B. **Seedborne disease and their control: principles and practice**. Wallingford: CAB International, 1996. 280p.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: MacMillan, 1977. 2v.

PAULA JÚNIOR, T.J.; VIEIRA, R.F. Semente: importante veículo de disseminação de patógenos de feijão. *In*: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J. de; BORÉM, A. (ed.). **Feijão**. 2.ed.atual. e ampl. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. p.437-476.

POWERS, T.O. *et al.* Identification of seed gall nematodes of agronomic and regulatory concern with PCR-RFLP of ITS1. **Journal of Nematology**, v.33, n.4, p.191-194, 2001.

SANTIAGO, D.C.; HOMECHIN, M. **Métodos de detecção de nematóides em sementes**. Londrina: Editora Mecnas, 2004. 90p.

SCHWARTZ, H.F.; SINGH, S.P. Breeding common bean for resistance to white mold: a review. **Crop Science**, v.53, n.5, p.1832-1844, Sept./Oct. 2013.

SILVA JÚNIOR, M.B. *et al.* qPCR-based detection of *Colletotrichum truncatum* in soybean seeds. **Tropical Plant Pathology**, v.45, n.5, p.550-555, Oct. 2020.

SOUSA, M.V. de; SIQUEIRA, C. da S.; MACHADO, J. da C. Conventional PCR for detection of *Corynespora cassicola* in soybean seeds. **Journal of Seed Sciences**, Londrina, v.38, n.2, p.85-91, 2016.

SOUSA, M.V. de *et al.* Real-time quantitative PCR assays for the rapid detection and quantification of *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* in *Phaseolus vulgaris* (common bean) seeds. **Plant Pathology**, v.63, n.2, p.478-488, Apr. 2015.

TEIXEIRA, H. *et al.* **Manejo da podridão-radicular-seca do feijoeiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2009. 5p. (EPAMIG. Circular Técnica, n.63).

TEIXEIRA, P.H. *et al.* Management of white mold in common bean using partial resistance and fungicide applications. **Crop Protection**, v.124, Oct. 2019.

ZERBINI, F.M. Transmissão e controle de vírus em sementes. *In*: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. p.135-162.

Veja no próximo

INFORME  
AGROPECUÁRIO

## Alternativas forrageiras para o Semiárido mineiro

Importância da bovinocultura para o Semiárido mineiro

Sorgo e milho para silagem

Alternativas forrageiras tolerantes à seca

Capim-buffel

Capim-andropogon

Palma forrageira

Mandioca e subprodutos na alimentação de ruminantes

Leguminosas forrageiras adaptadas ao Semiárido

Leia e Assine o  
INFORME AGROPECUÁRIO

(31) 3489-5002

livraria@epamig.br  
www.livrariaepamig.com.br

# Tratamento industrial de sementes

Everson Reis Carvalho<sup>1</sup>, João Almir Oliveira<sup>2</sup>, Thaís de Andrade<sup>3</sup>

Resumo - Sementes de alta qualidade são essenciais para o sucesso da lavoura, pois contribuem para maiores produtividades. O tratamento de sementes é muito importante por diversas vantagens, dentre estas, preserva e protege o desempenho das sementes ou plântulas mediante pragas e patógenos. Por causa do valor das sementes, dos produtos e da importância para a agricultura, o tratamento deve ser realizado com os devidos cuidados e acompanhamento técnico. As possibilidades de tecnologias de tratamento de sementes são: tratamento realizado na própria fazenda, *on farm*; em revendas ou prestadores de serviço, profissional; em Unidades de Beneficiamento de Sementes, tratamento industrial de sementes. Existe um grande número de produtos e equipamentos no mercado aptos a ser usados no tratamento industrial de sementes, por isso demandam recomendações especiais em função da espécie, qualidade de sementes, produtos, tecnologia de aplicação, condições de armazenamento e sementeira, alvos e desafios, perfil e nível tecnológico do produtor e mercado. Os três pilares do tratamento de sementes de alta qualidade, ou seja, pessoas, produtos e processos, são devidamente planejados e acompanhados tecnicamente. A tecnologia de aplicação em tratamento de sementes evoluiu ao longo do tempo, acompanhando os avanços e demandas da agricultura, com tendências de maiores assertividade de dose e eficiência dos produtos, mais segurança ao ambiente e operadores e menores chances de danos à qualidade das sementes.

Palavras-chave: Tratamento de semente. Tecnologia de aplicação. Qualidade da semente. Produtividade. Inovação tecnológica.

## Industrial seed treatment

Abstract - High quality seeds are necessary to the success of farming system as it allows to further productivities. The seeds treatment provides many advantages as the preservation and the protection of seeds against pests and pathogens. Due to the value of seeds, products and the importance to the agriculture, the treatment must be realized with sufficient care and technical assistance. The possibilities of technologies in the treatment of seeds are: treatment realized in the farm itself, named *on farm*; in resales or service providers, professional; in seed processing plant, industrial seed treatment. There is a large number of products and equipment in the market capable of being used in the treatment, demanding special recommendations according to the specie, quality of seeds, products, application technology, storage and sowing condition, producer and market profile and technological level. In this treatment: people, products and processes, the three pillars of the treatment of high-quality seeds, are properly planned and accompanied technically. The spray technology in seeds treatment has evolved over time, following the advances and demands from the agriculture with tendencies of higher assertively of rates and efficiency of products, higher security to the environment and operators and less chances of damages to the quality of seeds.

Keywords: Seeds treatment. Spray technology. Quality seeds. Yield. Technological innovation.

### INTRODUÇÃO

Para garantir melhor desempenho agromômico da cultura no campo, é necessário que todos os atributos de qualidade das sementes, genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários sejam considerados. Portanto,

para que um lote de sementes seja estimado como sendo de alta qualidade deve apresentar alto vigor e germinação, isento de patógenos, com garantia de pureza física e varietal e não conter sementes de plantas infestantes.

Os fatores que influenciam esses atributos de qualidade das sementes podem ocorrer durante a fase de produção no campo, na operação de colheita e, essencialmente, no processamento pós-colheita, envolvendo as etapas de secagem, bene-

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, D.Sc., Prof. Adj./Pesq. UFLA, Lavras, MG, [eversoncarvalho@ufla.br](mailto:eversoncarvalho@ufla.br).

<sup>2</sup>Biólogo, D.Sc., Prof. Tit. Aposentado UFLA, Lavras, MG, [jalmir@ufla.br](mailto:jalmir@ufla.br).

<sup>3</sup>Eng. Agrônoma, D.Sc., Gerente Facilites PROVIVI, Campinas, SP, [thaisandradeagro@gmail.com](mailto:thaisandradeagro@gmail.com).

ficiamento, tratamento, armazenamento e transporte.

Estabelecer uma lavoura e obter elevadas produtividades depende, dentre outros fatores, do potencial fisiológico das sementes utilizadas na semeadura. A porcentagem, a velocidade e a uniformidade de emergência de plântulas dependem desse potencial. Sementes de alta qualidade resultam em plântulas vigorosas, bem desenvolvidas e que superam diferentes condições edafoclimáticas, com maiores uniformidade e velocidade de emergência e desenvolvimento das plantas, fatores que contribuem para o melhor desempenho e, conseqüentemente, maior produtividade. O estande ideal é um dos fatores para alcançar elevadas produtividades, para que esse seja adequado, três pilares devem ser considerados:

- a) número correto de plantas por área – estande;
- b) distribuição adequada entre plantas e entre linhas – arranjo;
- c) uniformidade e vigor de plantas – vigor.

Para formar um estande ideal, sementes de alta qualidade são essenciais.

Na agricultura atual, mediante a demanda por altas produtividades, considerando ainda o valor das sementes e seu papel na transferência de tecnologias, o tratamento de sementes (TS) torna-se muito importante e essencial, por isso tem sido cada vez mais adotado.

O TS é a aplicação de processos e/ou substâncias que preservem, aperfeiçoem ou protejam o desempenho das sementes ou plântulas. Pode envolver a aplicação de defensivos (fungicidas, inseticidas e nematocidas), inoculantes e produtos biológicos (*Bradyrhizobium*, *Trichoderma*, *Bacillus*, *Azospirillum*, etc.), estimulantes (hormônios), protetores e micronutrientes, entre outros. Ou também a submissão a tratamentos físicos (termoterapia) ou ainda a tratamentos pré-germinativos (osmocondicionamento, *priming*). Sendo mais comuns e difundidos os tratamentos fitossanitários com produtos, sobretudo

fungicidas e inseticidas, e com crescente adoção de tratamentos biológicos.

As sementes, apesar de configurar como o principal veículo de transferência de tecnologias aos produtores, podem também ser veículos de patógenos e pragas, quando de baixa qualidade e produzidas e processadas de maneira incorreta. Nesse caso, a semente pode ser um vetor de patógenos para diversas áreas, contribuindo com a disseminação e a instalação do inóculo inicial de doenças. Além de doenças, pragas também podem ocorrer na própria semente ou na área de cultivo, comprometendo o desempenho das sementes e plântulas. Dentre os principais patógenos e pragas estão fungos, insetos e nematoides. Por isso, a relevância do correto e eficiente TS para a agricultura moderna.

Dentre os preceitos do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e Manejo Integrado de Doenças (MID), estão o uso de sementes com alta qualidade sanitária (sadias), dentro de padrões preestabelecidos, e o TS. Neste sentido, o tratamento tem como objetivo eliminar os patógenos preexistentes nas sementes e protegê-las contra a ação de patógenos presentes no ambiente, seja durante o armazenamento seja após o plantio, além de proteger a parte aérea das plantas nos estádios iniciais da lavoura. Essa é uma etapa de suma importância na implantação de qualquer lavoura para que se obtenha um estande adequado.

Assim, atualmente o TS é muito difundido e adotado na agricultura, mediante suas vantagens e seu baixo custo em relação ao custo total da lavoura. Porém, demanda cuidados e recomendações especiais, em função da espécie, qualidade de sementes, produtos, tecnologia de aplicação, condições de semeadura e cultivo, perfil e nível tecnológico do produtor e mercado. O TS não pode ser uma operação com técnicas amadoras e, sim, com conhecimentos e tecnologias profissionais para garantir um tratamento de alta qualidade e suas vantagens, além de reduzir possíveis riscos do tratamento químico sobre as sementes. Portanto, visando melhorar

a tecnologia de aplicação, assertividade de dose, segurança e comodidade, o tratamento de sementes industrial (TSI) tem sido utilizado no agronegócio.

## CONCEITOS E FINALIDADES DO TRATAMENTO DE SEMENTE

### Conceitos e vantagens

Diversas definições são atribuídas ao termo “tratamento de sementes”, dentre estas que, o TS é subentendido como a aplicação de produtos químicos, biológicos e agentes físicos diretamente às sementes de maneira isolada ou combinada, ou ainda, seu manejo, por meio de processos que possibilitam a melhoria ou garantia do seu real valor cultural e para fins comerciais (MACHADO, 2000). De modo geral, o TS pode ser dividido em duas linhas:

- a) tratamento sanitário, que visa o controle de pragas e doenças;
- b) tratamento funcional, cuja finalidade é garantir o desempenho das sementes, seja por produtos seja por processos que não apresentam propriedades biocidas, com diferentes objetivos. Enquadram-se nessa categoria a peliculização (*film coating*) utilizando polímeros, revestimento de sementes (peletização), aplicação de corantes, micronutrientes, estimulantes sintéticos (hormônios), protetores quanto à atuação de herbicidas, bactérias fixadoras de nitrogênio (N) e estimulantes (*Bradyrhizobium*, *Azospirillum*, etc.), ou tratamentos pré-germinativos e outras formas de valorização e incrementos para o cultivo via sementes.

O número de processos e produtos aplicados às sementes tem aumentado, com predominância dos tratamentos sanitários, sobretudo o tratamento químico. Salienta-se também o proeminente avanço dos tratamentos biológicos via sementes e dos tratamentos funcionais.

A predominância do tratamento sanitário ocorre pelas possíveis associações de patógenos e pragas às sementes, fato

crítico e já amplamente conhecido em todo o mundo, e tem sido responsável por uma série de consequências danosas, conforme vem sendo relatado há anos na literatura. De forma geral, esses danos podem ser resumidos em (MACHADO; POZZA, 2005):

a) campo de cultivo:

- redução do poder germinativo e vigor das sementes, com perdas de estande e maior suscetibilidade das plantas a estresses em geral,
- introdução precoce e aleatória de focos de infecção nas áreas de plantio,
- acúmulo de inóculo no campo, com a prática de replantios e cultivos em sucessão,
- necessidade de aplicação extra de produtos fitossanitários para o combate de doenças introduzidas nas áreas de cultivo,
- aumento de custos para o combate das doenças introduzidas no campo,
- menores produtividades,
- inutilização temporária de áreas para o cultivo de algumas espécies vegetais;

b) pós-colheita:

- contaminação de máquinas e equipamentos de beneficiamento de sementes,
- maior deterioração de sementes durante o período de armazenamento,
- meio de perpetuação de doenças entre gerações, disseminação no tempo,
- disseminação de doenças a longas distâncias, com a comercialização de sementes para diversas regiões.

Por isso, a relevância do TS para os cultivos agrícolas. No âmbito da fitossanidade, o TS tem como finalidades:

- a) erradicar inóculo de patógenos e formas parasitas de pragas que

estejam associados às sementes, podendo esses organismos serem ou não transmitidos por essa via;

- b) proteger sementes e plântulas, impedir ou dificultar a ação de patógenos e pragas que possam acometer as sementes por ocasião da germinação, em fase inicial de emergência no campo;
- c) evitar a ocorrência de surtos epidêmicos no campo, por meio de redução do inóculo inicial proveniente de semente contaminada;
- d) proteger as plantas, nos estádios iniciais, contra doenças e pragas na parte aérea, cujo inóculo ou formas parasitárias possam ser provenientes da própria semente ou de outras fontes no campo.

Dos agentes patogênicos que são alvos do TS, a maioria é fungo, apesar de os nematoides terem aumentado sua importância nas últimas safras, e, por último, bactérias e vírus. Em relação às pragas, são alvos do tratamento dois grupos distintos, o primeiro refere-se às pragas comuns durante o armazenamento, e o segundo às pragas de ocorrência nos campos de cultivo, sobretudo fase inicial de estabelecimento.

A prática do tratamento sanitário de sementes pode ser conduzida por meio de diferentes métodos, envolvendo produtos ou processos de natureza química, biológica e física, ou por combinação destes. O mais difundido é o tratamento químico, porém com crescimento da adoção de biológicos em associação, para complementação sanitária ou funcional.

O tratamento químico, além de ser econômico e de fácil execução, é também considerado seguro ao homem e ao ambiente, quando o processo é corretamente realizado. Em razão da pequena quantidade de produtos adicionados às sementes e do fato de estarem em contato direto com o alvo. É um método pouco prejudicial ao ambiente, quando comparado aos sistemas convencionais de tratamento de doenças via aérea, pela baixa quantidade de ingrediente ativo por área cultivada.

O tratamento químico é uma das medidas mais eficazes ao controle de pragas e microrganismos transportados ou transmitidos pelas sementes, porque, além de eliminar ou reduzir o inóculo do patógeno na semente, pode impedir a entrada de patógenos e pragas em áreas isentas, propiciar emergência uniforme de plantas, proteger as sementes e plântulas contra microrganismos e pragas presentes no ambiente de cultivo, assim como evitar a necessidade de ressemeadura. Também é importante para proteção durante o armazenamento.

### **Tratamento químico no controle de insetos-praga de armazenamento**

A qualidade das sementes pode ser afetada por ação de diversos fatores, dentre estes as pragas de armazenamento, que podem causar danos qualitativos e quantitativos. Por isso, o tratamento visando o controle dessas pragas, em função do tipo das sementes e espécies dessas pragas, é importante para evitar problemas da produção até a semeadura das sementes.

### **Tratamento químico no controle de insetos-praga de campo/solo**

Pragas subterrâneas, com frequência, causam prejuízos econômicos à agricultura. Nos últimos anos, esses insetos têm tido importância significativa às culturas anuais no Brasil, principalmente em áreas com agricultura intensiva.

São vários os insetos que atacam sementes, raízes e plantas jovens após a semeadura, levando a uma redução no estande e, conseqüentemente, no potencial produtivo da lavoura. Portanto, uma das características importantes do tratamento com inseticidas é o efeito imediato ao controle dos insetos presentes no solo, bem como o efeito protetivo das sementes e, ainda, pelo fato de a maioria dos produtos ter efeito sistêmico. O ingrediente presente nas sementes desprende-se lentamente e é absorvido pelas raízes e é também translocado para a planta nas fases ini-

ciais de desenvolvimento, conferindo-lhe determinado período de proteção residual contra insetos do solo e da parte aérea. Esse período de proteção inicial das plantas é variável em função da espécie da semente, ingrediente ativo do produto, condições de cultivo, tipo e pressão da praga.

### **Tratamento químico de sementes para o controle de patógenos**

Dentre os patógenos, a incidência de fungos é a mais corriqueira, por isso, o uso de fungicidas no TS é o mais comum, embora tenha aumentado a percepção dos agricultores em relação aos danos causados por nematoides nas lavouras. A ocorrência e a tendência de problemas com bactérias e vírus são menores e mais específicas, por isso, o uso de agentes para controle desses patógenos via sementes é mais restrito em relação aos fungicidas.

Em função de informações mais recentes, a adoção do tratamento químico de sementes com fungicidas no Brasil vem aumentando nos últimos anos, havendo para algumas culturas, como soja, milho, algodão, índices percentuais próximos ou iguais à totalidade das sementes. Essa tendência de elevadas taxas de adoção da técnica é válida também para outras culturas, como trigo e arroz.

A introdução de novos fungicidas, com diferentes modos de ação, em doses menores e em formulações mais eficazes e seguras, tem proporcionado opções para o controle de patógenos tanto nas sementes, como aqueles com ocorrência no solo. Muitos desses antes não controlados. Historicamente, o tratamento evoluiu com a introdução de produtos sistêmicos, que proporcionam uma proteção não só às sementes, mas também às plantas nos estádios iniciais, sendo período variável conforme fatores citados para os inseticidas.

A proteção das sementes com fungicidas é extremamente necessária, pois a semeadura dificilmente é realizada quando o solo apresenta níveis adequados de umidade e de temperatura para a rápida germinação e emergência, ficando a se-

mente exposta por mais tempo ao ataque desses fungos. Esse fato evidencia que não basta fazer uma boa correção do solo, bom controle de plantas daninhas, correto procedimento de semeadura, semear na época correta, se a semente utilizada for de baixa qualidade, ou ainda, sem o tratamento.

O tratamento químico de sementes tem sido cada vez mais difundido na agricultura, pelas vantagens e aplicabilidade. Os produtos mais comuns utilizados são fungicidas, inseticidas e nematicidas.

### **Adoção e custos**

Além das vantagens técnicas, o TS apresenta baixo custo. Fato que fortalece ainda mais o uso da técnica. Essa prática representa, em geral, apenas 0,5% a 1,0% do custo de produção das culturas, podendo alcançar até 4% em algumas situações. O custo vai variar em função dos produtos e ingredientes ativos utilizados, cultura e perfil tecnológico/investimento do produtor/cultivo.

Estima-se que, de modo geral, no mercado brasileiro, mais de 90% das sementes de soja, milho e algodão são tratadas, e acima de 70% e 50% para sementes de trigo e arroz, respectivamente (PESKE; PLATZEN, 2019).

Esse crescente aumento de demanda por sementes tratadas impulsionou a evolução tecnológica dos produtos e processos envolvidos no TS. Avanços são notórios em desenvolvimento de produtos com maior eficácia e em novas formulações específicas, tendência de doses mais baixas e alta eficiência, bem como em indústrias de máquinas utilizadas no TS e também na qualificação de pessoas e no aperfeiçoamento de sistemas de segurança para pessoas, processos e ambiente. Dentre essas evoluções está o TSI.

## **TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO E PRODUTOS**

### **Perfil dos produtos fitossanitários**

O TS pode ser realizado com diversos produtos, envolvendo desde a aplicação

de defensivos fitossanitários (fungicidas, inseticidas e nematicidas), inoculantes e produtos biológicos (Bradyrhizobium, Trichoderma, Bacillus, Azospirillum, Pasteuria etc.), estimulantes (hormônios), protetores contra ação de herbicidas e micronutrientes, entre outros. Com o avanço das pesquisas, aumentam-se as opções e possibilidades de produtos via TS.

No escopo sanitário, geralmente os produtos disponíveis no mercado para TS podem apresentar propriedades fungicidas, inseticidas e nematicidas. A predominância é de produtos químicos, mas com avanços no desenvolvimento e uso de produtos biológicos.

Para que o tratamento químico seja eficiente, deve-se selecionar um produto capaz de erradicar os patógenos presentes nas sementes, protegê-las contra os patógenos e pragas de solo, que não seja tóxico ou apresente baixa toxicidade às plantas, ao homem e ao ambiente, além disso deve apresentar alta estabilidade, aderência e cobertura, não ser corrosivo, ser de baixo custo e fácil aquisição, e ser compatível com outros produtos.

Existe um grande número de produtos no mercado aptos a ser usados no TS, apresentando características diferentes. Os produtos chamados “de contato” são aqueles que agem, superficialmente, tendo pouca capacidade de penetrar na semente, restringindo sua ação sobre os patógenos localizados no tegumento ou logo abaixo deste, sem penetrar nos tecidos embrionários. Os produtos sistêmicos são aqueles que são absorvidos junto com a água durante a embebição/germinação e são translocados para a plântula, conferindo-lhe proteção por determinado período, nos estádios iniciais de desenvolvimento.

Os produtos fitossanitários formulados podem conter um ou mais ingrediente ativo, com ações isoladas, fungicidas ou inseticidas ou nematicidas, ou em associações. Apesar de alguns ingredientes ativos serem os mesmos utilizados para aplicação via foliar, os produtos para TS apresentam

tecnologia de formulação específica, distintas das formulações para aplicações via foliar. Dentre as formulações específicas para TS estão: solução para tratamento de sementes (LS); emulsão para tratamento de sementes (ES); suspensão concentrada para tratamento de sementes (FS), muito comum atualmente.

Hoje existe no mercado um grande número de produtos fitossanitários recomendados para TS para as mais diversas culturas, patógenos e pragas, os quais devem estar registrados no Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Por isso para prescrição no Receituário Agrônômico é imprescindível a consulta quanto ao registro do produto (cultura e pragas/patógenos) junto ao MAPA no Sistema Agrofit, bem como com suas recomendações técnicas de uso e aplicação contidas na bula.

### Cuidados gerais na execução do tratamento de sementes

Devem ser obedecidos os seguintes critérios no TS:

- a) conhecer os perfis sanitários e fisiológicos dos lotes de sementes e o histórico da área, em que será realizada a semeadura;
- b) usar, sempre que possível, mais de um ingrediente ativo, com diferentes modos de ação, para evitar o surgimento de populações resistentes dos organismos aos produtos utilizados;
- c) assertividade de dose. Não exceder ou reduzir as doses recomendadas pelos fabricantes e/ou pesquisa, por razões ambientais, indução de resistência aos ingredientes ativos e eficiência; ideal trabalhar com a dose por número de sementes para melhorar a assertividade por indivíduo;
- d) evitar a utilização de volumes de caldas elevados, principalmente com predominância aquosa, e utilizar equipamentos apropriados e regula-

dos que promovam uma distribuição mais uniforme, sem causar danos às sementes;

- e) não utilizar produtos com prazo de validade vencido;
- f) armazenar produtos em locais secos, ventilados, na ausência de luz, distantes de rações ou outros tipos de alimentos e fora do alcance de crianças e animais;
- g) em casos nos quais se faz uso de produtos biológicos é importante verificar com o fabricante se há compatibilidade entre esses produtos e os químicos. Se houver restrições, recomenda-se aplicar os produtos químicos fitossanitários via sementes e os microrganismos via sulco de semeadura;
- h) a operação de tratamento e os descartes de embalagens devem seguir rigorosamente as normas de segurança, tanto em relação aos operadores como ao ambiente. Normas específicas sobre esse aspecto são difundidas pela Associação Nacional de Defesa Vegetal (Andef), pelos fabricantes dos produtos e demais órgãos de assistência técnica nas regiões;
- i) usar somente produtos registrados para a cultura e pragas/patógenos no MAPA que constam no Agrofit. Com recomendações específicas para tratamento via sementes;
- j) informações sobre produtos, patógenos e cuidados no manuseio do tratamento químico de sementes devem ser esclarecidas com os técnicos especializados mais próximos da assistência rural local;
- l) sementes tratadas devem ser manuseadas com cuidado para evitar atrito dentro da sacaria e não favorecer o desprendimento de partículas da película que envolve a semente, identificar corretamente as sementes tratadas, para evitar possíveis contaminações e misturas.

### Tecnologia de aplicação do tratamento químico em sementes

A tecnologia de incorporação de um produto às sementes é extremamente variável e tem grande influência na eficiência do tratamento químico. A tecnologia mais simples de aplicação desses produtos químicos baseia-se em seu revestimento, via formulação a seco ou úmida, seja pasta fluida seja líquida (MENTEN; MORAES, 2010). O revestimento com uma camada delgada de um filme especial (film coating), denominado polímero, tem sido uma forma eficiente de agregar aos produtos.

No mercado, há um grande número de equipamentos disponíveis para o TS, seja por meio do sistema de tambor rotativo, sistema de rosca sem fim, seja por câmara de nebulização e algumas adaptações que o próprio produtor realiza na fazenda, conforme Figura 1. Assim, o que se deve procurar é por equipamentos que promovam uma distribuição do produto mais uniforme possível, na superfície da semente e atinja igualmente todas as sementes de um lote a ser tratado de forma adequada. Ou seja, equipamentos que proporcionem uma boa aplicação primária, que é o primeiro contato do produto com as sementes e, também, uma correta aplicação secundária, distribuição com o contato entre as sementes. O que favorece a utilização de um volume mínimo de calda, com bom recobrimento e sem causar danos às sementes, principalmente danos mecânicos e danos por embebição.

A eficiência da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários via sementes de alta qualidade depende primordialmente de alguns fatores:

- a) pessoas: mão de obra qualificada e ciente da importância e cuidados necessários na operação;
- b) produtos: específicos para TS, com alta eficiência sobre o alvo (praga/patógeno) e baixa toxidez sobre a qualidade das sementes, ambiente e operadores; compatibilidades com demais produtos da calda;

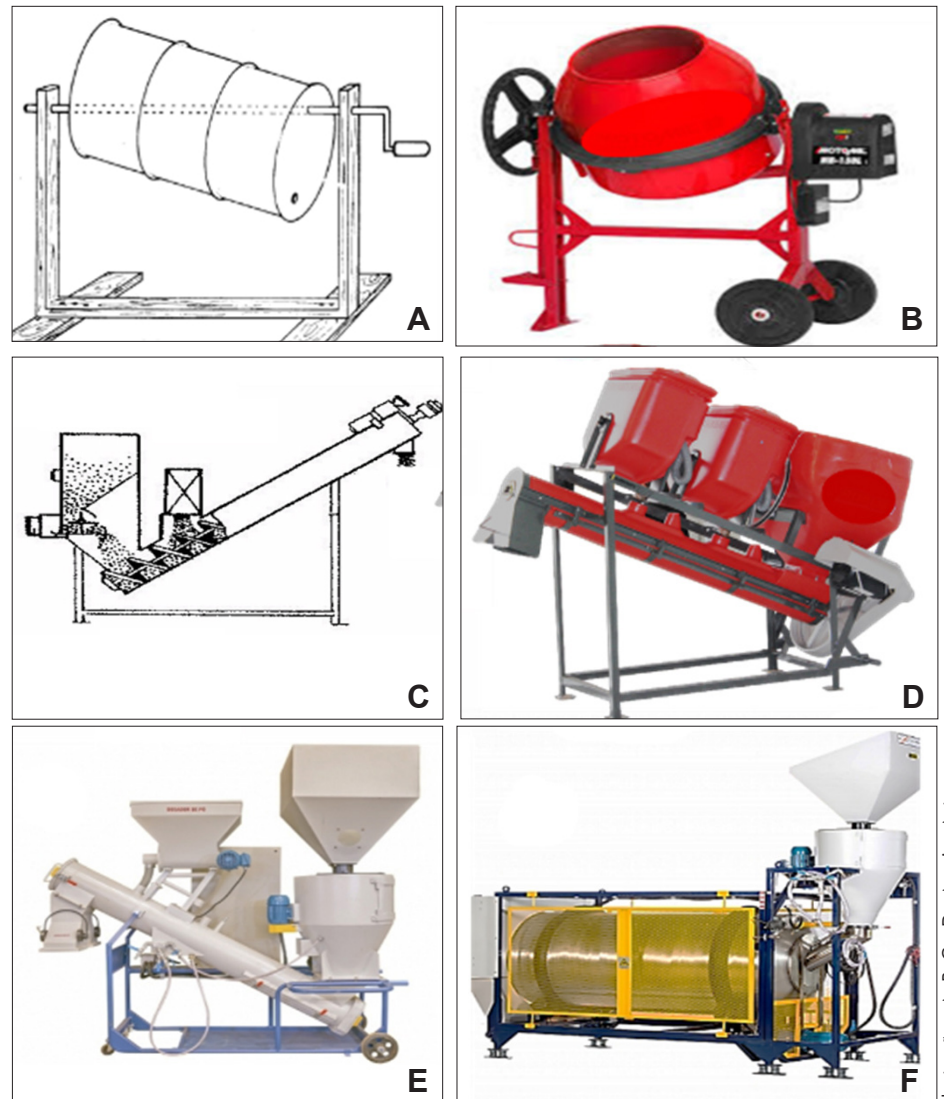
c) processos: diretamente relacionados com os níveis tecnológicos dos equipamentos utilizados, quanto à eficiência nas aplicações primárias e secundárias para um bom recobrimento e assertividade de dose, com volumes de caldas mais baixos sem causar danos às sementes.

O TS é atualmente realizado em diferentes níveis tecnológicos, com processos mais simples na própria fazenda (*on farm*), com distintos equipamentos em função da disponibilidade e orientação técnica do produtor. Com uso desde misturas simples a lanço, equipamentos adaptados como tambores rotativos e betoneiras, máquinas tratadoras de pequeno porte até em alguns casos com máquinas com alta tecnologia e desempenho. Sendo essa última não muito comum por limitação de custo. Além dessa forma de tratamento, tem-se o tratamento profissional de sementes comumente realizado em revendas ou prestadores desse tipo de serviço e o TSI realizado na própria Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) em Centros de Tratamento de Sementes (CTS).

O tratamento profissional e o TSI são realizados com pessoas, produtos e processos focados e específicos para alta eficiência do tratamento.

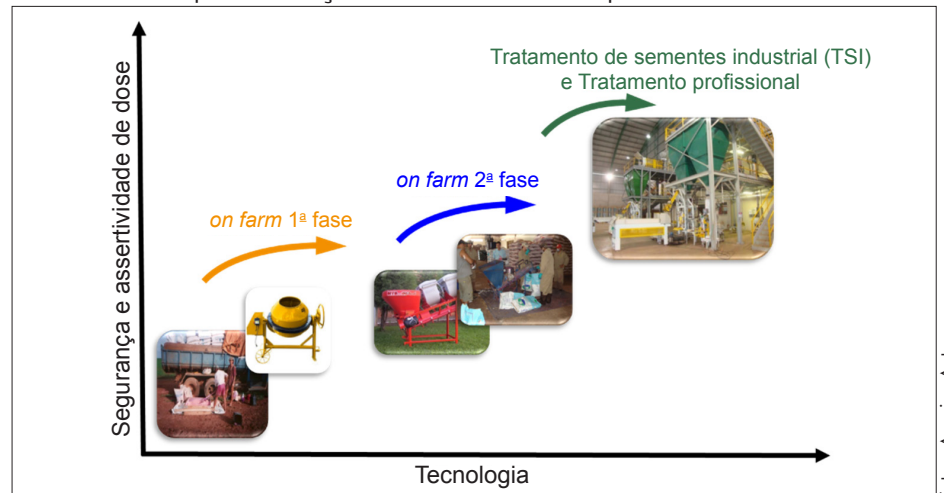
A tecnologia de aplicação em TS evoluiu ao longo do tempo, acompanhando os avanços e demandas da agricultura moderna, com tendências de maiores assertividade de dose e eficiência dos produtos, maior segurança ao ambiente e operadores e menores chances de danos à qualidade das sementes (Gráfico 1). Com a maior demanda e exigência por sementes de alta qualidade, formação de estandes adequados para altas produtividades, produtos de TS eficientes na proteção, valor envolvido nas sementes e produtos, o TS não deve ser conduzido de maneira amadora, pois um tratamento malfeito pode acarretar em danos à qualidade das sementes, e ocasionar perdas na eficiência dos produtos ou fitotoxicidade em função de erros de doses, além de possíveis contaminações ambientais, por causa do baixo nível de treinamento

Figura 1 - Equipamentos utilizados para o tratamento de sementes



Fonte: (E) e (F) Momesso (2020b).

Gráfico 1 - Tendências de tecnologias de tratamento de sementes ao longo do tempo e a relação com a eficiência do processo



Fonte: Elaboração dos autores.

Ilustrações: A, B, C e D - Arquivo Autores

Fotos: Arquivo Autores

da equipe envolvida no processo. Por isso, o profissionalismo e o treinamento na execução dessa operação são de extrema importância e devem ser considerados no processo produtivo.

## TRATAMENTO INDUSTRIAL DE SEMENTES

O TSI, também denominado tratamento industrial de sementes (TIS), já faz parte das etapas de beneficiamento de muitas empresas e produtores, sendo realizado com a utilização de equipamentos específicos e sofisticados, os quais possibilitam a aplicação de fungicidas, inseticidas, nematicidas, micronutrientes, entre outros produtos (HENNING, 2012). Nessa modalidade são utilizados equipamentos de médio a grande portes (Fig. 2), com alta capacidade e qualidade na aplicação dos produtos, comumente denominados CTS.

Esse tratamento vem ganhando espaço, inclusive com sementes de soja. De acordo com a Associação Brasileira dos Produtores de Sementes de Soja (Abrass), até o ano de 2017 mais de 50% dos produtores de sementes de soja já possuíam unidades de tratamento industrial. Grande parte das empresas que as comercializam realiza o tratamento no pré-ensaio, antes do armazenamento ou no momento de sua entrega aos produtores (ABRASS, 2017). As taxas atuais de adoções da técnica oscilam em função de alguns fatores: cultura, ano/safra, nível tecnológico do produtor, volume de semente e tamanho da área cultivada pelo produtor, rentabilidade econômica, preços dos produtos e serviços, perfis regional e comercial, dentre outros fatores. A tendência, sobretudo em grandes culturas, é uma adoção crescente, mediante percepção do valor e importância da qualidade de sementes, TS de alta performance e influência na proteção e formação do estande adequado, uma das premissas para elevadas produtividades. Nessa técnica, os três pilares do TS de alta qualidade - pessoas, produtos e processos - devem ser adequados e especializados.

Figura 2 - Equipamentos utilizados para o tratamento de sementes industrial (TSI)



Fonte: (A) Momesso (2020a).

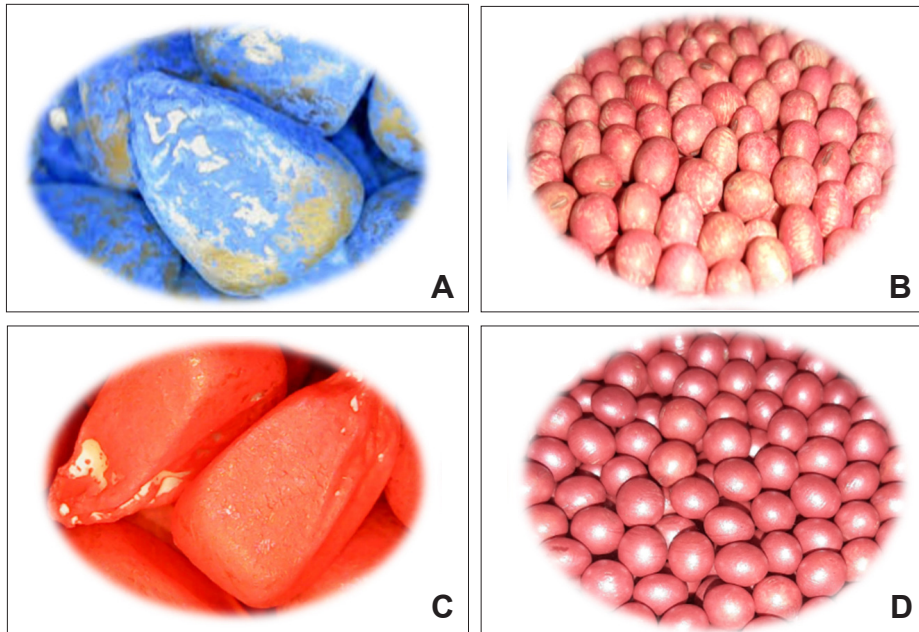
O tratamento profissional e o TSI contam com uma série de vantagens em relação ao tratamento convencional (*on farm*), porém existem exceções em todas. Dentre os benefícios estão:

- a) realizado por profissionais treinados e sob supervisão;
- b) menores chances de danos à qualidade das sementes no momento do tratamento;
- c) aplicações primária e secundária adequadas;
- d) assertividade de dose e precisão de aplicação do volume de calda;
- e) uso de produtos específicos, como polímeros, para complementação/formação da calda e não água, e uso de pó secante para acabamento, combinação que favorece a fluidez das sementes;
- f) melhor recobrimento da semente com os produtos desejados, mesmo com volumes de caldas mais baixos (Fig. 3);

- g) menor risco de intoxicação dos operadores e menores impactos ao meio ambiente;
- h) maior rendimento por hora (a exemplo, existem alguns equipamentos com capacidade de tratar até 40 toneladas de sementes por hora);
- i) maior segurança para o produtor de sementes, revendedor e agricultor, pelo menor manuseio e operações com as sementes após a entrega;
- j) ganhos logísticos ao produtor rural, por receber a semente muitas vezes pronta para a semeadura.

Atualmente, existem diversas opções de combinações de TSI disponíveis no mercado (pacotes), as quais podem ser escolhidas pelo agricultor em função de sua necessidade. Os pacotes vão desde somente fungicidas, fungicidas + inseticidas, fungicidas + inseticidas + nematicidas, em alguns casos, fungicidas + inseticidas + nematicidas + tratamento biológico. Além disso, algumas empresas sementeiras já adotam o tratamento industrial completo

Figura 3 - Amostras de lotes de sementes de milho e soja com tratamento



Nota: A e B - Tratamento pelo método tradicional – *on farm*; C e D - Tratamento pelo método industrial.

para um sistema “abra e plante”, no qual as sementes são tratadas com os produtos químicos fitossanitários e funcionais pertinentes a cada cultura, como inoculantes específicos (exemplo “longa vida”), bioestimulantes, polímero, pó secantes e até grafite, não sendo necessária a manipulação das sementes pelo agricultor.

Mas para as decisões no escopo de TS são necessários a análise e o conhecimento em alguns pontos-chave, para realizar ou adquirir um tratamento de alta qualidade e performance.

### Adequação do tratamento

Antes de realizar o tratamento ou adquirir a semente tratada, o agricultor deve conhecer os principais desafios em sua área de produção, para correto alinhamento produto x alvo.

### Eficiência dos produtos

Conhecer a eficiência dos ingredientes ativos que estão sendo aplicados nas sementes para controle dos alvos desejados. Para isso, consultar bula dos produtos e indicações, dados de pesquisa e informações técnicas. Somente usar produtos regis-

trados no Agrofite, para a cultura/patógeno/praga. Em tratamento de alta qualidade são utilizados somente produtos específicos para o TS, registrados e com eficiência sobre o controle e proteção contra patógenos/pragas, com constantes atualizações.

### Compatibilidade dos produtos

Consultar a compatibilidade entre os produtos usados no TS. A cada ano o número de produtos que podem ser veiculados via sementes aumenta, por isso a avaliação de compatibilidade entre estes é de extrema importância para evitar problema com a calda de TS. Para um tratamento de alta qualidade, esse estudo de compatibilidade entre os componentes é realizado antes, com avaliação de formação de precipitados, mudanças físicas, entre outros problemas que podem afetar a eficiência dos produtos.

### Volume de calda e recobrimento

Este é um aspecto muito importante, pois, com uma ampla variedade de produtos para o TS existentes no mercado, muitas vezes são aplicadas diversas formulações que podem exceder o volu-

me de calda máximo recomendado para cada cultura, ou seja, que não prejudica a qualidade fisiológica das sementes. Esse volume de calda pode ser composto por uma variedade de produtos e combinações de fungicidas, inseticidas, nematicidas, reguladores de crescimento, micronutrientes, inoculantes, protetores e polímeros, entre outros. Além do ingrediente ativo aplicado, a qualidade do tratamento depende da composição final do material utilizado, do volume de calda, da taxa de aplicação à semente e da qualidade física e fisiológica da semente (ABRASS, 2017).

Em um processo com aplicações primária e secundária deficientes, a tendência é o aumento de volume de calda para melhorar a distribuição e o recobrimento, muitas vezes usando como diluente água, situação corriqueira em tratamentos *on farm* com baixa assistência e conhecimento técnico. Essa prática pode prejudicar a qualidade fisiológica das sementes, principalmente com predominância aquosa da calda e espécies com morfologia mais suscetível, como a soja. Conforme verificado por Santos *et al.* (2018) ao envolver os produtos químicos em mistura com polímero e água, verificaram-se que o maior volume de calda testado de 1.200 mL/100 kg de sementes foi prejudicial à manutenção do vigor das sementes de soja ao longo do armazenamento.

Em um tratamento profissional de alta qualidade, seja este realizado na fazenda, revenda, seja na UBS, por envolvimento de pessoas, produtos e processos específicos, sobretudo com equipamentos de alta tecnologia com adequadas aplicações primárias e secundárias, os volumes de calda utilizados são pequenos, sem o uso de água, apenas polímeros, com obtenção de um adequado recobrimento. Além disso, em alguns casos é utilizado pó secante, essa combinação proporciona assertividade de dose, bom recobrimento, maior fluidez das sementes e preservação da qualidade fisiológica.

Vale salientar que para uma melhor assertividade de dose por semente (indivíduo), sempre que possível usar as recomendações das dosagens do produto (ingrediente ati-

Fotos: Arquivo Autores

vo) por número de sementes, pois assim é amenizada a influência do tamanho das sementes/peneiras. Prática já comum para sementes híbridas de milho, com tendência de maior adoção em outras culturas.

### Armazenamento após o tratamento

É importante ficar atento, pois sementes tratadas com alguns determinados produtos, se armazenadas por longos períodos após o tratamento, podem apresentar efeitos sobre a qualidade fisiológica (CARVALHO *et al.*, 2020). Esse período de armazenamento seguro para qualidade fisiológica (*seed safety*) depende de diversos fatores como: espécie, qualidade inicial do lote, ingrediente ativo e formulações, tecnologia de aplicação, constituição e volume final de calda e condições de armazenamento. Informações específicas sobre esse período em cada situação devem ser obtidas junto aos fabricantes dos produtos, equipe de assistência técnica e pesquisas técnicas e científicas.

Algumas espécies por suas características morfofisiológicas apresentam maior suscetibilidade, como exemplo soja em detrimento ao milho. Entre as moléculas, em função dos diferentes trabalhos publicados, verifica-se a maior tendência de moléculas inseticidas, principalmente alguns grupos específicos, apresentarem efeitos sobre a qualidade fisiológica, ou seja, um *seed safety* mais curto em relação somente ao tratamento fungicida (ROCHA *et al.*, 2020). De modo geral, sementes com alta qualidade fisiológica inicial e menor ocorrência de da-

nos físicos apresentam maior tolerância ao armazenamento após tratamento, sobretudo com inseticidas para pragas de solo. As condições adequadas de armazenamento, dentre estas as baixas temperatura e umidade relativa (UR) do ar favorecem a manutenção da qualidade fisiológica, fato muito importante quando as sementes estão tratadas, mediante valor envolvido, tanto das sementes quanto dos produtos e processos aplicados a estas. Em um tratamento de alta qualidade, todos esses fatores são analisados tecnicamente por equipes capacitadas para tal, para as melhores decisões e posicionamentos, garantindo a manutenção da qualidade fisiológica e eficiência do TS.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na agricultura atual, considerando o valor das sementes e seu papel na transferência de tecnologias e, conseqüentemente, sobre as altas produtividades, o TS é essencial. Por isso, o profissionalismo e treinamento na execução dessa operação é de extrema importância e deve ser considerado no processo produtivo para que todos os objetivos e benefícios do TS sejam alcançados.

### REFERÊNCIAS

ABRASS destaca a importância do tratamento industrial de sementes. **SEEDnews**, Pelotas, n.21, p.38-39, nov. 2017.

CARVALHO, E.R. *et al.* Phytotoxicity in soybean seeds treated with phytosanitary products at different application times. **Journal of Seed Science**, Lavras, v.42, e202042036, 2020.

HENNING, A.A. Tratamento industrial de sementes mais prático e eficiente. **Revista Campo & Negócio**, ano 10, n.115, 2012.

MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFPA: FAEPE, 2000. 138p.

MACHADO, J.C.; POZZA, E.A. Razões e procedimentos para o estabelecimento de padrões de tolerância a patógenos em sementes. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p.375-398.

MENTEN, J.O.; MORAES, M.H.D. Avanços no tratamento e recobrimento de sementes: tratamento de sementes - históricos, tipos, características e benefício. **Informativo Abrates**, Londrina, v.20, n.3, p.52-53, 2010.

MOMESSO. **Centro de Tratamento de Sementes**. Birigui: Momesso, [2020a]. Disponível em: <https://momesso.ind.br/produtos/categoria/3/centro-de-tratamento-de-sementes>. Acesso em: 26 fev. 2021.

MOMESSO. **Tratamento industrial**. Birigui: Momesso, [2020b]. Disponível em: <https://momesso.ind.br/produtos/categoria/4/tratamento-industrial>. Acesso em: 26 fev. 2021.

PESKE, S.T.; PLATZEN, H. Tratamento de sementes: tecnologia que se reinventa. **SEEDnews**, Pelotas, n.23, p.30-36, jul. 2019.

ROCHA, D.K. *et al.* Does the substrate affect the germination of soybean seeds treated with phytosanitary products? **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.44, e020119, 2020.

SANTOS, S.F. dos *et al.* Constituições e volumes de calda no tratamento industrial de sementes de soja e a qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.40, n.1, p.67-74, jan./mar. 2018.

# Publicações para download

Informe Agropecuário, Folderes, Boletim Técnico, Cartilhas, Circulares Técnicas e Série Documentos

Confira no site

www.epamig.br




# Controle de qualidade interno e externo da semente

*Raquel Maria de Oliveira Pires<sup>1</sup>, Debora Kelli Rocha<sup>2</sup>, Amanda Carvalho Penido<sup>3</sup>*

Resumo - A qualidade da semente é formada pela junção dos atributos fisiológicos, físicos, sanitários e genéticos, e influenciada por diversos fatores bióticos a abióticos que devem ser trabalhados com atenção, a fim de minimizar o processo de deterioração. A garantia da produção de sementes que atenda a esses atributos é a adoção de rígidos e eficientes programas de controle de qualidade externo e interno por parte da cadeia produtiva. Diante de sua importância, garantir que sementes de qualidade estejam disponíveis no mercado não é só uma exigência dos agricultores, mas também uma ambição legal, que tenta ser alcançada por meio de legislações específicas para sementes e mudas, aprovando as normas para produção, comercialização e utilização de sementes. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento visa a unificação nacional de padrões, de forma que empresas produtoras de sementes que almejam um controle de qualidade ainda maior devem, por lei, atender a esses padrões, mas estabelecerem também os seus próprios como estratégias de mercado diferenciadas. Além disso, para atender um mercado cada vez mais exigente, hoje existem selos de atestado de qualidade que garantem elevado potencial fisiológico e desempenho em campo. Logo, reitera a importância da rastreabilidade do setor sementeiro por meio dos controles interno e externo, a fim de garantir ao mercado materiais que proporcionam altas produtividades nas lavouras.

Palavras-chave: Qualidade da semente. Análise de semente. Sistema de qualidade.

## Internal and external quality control

Abstract - Seeds quality is made up for four attributes: physiological, physical, sanitary and genetic. Many biotic and abiotic factors may influence in this quality, being necessary attention in reducing the effects of the deterioration process. The guarantee of production of seed with this quality is based on the adoption of efficient and rigid quality control programs, which can be both for the internal program and for the external. To provide seeds with quality in the market, is not only a requirement from the farmers, but also a legal ambition, that try to be achieved through specific laws related to seeds and seedlings, approving the standards for production, marketing and use of seeds. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento aim the national unification of standards, in order to, seeds companies which would like to achieve a quality control program even greater, must by the law, to attend this standard, but establish their own as a differentiated market strategy. The companies realize this by the implementation of systems of quality, more severe, with additional tests to evaluate de quality of seeds lots, as the vigor tests. Beyond this, to attend a consumer market each more demanding every day, there are seals of quality, that guarantee high physiological quality and performance in the field. With this, it is important the traceability of the seed sector by the internal and external quality control programs, in order to guarantee to the market material that will contribute with high productivity in the field.

Keywords: Seeds quality. Analyze of seeds. Systems quality.

### INTRODUÇÃO

A semente é a principal forma de perpetuação das espécies, além de garantir a sobrevivência destas ao longo de gerações,

também, é considerada um veículo de tecnologia, que carrega todas as inovações tecnológicas desenvolvidas por anos de pesquisas. Assim, o uso de sementes de qualidade é de extrema importância, pois

visa elevar a produção de grãos das diferentes espécies cultivadas.

A qualidade de sementes envolve a interação de características que determinam o potencial de um lote após a semeadura

<sup>1</sup>Eng. Agrônoma, D.Sc., Prof. Adj. UFLA - Depto. Agricultura, Lavras, MG, raquelmopires@ufla.br.

<sup>2</sup>Eng. Agrônoma, Doutoranda UFLA/Bolsista CNPq, Lavras, MG, deborarocho.agro@gmail.com.

<sup>3</sup>Eng. Agrônoma, Doutoranda UFLA/Bolsista CAPES, Lavras, MG, apenidoufla@gmail.com.

*Submissão: 15/6/2021 - Aprovação: 8/10/2021*

ou durante o armazenamento, por meio de quatro atributos, que são: genético, físico, sanitário e fisiológico. A qualidade genética diz respeito às características intrínsecas da cultivar, como resistência ou tolerância a doenças e pragas, potencial produtivo, arquitetura da planta, dentre outras características particulares; a física refere-se a ausência de material inerte e sementes de outras espécies e/ou cultivares, teor de água, uniformidade quanto ao tamanho e integridade física; a qualidade fisiológica está relacionada com a longevidade, germinação e vigor; e a qualidade sanitária refere-se à ausência de pragas e doenças nas sementes. Esses atributos podem ser afetados durante todo o processo produtivo da semente, desde o campo até o armazenamento (MARCOS FILHO, 2015).

## **IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE SEMENTES**

O uso de sementes com altos padrões de qualidade física, genética, fisiológica e sanitária tem sido a grande diferença no estabelecimento da cultura no campo. Uma semente com alta qualidade pode ser obtida a partir do momento que atinge a maturidade fisiológica, isto é, um estágio caracterizado por tendência de resposta máxima de germinação, velocidade, vigor e matéria seca (MS) das sementes (LOPES *et al.*, 2002). O atraso da colheita, a partir desse ponto, acarreta sérios inconvenientes determinados pela exposição relativamente prolongada das sementes, ou seja, predação, ação de patógenos, estresses hídrico e térmico. Estes fatores podem provocar alterações no balanço hormonal e na morfologia das sementes, com impactos negativos sobre o potencial de germinação das espécies.

Quando as plantas são expostas periodicamente a condições de estresse hídrico, durante os estádios de formação e maturação das sementes, estas podem apresentar alterações morfológicas e respostas fisiológicas distintas. O mesmo pode ocorrer com as sementes expostas às condições adversas do meio, com períodos

de chuva e seca após a maturidade fisiológica que provocam expansões e retrações do tegumento, proporcionando a desestruturção dos sistemas de membranas e, conseqüentemente, maior permeabilidade, aumentando de forma diferenciada a deterioração destas.

Assim, os fatores que influenciam a qualidade da semente podem ocorrer durante a fase de produção no campo, na operação de colheita, na secagem, no beneficiamento, no armazenamento, no transporte e na sementeira, o que reitera a importância de se estabelecer um controle de qualidade. Mais que isso, um bom e confiável controle vai fornecer informações que auxiliem no processo de tomada de decisão das empresas, uma vez que a qualidade das sementes produzidas vai ser monitorada em todas as fases de produção em Laboratórios de Análise de Sementes (LAS). Tal controle é cada dia mais exigido pelo agricultor que preza por conhecer a qualidade do lote de sementes que irá semear a cada safra, evitando prejuízos com a utilização de sementes de baixa qualidade e com a necessidade de fazer ressemeadura, bem como com falhas e redução na produtividade. Em função das exigências do mercado consumidor por sementes com qualidade superior, a avaliação da qualidade torna-se ferramenta estratégica, sendo considerada essencial para assegurar os lotes que serão disponibilizados no mercado.

O controle de qualidade deve ser estabelecido tanto pelo controle externo, que atende padrões mínimos exigidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), quanto pelo controle interno, que são padrões desenvolvidos pelas próprias empresas sementeiras. Esses dois aspectos trabalhados de forma conjunta objetivam entregar ao agricultor sementes com alto padrão de qualidade.

## **CONTROLE DE QUALIDADE EXTERNO**

O controle de qualidade externo (CQE) é realizado pelo governo federal, por

intermédio do MAPA, que, por meio de fiscalizações de auditores fiscais federais em todas as etapas da produção de sementes, visa garantir a qualidade e a identidade de sementes comercializadas no Brasil. É o órgão responsável pela execução dessa legislação e que estabelece, regulamenta e divulga normas e padrões mínimos de qualidade que serão válidos em todo o território nacional.

Os parâmetros legais para os processos produtivo e comercial de sementes são regidos pela Lei nº 10.711, de 5/8/2003 (BRASIL, 2003), e seu Decreto nº 10.586, de 18/12/2020 (BRASIL, 2020). A lei, vigente até os dias atuais, dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM).

A lei determina que para manter a alta produção no País são necessárias sementes em qualidade e quantidade que atendam à demanda do agricultor. Nesse sentido, duas classes compõem os sistemas de produção de sementes existentes hoje; a classe certificada (constituída pelas sementes genéticas, básicas, certificadas de 1ª geração (C1) e certificadas de 2ª geração (C2)) e, em uma segunda instância, a classe não certificada (constituída pelas sementes não certificadas de 1ª geração (S1) e não certificadas de 2ª geração (S2)). O que diferencia essas duas classes é que na classe certificada, há a obrigatoriedade de um controle mais rigoroso da qualidade por meio do processo de certificação, que pode ser feito por uma entidade de certificação, por um certificador de produção própria ou pelo próprio MAPA em casos excepcionais.

Auxiliares à aplicação da Lei nº 10.711 (BRASIL, 2003) existem as Instruções Normativas, que no processo de produção de sementes, a Instrução Normativa nº 9, de 2/6/2005 (BRASIL, 2005) auxilia a Lei nº 10.711 (BRASIL, 2003) e seu Decreto nº 10.586 (BRASIL, 2020), aprovando as normas para produção, comercialização e utilização de sementes. Tem o objetivo de fixar diretrizes a serem obedecidas visando, acima de tudo, a garantia da identidade e da qualidade dessas sementes, sendo

o MAPA que aprova, sanciona e publica essas Instruções Normativas no Diário Oficial da União (DOU). Quanto ao sistema de qualidade, a Instrução Normativa nº 9 (BRASIL, 2005) determina que os laboratórios credenciados tenham implantados um sistema de gestão de qualidade de acordo com a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas/International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission (ABNT; ISO; IEC, 2017).

Os padrões são estabelecidos pelo MAPA e têm validade em todo o território nacional, sendo definidos pela Instrução Normativa nº 45, de 17/9/2013 – grandes culturas (BRASIL, 2013); Instrução Normativa nº 33, de 4/11/2010 – forrageiras de clima temperado (BRASIL, 2010); e Instrução Normativa nº 30, de 21/5/2008 – forrageiras de clima tropical (BRASIL, 2008). No caso de lotes de sementes que apresentem índice de germinação abaixo dos padrões estabelecidos, a Instrução Normativa nº 9 (BRASIL, 2005) prevê que estas poderão ser utilizadas pelo próprio produtor para fins de multiplicação. Todavia, é necessário que o produtor de sementes mantenha um rigoroso Controle de Qualidade Interno (CQI) em todas as etapas de produção de sementes.

O SNSM abrange as seguintes atividades (BRASIL, 2003):

- a) Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renasem);
- b) Registro Nacional de Cultivares (RNC);
- c) produção de sementes e mudas;
- d) certificação de sementes e mudas;
- e) análise de sementes e mudas;
- f) comercialização de sementes e mudas;
- g) fiscalização da produção, do beneficiamento, da amostragem, da análise, da certificação, do armazenamento, do transporte e da comercialização de sementes e mudas;
- h) utilização de sementes e mudas.

Das atividades que compreendem o SNSM encontra-se a análise de sementes e mudas, caracterizada pelo conjunto de técnicas usáveis em laboratório para determinar a qualidade de uma amostra de sementes. E alguns testes a ser realizados nos laboratórios credenciados junto ao MAPA são considerados obrigatórios e devem seguir as Regras para Análise de Sementes (RAS) de 2009.

A RAS é uma legislação nacional, sendo a última publicação em 2009, na qual encontram-se objetivos, definições e métodos a serem utilizados na avaliação das sementes. E as regras internacionais da International Seed Testing Association (Ista) são utilizadas como uma aplicação das leis internacionais de controle de qualidade e são atualizadas anualmente.

O primeiro passo para realizar a análise é fazer uma criteriosa amostragem, que visa coletar amostra com peso mínimo da amostra média e que deve ser enviado aos laboratórios. Tal informação está presente em instruções complementares, por exemplo, o peso mínimo da amostra média de milho e soja é de 1.000 g, de acordo com

o que consta nos anexos da Instrução Normativa nº 45 (BRASIL, 2013). Essa etapa é realizada pelos responsáveis técnicos de cada empresa. Após a coleta, a amostragem é enviada para os laboratórios credenciados ao MAPA.

Como testes comumente considerados obrigatórios para comercialização de sementes no território nacional, descritos nas Instruções Normativas para cada espécie, incluem a análise de pureza, a determinação de outras sementes por número, o teste de germinação e, no caso do milho, também o teste de sementes infestadas. Estes, em conjunto, compõem a qualidade de um lote de sementes. O teste de pureza (Fig. 1) é realizado para determinar a composição porcentual por peso e a identidade das diferentes espécies de sementes e do material inerte da amostra, e por inferência a do lote de sementes. O teste de determinação de outras sementes por número visa estimar a quantidade de sementes (inclusive bulbilhos e tubérculos) de outras espécies presentes na amostra de trabalho, é, portanto, importante para identificar aquelas sementes nocivas proibidas e toleradas.

Figura 1 - Teste de pureza realizado em sementes de soja



Nota: A - Sementes puras; B - Material inerte; C - Outras sementes.

O teste de germinação (Fig. 2) visa determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual pode ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e também estimar o valor para semeadura em campo. Métodos de análise em laboratório, efetuados em condições controladas, de alguns ou de todos os fatores externos, têm sido estudados e desenvolvidos de maneira que permita uma germinação mais regular, rápida e completa das amostras de sementes de uma determinada espécie. Estas condições, consideradas ótimas, são padronizadas para que os resultados dos testes de germinação possam ser reproduzidos e comparados, dentro de limites tolerados pela RAS (BRASIL, 2009).

Os resultados das análises são expressos em Boletins de Análise de Sementes (BAS), no mínimo três cópias do BAS devem ser geradas, uma deve ser encaminhada para o MAPA (no caso, os Laboratórios de Análise de Sementes Oficiais (LASOs) supervisores), outra enviada para o produtor requerente da análise e como parte do sistema de controle de qualidade, e uma outra fica documentada no laboratório que realizou a análise, sempre acessível no caso de ocorrer fiscalização pelo MAPA.

Para certificar se o lote de sementes alcançou os padrões mínimos de comercialização, algumas Instruções Normativas se fazem necessárias consultar, como o caso da Instrução Normativa nº 45 (BRASIL, 2013). Esta determina, por exemplo, a porcentagem mínima de germinação para a comercialização de acordo com a categoria de sementes. No caso da soja, os valores são: básica – 75%; C1, C2, S1 e S2 - 80%, mas como são valores mínimos estabelecidos pelo governo, os programas de controle de qualidade extrapolam esses valores garantindo sementes de elevada qualidade no mercado.

Algumas culturas, como o caso das espécies de forrageiras e café, em que a germinação é lenta e os resultados demoram a ser obtidos, a lei permite a realização do teste de tetrazólio como de viabilidade para emissão do BAS. Isso é permitido porque algumas espécies de sementes de café (*Coffea canephora*) perdem rapidamente a viabilidade, sendo que 30 dias é tempo suficiente para que já ocorra a perda de viabilidade dessas sementes. E, no caso de sementes forrageiras, porque estas apresentam dormência e por isso os resultados do teste de germinação podem não ser satisfatórios e condizentes com a realidade do lote. No BAS consta também

a validade dos resultados do teste de germinação ou da reanálise deste teste previstos na Instrução Normativa nº 45 (BRASIL, 2013) para grandes culturas. A soja, por exemplo, tem validade de 6 meses a análise e 3 meses a reanálise, já o milho híbrido são 12 meses a análise e 8 meses a reanálise. Após o vencimento da análise, com data emitida no BAS, o lote em questão deve ser reanalisado.

No caso de sementes reanalisadas, visando à revalidação dos prazos de validade do teste de germinação, o lote também deverá estar acompanhado de termo aditivo ao termo de conformidade ou ao certificado de sementes, contendo os novos resultados e o novo prazo de validade, emitido por engenheiro agrônomo ou engenheiro florestal, inscrito no Renasem como responsável técnico de LAS credenciado no MAPA para a determinada espécie. Ao reanalisar um lote de sementes, e o mesmo atingir o padrão para comercialização, o laboratório deverá emitir um termo aditivo contendo os novos índices de qualidade e validade do lote.

A comercialização de sementes é realizada pelo próprio produtor ou por comerciante inscrito no Renasem. Para a comercialização, a empresa deve ter em mãos a nota fiscal e apresentar uma cópia do atestado de origem genética, certificação das sementes ou do termo de conformidade, em função da classe e da categoria do lote de sementes produzido. Dessa forma, é possível rastrear a legalidade da produção de sementes e verificar o cumprimento das normas legais impostas pela legislação vigente no País.

A fiscalização do comércio de sementes garante o cumprimento da legislação. O fiscal do MAPA deve ter acesso livre aos estabelecimentos, às sacarias e aos documentos previstos por lei. Quando houver necessidade de constatar a conformidade de um lote de sementes, o fiscal no exercício de suas funções poderá retirar uma amostra de sementes para verificação dos padrões e exigências da espécie em análise. Este procedimento de amostragem que resulta na coleta oficial segue um rito

Figura 2 - Montagem do teste de germinação para sementes



Nota: A - Milho; B - Soja.

Fotos: Debora Keli Rocha

específico que é predeterminado pela RAS (BRASIL, 2009).

O dinamismo do arcabouço legal do setor sementeiro no País foi essencial para o crescimento do negócio sementes. Com as atuais legislações vigentes, que exigem que as sementes comercializadas tenham qualidade, estas são consideradas o veículo da tecnologia da agricultura. Sendo assim, a qualidade de sementes propicia melhor o conhecimento do valor real e do potencial de utilização de um lote de sementes.

## CONTROLE DE QUALIDADE INTERNO

CQI de sementes é definido como procedimentos e análises realizadas pela empresa produtora de sementes, a fim de garantir não somente os padrões mínimos de qualidade exigidos pelo MAPA para comercialização de sementes, mas também para auxiliar na tomada de decisão com relação ao destino dos lotes de sementes que serão comercializados, bem como o armazenamento e a distribuição para diferentes localidades, a fim de garantir a entrega de um lote com elevada qualidade ao agricultor.

As sementes de alta qualidade são aquelas que apresentam elevada pureza, sanidade, viabilidade e vigor. Este último é um dos componentes mais importantes e utilizados no CQI. De acordo com a Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1983), o vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais.

O teste de germinação, descrito pela RAS, possui alta padronização e reprodutibilidade dos resultados, no entanto, este teste é limitado quando procura-se observar o potencial fisiológico das sementes em condições ambientais menos favoráveis ao seu desenvolvimento. Os lotes de sementes podem apresentar germinação semelhantes e, ao avaliar os mesmos lotes em condições adversas, estes podem obter desempenhos

diferentes e contrastantes. Por isso, os testes de vigor são importantes no controle de qualidade das empresas, a fim de detectar diferenças na qualidade fisiológica de materiais que possuem germinação semelhantes e com as exigências mínimas para comercialização.

Os testes de vigor, além de atestar o potencial fisiológico e a eficiência da produção de sementes, tornam possível a comparação entre os lotes de sementes, garante um estande de plantas com produções elevadas e, principalmente, a credibilidade das empresas produtoras. Como mostra no exemplo da Figura 3, em que se têm dois lotes de sementes de soja, semeados no mesmo dia, porém um lote é visivelmente mais vigoroso do que o outro, com plântulas maiores.

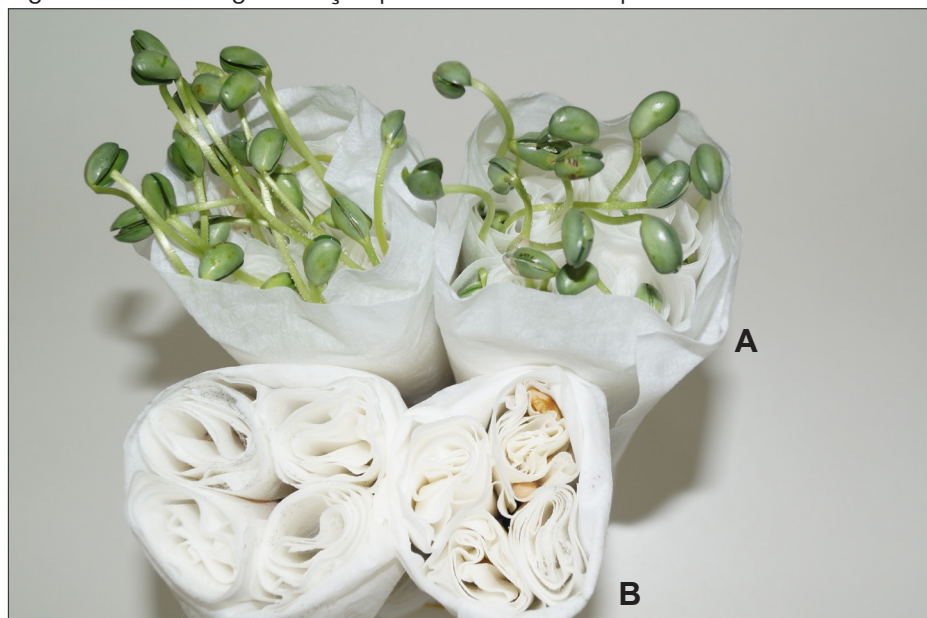
Na literatura existem livros e publicações com algumas metodologias detalhadas para a condução desses testes, visando o CQI das empresas. No Brasil, foi publicado o livro “Vigor de sementes: conceitos e testes” editado pela Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (Abrates) em 2020, que contém a metodologia de diversos testes de vigor (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2020). Outro livro publicado nessa área é o “Seed vigor testing handbook”

(Manual de avaliação do vigor), lançado pela Aosa no ano de 2009 (BAALBAKI *et al.*, 2009). Os principais testes de vigor utilizados pelas empresas no CQI são: o teste de emergência em canteiro, teste de tetrazólio, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica (CE), teste de frio, análise de comprimento de plântulas, dentre outros. É importante ressaltar que, pelos testes de vigor não serem padronizados e regidos por normativas do governo específicas para sua utilização, em alguns casos as empresas possuem testes nos programas de CQI com metodologia própria e informações restritas.

## Campos de produção de sementes

O CQI das empresas inicia-se ainda no campo de produção de sementes, com as inspeções em todo o processo como, por exemplo, em campos de produção de sementes híbridas de milho, em que é feita a verificação nas linhas fêmeas após a retirada do pendão, para que não ocorra nenhum tipo de contaminação por pólen indesejado. Além disso, as empresas também fazem a retirada das linhas machos logo após a fertilização, a fim de evitar a colheita de sementes oriundas dessas

Figura 3 - Teste de germinação para sementes de soja



Nota: A - Lote de maior vigor; B - Lote de menor vigor.

plantas. Essa fase em campo é essencial para garantir a pureza genética e varietal dos lotes de sementes que serão comercializados pela empresa produtora. Na cultura da soja, em razão de as plantas serem autógamas, o controle de plantas atípicas, ou seja, daquelas que possuem características morfológicas diferentes do material com o qual está sendo produzido (cor da flor, pubescência, porte da planta, tipo de folha), é feito o rouging para eliminá-las e evitar assim a contaminação varietal dos lotes.

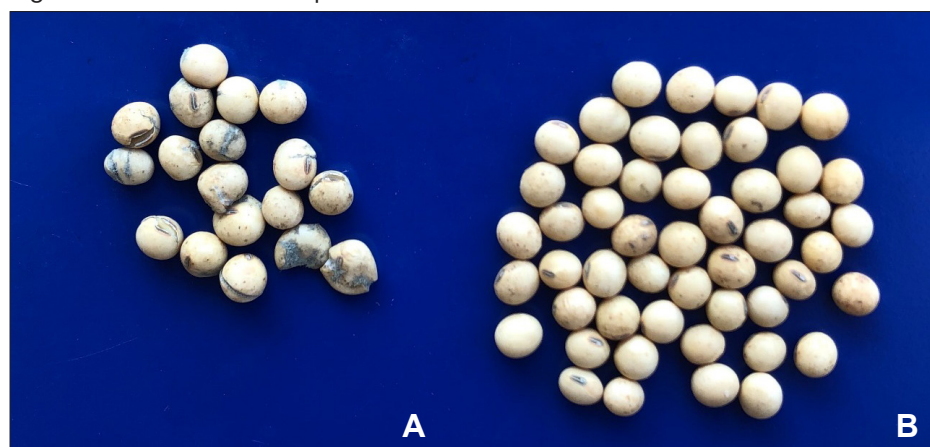
É importante ressaltar que nos campos de produção de sementes são realizadas duas inspeções obrigatórias, descritas pelo MAPA nas fases de florescimento e pré-colheita. Dessa forma, junto às inspeções obrigatórias, as empresas realizam as demais inspeções para garantia da qualidade genética do material produzido em campo.

### Colheita de sementes

Na pré-colheita e colheita de sementes, é fundamental a realização de testes para o controle de qualidade, a fim de garantir que todo cuidado realizado durante o processo de produção seja mantido. Um teste importante nesse sentido é a avaliação do teor de água das sementes, que pode ser feita por um medidor de umidade portátil ou em laboratório pelo método de estufa a 105 °C (BRASIL, 2009). Este teste é primordial para definir o momento da colheita, visto que sementes com alta umidade podem sofrer deformações e danos internos (latentes), lesionando o embrião e prejudicando a germinação. E, no caso de sementes com baixos teores de água, pode ocorrer danos imediatos, ou seja, rachaduras e quebra da semente, podendo além de prejudicar a qualidade fisiológica, tornar-se porta de entrada para patógenos, prejudicando também a qualidade sanitária (Fig. 4).

Outro teste muito utilizado é o de hipoclorito de sódio para a cultura da soja, que é considerado um teste simples e rápido, que traz informações importantes acerca da regulação correta dos maquinários, para evitar a ocorrência de danos mecânicos imediatos (ruptura de tegumento) nas

Figura 4 - Sementes de soja



Nota: A - Com danos mecânicos imediatos e desenvolvimento de patógenos no interior das sementes; B - Sem danos mecânicos imediatos.

sementes. Essa metodologia, descrita por Krzyzanowski, França Neto e Costa (2004), pode ser utilizada durante o processo de colheita ou trilha das sementes e também na linha de beneficiamento para avaliação de danos causados pelos equipamentos em cada etapa.

Na pré-colheita, também pode ser realizado o teste de tetrazólio em algumas amostras de sementes de soja, pois este teste traz um diagnóstico completo sobre as possíveis causas da perda de qualidade, identificando os danos mecânicos, danos por umidade, além de danos causados por percevejos, sendo, portanto, uma ferramenta importante para auxiliar na distinção da qualidade dos diferentes lotes.

### Beneficiamento, armazenamento e tratamento de sementes

O controle de qualidade durante o beneficiamento e armazenamento é de suma importância para as empresas produtoras de sementes. No beneficiamento, são realizados testes de retenção de peneira, a fim de obter lotes homogêneos; testes para detecção de danos mecânicos, como o teste de hipoclorito (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; COSTA, 2004) ou kit medidor de sementes partidas de soja (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO; MESQUITA, 2015); além de avaliar germinação, pureza física e varietal, teste

de emergência em canteiro, peso de mil sementes (PMS) e os testes de tetrazólio e envelhecimento acelerado para caracterizar os lotes. Todos estes testes são realizados visando o controle de qualidade física e fisiológica das sementes.

No armazenamento das sementes, os programas de controle de qualidade realizam testes que buscam orientar quais os lotes têm maior potencial de armazenamento e que podem ser armazenados, bem como aqueles que precisam ser comercializados mais cedo, para garantir a qualidade que será atestada no BAS. São exemplos de testes de vigor que simulam a deterioração de sementes: os testes de envelhecimento acelerado, CE, deterioração controlada e também o teste de tetrazólio, que permite identificar possíveis perdas de qualidade ao longo do armazenamento, como por exemplo a evolução dos danos por umidade nas sementes de soja (Fig. 5). Todos estes testes, aliados ao teste de germinação e emergência, são base para determinar o tempo de armazenamento das sementes e a perda de qualidade do lote ao longo do tempo, auxiliando, assim, na tomada de decisão quanto a comercialização e destino dos lotes.

Outro fator importante no CQI e que tem ganhado bastante destaque nos últimos anos, é o tratamento de sementes realizado nas empresas produtoras de sementes, o chamado Tratamento de

Figura 5 - Evolução dos danos por umidade em sementes de soja, detectada pelo teste de tetrazólio ao longo do armazenamento



Amanda Carvalho Penido

Sementes Industrial (TSI). Por questões de logística das empresas para venda das sementes tratadas e entrega ao agricultor na época do plantio, estas precisam ser previamente tratadas e, por isso, testes que permitam garantir que o produto químico não irá causar nenhum tipo de fitotoxidez e perda na qualidade das sementes são extremamente importantes.

A avaliação de sementes tratadas por meio dos testes de vigor ao longo do armazenamento traz respostas importantes com relação a quanto tempo pode armazená-las tratadas e quais moléculas são mais prejudiciais à qualidade. Existem trabalhos que mostram em umas situações e produtos utilizados no tratamento de sementes que pode ocorrer efeito fitotóxico de algumas moléculas às sementes e plântulas, que tende a ser potencializado com o avanço do tempo de armazenamento (BRZEZINSKI *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*, 2016).

São exemplos de testes de vigor que podem ser realizados para avaliação de sementes tratadas, os testes de emergência em canteiro; teste de frio, especialmente para sementes de milho; análise do comprimento de plântulas e desenvolvimento de sistema radicular; teste de envelhecimento acelerado; dentre outros. Estes testes, quando complementados com o teste de germinação, trazem respostas se existe influência do tratamento das sementes na

sua qualidade ao longo do armazenamento e por quanto tempo podem aguardar até que ocorra a comercialização dos lotes.

Além do armazenamento seguro de sementes tratadas, as empresas têm investido também em análises físicas e funcionais, com o objetivo de verificar a assertividade do tratamento de sementes, com a dose correta do produto e uniformidade de recobrimento das sementes. Os principais testes utilizados para este fim são os que envolvem análise física das sementes por meio de imagens computadorizadas, obtendo os resultados de porcentagem de recobrimento das sementes; teste de plantabilidade, em que é realizado o plantio em uma esteira mecanizada para cada lote produzido, identificando o disco e o anel de melhor distribuição para cada lote, além da uniformidade da distribuição das sementes pelos resultados de número de falhas e plantas duplas.

Outro teste relacionado com a qualidade do tratamento de sementes é o teste de fluidez, em que as amostras são colocadas em um equipamento de medição de fluxo contínuo que determina a quantidade de sementes que passa em um determinado tempo. Quanto mais sementes passam pelo equipamento no tempo determinado, maior a fluidez após o tratamento, resultando assim na agilidade do ensaio e eficiência na semeadura.

Existem também outros testes no CQI associado ao tratamento de sementes, como o teste de desprendimento de pó e o teste de High Performance Liquid Chromatography (HPLC), este que mostra a quantidade de ingrediente ativo do produto aplicado nas sementes.

Todos estes testes citados são complementares às análises fisiológicas, trazendo maior segurança e credibilidade à empresa que presta o serviço de tratamento de sementes.

Os testes utilizados nos Programas de CQI são aliados às análises obrigatórias de germinação, pureza e determinação de outras sementes por número, estas regidas pelo MAPA. Assim, ao ser estruturado um CQI eficiente, com o treinamento das equipes, bom gerenciamento das pessoas e processos, inserção de um excelente sistema de qualidade e a busca por tecnologias ágeis e inovadoras, as empresas podem garantir sua credibilidade e a confiança do agricultor em adquirir suas sementes na safra seguinte.

### Inovações no controle de qualidade interno

Como estratégia interna, muitas vezes os valores dos testes de vigor não são divulgados nas embalagens, ou, quando são expostos, fazem parte de estratégias de divulgação da empresa/marca por meio do marketing, a exemplo do Programa Sementes Premium da Fundação Pró-Sementes (FPS), que “desafia” os agricultores a plantarem as sementes da empresa e verificarem no campo os resultados.

O Programa consiste em atestar que um lote de semente possui qualidade fisiológica superior. Dessa forma, para sementes de soja, são considerados lotes de qualidade superior, recebendo assim o selo de “SEMENTES PREMIUM”, aqueles que obtiveram germinação mínima de 90% e vigor mínimo de 80%. Os lotes são atestados o mais próximo do plantio possível. Podem participar do Programa os lotes que foram produzidos a partir de campos

homologados pelo MAPA e que estejam em conformidade com a legislação brasileira de sementes e mudas.

O selo de qualidade fisiológica “SEMENTES PREMIUM” é um diferencial em um mercado altamente competitivo e poderá ser utilizado como uma ferramenta de marketing, agregando valor às sementes e também proporcionando a fidelização de clientes. Com isso abrem-se as possibilidades de novos negócios e o nome da empresa se destaca com alta qualidade dos produtos comercializados.

Existem também no mercado o incentivo de grandes empresas e multinacionais em certificar pequenas empresas sementeiras com selos de qualidade que atestam a excelência do tratamento de sementes realizado por parceiros. São programas como “Seed Solutions” (BASF) e “Certificação de Tratamento Excelente” (Syngenta), nos quais devem ser cumpridos uma série de requisitos de qualidade, responsabilidade com o agricultor e meio ambiente e em conformidade com a legislação para assim obter o selo. São alternativas que buscam trazer comodidade e segurança ao agricultor, que estará certo da aquisição de sementes com alto potencial para sua lavoura.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Produzir sementes com qualidade e em quantidade é um desafio para o setor sementeiro, sendo todas as etapas de produção importantes para obtenção e manutenção dessa qualidade, até o momento da semeadura. Logo, a evolução do controle da qualidade na produção de sementes no Brasil, visando o aprimoramento da legislação brasileira em torno da produção, análise laboratorial e comercialização de sementes de alta qualidade e de novas técnicas de produção desenvolvidas pela pesquisa pública e privada, caracteriza o esforço do CQE e CQI.

## REFERÊNCIAS

- ABNT; ISO; IEC. **NBR 17025**: requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 32p.
- AOSA. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p.
- BAALBAKI, R.Z. *et al.* (ed.). **Seed vigor testing handbook**. Ithaca, NY: AOSA, 2009. 341p. (AOSA. Contribution, 32).
- BRASIL. Decreto nº 10.586, de 18 de dezembro de 2020. Regulamenta a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n.243, p.2, 21 dez. 2020.
- BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p.1, 6 ago. 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 2 de junho de 2005. Aprova normas para produção, comercialização e utilização de sementes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p.1-23, 10 jun. 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 21 de maio de 2008. Estabelece normas e padrões para produção e comercialização de sementes de espécies forrageiras de clima tropical, na forma dos Anexos I a VII desta Instrução, que terão validade em todo o Território Nacional. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n.97, 23 maio 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 33, de 4 de novembro de 2010. Estabelece na forma desta Instrução Normativa, as normas de produção de sementes de espécies forrageiras de clima temperado, bem como seus padrões de identidade e qualidade. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 5 nov. 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes de algodão, amendoim, arroz, arroz preto, arroz vermelho, aveia branca e amarela, canola, centeio, cevada, ervilha, feijão, feijão caupi, gergelim, girassol variedades, girassol cultivares híbridas, juta, linho, mamona variedades, mamona cultivares híbridas, milho variedades, milho cultivares híbridas, painço, soja, sorgo variedades, sorgo cultivares híbridas, tabaco, trigo, trigo duro, triticale e de espécies de grandes culturas inscritas no Registro Nacional de Cultivares - RNC e não contempladas com padrão específico, a partir do início da safra 2013/2014, na forma dos Anexos I a XXX desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.1-38, 18 set. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA, 2009. 395p.
- BRZEZINSKI, C.R. *et al.* Seeds treatment times in the establishment and yield performance of soybean crops. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.37, n.2, p.147-153, 2015.
- FERREIRA, T.F. *et al.* Quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.38, n.4, p.278-286, 2016.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J. de 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. de B.; MESQUITA, C. de M. **Kit medidor de sementes partidas de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 12p.
- KRZYZANOWSKI, F.C. *et al.* (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 2020. 601p.
- LOPES, J.C. *et al.* Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p.51-58, 2002. Disponível em: <https://1library.org/document/wye7701z-avaliacao-qualidade-fisiologica-sementes-soja-produzidas-alegre-es.html>. Acesso em: 3 fev. 2022.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

# Vigor de sementes e seus impactos nos sistemas de produção

*Heloisa Oliveira dos Santos<sup>1</sup>, Raquel Maria de Oliveira Pires<sup>2</sup>, Maria Laene Moreira de Carvalho<sup>3</sup>,  
Marília Mendes dos Santos Guaraldo<sup>4</sup>*

**Resumo** - O potencial fisiológico de uma semente pode ser definido como conjunto de respostas fisiológicas que permite estimar a capacidade teórica ou a possibilidade de sucesso da semente manifestar suas funções vitais sob diferentes condições ambientais. Dessa forma, o vigor é uma dessas características que devem ser monitoradas durante o processo produtivo. O potencial de uma semente emergir após a semeadura depende diretamente das condições de ambiente; e como estas não são controláveis em campo, a avaliação do potencial fisiológico das sementes deve ser efetuada com eficiência, permitindo identificar, de maneira consistente, os lotes com maior probabilidade de se estabelecerem adequadamente em campo e proporcionar o retorno econômico esperado.

**Palavras-chave:** Potencial fisiológico. Qualidade da semente. Desenvolvimento de plântulas. Teste de vigor.

## Seed vigor and its impacts on production systems

**Abstract** - The physiological potential of a seed can be defined as a set of physiological responses that allows estimating the theoretical capacity or possibility of success of the seed to manifest its vitals functions under different environmental conditions. Thus, vigor is one of those characteristics that must be monitored during the production process. It is noteworthy that the potential of a seed to emerge after sowing depends directly on the environmental conditions and as these are not controllable in the field, the evaluation of the physiological potential of the seeds must be carried out efficiently, allowing to identify, in a consistent way, the lots with more likely to properly establish themselves in the field and provide the expected economic return.

**Keywords:** Physiological potential. Seed quality. Seedling development. Seed vigor test.

### INTRODUÇÃO

Dentro de qualquer sistema de produção, a utilização de sementes com alto nível de vigor é primordial para obter um estande de plântulas bem estabelecido. É válido ressaltar que a semente representa o insumo básico e tem papel fundamental no mercado agrícola como protagonista das inovações tecnológicas.

Uma agricultura forte e competitiva não se estrutura sem investimentos em pesquisa e tecnologia por parte do setor público e da iniciativa privada, sem um absoluto e incondicional comprometimento

com a qualidade das sementes produzidas e um eficiente arcabouço legal que assegure essa produção. Esta preocupação reflete diretamente na produtividade e, conseqüentemente, no sucesso da agricultura brasileira.

A qualidade das sementes envolve diferentes componentes individuais que, quando avaliados em conjunto, propiciam melhor o conhecimento do valor real e do potencial de utilização de um lote de sementes. Esses componentes estão relacionados com os aspectos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos, e o que garante

uma produção de sementes que atenda a esses quatro atributos é a adoção de rígidos e eficientes programas de controle de qualidade externo (CQE) e controle de qualidade interno (CQI).

O CQE, é realizado pelo governo federal por meio de ações de fiscalização do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e do estabelecimento de leis e padrões. Já o CQI, é executado pela empresa produtora de sementes também em todas as etapas do processo de produção, que vão desde o campo, passando pela colheita, secagem,

<sup>1</sup>Eng. Agrônoma/Eng. Florestal, D.Sc., Prof<sup>te</sup> Adj. UFLA - Depto. Agricultura, Lavras, MG, heloisa.osantos@ufla.br.

<sup>2</sup>Eng. Agrônoma, D.Sc., Prof<sup>te</sup> Adj. UFLA - Depto. Agricultura, Lavras, MG, raquelmopires@ufla.br.

<sup>3</sup>Eng. Agrônoma, D.Sc., Prof<sup>te</sup> Tit. Aposentada UFLA - Depto. Agricultura, Lavras, MG, mlaene@gmail.com.

<sup>4</sup>Eng. Agrônoma, Mestranda Agronomia/Fitotecnia UFLA - Depto. Agricultura, Lavras, MG, marilia.guaraldo@estudante.ufla.br.

beneficiamento, armazenamento, análise em laboratório, até a comercialização, com o objetivo de alcançar padrões mínimos de comercialização de sementes estabelecidos pelo governo e cumprir com padrões mais rígidos da própria empresa.

Dos atributos que compõem a qualidade de sementes, o fisiológico, caracterizado pela germinação, vigor e longevidade, é o que mais tem despertado interesse em pesquisas de Tecnologia e Análise de Sementes.

Para auxiliar as empresas quanto às tomadas de decisões, os testes de vigor são utilizados como grandes alicerces no controle de qualidade interno, proporcionando informações adicionais aos lotes de sementes a ser comercializados. Isso porque, além do teste de germinação informar sobre o potencial das sementes para germinarem em condições ótimas de ambiente, é considerado padronizado com ampla repetição dos resultados, o que leva à superestimativa do potencial fisiológico, por não considerar aspectos reais da relação semente x ambiente. Ademais, o teste de germinação não demonstra a rapidez do crescimento de plântulas, aspecto fundamental para o estabelecimento em campo, da mesma forma que não detecta diferenças do potencial de armazenamento de lotes com germinações semelhantes e nem o progresso da deterioração, indicando apenas os estádios finais desse processo.

Por deterioração entende-se uma série de alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas que ocorrem a partir da maturidade fisiológica em ritmo progressivo, ocasionando a queda do potencial de desempenho e culminando com a morte da semente. Em todas as etapas envolvidas na produção de sementes, há a exposição destas a diversos fatores que contribuem para acelerar o processo de deterioração. O bom controle de qualidade, é o que visa controlar e reduzir os danos desse processo em sementes, uma vez que este é inevitável e irreversível. Mais que isso, um bom e confiável controle vai ser munido de ferramentas adicionais, como

os testes de vigor, que vão monitorar a qualidade dessas sementes em todas as fases de produção.

### TESTES DE VIGOR

Os testes de vigor foram desenvolvidos com o objetivo de identificar possíveis variações do grau de deterioração das sementes, quando expostas às condições adversas de ambiente, e devem apresentar características que justifiquem seu uso adicional nos programas de CQI, como:

- a) simplicidade: para ser executado em diferentes laboratórios sem necessidade de equipamentos sofisticados, pessoal especializado e conhecimento demasiadamente aprofundado;
- b) rapidez: para permitir a tomada pronta de decisões;
- c) baixo custo: adotar métodos com menor necessidade de investimentos e gastos excessivos com material de consumo;
- d) objetividade: para maior facilidade de interpretação;
- e) reprodutibilidade: para possibilitar a comparação entre resultados obtidos por diferentes analistas e laboratórios.

Na definição do que é vigor, o que se constata é que há dificuldade em estabelecer uma definição satisfatória, já que o termo envolve várias características independentes, como velocidade de germinação, crescimento de plântulas, resistência ao frio, umidade e temperatura etc., mas o que todas têm em comum, é que destacam a habilidade da semente para germinar em condições desfavoráveis. A definição hoje aceita para vigor de sementes pela International Seed Testing Association (Ista), associação mundialmente reconhecida por normatizar Regras para Análise de Sementes (RAS) com um rigorosíssimo padrão de qualidade para várias culturas é o conjunto de atributos que determina o potencial de lotes, com germinação

aceitável, para uma emergência rápida e uniforme de plântulas, sob ampla variação de condições de ambiente.

Além disso, outra importante característica dos testes de vigor, é que estes fornecem índices mais sensíveis de qualidade fisiológica, ou seja, qualquer evento que preceda a perda do poder germinativo no processo de deterioração pode servir como base para a avaliação do vigor. Considera-se que quanto mais próximo da maturidade fisiológica estiver o parâmetro avaliado, mais sensível será o teste. Nesse aspecto, testes que avaliam a integridade da membrana, considerada a primeira manifestação da deterioração, seriam os mais sensíveis para estimar o vigor, assim como o teste de condutividade elétrica (CE).

A Ista considera os seguintes testes como os mais convenientes para avaliação do vigor: crescimento de plântulas, envelhecimento acelerado, teste de frio, teste de deterioração controlada, teste de tetrazólio e teste de CE, recomendado por seu comitê de vigor, especificamente o teste de CE para ervilha e o teste de envelhecimento acelerado para milho.

De forma geral, um teste de vigor deve avaliar, direta ou indiretamente, as bases bioquímicas e fisiológicas do potencial de desempenho de um lote de sementes, permitindo assim uma diferenciação mais sensível que o teste de germinação padrão. Estes devem-se basear em teoria consistente. Para tanto, os testes de vigor devem atender algumas características importantes, como:

- a) sensibilidade: identificar características que permitam detectar, com segurança, diferenças, mesmo que pequenas, no potencial fisiológico das amostras analisadas;
- b) simplicidade: procedimentos devem ser simples para serem executados em diferentes laboratórios por diferentes analistas;
- c) rapidez: considerar o volume de análises executadas em determina-

dos períodos do ano e a necessidade da obtenção de respostas rápidas, permitindo manter fluxo contínuo e ágil na liberação de resultados;

- d) baixo custo: combinação entre eficiência e baixo custo sem a necessidade de gastos excessivos com insumos e equipamentos;
- e) objetividade: resultados mais precisos que não gerem dificuldade de compreensão na interpretação;
- f) reproduzível: testes devem ser padronizados e ter fácil reprodução em diferentes laboratórios, sem gerar dúvidas no processo de interpretação dos dados;
- g) resultados relacionados com a emergência das plântulas em campo: esta é referência mais confiável para a interpretação dos resultados de testes de vigor, pois as informações sobre o potencial fisiológico de lotes de sementes são utilizadas, principalmente, para estimar a probabilidade de sucesso no estabelecimento do estande em campo.

Inúmeras classificações para os testes de vigor já foram utilizadas e caíram em desuso, da mesma forma que novas propostas ganharam espaço. Dentre estas, a que distribui os testes em quatro categorias.

## **CATEGORIAS DE TESTES DE VIGOR**

### **Testes físicos**

Avaliam aspectos morfológicos ou características físicas das sementes, como tamanho, raio X etc.

Pela inserção cada vez mais recorrente de tecnologias, empresas vêm acrescentando em seus programas internos a análise de sementes e plântulas por meio de imagens digitais. Seu uso é favorecido pela redução ainda maior do tempo, pela consistência das informações que apresentam, pouca interferência humana por ser um processo automatizado, além de ser um método

não destrutivo que viabiliza o material para avaliações posteriores, fornecendo informações de características físicas e morfológicas das sementes, como aparência, cores, tamanhos e formatos, identificação de injúrias internas, identificação de sementes malformadas, etc. Assim como o teste de tetrazólio, seu uso é recomendado em todas as etapas do processo de produção de sementes, sendo o teste de raio X, por exemplo, uma técnica também recomendada pela Ista e descrita na RAS, para um grande número de espécies.

### **Testes fisiológicos**

Procuram determinar uma atividade fisiológica específica, como: primeira contagem de germinação, velocidade de germinação, comprimento de plântulas etc.

#### **Teste de primeira contagem de germinação**

Baseia-se no princípio de que amostras com maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem são as mais vigorosas. No teste padrão de germinação geralmente são usadas duas contagens, a primeira e a final, em que na primeira são retiradas as plântulas normais, ou seja, aquelas que germinaram mais rapidamente. Na publicação “Regras para Análise de Sementes” do MAPA (BRASIL, 2009), estão descritos os dias para contagem inicial e final, assim como as condições de ambiente para inúmeras espécies. Os resultados são expressos em porcentagem.

#### **Teste de velocidade de germinação**

Tem como princípio o fato de que os lotes que apresentam maior velocidade de germinação de sementes são os mais vigorosos, ou seja, há relação direta entre a velocidade e o vigor das sementes. Sua avaliação é feita diariamente, quando as plântulas germinadas ou emergidas são contabilizadas até o dia da contagem final estabelecida pela RAS para cada espécie.

Por se tratar de um índice, não se usa nenhuma unidade.

### **Teste de comprimento de plântulas**

Tem como princípio o fato de que sementes mais vigorosas originam plântulas de maior crescimento, em função de apresentarem maior capacidade de transformação e de uso de suas reservas armazenadas pelo eixo embrionário. Para isso, essa determinação é realizada por meio de mensuração com réguas graduadas em centímetros. Os resultados são expressos em centímetros/planta. Se o lote de sementes for tratado com fungicida ou inseticida durante o beneficiamento, prática cada vez mais essencial e utilizada pelas empresas para proteção adicional às sementes, é importante que a qualidade dessas sementes seja avaliada por este teste, o que indicará possíveis problemas fitotóxicos às plântulas causados por esses tratamentos.

### **Testes bioquímicos**

Avaliam alterações bioquímicas das sementes, como o teste de condutividade elétrica, o de tetrazólio e outros.

#### **Teste de condutividade elétrica**

Tem como princípio o fato de que sementes menos vigorosas ou mais deterioradas apresentam menor velocidade de reestabelecimento da integridade da membrana durante a embebição e, em consequência, liberam maiores quantidades de solutos. Isso porque após a maturidade fisiológica, as sementes atingem uma condição de baixo teor de água, quando as membranas celulares sofrem um processo de desorganização estrutural. Quando ocorre embebição, a capacidade de reorganização das membranas irá influenciar de modo significativo a quantidade de lixiviados que serão liberados das sementes. Assim, sementes vigorosas são aquelas que quando embebidas são capazes de reorganizar mais eficientemente suas

membranas, conseqüentemente perdem menos lixiviados e apresentam menor valor de leitura de condutividade. Essa perda de lixiviados inclui açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, proteínas, enzimas e íons inorgânicos, que, ao serem liberados em condições de campo, podem provocar a perda da compartimentalização celular, e o estímulo ao crescimento de microrganismos nocivos à emergência das plântulas.

Os materiais e equipamentos utilizados são: condutivímetro, balança, água deionizada ou destilada e recipientes para embebição. O teste é conduzido com um número definido de sementes, retiradas da porção sementes puras em repetições previamente pesadas e embebidas em volume conhecido de água destilada e mantidas em uma câmara à temperatura de 25 °C. A leitura deve ser efetuada após 24 horas com uso de condutivímetro. O resultado avalia o vigor indiretamente, ou seja, sementes menos vigorosas com sistema de membranas mais desorganizado originam leituras superiores.

Como limitações têm os danos mecânicos ou por insetos nas sementes, tamanho das sementes, genótipo, teor inicial de água da semente e se as sementes foram ou não submetidas a tratamento químico.

### Teste de tetrazólio

Determina a viabilidade e o vigor das sementes, sendo hoje o teste mais utilizado para sementes de soja e estudado para adaptações de metodologias em várias outras espécies. Tem como princípio a alteração da coloração de tecidos vivos pela difusão do sal 2-3-5 trifenil-tetrazólio, que forma um composto de coloração rósea chamado formazam. Tecidos vivos colorem-se de rósea indicando atividade respiratória nas mitocôndrias, e tecidos mortos ou com baixa atividade respiratória permanecem descoloridos. No processo de produção de sementes, este teste é indicado para ser feito em todos os momentos, uma vez que permite detectar sintomas de injúrias mecânicas, de danos causados por insetos, e alta temperatura e

umidade de campo ou conjugação desses fatores.

Para a execução do teste, as sementes são pré-condicionadas para ativação do sistema enzimático e para facilitar o preparo das sementes, além de ajudar no desenvolvimento da coloração durante o contato com a solução de tetrazólio. Em seguida, as sementes são preparadas mediante corte, puncionamento ou remoção dos tegumentos e imersas na solução de tetrazólio durante período estabelecido na RAS para cada espécie. A interpretação do teste é feita por análise individual de cada semente quanto ao exame das partes vitais, a localização e origem dos danos e pela intensidade da coloração. Deve ser feita por pessoal treinado para evitar erros de interpretação.

Para sementes de café e gramíneas forrageiras, o teste de tetrazólio pode ser utilizado para emissão do Boletim de Análise de Sementes (BAS) em laboratórios credenciados. Isso é permitido porque sementes de café perdem rapidamente a viabilidade, sendo que 30 dias é tempo suficiente para que já ocorra a perda de viabilidade dessas sementes e, no caso de sementes forrageiras, porque essas apresentam dormência.

### Testes de resistência

Avaliam o desempenho de sementes expostas a estresse, destacam-se: teste de envelhecimento acelerado, teste de frio etc.

#### Teste de envelhecimento acelerado

Tem como princípio o fato de que a taxa de deterioração aumenta consideravelmente quando sementes são expostas às condições adversas de alta temperatura e umidade, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração. Assim, amostras de sementes com baixo vigor apresentam maior queda de sua viabilidade quando submetidas a essa situação, e sementes mais vigorosas geralmente são menos

afetadas em sua capacidade de produzir plântulas normais e apresentam germinação mais elevada após serem submetidas ao envelhecimento.

As sementes expostas a essas condições apresentam alterações degenerativas no seu metabolismo, desencadeadas pela desnaturação e perda da integridade do sistema de membranas. O método mais comum de realização deste teste é utilizar caixas plásticas do tipo gerbox, providas de telas suspensas de alumínio, onde as sementes são distribuídas uniformemente. Na base são colocados 40 mL de água para garantir o nível de umidade relativa (UR) do ar próximo a 100% no interior da caixa. Depois cada caixa é mantida em demanda bioquímica de oxigênio – biochemical oxygen demand (BOD) regulada entre 40 °C e 45 °C onde permanecem durante o período estabelecido para cada espécie (entre 48 e 96 horas). Após retirar da BOD é feito o teste de germinação de acordo com a RAS. A avaliação das plântulas normais é feita no dia da primeira contagem de cada espécie. A verificação da consistência dos dados é feita mediante a determinação do grau de umidade das sementes antes e após o período de envelhecimento.

Alternativo ao teste tradicional citado, existe o envelhecimento acelerado com solução salina, utilizado principalmente para sementes pequenas como hortaliças. O teste alternativo permite a obtenção de UR em torno de 87 e 76, quando usados respectivamente KCl e NaCl. O princípio desse teste é que diminui a UR, diminui a taxa de evaporação da solução, o que leva a um menor equilíbrio higroscópico e absorção mais lenta de água pelas sementes e, conseqüentemente, diminui a deterioração das sementes e o aparecimento da flora fúngica.

Em ambos os testes, durante a execução, existem fatores que afetam o comportamento das sementes e que podem interferir nos resultados, os quais: período de exposição das sementes, tratamento fungicida, número e tamanho de sementes,

condições de germinação, tipo de recipiente e abertura da câmara durante o teste, entre outros.

### Teste de frio

Um segundo exemplo de teste de resistência, é o de frio. Este teste é um dos mais utilizados para sementes de milho principalmente para indicação de lotes para regiões mais frias e úmidas, como as do Sul do País. Isso porque o teste tem como princípio básico a exposição das sementes a fatores adversos de baixas temperaturas, alta umidade do substrato e a agentes patogênicos. Sementes vigorosas têm maiores chances de sobrevivência, uma vez que essa combinação de fatores pode provocar a redução na velocidade de germinação e a incidência de microrganismos prejudiciais, como *Pythium* ssp. e *Giberella zeae*, que são microrganismos predominantes nessas condições.

Para execução deste teste, a metodologia mais comumente utilizada consiste na confecção de rolos de papel germitest com solo, recomendando-se a utilização da mistura de solo e areia. Os rolos são colocados em câmaras do tipo BOD a 10 °C, durante sete dias e, posteriormente, por mais sete dias em câmaras de 25 °C. Nos resultados deste teste, considera-se que aqueles lotes com maiores valores de plântulas normais serão os mais vigorosos. O resultado é dado em porcentagem de plântulas normais. Apresentam como limitação, a sua padronização, uma vez que as composições química e física dos solos, a presença dos microrganismos e dos efeitos de diferentes tratamentos com fungicidas variam entre os laboratórios.

### Teste de deterioração controlada

O princípio deste teste é o mesmo do envelhecimento acelerado. A principal diferença é a utilização de amostras com teor de água previamente ajustada e uniforme, permitindo um controle teoricamente mais preciso das condições de

estresse a que as sementes estão submetidas. Após o ajuste do grau de umidade das sementes, preferencialmente pelo método da atmosfera úmida, as amostras são colocadas em recipientes de folha de alumínio ou similares e mantidas em banho-maria sob temperatura e período recomendado para cada espécie. Em seguida, são colocadas para germinar computando-se a porcentagem de plântulas normais, sendo que as sementes vigorosas apresentam germinação mais elevada após a deterioração artificial. É um teste muito utilizado para sementes pequenas. Tem como limitação o ajuste inicial do grau de umidade das sementes, uma vez que o umedecimento inadequado pode provocar a deterioração precoce das sementes.

### Demais testes

É válido ressaltar ainda que somados a esses testes, existem aqueles tradicionais, como o teste de hipoclorito de sódio que avalia danos mecânicos em soja após a colheita, ou o teste da peroxidase usado na identificação de cultivares, também, de soja. Existem outros testes que não chegam a ser citados na literatura por serem de controle interno das empresas e, portanto, fazem parte de segredos comerciais, além dos que consistem de modernas técnicas moleculares. Estes últimos, em decorrência do aumento do número de cultivares inseridas no mercado a cada ano, vêm ganhando uma sinalização positiva quanto a seu uso seguindo recomendações da Ista.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fica evidente que um controle de qualidade eficiente é o que oferta respostas às perguntas sobre a qualidade das sementes que produz. Esse controle requer pesquisas incessantes na otimização e padronização desses testes de vigor e dos demais, na inserção de novas tecnologias, na implantação e execução de um excelente sistema de qualidade e, certamente o mais

importante, um absoluto e incondicional comprometimento com a qualidade das sementes produzidas.

### REFERÊNCIA

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA, 2009. 395p.

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABATI, J. *et al.* Physiological potential of soybean seeds treated in the industry with and without the application of dry powder. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.40, n.2, p.179-184, 2018.

AOSA. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a produção e a comercialização de sementes de algodão, amendoim, arroz, arroz preto, arroz vermelho, aveia branca e amarela, canola, centeio, cevada, ervilha, feijão, feijão caupi, gergelim, girassol variedades, girassol cultivares híbridas, juta, linho, mamona variedades, mamona cultivares híbridas, milho variedades, milho cultivares híbridas, painço, soja, sorgo variedades, sorgo cultivares híbridas, tabaco, trigo, trigo duro, triticale e de espécies de grandes culturas inscritas no Registro Nacional de Cultivares - RNC e não contempladas com padrão específico, a partir do início da safra 2013/2014, na forma dos Anexos I a XXX desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.1-38, 18 set. 2013.

ISTA. **International rules for seed Testing**. Bassersdorf: ISTA, 2020. 300p.

ISTA. Seed vigour testing. In: ISTA. **International rules for seed testing**. Bassersdorf: ISTA, 2014. p.1-15.

KRZYŻANOWSKI, F.C. *et al.* (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 2020. 601p.

# Biotecnologia aplicada ao controle de qualidade de sementes

*Edila Vilela de Resende Von Pinho<sup>1</sup>, Heloisa Oliveira dos Santos<sup>2</sup>, Marília Mendes dos Santos Guaraldo<sup>3</sup>*

**Resumo** - O aumento da produção de grãos, numa proporção superior ao das áreas cultivadas, é explicado pela adoção crescente de tecnologias por agricultores. Avanços no desenvolvimento de técnicas biotecnológicas e a utilização dessas em programas de melhoramento são importantes para o desenvolvimento de cultivares com potencial genético, que atendam às demandas do mercado e dos agricultores. Com a evolução de pesquisas na área de Biologia Molecular, vinda com a automatização do sequenciamento de DNA e o advento de técnicas genômicas para a análise funcional dos genes, tem sido possível o estudo da expressão de genes em plantas e sementes durante os diferentes processos fisiológicos, bem como suas respostas às diferentes condições ambientais e de manejo. As técnicas biotecnológicas são ferramentas importantes para a identificação de cultivares e a certificação da pureza genética de lotes de sementes, visando à comercialização de sementes com alta pureza genética.

**Palavras-chave:** Melhoramento genético. Marcador molecular. Qualidade fisiológica. Transgênico.

## Biotechnology applied to seed quality control

**Abstract** - The increase in grain production, in a proportion higher than the increase in cultivated areas, is explained by the increasing adoption of technologies by farmers. Advances in the development of biotechnological techniques and their use in breeding programs are important for the development of cultivars with genetic potential, which meet the demands of the market and of farmers. Thus, with the evolution of research in the area of molecular biology coming with the automation of DNA sequencing and the advent of genomic techniques for the functional analysis of genes, it has been possible to study the expression of genes in plants and seeds during different physiological processes, as well as their responses to different environmental and management conditions. Thus, biotechnological techniques are important tools for the identification of cultivars and the certification of genetic purity of seed lots, aiming at the commercialization of seeds with high genetic purity.

**Keywords:** Genetical enhancement. Molecular marker. Physiological quality. Transgenic.

### INTRODUÇÃO

A agricultura tem participação importante no desenvolvimento dos países. No Brasil isso está bem caracterizado ao avaliar a contribuição do agronegócio no Produto Interno Bruto (PIB). Neste contexto, o insumo semente destaca-se não só por constituir o principal meio de propagação de espécies cultivadas, mas por ser considerado o principal veículo de tecnologias desenvolvidas na agricultura, sejam essas geradas por meio do melhoramento con-

vencional sejam utilizando-se de técnicas biotecnológicas, a exemplo da transgenia.

Sabe-se ainda que o rendimento agrícola está condicionado à disponibilidade de sementes com alta qualidade genética, sanitária e fisiológica, e elevada pureza física. Assim, empresas produtoras de sementes têm investido em programas de controle de qualidade, em cada etapa do processo de produção, com o objetivo de disponibilizar no mercado sementes com alta qualidade. Para isso, há a necessidade

de identificar as cultivares e certificar a pureza genética das sementes, antes de estas serem comercializadas. Além do mais, é preciso garantir a comercialização de sementes com alta qualidade fisiológica, física e sanitária.

Assim, é fundamental conhecer os fatores que interferem na qualidade de sementes para o desenvolvimento de tecnologias a serem empregadas em programas de controle de qualidade, visando à produção de sementes com alta qualidade.

<sup>1</sup>Eng. Agrônoma, D.Sc., Prof<sup>ª</sup> Tit. UFLA - Depto. Agricultura/Bolsista CNPq, Lavras, MG, edila@ufla.br.

<sup>2</sup>Eng. Agrônoma/Eng. Florestal, D.Sc., Prof<sup>ª</sup> Adj. UFLA - Depto. Agricultura, Lavras, MG, heloisa.osantos@ufla.br.

<sup>3</sup>Eng. Agrônoma, Mestranda Agronomia/Fitotecnia UFLA - Depto. Agricultura, Lavras, MG, marilia.guaraldo@estudante.ufla.br.

Entretanto, isso muitas vezes constitui um desafio porque, apesar do aumento de conhecimento na área de produção e tecnologia de sementes, alguns processos envolvidos na qualidade de sementes em níveis fisiológicos, bioquímicos e moleculares são pouco entendidos ou mesmo permanecem desconhecidos, e esses tornam-se necessários para o desenvolvimento de tecnologias aplicáveis. Dessa maneira, o conhecimento na área de biotecnologia e sua aplicação tem permitido a adoção de diferentes estratégias em programas de controle de qualidade para alcançar melhorias na qualidade das sementes a serem comercializadas.

Nesse contexto, as técnicas moleculares são importantes ferramentas para a identificação de cultivares e a certificação da pureza genética de sementes. Também podem ser utilizadas para avaliar aspectos relacionados com a qualidade fisiológica de sementes, tais como tolerância a estresses bióticos e abióticos, deterioração de sementes, germinação, dormência, dentre outros. Ainda é possível fazer uso das técnicas moleculares para a identificação e quantificação de microrganismos em sementes.

Não há dúvidas de que a área de Biotecnologia tem evoluído rapidamente e novas técnicas têm-se mostrado úteis para o monitoramento da qualidade de sementes em programas de controle de qualidade.

### **USO DE MARCADORES PARA A IDENTIFICAÇÃO DE CULTIVARES E CERTIFICAÇÃO DA PUREZA GENÉTICA DE SEMENTES**

Os marcadores morfológicos são muito utilizados para a identificação de cultivares e certificação da pureza genética de sementes. No entanto, apresentam limitações importantes para estes fins, quais sejam: número reduzido de marcadores fenotípicos disponíveis para a cobertura de genomas, o polimorfismo é limitado, estão sujeitos aos efeitos epistático e pleiotrópico, são marcadores influentemente dominantes ou recessivos, e muitas vezes

é possível a distinção de cultivares apenas em plantas inteiras e em estádios mais avançados de desenvolvimento.

Para a proteção de cultivares, tanto a União para a Proteção de Obtenções Vegetais (Upov) quanto o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) adotam os marcadores morfológicos para a distinção das cultivares. A Upov é uma organização internacional responsável pela implementação da Convenção Internacional de Proteção de Novas Variedades de Plantas. Já o SNPC, ligado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é o órgão competente para a aplicação da Lei de Proteção de Cultivares no Brasil, que tem como base legal a Lei nº 9.456, de 25/4/1997 (BRASIL, 1997).

Sabe-se que para ser protegida, a cultivar, variedade de qualquer gênero ou espécie vegetal superior, deverá ser claramente distinguível de outras cultivares existentes, quando do pedido de proteção, por margem mínima de descritores, por sua denominação própria. Também deve ser homogênea e estável, ao longo das gerações sucessivas, quanto aos descritores utilizados para a sua distinção. Assim, as cultivares devem ser caracterizadas/descritas e passíveis de identificação e diferenciação de outras cultivares, por meio de marcadores morfológicos.

É desejável que os descritores utilizados para a proteção de cultivares sejam livres de interferência de fatores ambientais que afetem o fenótipo, de análise rápida e que propiciem a avaliação em quaisquer ciclos da planta. Como abordado anteriormente, os marcadores morfológicos, com frequência, não atendem a esses requisitos.

A Upov prevê o uso de marcadores moleculares nas seguintes situações: para a identificação/validação de cultivares, mas apenas depois de uma descrição inicial; como substituto para uma característica morfológica ou de resistência; para ajudar na gestão de coleções de germoplasma e determinar a conformidade genética de uma cultivar essencialmente derivada (CED). A CED é predominantemente de-

rivada da cultivar inicial ou de outra CED, sem perder a expressão de características essenciais que resultem do genótipo ou da combinação de genótipos da cultivar da qual se derivou, exceto no que diz respeito às diferenças resultantes da derivação. No entanto, deve ser claramente distinta da cultivar da qual se derivou, por margem mínima de descritores, de acordo com critérios estabelecidos pelo órgão competente.

É importante ressaltar que atualmente uma cultivar candidata à proteção não vai ser aceita como nova se não puder ser diferenciada morfológicamente das demais cultivares já existentes. No entanto, a Upov prevê o uso de marcadores moleculares associados aos marcadores morfológicos, para a realização de pré-*screening* de cultivares candidatas à proteção, com o objetivo de reduzir a quantidade de testes necessários. Diante do exposto, observa-se que o conhecimento das ferramentas biotecnológicas para a identificação de cultivares é importante também para protegê-las.

A possibilidade de utilizar os marcadores moleculares de proteínas, sejam estas enzimas, de armazenamento, resistentes ao calor dentre outras, para a identificação de cultivares e certificação da pureza genética de sementes, foi sem dúvida um grande avanço. Enzimas, por exemplo, podem ser separadas pela técnica de eletroforese, em função de diferenças na mobilidade, mediante carga, peso molecular e conformação dessas.

Os marcadores de proteínas apresentam mais vantagens em relação aos marcadores morfológicos pelo fato de serem mais polimórficos, possibilitando a distinção de indivíduos morfológicamente indistinguíveis. São codominantes, contendo mais quantidade de informações genéticas por loco.

Ressalta-se que a International Seed Testing Association (Ista) e a Association of Official Seed Analysts (Aosa) recomendam marcadores de proteínas para a identificação de cultivares e certificação da

pureza genética de sementes. No entanto, há especificações de técnicas do uso de alguns desses marcadores. Exemplo disso é a recomendação da zeína, proteína de armazenamento em sementes para a identificação de cultivares de milho, por meio da modalidade da técnica eletroforética, focalização isoeétrica. Por meio dessa técnica proteínas zeínas são separadas por diferenças mínimas de seus pontos isoeletricos, o que permite a separação de cultivares com base genética mais estreita. Na Figura 1 pode ser observado o padrão de bandas de proteínas de armazenamento das sementes de cultivares de feijão. Carioca (1), Carioca MG (2), Aporé (3), Pérola (4), IAPAR 57 (5) e IAPAR 81 (6), obtidas por eletroforese SDS-Page (B) por isofocalização (A).

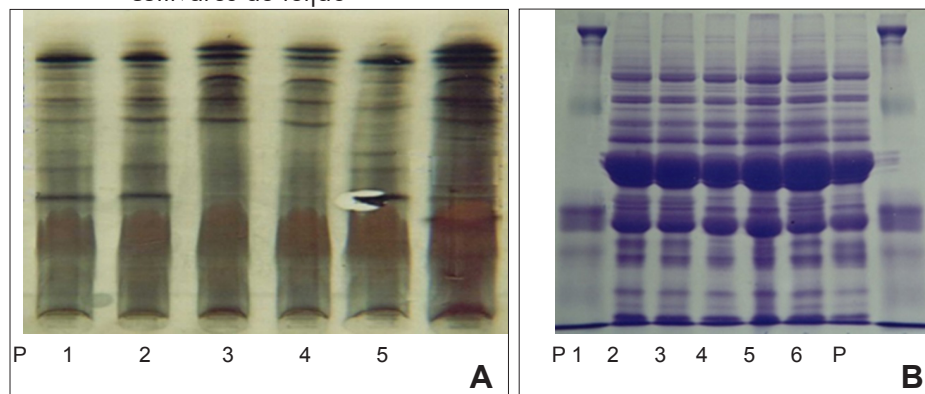
Observa-se na Figura 1 que, quando da utilização da técnica de focalização isoeletrica para a separação de cultivares de feijão do grupo carioca, houve mais polimorfismo comparado ao observado na modalidade SDS-Page.

Proteínas resistentes ao calor também têm apresentado padrões estáveis e com alto polimorfismo para a identificação de cultivares de algumas espécies, a exemplos de algodão e milho. Na Figura 2 pode ser observado os padrões de proteínas resistentes ao calor em sementes de 12 linhagens de milho. Foi possível separar as 12 linhagens entre si.

Além das proteínas de armazenamento e das proteínas resistentes ao calor, enzimas também podem ser bons marcadores para a identificação de cultivares e certificação da pureza genética de sementes. Na Figura 3 é possível observar padrões diferenciados para as linhagens parentais 8 e 3 e para o híbrido 8/3, e também a codominância do marcador de proteína, ou seja, é possível separar indivíduos homocigotos, linhagens, dos heterocigotos, híbrido.

A característica de codominância é fundamental para a utilização do marcador para a certificação da pureza genética de sementes híbridas, uma vez que a

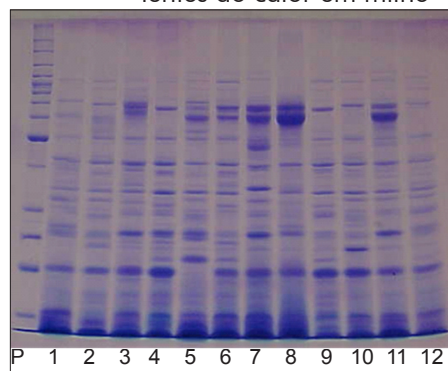
Figura 1 - Padrão de bandas de proteínas de armazenamento de sementes de cultivares de feijão



Fonte: Vieira (2000).

Nota: A - Obtido por isofocalização; B - Obtido por eletroforese SDS-Page; P - Corresponde ao padrão de bandas gerado pelo padrão de peso molecular; 1 - Carioca; 2 - Carioca MG; 3 - Aporé; 4 - Pérola; 5 - IAPAR 57; 6 - IAPAR 81.

Figura 2 - Padrões de proteínas resistentes ao calor em milho

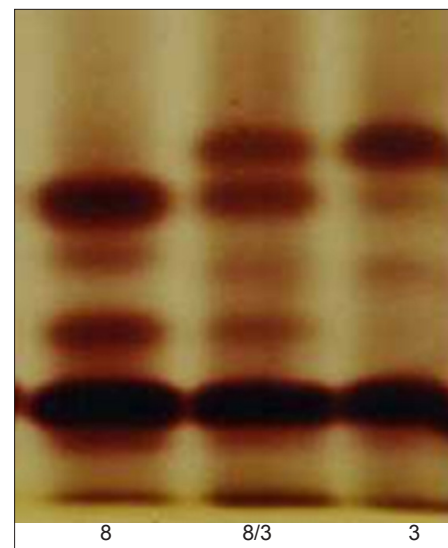


Fonte: Rosa (2000).

informação acontece em nível de alelo. Vale ressaltar que este tipo de análise é importante em programas de Controle de Qualidade Interno (CQI) das empresas produtoras de sementes híbridas, para a tomada de decisões. Contaminações indesejáveis em um lote de sementes híbridas, sejam provenientes de autofecundações das plantas do parental feminino, da mistura de sementes da linhagem do parental masculino, sejam ainda de cruzamentos provenientes de grãos de pólen de outras cultivares, podem comprometer a pureza genética das sementes.

Além disso, contaminações de lotes de sementes híbridas com linhagens dos parentais expõem as linhagens da empresa

Figura 3 - Padrões isoenzimáticos de esterase em sementes de duas linhagens parentais 8 e 3 e em sementes híbridas 8/3 de milho



Fonte: Salgado (2005).

Nota: Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG – 2005.

produtora de sementes nos campos dos agricultores, o que torna vulnerável o sistema de produção de sementes.

Os marcadores de proteínas possuem algumas limitações relacionadas, por exemplo, com o de número, cobertura do genoma, e possível influência do ambiente.

Existem várias técnicas disponíveis que podem ser utilizadas em programas de CQI das empresas para a identificação de cultivares e certificação da pureza genética por meio de proteínas. No entanto, a escolha do método depende da base genética das cultivares a serem diferenciadas, da estabilidade do marcador em relação às influências edafoclimáticas quando da produção das sementes, em relação à presença de microrganismos, nível de deterioração das sementes, dentre outros.

Já os marcadores do ácido desoxirribonucleico – *deoxyribonucleic acid* (DNA) são mais estáveis e, por meio desses, detectar variações na sequência do DNA ao longo do genoma. Não possuem limitação quanto ao número de marcadores e não sofrem influência do ambiente e do estágio de desenvolvimento das plantas.

O primeiro marcador desenvolvido foi o polimorfismo de comprimento de fragmento de restrição – *restriction fragment length polymorphism* (RFLP). Esse consiste basicamente no uso de enzimas de restrição que corta o DNA em sítios específicos, produzindo um grande número de fragmentos. Os fragmentos de DNA dos indivíduos em estudo, obtidos por meio do tratamento com uma ou mais enzimas de restrição, são então separados por eletroforese e identificados, após uma transferência para membrana, por meio da hibridização com sondas marcadas.

Os marcadores RFLPs podem ser usados em estudos de diversidade genética e identificação de cultivares de café, arroz, soja, milho, sorgo, dentre outras. Podem ser usados ainda para a construção de mapas de ligação e mapeamento de locos controladores de caracteres quantitativos – *quantitative trait loci* (QTLs) em várias culturas e ainda em seleções assistidas por marcadores (SAM). No entanto, é importante ressaltar que há limitações para a utilização desses marcadores, como a obtenção das sondas de DNA e a complexidade técnica.

Posteriormente foi desenvolvida a técnica reação em cadeia da polimerase –

*polymerase chain reaction* (PCR) que consiste na síntese de segmento de DNA in vitro, por meio da utilização de primers. Os primers são sequências curtas de nucleotídeos de fita simples, que pareiam com o DNA molde e servem de iniciadores para a síntese in vitro de uma nova fita de DNA. As reações ocorrem em ciclos alternados de temperatura, sendo que cada ciclo do PCR envolve três etapas. Na primeira ocorre a desnaturação da fita dupla de DNA, posteriormente, os primers se pareiam com as sequências complementares específicas que flanqueiam o sítio-alvo, e então a nova fita de DNA é sintetizada por meio da enzima DNA polimerase. Como cada ciclo é repetido várias vezes, a amplificação do DNA-alvo ocorre em progressão geométrica, requerendo uma quantidade muito pequena de DNA molde.

Após o desenvolvimento da técnica de PCR surgiram novos marcadores moleculares. Dentre estes, destacam-se os marcadores, polimorfismo de fragmentos aleatórios e amplificados de DNA – *random amplified polymorphic DNA* (RAPD), o polimorfismo de comprimento de fragmento amplificado – *amplified fragment length polymorphism* (AFLP), e sequência simples repetida ou microssatélites – *simple sequence repeats* (SSR). As tecnologias de marcadores moleculares estão evoluindo rapidamente e modificações já existem para algumas das técnicas mencionadas. Além disso, há várias técnicas disponíveis, com características particulares, possibilitando a detecção dos polimorfismos de DNA, a exemplo do polimorfismo de nucleotídeo único – *single nucleotide polymorphism* (SNP).

A técnica de RAPD não requer clonagem ou sequenciamento de DNA, sendo que vários locos podem ser detectados simultaneamente. Pequenos primers de 8 a 12 bases com sequências aleatórias são usados para amplificar o DNA, resultando em presença ou ausência de polimorfismo. No entanto, embora seja uma técnica de fácil execução, problemas podem ocorrer com a reprodutibilidade, pelo fato de os

primers serem pequenos e, por isso, serem afetados pelas condições de anelamento. Outra limitação da técnica é a natureza dominante do marcador, o que inviabiliza a distinção de um indivíduo heterozigótico de outro homozigótico. O aspecto prático disso é que restringe a certificação da pureza genética de lotes de sementes híbridas.

A técnica de AFLP combina a especificidade, resolução e poder da amostragem da digestão com enzimas de restrição com a velocidade e a praticidade de detecção dos polimorfismos via PCR. A análise de AFLP consiste essencialmente de quatro etapas. Na primeira etapa, o DNA genômico total do indivíduo é clivado com duas enzimas de restrição, sendo uma de corte raro e outra de corte frequente. Na segunda etapa, adaptadores específicos são ligados aos terminais dos fragmentos genômicos gerados pela clivagem. Na terceira etapa, uma fração dos fragmentos gerados é amplificada seletivamente via PCR utilizando primers especificamente desenhados para reconhecer sequências nos adaptadores. Na quarta e última etapa, a subpopulação de fragmentos amplificados é separada em gel de alta resolução.

A técnica de AFLP tem sido usada em estudos de diversidade genética e identificação de cultivares de trigo, soja, feijão, cana, café, milho, algodão, cevada, dentre outras. O fato de combinar duas técnicas, RFLP e PCR, aumenta a probabilidade de se observar polimorfismo, mesmo em cultivares com base genética estreita. Também tem sido utilizada para construções de mapas de ligação e em estudos de genes de interesse em diferentes espécies.

No entanto, é uma técnica que apresenta limitações como: o baixo conteúdo de informações genética por loco que, à semelhança de RAPD, também são marcadores essencialmente dominantes; é uma técnica trabalhosa, uma vez que é realizada em várias etapas; demanda de DNAs genômicos de alta qualidade e de um maior número de reagentes, o que a torna também mais cara. Outro fato que contribui para aumentar a complexidade de AFLP é

que a resolução dos polimorfismos precisa ser realizada em géis de sequenciamento, utilizando radioatividade ou fluorescência, o que exige mais capacitação técnica.

Quanto à técnica de microssatélite ou SSR é importante ressaltar que locos de microssatélites consistem de pequenas sequências de 1 a 6 nucleotídeos repetidas em tandem e podem representar 70% do genoma de cereais. Os microssatélites são amplificados individualmente pela técnica de PCR, utilizando-se um par de primers específicos complementares às sequências conservadas que flanqueiam o microssatélite. Na reação de PCR, cada fragmento amplificado de tamanho diferente representa um alelo de um mesmo loco, sendo que o polimorfismo é obtido pela variação no número de sequências repetidas.

A frequência de ocorrência média dos elementos repetitivos é aproximadamente de um loco para cada 64,6 mil pares de base (pb) em monocotiledôneas e um loco para cada 21,2 mil pb em dicotiledôneas. Em geral, os elementos repetidos mais frequentes em plantas são (AT)<sub>n</sub>, seguidos por (A)<sub>n</sub> e (AG)<sub>n</sub>, além dos motivos (ATA)<sub>n</sub>, (AAC)<sub>n</sub>, (AGC)<sub>n</sub>, (AAG)<sub>n</sub>, (AATT)<sub>n</sub>, (AAAT)<sub>n</sub> e (ACTC)<sub>n</sub>.

Os microssatélites possuem várias características desejáveis, como herança codominante; alta abundância nos genomas eucariotos; multialelismo; potencial para amplificação de sistemas multiplex, o que os torna uma técnica de fácil execução e amplamente automatizável.

Em função da grande variação quanto à frequência e distribuição dos microssatélites no genoma, SSRs têm sido utilizados em estudos da diversidade genética e identificação de cultivares e mapeamento de várias espécies

Para o uso da técnica de microssatélites é necessário o desenvolvimento dos pares de primers específicos, que requer a construção de bibliotecas genômicas enriquecidas com os microssatélites, clonagem e sequenciamento desses e o desenho dos primers complementares às regiões conservadas que flanqueiam os microssatélites.

Entretanto, atualmente há disponibilidade de primers de microssatélites para várias espécies.

Já SNP é um marcador molecular capaz de diferenciar indivíduos pela variação em apenas um nucleotídeo, isto é, podem detectar alelos que se diferenciam por um par de bases. A grande vantagem dos SNPs em comparação aos outros marcadores reside na abundância de polimorfismos entre alelos de um determinado gene. Polimorfismos de SNPs têm sido encontrados numa frequência de 1 a cada 256 pb em uma cultivar de arroz da subespécie *indica* e 1 a cada 268 em uma cultivar da subespécie *japonica*; e em milho, 1 a cada 70 pb, sendo que em estudo foi observado que no cromossomo 1 dessa espécie ocorre uma taxa de 1 a cada 104 pb.

Os SNPs podem ser encontrados de duas maneiras no genoma: SNPs individuais ou na estrutura de haplogrupos. Haplogrupo é um conjunto de mutações dentro de uma sequência de DNA, as quais, em decorrência de sua proximidade, são geralmente herdadas juntas. Em plantas, é mais comum o polimorfismo de SNPs organizados na estrutura de haplogrupos.

Os SNPs possuem muitas vantagens e um grande potencial para diversas aplicações: para estudos de diversidade genética, identificação de cultivares, associação de frequência desses com genes de importância agrônoma, dentre outras.

Dessa forma, após o descobrimento da dupla fita de DNA, do código genético, enzimas de restrição, PCR e tantos avanços na biologia molecular durante a segunda metade do século passado, na última década ocorreu uma nova revolução no campo da biologia, com a era da genômica e muitas outras “ômicas”. Tais técnicas vêm permitindo o sequenciamento e análise de genomas de maneira quantitativa, além de diferentes estudos em larga escala, com o objetivo de entender diversos mecanismos celulares.

Em programas de controle de qualidade de sementes, marcadores de DNA podem ser utilizados para a identificação de cul-

tivares e certificação da pureza genética em sementes.

A base genética das cultivares a serem diferenciadas é importante porque isso influencia diretamente no nível de polimorfismo alcançado, por meio do marcador utilizado. Ressalta-se que o nível de polimorfismo entre as cultivares é fator determinante para eleger marcadores. Além disso, a escolha desses marcadores é dinâmica, uma vez que o lançamento de novas cultivares no mercado também é dinâmico.

Entretanto nem sempre as tecnologias disponíveis são viáveis em programas de controle de qualidade de sementes, seja em função da quantidade de lotes de sementes a ser analisada, da acessibilidade a essas técnicas e ainda deve ser considerado o custo/benefício, levando em conta as análises rotineiras da empresa.

É importante também ressaltar que os marcadores moleculares têm sido usados como ferramentas no auxílio da construção de mapas genéticos, análise de diversidade genética, mapeamento comparativo entre diferentes espécies e mapeamento de características de interesse agrônoma. Contudo, as variações da sequência genômica, embora relevantes, certamente não são o único fator na diversidade fenotípica. A integração deste conhecimento com o perfil transcricional de múltiplos genes tem sido realizada por meio de diferentes técnicas. Estas têm-se mostrado úteis no estudo da expressão gênica, em plantas e sementes. A elucidação da expressão temporal e espacial de genes de importância agrônoma, o entendimento de como tais genes se interagem e respondem a diferentes estímulos ambientais, bem como o conhecimento dos elementos reguladores da expressão gênica e das modificações pós-transcricionais e pós-traducionais permitem o entendimento básico de como diferentes processos ocorrem em plantas, plântulas e sementes.

Em sementes, tais técnicas genômicas têm possibilitado o estudo da expressão de diferentes genes, o que vem permitindo

uma análise molecular global de eventos envolvidos em processos, como maturação, dormência e germinação. Tais informações são essenciais para a obtenção de uma semente de melhor qualidade, e podem ser usadas no processo de melhoramento vegetal.

O número de técnicas e estratégias de estudos de genes é bastante extenso. Nos últimos anos tem havido uma crescente tendência à adoção de iniciativas multidisciplinares, como forma de obter uma melhor compreensão e permitir a exploração deste grande volume de informação disponível. Os métodos variam tanto em complexidade quanto em preferências e escolha das estratégias para cada condição particular. Novos modelos biológicos estão sendo propostos e construídos a cada dia, impostos pela pressão desta imensa gama de conhecimento que tem sido gerada.

Uma das técnicas biotecnológicas que impulsionam o mercado agrícola e o de sementes é a tecnologia do DNA recombinante, na qual se insere a transgenia. A partir de 1996 o cultivo de transgênicos ganhou espaço em nível mundial e no Brasil.

No Brasil, grãos de soja transgênica foram importados, de forma ilegal, principalmente da Argentina e Uruguai. De 1996 até o ano de 2005, sem uma legislação que normatizasse o uso de sementes transgênicas no Brasil, houve a necessidade de adoções de medidas provisórias pelo governo, mas que não sustentaram as mudanças no cenário de transgênico no Brasil. A partir daí houve a necessidade da adoção de técnicas para a identificação de sementes e grãos transgênicos. Em 2005, foi aprovada no Brasil a Lei nº 11.105, de 24/3/2005 (BRASIL, 2005).

Atualmente, o Brasil posiciona-se como o segundo país, em área cultivada com lavouras transgênicas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Na safra 2019/2020, foram cultivados, no mundo, cerca de 190 milhões de hectares de trans-

gênicos e, no Brasil, cerca de 53 milhões de hectares. Assim, não há dúvidas da necessidade de um eficiente controle de qualidade para a obtenção de sementes com alta pureza genética, levando-se em conta que estas são o veículo dessa tecnologia. É preciso que se utilizem técnicas seguras para a detecção, identificação e quantificação de sementes transgênicas presentes em diferentes proporções em lotes de sementes de várias espécies. A identificação de transgênicos também se faz necessária, quando se trata de aspectos legais, como o patenteamento de genes envolvidos nas construções gênicas, a proteção de cultivares e em questões judiciais envolvendo o pagamento de royalties. Os métodos mais conhecidos e utilizados comercialmente são os de *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (Elisa) e aqueles com base na reação de PCR.

O teste Elisa tem como princípio a detecção de proteínas transgênicas, as quais são codificadas a partir do gene responsável pela característica de interesse, como por exemplo tolerância a herbicidas. Neste teste, a proteína transgênica é reconhecida por anticorpos. O teste pode ser executado em tiras ou em placas. No teste de tiras, os eventos transgênicos são identificados por meio da detecção da proteína específica codificada a partir do gene introduzido. Este teste fornece resultados qualitativos, presença ou ausência, usando os anticorpos e reagentes de cor, incorporados na tira-teste, que é normalmente de nitrocelulose e na qual o anticorpo de captura da proteína-alvo está agregado. A esse anticorpo estão ligadas partículas de ouro ou látex.

Quando a tira é inserida no recipiente que contém a amostra, o extrato, proveniente da maceração de tecidos onde as proteínas se expressam, começa a migrar através da membrana. Estando a proteína-alvo presente no extrato, esta se ligará aos anticorpos específicos marcados com

ouro ou látex. Com a contínua migração, a proteína-alvo, já ligada ao anticorpo marcado, alcança a linha teste da tira. Nesta linha a proteína se ligará a um segundo anticorpo, formando um sanduíche com a proteína-alvo e os anticorpos, como se mostra na Figura 4.

Quando a amostra não contém a proteína-alvo, não ocorrerá a reação na linha teste, e não aparecerá a linha colorida. Nesse caso só aparecerá a linha controle, que se forma na presença do anticorpo marcado com ouro ou látex, servindo para confirmar que o teste foi realizado com sucesso, como pode ser observado na Figura 4. Dessa forma, quando da interpretação do teste, o aparecimento de apenas uma linha indica amostra negativa e, duas linhas, a presença da proteína transgênica.

O teste em tiras é muito utilizado no mercado de grãos e sementes, por ser rápido, de fácil aplicação e de baixo custo. Também há no mercado tiras por meio das quais é possível identificar mais de um evento transgênico em uma única tira. Nessas tiras existem anticorpos para o reconhecimento de proteínas específicas. Esses anticorpos estão localizados em posições distintas na tira o que permite a identificação de eventos específicos.

Houve avanços também na possibilidade de se quantificar, em porcentagem, a pureza genética de um lote de sementes, em relação à presença de sementes transgênicas, utilizando-se o Programa SEED CALC, que pode ser acessado na internet<sup>1</sup>.

A outra versão do teste Elisa, em placas, possibilita resultados qualitativos e quantitativos. Nesse teste, anticorpos específicos para a proteína-alvo estão aderidos aos poços da placa utilizada. Por ocasião da adição da amostra aos poços da placa, a proteína-alvo se liga aos anticorpos anteriormente referidos. Após alguns minutos é feita uma lavagem retirando todo o material não ligado aos anticorpos. Um segundo anticorpo, conjugado com uma

<sup>1</sup><http://www.seedtest.org/em/content---1--1143.html>

enzima, é adicionado ligando-se também à proteína-alvo, formando um sanduíche anticorpo-proteína-anticorpo. É realizada nova lavagem retirando todo o material não ligado. Posteriormente, é adicionado um substrato específico para a enzima conjugada com o segundo anticorpo, e o produto dessa reação é detectado em função do desenvolvimento de coloração, como apresentado na Figura 4. Quanto mais escura, mais avermelhada, resultado da reação maior da concentração da proteína-alvo na amostra.

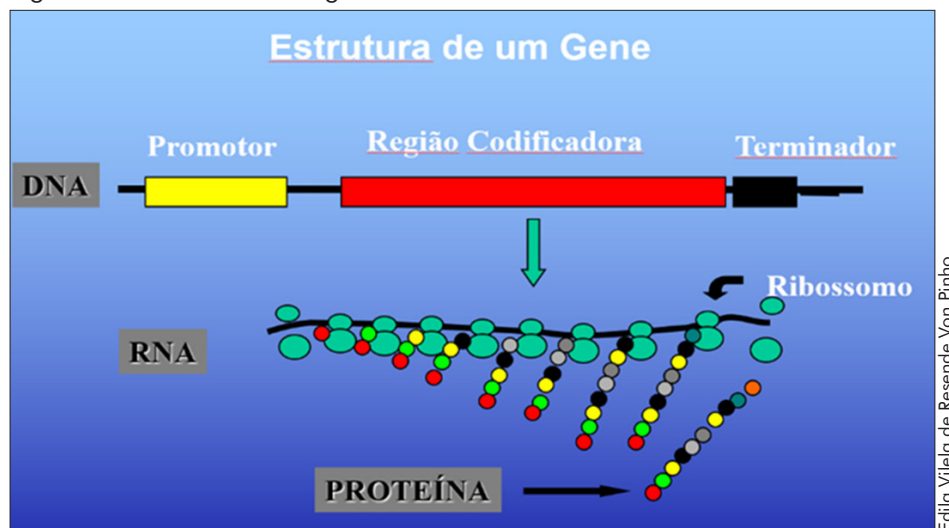
A quantificação da proteína-alvo normalmente é realizada por um espectrofotômetro e os resultados comparados com a amostra-padrão. Esse teste apresenta, como principal vantagem, a possibilidade de quantificação da proteína transgênica na amostra. No entanto, há a necessidade de ser realizado em laboratório, pois necessita de equipamentos sofisticados, a exemplo de espectrofotômetro. As técnicas que se baseiam no teste Elisa, tanto em tiras como em placas, apresentam barreiras na sua aplicação, como o conhecimento estrutural das novas proteínas expressas, além da disponibilidade de anticorpos para cada novo evento gerado.

A detecção e a quantificação de eventos de transgenia em sementes podem ser realizadas ainda pela técnica de PCR. A técnica PCR para a análise de OGM baseia-se na amplificação de um dos componentes da construção gênica. Assim, primers utilizados na reação de PCR podem reconhecer a região promotora, a terminadora, a sequência do gene-alvo, responsável pela expressão da característica de interesse ou outra região que seja inserida na construção gênica.

Na Figura 4 é apresentada, de forma simplificada, a construção gênica, a transcrição e a tradução.

Análises de transgenia utilizando-se da técnica PCR podem ser de caráter qualitativo e/ou quantitativo. Nas análises de caráter qualitativo detecta-se a presença de regiões promotoras, como o 35S CaMV, e de terminadoras, como o gene da nopalina

Figura 4 - Estrutura de um gene



Edilia Vilela de Resende Von Pinho

sintase (NOS), sendo ambas as regiões, com frequência, comuns em construções gênicas. Também, ainda de caráter qualitativo, pode ser identificada a sequência do gene-alvo, que confere a característica de interesse. Pode ainda ser identificada, por meio de primers específicos, outras sequências utilizadas na construção gênica, a exemplo de fatores de transcrição que podem ser inseridos para direcionar a expressão do gene em tecidos ou órgãos específicos da planta e/ou sementes.

Outra otimização da técnica PCR, para a identificação de transgênicos, é a tecnologia de PCR multiplex, por meio da qual são amplificadas, simultaneamente, em uma reação, múltiplas sequências-alvo com a utilização de um grupo de primers que reconhecem essas sequências.

Em relação às metodologias de PCR para a quantificação de transgênicos destacam-se a semiquantitativa e real-time. Na técnica de PCR, denominada semiquantitativa, utiliza-se a mesma metodologia do PCR qualitativo. Porém, após a amplificação, é feita a comparação visual da intensidade da banda obtida na amplificação da sequência-alvo, com bandas de amostras com concentrações de transgênico conhecidas.

Já pela técnica PCR real-time a amplificação e quantificação do DNA-alvo, são realizadas simultaneamente com base

na emissão de fluorescência, a partir da ação da DNA polimerase sob a sonda taq-man anelada à sequência-alvo. Na PCR real-time, são utilizados dois primers que flanqueiam a região a ser amplificada, além de uma sonda marcada com fluorescência, que se anela à sequência-alvo a cada ciclo. Durante a amplificação da sequência, esta sonda libera fluorescência, a qual é medida por recurso de instrumentação ótica, no termociclador. O método é considerado adequado para quantificar contaminações em sementes com níveis abaixo de 0,1%. Esta técnica possui custo mais elevado que a PCR qualitativa, porém consome menor tempo para a realização e é passível de automatização.

Considerando todos os métodos que envolvem a PCR, esses são mais sensíveis que o teste Elisa, tanto para a detecção, identificação, como para a quantificação. Já a tecnologia de microarrays, também conhecida como técnica de biochip de DNA, foi desenvolvida com o objetivo de determinar se um gene específico está sendo transcrito. Na análise de transgênicos é utilizada para identificar a presença de um gene que está-se expressando. Nos microarrays são utilizados arranjos de DNA em suportes sólidos, normalmente vidro, aos quais estão fixadas, de forma ordenada e conhecida, sequências completas ou parciais de genes que caracte-

rizam um evento transgênico. A partir do RNA extraído das células da amostra a ser analisada são produzidas sondas de DNA complementar – *complementary DNA* (cDNA) via transcrição reversa na presença de um nucleotídeo radioativo, que permite sua detecção posterior. As sondas são hibridizadas contra os arranjos de DNA e quanto maior a expressão de um gene, maior será o número de moléculas de RNA mensageiro – *messenger RNA* (mRNA) e, conseqüentemente, maior o número de cDNA desse gene marcado com a sonda, o que promove uma maior intensidade do sinal derivado da sonda hibridizada. Os resultados são produzidos sob forma de diferentes intensidades de fluorescência que são captadas por microscopia de fluorescência a laser, em função de diferentes níveis de expressão de cada gene.

### **MARCADORES MOLECULARES PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA**

A qualidade fisiológica é adquirida durante os processos de desenvolvimento e pode ser perdida por processos deteriorativos, que podem iniciar ainda nessa fase. Quando as sementes deterioram, são observados: a perda do vigor progressivamente, a redução da velocidade e a uniformidade de emergência de plântulas, a menor tolerância às condições adversas, o decréscimo na proporção de plântulas normais e a perda da capacidade de germinar. Sabe-se que a qualidade fisiológica das sementes é influenciada por vários fatores, dentre os quais podem ser citados: genótipo, condições edafoclimáticas durante o desenvolvimento das sementes, posição da semente na planta-mãe, épocas e métodos de colheita, condições de armazenamento e tratamentos pré-semeadura.

Assim, durante os processos de produção e processamentos pós-colheita de sementes, providências devem ser tomadas para a obtenção e preservação da qualidade fisiológica. Também requerem acompanhamento minucioso da qualidade fisiológica, as sementes nas quais são realizados

tratamentos para a melhoria da qualidade, tais como: peletização e *priming*.

Em programas de controle de qualidade são vários os testes usados para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Mas pesquisadores e outros profissionais que atuam na área de sementes têm envidado esforços tanto para desenvolver novos testes quanto para refinar os já existentes, com o objetivo de ter assegurada a qualidade das sementes comercializadas. Nesse contexto, os avanços em Biologia Molecular, incorporados ao controle de qualidade de sementes, têm contribuído para o desenvolvimento de técnicas e identificação de marcadores, que, quando associados aos testes fisiológicos, auxiliam na elucidação dos eventos bioquímicos, que afetam a qualidade fisiológica.

A deterioração das sementes está associada à degradação de macromoléculas, tais como: proteínas, lipídios, ácidos nucleicos, e, conseqüentemente, à diminuição de atividades bioquímicas de sementes. As diversas reações metabólicas que envolvem síntese e degradação de moléculas, durante o desenvolvimento, a germinação e a deterioração de sementes, têm sido estudadas.

Pesquisadores têm mostrado que atividades do ciclo celular, incluindo reparo e replicação de DNA, atividades de enzimas e níveis de proteínas específicas têm grande potencial como marcadores, para monitorar e caracterizar a qualidade fisiológica de sementes. Os marcadores constituem-se em ferramentas de grande valor, pois, além de auxiliar no diagnóstico do estado fisiológico de sementes, pode, em determinados casos, ajudar na inferência sobre as causas da perda de vigor e viabilidade.

Assim, a avaliação da expressão de proteínas e de transcritos é importante para o entendimento dos processos em níveis moleculares e fisiológicos que ocorrem durante o desenvolvimento, a germinação e a deterioração de sementes. A princípio, essas avaliações parecem ser pouco aplicadas em programas de controle de qualidade de sementes. No entanto, o entendimento

das respostas às diferentes condições às quais as sementes são expostas, em nível molecular, é importante para o desenvolvimento de tecnologias que possam ser aplicadas em programas de controle de qualidade, visando à comercialização de sementes com alta qualidade.

Com a possibilidade de se trabalhar com pesquisas mais avançadas na área de Biologia Molecular tem-se buscado entender o complexo processo de deterioração em sementes. Sabe-se que há uma variedade de oxidações enzimáticas e espontâneas que geram espécies reativas ao oxigênio (Eros), altamente reativos e instáveis, que podem causar a destruição de grandes polímeros, incluindo os lipídios de membranas. Dentre essas podem ser citadas os radicais hidroxila ( $\text{OH}^-$ ), superóxido ( $\text{O}_2^-$ ) e o peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Uma vez presente na célula, esses podem iniciar reações oxidativas em cadeia, altamente danosas. Como forma de defesa, há enzimas capazes de realizarem a desintoxicação de Eros, como: a superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutamato peroxidase (GPx), glutamato redutase (GR), peroxiredoxinas, ascorbatoperoxidase (APx), entre outras. Esses sistemas enzimáticos, em muitas pesquisas, têm-se mostrado eficientes marcadores da qualidade fisiológica de sementes, quando associados aos testes fisiológicos. Em muitas dessas pesquisas tem sido observado decréscimo nas atividades dessas enzimas, concomitante ao envelhecimento, confirmando a ineficiência do sistema de proteção antioxidante das sementes como causa de perda de vigor.

Não há dúvidas que o processo de deterioração em sementes seja complexo e envolve superexpressão ou a repressão de enzimas em várias rotas metabólicas, as quais estão diretamente relacionadas com a qualidade fisiológica das sementes. A deterioração de sementes pode resultar em mudanças acentuadas em reservas nutritivas e na atividade de enzimas capazes de degradá-las. Dependendo da espécie de sementes, a perda da capacidade de sintetizar hidrolases pode acompanhar a perda

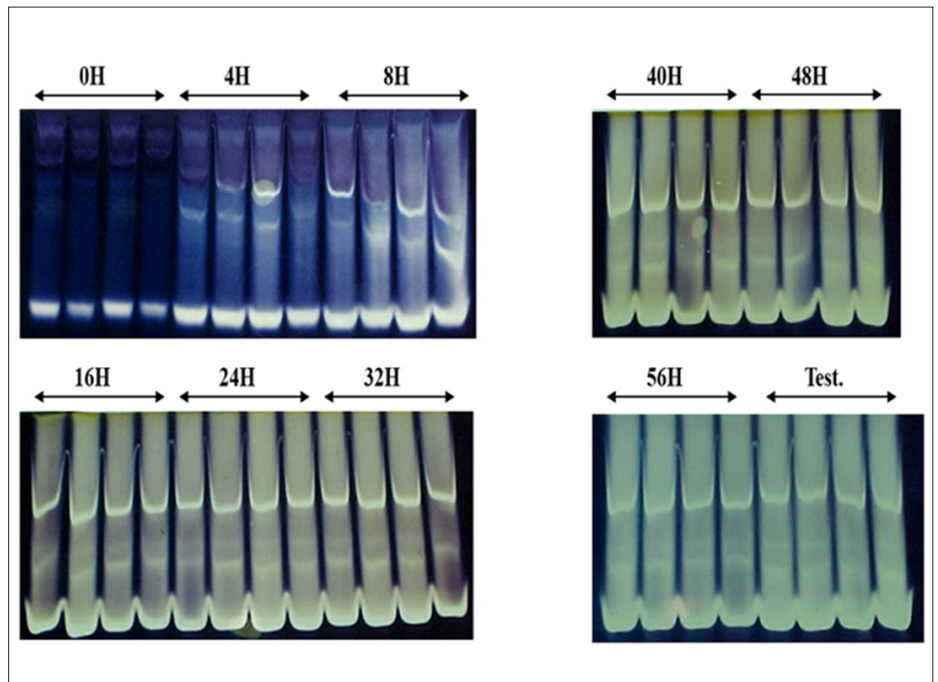
de viabilidade ou precedê-la. No entanto, a perda de reservas nutritivas principais não é a consequência mais importante da deterioração, mas sim a capacidade de utilizar essas reservas. O estado de enzimas que degradam reservas e de sua maquinaria sintética não são normais em sementes deterioradas.

Durante o processo de germinação de sementes é fundamental a expressão de enzimas relacionadas com a degradação de materiais de reserva. Isso é fundamental para o crescimento do eixo embrionário. Danos por secagem em sementes de milho, por exemplo, podem impedir ou reduzir a atividade da alfa-amilase, uma enzima-chave no processo de germinação de sementes de milho que degrada o amido em outros carboidratos que são utilizados para o crescimento do eixo embrionário.

Na Figura 5, observa-se um aumento crescente da atividade da alfa-amilase com a pré-secagem a 35 °C até 24 horas, antes de as sementes serem secadas a 50 °C. Nessa pesquisa, sementes de milho foram colhidas com cerca de 35% de grau de umidade. Parte dessas sementes foi secada diretamente a 50 °C, 0H, e nos outros tratamentos sementes foram pré-secadas a 35 °C por diferentes períodos, de 4 à 56 horas e posteriormente submetidas à secagem a 50 °C, até atingirem 12% de teor de água. Observa-se que o dano de secagem a 50 °C impediu a expressão da enzima alfa-amilase. Esse é um resultado que pode ser aplicado diretamente em programas de controle de qualidade de sementes. Com base nos resultados dessa pesquisa recomenda-se que as sementes de milho sejam secadas até cerca de 27% de grau de umidade a 35 °C, para posterior secagem a temperaturas mais altas.

Também tem sido observado que em sementes deterioradas as células sofrem prejuízos em sua capacidade respiratória com reduções tanto na absorção de oxigênio como na produção de adenosina trifosfato (ATP), o que influencia negativamente no processo de germinação das sementes. Assim, enzimas potencialmente regulató-

Figura 5 - Expressão de alfa-amilase em sementes de milho



Fonte: Rosa (2000).

rias das vias glicolítica e pentoses-fosfato: fosfofrutoquinase (PFK), pirofosfato frutose 6-fosfato 1-fosfotransferase (PFP), fosfoenolpiruvato carboxilase (PEP), piruvatoquinase (PK) e G6PDH, podem ser importantes marcadores da respiração e, consequentemente, da qualidade fisiológica de sementes.

Quando as membranas mitocondriais são danificadas, a capacidade de as células manterem a respiração aeróbica é reduzida. Nessa condição, a via anaeróbica da respiração é ativada e produtos tóxicos às células como acetaldeído e etanol são acumulados, o que contribui para a deterioração das sementes. No metabolismo anaeróbico, o piruvato, primariamente produzido na glicólise, é convertido para acetaldeído por ação da enzima piruvato descarboxilase e o acetaldeído é, então, reduzido para etanol pelo álcool desidrogenase (ADH). Quando a atividade da enzima ADH diminui, a semente fica mais suscetível à ação deletéria do acetaldeído. Enquanto as enzimas piruvato descarboxilase e ADH estão associadas à rota anaeróbica durante a respiração, a

enzima malatodesidrogenase (MDH), que catalisa a conversão de malato a oxalacetato, no ciclo de Krebs, está associada à rota aeróbica. A expressão dessas três enzimas tem sido utilizada como marcadores da respiração de sementes e, consequentemente, da qualidade fisiológica destas.

A expressão das enzimas, piruvato descarboxilase, ADH e MDH, as do sistema antioxidante, já mencionadas,  $\alpha$ -tubulina, endo- $\beta$ -mananase, entre outras tem sido recomendadas como importantes marcadores em sementes submetidas ao *priming*, ou condicionamento fisiológico. O condicionamento fisiológico é uma técnica que tem sido utilizada para aumentar a performance de sementes, principalmente, com respeito à taxa e à uniformidade de germinação, possibilitando melhor estabelecimento de plântulas e estande final. Durante o condicionamento fisiológico, há síntese de enzimas e ácidos nucleicos, reparo de membranas e de DNA. Estas alterações no metabolismo das sementes deixam disponíveis precursores para a síntese de macromoléculas, contribuindo para a melhoria da germinação das sementes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de novas tecnologias na biologia molecular vem trazendo grandes avanços nos estudos de genoma estrutural, genoma funcional e proteomas em plantas.

O acompanhamento da qualidade fisiológica das sementes pode ser altamente favorecido com a utilização de marcadores moleculares. Para a identificação destes, é fundamental o conhecimento dos processos e das reações metabólicas envolvidas nos processos nos quais as sementes são submetidas, a exemplos da secagem, do condicionamento fisiológico, da germinação, dentre outros.

Com relação aos marcadores da deterioração de sementes, observa-se grande número de trabalhos que se intensificaram a partir da década de 1990. Apesar de muito estudada, a deterioração, principal responsável pela perda de qualidade fisiológica de sementes, ainda não tem suas causas completamente entendidas. Os pesquisadores têm estudado os diversos eventos bioquímicos que são detectados nas sementes em deterioração, usando diferentes técnicas e em várias espécies. Observa-se uma tendência, mesmo em espécies não afins, de que as alterações ocorram de forma similares, associadas à perda de qualidade fisiológica, o que permite inferências importantes nos programas de controle de qualidade das diferentes espécies.

Os processos de melhoria de sementes, dentre esses o condicionamento fisiológico, requerem avaliações antes, durante e após o tratamento. Diante do grande interesse econômico pela técnica, por parte das indústrias de sementes, os marcadores associados ao *priming* têm recebido atenção especial por contribuir no monitoramento desse tratamento.

Para tolerância à dessecação, os marcadores também apresentam um destacado papel, principalmente por contribuir para a elucidação da base bioquímica dos mecanismos envolvidos, o que pode trazer

soluções práticas nos processos de secagem e armazenamento, principalmente das sementes recalcitrantes.

Técnicas biotecnológicas associadas ao controle da qualidade de sementes têm evoluído rapidamente. Análises proteômicas são importantes para a identificação de proteínas funcionais durante o desenvolvimento e a germinação de sementes.

A utilização de marcadores moleculares por si só e, principalmente, associados aos testes fisiológicos, além de ajudar no diagnóstico e acompanhamento da qualidade fisiológica, tem permitido o conhecimento dos eventos bioquímicos condicionantes desta qualidade.

## REFERÊNCIA

BRASIL. Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p.25162, 28 abr. 1997.

BRASIL. Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. **Diário oficial da União**, Brasília, DF, 28 mar. 2005.

ROSA, S.D.V.F. da. **Indução de tolerância à alta temperatura de secagem em sementes de milho por meio de pré-condicionamento à baixa temperatura**. 2000. 121f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

SALGADO, K.C.P. de C. **Identificação e mapeamento de regiões genômicas associadas com a tolerância à alta temperatura de se-**

**cagem em sementes de milho**. 2005. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

VIEIRA, E.S.N. **Similaridade genética entre cultivares de feijão do grupo carioca por meio de marcadores morfológicos e moleculares visando a certificação da pureza genética**. 2000. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALFENAS, A.C. *et al.* **Eletroforese de proteínas e Isoenzimas de fungos e essências florestais**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 574p.

AUSUBEL, E.M. *et al.* (ed.). **Short protocols in molecular biology**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1992. 740p.

BORÉM, A.; CAIXETA, E.T. (ed.). **Marcadores moleculares**. Viçosa, MG: editora UFV, 2006. 374p.

DAVIES, P.J. (ed.). **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995. 833p.

FERREIRA, M.E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3.ed. Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 220p. (EMBRAPA-CERNAGEN. Documento, 20).

OKSMAN-CALDENTEY, K.M.; BARZ, W.H. (ed.). **Plant biotechnology and transgenic plants**. New York: Marcel Dekker, 2002. 720p.

PINHO, E.V. de R. von. **Tecnologia de produção de sementes**. 1998. 48p. Monografia Lato Sensu (Especialização a Distância em Produção e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PINHO, E.V. de R. von; SALGADO, K.C.P. de C. **Inovações tecnológicas na produção de sementes. Informe Agropecuário**. Sementes: inovações tecnológicas no cenário nacional, Belo Horizonte, v.27, n.232, p.22-31, maio/jun. 2006.

# Estratégias utilizadas nas sementes de café para produção de mudas de qualidade

João Roberto de Mello Rodrigues<sup>1</sup>, João Almir Oliveira<sup>2</sup>, Roberto Fontes Araujo<sup>3</sup>, Amanda Carvalho Penido<sup>4</sup>

Resumo - Os produtores de café demandam junto aos viveiristas mudas para o plantio em épocas mais favoráveis, e isto exige que os produtores de sementes adotem estratégias para manter as sementes com alta qualidade por determinado período de armazenamento. A curta longevidade das sementes de café é um fator limitante para a produção de mudas em épocas favoráveis. Além disso, sementes de café apresentam germinação lenta, desuniforme e podem ainda, dependendo do sistema de produção e processamento pós-colheita, sofrer alterações físicas, fisiológicas, sanitárias, bioquímicas e moleculares, com reflexos diretos na qualidade das sementes. A dificuldade de conservação das sementes de café está relacionada com a sensibilidade à dessecação, ou seja, toleram a perda parcial de água durante a secagem e não suportam armazenamento por períodos prolongados. Os cuidados durante a secagem e o teor de água das sementes e a temperatura durante o armazenamento refrigerado são fatores primordiais na manutenção da qualidade fisiológica das sementes. Outro fator importante está relacionado com a sanidade das sementes. A inexistência de produtos químicos para tratamento das sementes de café, registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, dificulta sua utilização pelos viveiristas; estes produtos são de suma importância, pois reduzem a incidência de patógenos durante o armazenamento, bem como na época de produção de mudas. Além disso, pesquisas têm sido realizadas, utilizando a técnica de condicionamento fisiológico e a retirada do pergaminho mecanicamente ou por ação do hipoclorito de sódio, visando aumentar e acelerar a germinação das sementes e a emergência das plântulas, o que reduziria o tempo para formação das mudas em viveiro.

Palavras-chave: Armazenamento. Câmara fria. Qualidade da semente. Condicionamento fisiológico. Tratamento químico. *Coffea arabica*.

## Strategies used in coffee seeds for the production of quality seedlings

Abstract - Coffee producers demand from nurseries seedlings for planting at more favorable times, and this requires seed producers to adopt strategies to keep seeds with high quality for a certain period of storage. The short longevity of coffee seeds is a limiting factor for seedling production at favorable times. In addition, coffee seeds present slow, uneven germination and may also, depending on the post-harvest production and processing system, undergo physical, physiological, sanitary, biochemical and molecular changes, with direct impact in seed quality. The difficulty of conserving coffee seeds is related to sensitivity to desiccation, i.e., they tolerate partial water loss during drying and do not tolerate storage for prolonged periods. Care during drying and seed moisture content and temperature during refrigerated storage are key factors in maintaining the physiological quality of seeds. Another important factor for maintaining the quality of these seeds is related to their health. The inexistence of chemicals for the treatment of coffee seeds, registered with the Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, makes their use difficult by nurseries; these products are of paramount importance, as they reduce the incidence of pathogens during storage, as well as at the time of seedling production. Furthermore, research has been carried out using the technique of physiological conditioning and the removal of the parchment mechanically or by the action of sodium hypochlorite, aiming to increase and accelerate seed germination and seedlings emergence, which would reduce the time for seedlings formation in nursery.

Keywords: Cold chamber storage. Seed quality. Physiological conditioning. Chemical treatment. *Coffea arabica*.

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesq. EPAMIG Sul, Lavras, MG, jrmello@epamig.br.

<sup>2</sup>Biólogo, D.Sc., Prof. Tit. Aposentado UFLA, Lavras, MG, jalmir@ufla.br.

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, D.Sc., EPAMIG Sudeste, Viçosa, MG, roberto.araujo@epamig.br.

<sup>4</sup>Eng. Agrônoma, Doutoranda UFLA/Bolsista CAPES, Lavras, MG, apenidoufla@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

Uma das maiores dificuldades dos produtores de mudas de café é que as sementes são colhidas e precisam ser semeadas em um curto prazo, visto que perdem a viabilidade rapidamente. As sementes são colhidas nos meses de maio/junho, quando as temperaturas são baixas, o que dificulta o desenvolvimento das mudas; a emergência, em condições de campo, ocorre entre 50 e 60 dias após a semeadura, porém, segundo Guimarães e Mendes (1998), em temperaturas abaixo de 25 °C pode estender o desenvolvimento em 90 a 120 dias. Assim, as mudas estariam disponíveis para o plantio somente a partir de janeiro, chegando até o mês de fevereiro, sendo que a época ideal para o plantio são os meses de novembro e dezembro, coincidindo com o início do período de maior índice pluviométrico.

Portanto, para o viveirista oferecer mudas na época ideal de transplântio para o campo, os produtores de sementes de café têm armazenado as sementes em condições controladas de câmara fria, para fornecer sementes de qualidade nos meses de janeiro e fevereiro, dando condições aos produtores de mudas de disponibilizarem, aos cafeicultores, material propagativo de qualidade a partir do mês de outubro.

## ARMAZENAMENTO

As sementes de *Coffea arabica* são classificadas como sementes intermediárias, pois podem ser armazenadas por curtos períodos e toleram uma considerável redução do teor de água, quando comparadas às sementes recalcitrantes; porém, não toleram uma perda de água excessiva e têm seu vigor reduzido quando armazenadas em baixas temperaturas (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990; HONG; ELLIS, 1992).

No entanto, a secagem e o armazenamento são, possivelmente, os fatores mais importantes na obtenção de sementes de café de qualidade e, conseqüentemente, na obtenção de mudas vigorosas. Isso se deve às limitações apresentadas pelas sementes de café com relação à conservação, com perdas significativas de germinação e de vi-

gor após o armazenamento em curto prazo.

A velocidade do processo de deterioração durante o período de armazenamento pode ser reduzida em função de fatores, como longevidade das sementes, qualidade inicial, estágio de maturação, teor de água, condições físicas da semente, condições do ambiente de armazenamento, tratamento fitossanitário e tipo de embalagem (SALES *et al.*, 2011). Porém, atualmente o maior desafio enfrentado para a conservação das espécies sensíveis à dessecação é a elaboração de estratégias que possibilitem aumentar o tempo de armazenamento, sem que ocorra a perda significativa de viabilidade dessas sementes (DUSSERT *et al.*, 2006).

Diversas pesquisas foram realizadas a fim de aumentar o período de conservação das sementes de *Coffea arabica*. Brandão Junior *et al.* (2002), ao estudarem a tolerância à dessecação em sementes de café, concluíram que sementes secas a 15% de umidade, embaladas hermeticamente, mantêm a qualidade fisiológica por 9 meses de armazenamento, e que sementes não secas, com 50% de umidade, nas mesmas condições, apresentam uma queda linear na qualidade ao longo do armazenamento em câmara fria a 10 °C. No estudo de Araújo *et al.* (2008) foi possível observar que sementes com 31,5% de umidade também podem ser armazenadas por 9 meses, quando acondicionadas em embalagens permeáveis, e que sementes com umidade próxima a 48,5% conservam-se bem até 6 meses de armazenamento, quando acondicionadas em embalagem permeável e temperatura de 15 °C.

Vieira *et al.* (2007), ao estudarem o armazenamento de sementes de café em diferentes ambientes e métodos de secagem, verificaram que nas condições de câmara fria é possível armazenar por nove meses sementes sem secagem, com teor de água próximo de 47%, ou secadas lentamente até atingir 12% de umidade. Além disso, esses autores afirmam que, independentemente do tipo de secagem, o vigor das sementes é afetado no armazenamento em condições de armazém convencional. Abreu *et al.* (2014) observaram que sementes secadas

lentamente à sombra até 20% de umidade propiciam a conservação da qualidade por até 12 meses com o armazenamento em câmara fria a 10 °C.

Em pesquisa desenvolvida no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) denominada Método IAC para conservação de sementes de *Coffea arabica*, utilizando diferentes ambientes, umidade e embalagens, obteve os seguintes resultados: a conservação das sementes de *C. arabica* cv. Mundo Novo, de modo geral, em ambientes com temperatura controlada, foi bastante satisfatória; na câmara fria, até 10 meses de armazenamento, apresentaram alta taxa de germinação, independentemente da embalagem e umidade inicial das sementes; porém, aos 12 meses, as melhores condições foram sementes embaladas no saco trançado, tanto na umidade alta como na média. Sementes armazenadas em saco de polietileno e umidade inicial alta preservaram a germinação de 87%, segundo Braghini e Fazuoli (2011).

Penido (2019) utilizou sementes da safra 2017, da espécie *Coffea arabica* L., cultivares Catuaí Vermelho IAC 144, Mundo Novo IAC 376/4, Catiguá MG2, MGS Aranãs e Topázio MG 1190, cedidas pela EPAMIG. Testou dois teores de água, sendo sementes recém-colhidas, com teores de água variando de 29% a 41% entre as cultivares, e sementes secas à sombra até atingir o teor de água próximo de 12%. As sementes, nos dois teores de água, foram acondicionadas em sacos de rafia convencional e embaladas ainda com outro saco plástico impermeável. O armazenamento foi realizado em câmara fria a 10 °C, sendo retiradas amostras a cada três meses por um período de nove meses para determinação da qualidade fisiológica. O armazenamento de sementes úmidas das cultivares proporciona uma melhor manutenção da qualidade fisiológica por nove meses. Há redução do vigor das sementes ao longo do período de armazenamento, independentemente do teor de água, com comportamento diferenciado entre as cultivares de *C. arabica* avaliadas quanto à deterioração ao longo do armazenamento.

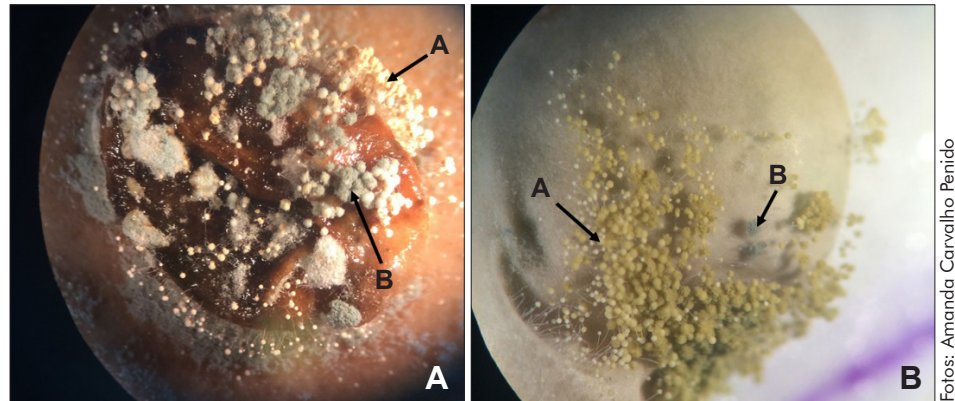
Sendo assim, a conservação das sementes de café tem sido objetivo de muitos estudos, mas os resultados obtidos até então têm sido contraditórios, dificultando uma indicação geral sobre as condições mais favoráveis que permitam a manutenção da qualidade fisiológica por um período prolongado (COELHO, 2014). Portanto, tecnologias que visem manter a qualidade das sementes durante o armazenamento até o momento da semeadura em épocas propícias são de extrema importância para a obtenção de mudas de qualidade, permitindo ao produtor a oportunidade de programar a instalação de sua lavoura na melhor época para sua região, consequentemente, com formação de lavouras mais precoces e produtivas (VIEIRA *et al.*, 2007). Além disso, a conservação das sementes por mais de um ano também é desejável para preservar estoques genéticos, visando estudos de melhoramento da cultura.

## TRATAMENTO DE SEMENTES

O tratamento de sementes tem por objetivo assegurar a qualidade sanitária, por meio da aplicação de produtos químicos ou biológicos que sejam eficientes para controlar fitopatógenos, principalmente fungos associados às sementes ou aqueles presentes no solo, além de atuar contra o ataque inicial de pragas específicas do solo.

Os fungos de campo, representados principalmente pelos gêneros *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Alternaria*, ocorrem em maior frequência quando as sementes ficam expostas no campo após atingir a maturidade. Já os conhecidos “fungos de armazenamento” dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, por exemplo, geralmente ocorrem nas sementes após a colheita (Fig. 1), tendo maior desenvolvimento em sementes com teor de água superior a 14% (MARCOS FILHO, 2005). Portanto, quanto maior o teor de água das sementes durante o armazenamento, mais propícias estas se tornam ao ataque de fungos de armazenamento e, neste caso, o tratamento químico visando à proteção das sementes pode-se tornar uma alternativa viável.

Figura 1 - Presença de fungos em sementes de café



Nota: A - *Aspergillus* spp.; B - *Penicillium* spp.

A preservação da qualidade das sementes durante o armazenamento é um aspecto fundamental a ser considerado no processo produtivo, pois os cuidados na fase de produção podem ser anulados se a qualidade fisiológica das sementes não for mantida, no mínimo até a época de semeadura (OLIVEIRA *et al.*, 1999). Dentre as medidas preventivas, a aplicação de fungicidas e inseticidas, visando à proteção de sementes durante o armazenamento, torna-se cada dia mais importante na produção agrícola e tem sido muito utilizada desde então. Entretanto, pesquisas têm evidenciado que alguns produtos podem ocasionar redução na germinação das sementes e na sobrevivência das plântulas, por causa do efeito fitotóxico (ABATI *et al.*, 2014).

Para a cultura do café, não existem produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o tratamento de sementes. No entanto, alguns estudos sobre produtos químicos registrados para outras culturas já foram realizados, como o de Mendonça *et al.* (2000) que, ao utilizar o produto Monceren® (fenilureia) nas sementes e em diferentes fases de desenvolvimento das mudas de café, verificaram que a aplicação do produto por rega, após a germinação das sementes, proporcionou maior controle do tombamento causado por *Rhizoctonia solani*, quando comparado com a aplicação do produto nas sementes. Já Ferreira *et al.* (2010), ao estudarem a transmissibilidade do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* e

o efeito do tratamento de sementes de café com a presença dessa doença, observaram que o tratamento de sementes com o produto comercial Derosal Plus® (benzimidazol + dimetilditiocarbamato) atinge índices positivos no controle da morte de plântulas oriundas de sementes colhidas de plantas doentes.

No estudo de Veiga (2010), sobre o efeito da secagem e do tratamento químico com Vitavax® Thiram 200 SC (carboxanilida + dimetilditiocarbamato) em sementes de café, foi observado que, aos 12 meses de armazenamento, a porcentagem de plântulas normais estava acima de 90%, com exceção daquelas sementes armazenadas úmidas, principalmente quando tratadas, que apresentaram porcentagem de plântulas normais de apenas 2,5%, mostrando, portanto, um efeito fitotóxico do produto nestas condições.

Contudo, viveiristas têm utilizado produtos não registrados para a cultura, como forma de proteção e eliminação de patógenos, sendo ainda necessárias pesquisas com a utilização de produtos químicos que se mostrem eficientes para sementes de café. Dessa forma, é possível elucidar o efeito do produto no desenvolvimento das plântulas, bem como na proteção contra os fungos de armazenamento, visando prolongar a longevidade das sementes e evitar a rápida deterioração.

No estudo de Penido (2019) é possível observar que as sementes de todas as cultivares utilizadas tinham baixa incidência dos patógenos *Aspergillus*

spp. e *Penicillium* spp., mesmo durante o armazenamento, e, portanto, a utilização do tratamento químico não surtiu efeito, pois a condição de baixa temperatura (10 °C) não favoreceu o desenvolvimento destes fungos. Já para o patógeno *Phoma* spp. percebe-se uma redução na incidência quando da utilização do tratamento químico, demonstrando eficiência no controle deste patógeno para a maioria das cultivares estudadas. Já para o patógeno *Fusarium* spp. observa-se que na maioria das cultivares a incidência do fungo foi aumentando ao longo do armazenamento; porém, nas sementes tratadas quimicamente esse aumento foi menor. Portanto, a utilização do tratamento químico com o produto Vitavax® Thiram não afetou a qualidade fisiológica e houve redução na incidência dos patógenos *Fusarium* spp. e *Phoma* spp. em sementes de café armazenadas.

Ribeiro (2013), ao estudar tratamentos alternativos para conservação de sementes de café Arábica, constatou que alecrim, alho e produtos à base de *Trichoderma* foram sempre superiores ao controle na conservação das sementes e na redução da população de fungos de armazenamento. Esses produtos foram tão eficientes quanto o mancozebe e, em algumas situações, superior a este fungicida na manutenção da qualidade das sementes. Os resultados indicam que há produtos alternativos que são tão ou mais eficientes que fungicidas na manutenção da qualidade fisiológica e sanitária das sementes de café, o que sugere a necessidade de novos estudos sobre o assunto.

## CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

O condicionamento fisiológico ou priming é um tratamento em pré-semeadura utilizado em diferentes espécies, visando uniformizar e acelerar a germinação de sementes e reduzir o tempo de emergência de plântulas. Essa técnica baseia-se no controle da hidratação das sementes a um nível que permita o início de todos os processos preparatórios da germinação, mas sem que ocorra alongamento celular,

e, conseqüentemente, a protrusão radicular. Dessa forma, ao final do condicionamento, espera-se que todas as sementes atinjam a mesma fase na curva de embebição, sem atingir a fase de protrusão da radícula (fase III) (HEYDECKER; COOLBEAR, 1977).

Existem várias técnicas de condicionamento fisiológico utilizadas e a classificação depende dos agentes primários. Estes incluem, dentre outros, o hidrocondicionamento, no qual as sementes são embebidas em água sob condições ótimas de temperatura; osmocondicionamento, que utiliza agentes osmóticos para limitar a entrada de água na semente; e matriz sólida, onde as sementes são misturadas em material sólido (orgânico ou inorgânico), permitindo também o controle da entrada de água (PAPARELLA *et al.*, 2015). Além disso, vários fatores afetam a eficiência da técnica, tais como tipo de solução osmótica, temperatura, tempo de embebição das sementes, qualidade inicial do lote e condições de armazenamento (NASCIMENTO, 2004).

Em sementes de café, alguns estudos foram realizados utilizando tratamentos pré-germinativos, na tentativa de aumentar e acelerar a germinação das sementes. Camargo (1998) e Lima (1999) estudaram o efeito do condicionamento osmótico sobre a qualidade fisiológica de sementes de café e concluíram que os tratamentos com embebição direta em água contribuíram para o revigoramento das sementes. Resultados semelhantes foram encontrados por Guimarães (2000), que concluiu que a imersão das sementes em água por oito dias, a 30 °C, aumenta a taxa e a velocidade de germinação. Lima (2004), ao estudar os efeitos do condicionamento fisiológico de sementes de café armazenadas por nove meses, concluiu que o condicionamento fisiológico em água mostrou-se eficaz no revigoramento, principalmente a 25 °C por 12 dias.

Braz e Rossetto (2008), ao estudarem o efeito do condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes armazenadas, observaram que o condicionamento fisiológico beneficiou a ger-

minação e o vigor das sementes de café armazenadas por um período de nove meses. Carvalho, Guimarães e Silva (2012), ao avaliarem a germinação e o vigor das sementes de *Coffea arabica* L. submetidas ao condicionamento fisiológico, utilizando sementes com e sem pergaminho, concluíram que a presença do pergaminho não influencia nos efeitos do condicionamento fisiológico na qualidade das sementes.

No estudo de Kikuti *et al.* (2013) foi observado que o condicionamento fisiológico em água, por até 12 horas, não é suficiente para aumentar a germinação e o vigor do lote de sementes. Esses autores também concluíram que a temperatura de 45 °C e o maior tempo de condicionamento reduzem o potencial fisiológico das sementes. Carvalho, Almeida e Guimarães (2014) observaram que o condicionamento fisiológico em matriz sólida melhora a porcentagem e a velocidade de emergência de plântulas oriundas das sementes armazenadas por 12 meses.

Penido (2019) utilizou duas cultivares de *Coffea arabica*, 'Catuaí Vermelho IAC 144' e 'Topázio MG 1190'. Parte das sementes colhidas foi secada à sombra até atingir 12% de umidade e a outra parte não passou por processo de secagem. As sementes foram armazenadas em câmara fria a 10 °C por um período de nove meses, sendo que após cada período de armazenamento (3 meses) foi realizada a técnica de condicionamento fisiológico, com posterior avaliação da qualidade fisiológica pelos testes de germinação, protrusão radicular, plântulas normais aos 15 dias, plântulas normais fortes, plântulas com folhas cotiledonares expandidas e matéria seca (MS) de plântulas. As sementes úmidas, submetidas à técnica de condicionamento fisiológico, mantêm a qualidade fisiológica após nove meses de armazenamento. O condicionamento fisiológico melhora o vigor de sementes, principalmente de lotes de média qualidade.

Penido (2019) também concluiu que o condicionamento fisiológico é prejudicial às sementes secas armazenadas durante o período de nove meses e que, sementes

úmidas, submetidas à técnica de condicionamento fisiológico, têm a qualidade fisiológica melhorada até os nove meses de armazenamento.

É importante ressaltar que sementes submetidas à técnica de condicionamento fisiológico apresentam desenvolvimento de plântulas mais rápido quando comparado àquelas que não foram condicionadas. O número de plântulas normais, ou seja, que apresentam parte aérea e raízes primária e secundárias bem desenvolvidas são superiores em plântulas oriundas de sementes condicionadas, como pode ser observado na Figura 2. Esse resultado reflete diretamente no vigor das sementes e proporciona um desenvolvimento mais rápido e uniforme, que pode também favorecer o melhor crescimento das mudas de café.

Assim, pode-se dizer que o condicionamento fisiológico de sementes vem sendo bastante estudado em diversas espécies. Além disso, tem-se destacado entre os tratamentos pré-germinativos em sementes de café. No entanto, ainda são escassos os estudos que avaliem a qualidade de sementes de café ao longo do armazenamento, quando submetidas à técnica de condicionamento fisiológico.

### TÉCNICAS PARA ACELERAR A GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CAFÉ

A germinação de sementes de café pode ocorrer em apenas 15 dias se houver a retirada do pergaminho e submissão a tem-

peraturas em torno de 32 °C, contra, aproximadamente, 90 dias sob condições de baixa temperatura e com o pergaminho. A remoção do pergaminho tem-se mostrado eficiente na aceleração da germinação em laboratório, bem como na aceleração da emergência em condições de viveiro. Porém, como o embrião encontra-se muito superficial nas sementes, a remoção mecânica do pergaminho pode causar danos, reduzindo a germinação; já, a remoção manual é extremamente trabalhosa, causando empecilhos à sua utilização, principalmente entre viveiristas que manipulam grande quantidade de sementes.

Uma outra solução para acelerar a germinação das sementes de café foi a técnica SECAFÉ, que consiste na exposição das sementes ao hipoclorito de sódio em concentrações e tempos ideais, para que o tratamento não ocasione a redução da germinação por danos ao embrião. Neste sentido, Meireles *et al.* (2007) verificaram que o uso de hipoclorito de sódio na concentração de 5%, por 6 horas e a semente com 28,14% de teor de água, proporcionou germinação e índice de velocidade de germinação estatisticamente igual ao método de remoção manual do pergaminho, o qual é usado em laboratório. Já Sofiatti *et al.* (2009), ao usarem sementes da cultivar de café Catuaí Vermelho IAC 44 com teores de água de 13%, 18%, 23%, 28% e 33%, submetem estas aos tratamentos de pré-embebição em solução aquosa contendo hipoclorito de sódio nas concentrações de 4%, 5% e 6% de cloro ativo. A concentração 4% de cloro ativo, por 3 horas de

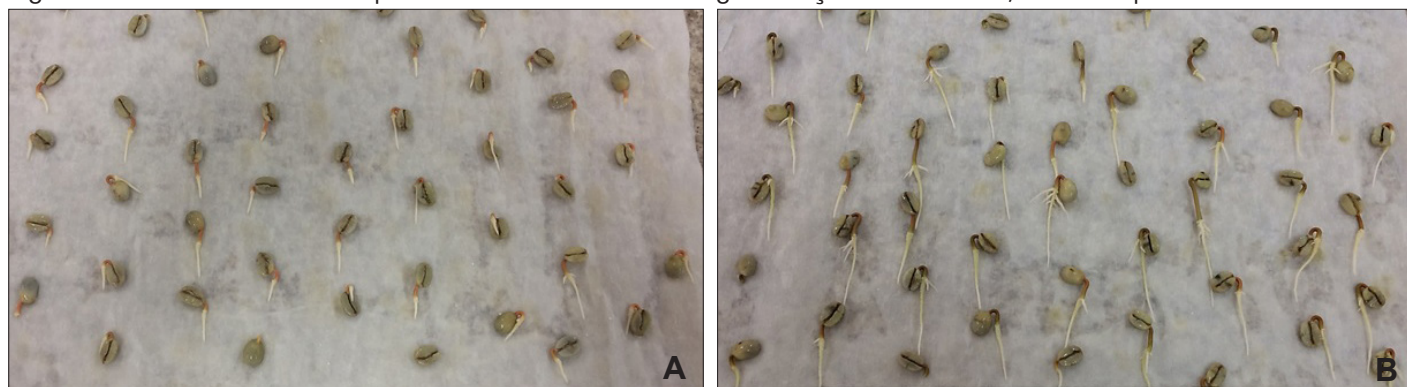
imersão, com umidade inicial de 23%, 28% e 33% da semente, aumentou a germinação e a velocidade de emergência das plântulas, e melhorou o desenvolvimento das mudas, em relação às sementes com pergaminho.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

São vários os fatores que podem interferir na preservação da qualidade das sementes de café ao longo do armazenamento, as condições climáticas do ambiente, as cultivares, a umidade inicial de armazenamento, as embalagens e o tratamento fungicida; também, tratamentos pré-germinativos e técnicas para acelerar a germinação são alternativas importantes para o desenvolvimento da cadeia produtiva de sementes e mudas de café em Minas Gerais e no Brasil.

Sendo assim, as sementes devem ser armazenadas em câmara fria com teor de água de 35% a 40%; a temperatura média da câmara fria deve ser de 10 °C, com regulagem para trabalhar entre 8 °C e 12 °C; quanto à embalagem, utilizar sacos de rafia e uma segunda embalagem impermeável conservando a umidade constante durante o armazenamento. Apesar da necessidade de mais estudos com relação ao tratamento de sementes, é recomendado fazê-lo; e ainda, nestas condições de armazenamento, realizar o condicionamento fisiológico. Também, ficou comprovado que a utilização do hipoclorito de sódio é bastante interessante para acelerar a germinação das sementes e a emergência das plântulas, e obter mudas mais homogêneas, no plantio de inverno. Vale ressaltar que

Figura 2 - Desenvolvimento de plântulas de café no teste de germinação de sementes, 15 dias após a semeadura



Nota: A - Sem condicionamento fisiológico; B - Com condicionamento fisiológico.

todas as técnicas apresentadas demandam investimentos e mão de obra treinada para realizá-las, além da adaptação dos produtos de mudas e sementes a essa realidade.

## REFERÊNCIAS

- ABATI, J. *et al.* Treatment with fungicides and insecticides on the physiological quality and health of wheat seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.36, n.4, p.392-398, 2014.
- ABREU, L.A. de S. *et al.* Behavior of coffee seeds to desiccation tolerance and storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.36, n.4, p.399-406, 2014.
- ARAUJO, R.F. *et al.* Conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) despoldado e não despoldado. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.30, n.3, p.71-78, 2008.
- BRAGHINI, M.T.; FAZUOLI, L.C. Métodos IAC para armazenamento de sementes de café arábica e de robusta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 37., 2011, Poços de Caldas. **Anais [...]**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2011. 3p.1 CD-ROM.
- BRANDÃO JUNIOR, D. da S. *et al.* Tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.17-23, 2002.
- BRAZ, M.R.S.; ROSSETTO, C.A.V. Condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes armazenadas de café. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.1849-1856, out. 2008.
- CAMARGO, R. **Condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 1998. 108f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- CARVALHO, C.A.M.; ALMEIDA, T.T. de; GUIMARÃES, R.M. Plântulas de café originadas de sementes armazenadas e submetidas ao condicionamento fisiológico em matriz sólida. **Nativa**, Sinop, v.2, n.3, p.166-169, jul./set. 2014.
- CARVALHO, C.A.M.; GUIMARAES, R.M.; SILVA, T.T. de A. Condicionamento fisiológico em matriz sólida de sementes de café (*Coffea arabica* L.) com e sem pergaminho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.34, n.1, p.94-98, 2012.
- COELHO, S.V.B. **Secagem e resfriamento de sementes de *Coffea arabica* L. visando ao armazenamento em temperaturas supra e subzero**. 2014. 129f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- DUSSERT, S. *et al.* Oxidative stress, phospholipid loss and lipid hydrolysis during drying and storage of intermediate seeds. **Physiologia Plantarum**, v.127, n.2, p.192-204, June 2006.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behavior?: I - coffee. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.41, n.230, p.1167-1174, Sept. 1990.
- FERREIRA, J.B. *et al.* Transmissibilidade e efeito do tratamento de sementes de cafeeiros com mancha manteigosa (*C. gloeosporioides*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.1, p.101-108, jan./fev. 2010.
- GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G. (ed.). **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade - produção de mudas de cafeeiro**. Lavras: UFLA: FAEPE, 1998. 60p.
- GUIMARÃES, R.M. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2000. 180f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- HEYDECKER, W.; COOLBEAR, P. Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. **Seed Science and Technology**, v.5, p.353-425, 1977.
- HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Development of desiccation tolerance in Norway maple (*Acer platanoides* L.) seeds during maturation drying. **Seed Science Research**, v.2, n.3, p.169-172, Sept. 1992.
- KIKUTI, A.L.P. *et al.* Coffee seeds water imbibition at different periods and temperatures. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Curitiba, v.11, p.S51-S57, 2013. Suplemento 2.
- LIMA, S.M.P. *et al.* Efeitos de tempos e temperaturas de condicionamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.) sob condições ideais e de estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.3, p.506-514, maio/jun. 2004.
- LIMA, W.A.A. de. **Condicionamento fisiológico, germinação e vigor de sementes de café (*Coffea arabica* L.)**. 1999. 69p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p. (FEALQ. Biblioteca de Ciências Agrárias Luiz de Queiroz, 12).
- MEIRELES, R.C. *et al.* SECAFÉ: metodologia para acelerar a germinação das sementes de café. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.3, p.90-96, 2007.
- MENDONÇA, J.M.A. de *et al.* Eficiência do Monceren 25% PM (Pencycuron) no controle do tombamento causado por *Rhizoctonia solani* em plântulas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, MG. **Anais [...]**. Poços de Caldas: Embrapa Café, 2000. v.1, p.253-256.
- NASCIMENTO, W.M. **Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2004. 12p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 33).
- OLIVEIRA, J.A. *et al.* Comportamento de sementes de milho colhidas por diferentes métodos, sob condições de armazém convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p.289-302, 1999.
- PAPARELLA, S. *et al.* Seed priming: state of the art and new perspectives. **Plant Cell Reports**, v.34, n.8, p.1281-1293, Aug. 2015.
- PENIDO, A.C. **Tratamento químico, armazenamento e condicionamento fisiológico de sementes de café (*Coffea arabica* L.)**. 2019. 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.
- RIBEIRO, M. de F. **Tratamentos alternativos para conservação de sementes de café arábica**. 2013. 82f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.
- SALES, J.F. *et al.* The germination of bush mint (*Hyptis marruboides* EPL.) seeds as a function of harvest stage, light, temperature and duration of storage. **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v.33, n.4, p.709-713, 2011.
- SOFIATTI, V. *et al.* Uso de hipoclorito de sódio para acelerar a emergência das plântulas e o desenvolvimento das mudas de cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.233-240, 2009.
- VEIGA, P. de O.A. **Qualidade de mudas e aspectos fisiológicos, bioquímicos e biofísicos de sementes de café armazenadas**. 2010. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- VIEIRA, A.R. *et al.* Armazenamento de sementes de cafeeiro: ambientes e métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.1, p.76-82, 2007.

# Produção e controle de qualidade de sementes de forrageiras

*Heloisa Oliveira dos Santos<sup>1</sup>, Márcio André Stefanelli Lara<sup>2</sup>, Marília Mendes dos Santos Guaraldo<sup>3</sup>,  
Paulo Junior Alves Pereira<sup>4</sup>, Edila Vilela de Resende Von Pinho<sup>5</sup>*

**Resumo** - O grande impulso na instalação de pastagens no Brasil ocorreu a partir da década de 1970, sendo, portanto, considerado um cultivo relativamente recente quando comparado a outros cultivos. O controle de qualidade aplicado à produção de sementes de forrageiras tropicais no Brasil foi e ainda é um ponto vulnerável dentro da cadeia produtiva, estando diretamente relacionado com as peculiaridades das sementes destas espécies. Vários têm sido os avanços tecnológicos nesta área que vão desde geração de informações, os quais têm possibilitado produzir sementes com maior padrão de qualidade, até tecnologias aplicadas às fases de colheita, beneficiamento e armazenamento destas sementes. É válido ressaltar também que modificações recentes na legislação de sementes de forrageiras trouxeram avanços para garantia de padrão de qualidade e agilidade para a comercialização. Assim, faz-se necessário salientar que o sucesso na formação de pastagens está diretamente atrelado à utilização de semente de alta qualidade, preparo do solo e na observação de cuidados básicos no plantio.

**Palavras-chave:** Planta forrageira. Forrageira tropical. Mercado. Colheita. Taxa de semeadura. Formação de pastagem.

## Production and quality control of forage seeds

**Abstract** - The big boost in the installation of pastures in Brazil took place from the 70's, so it can be considered a relatively recent crop when compared to other crops. Quality control applied to the production of tropical forage seeds in Brazil was and still is a vulnerable point within the production chain, being directly related to the peculiarities of the seeds of these species. There have been several technological advances in this area, ranging from the generation of information, which have made it possible to produce seeds with a higher quality standard, to technologies applied to the stages of harvesting, processing and storing these seeds. It is also worth emphasizing that recent changes in the legislation on forage seeds brought advances to guarantee a standard of quality and agility for commercialization. Given the above, it is necessary to emphasize that the success in the formation of pastures is directly linked to the use of high quality seed, soil preparation and the observation of basic planting care.

**Keywords:** Forage plant. Tropical forage. Market. Harvest. Sowing rate. Formation of pastures.

### INTRODUÇÃO

Fazendas pecuaristas, atualmente tratadas como empresas, dependem de vários fatores para prosperarem. Administração, manejo do sistema, profissionalização, dentre outros, sempre estão entre os elementos mais importantes, no entanto, grande parte dos pecuaristas esquece que a

formação e o manejo inicial das pastagens são fases muito importantes para obtenção de sucesso em seu empreendimento pecuário. A má-formação e o manejo inadequado das plantas logo após a semeadura podem estar associados de forma direta ou indireta à baixa produtividade e à degradação de pastagens. Ser criterioso nessas fases é

de fundamental importância para garantir o futuro da pastagem e a manutenção do capital investido na formação do pasto.

No Brasil, país de grandes proporções, há inúmeras condições de solo, clima e manejo encontradas nas diversas propriedades rurais, assim, sempre que possível, o produtor deve buscar a orientação de um

<sup>1</sup>Eng. Agrônoma/Eng. Florestal, D.Sc., Prof<sup>h</sup> Adj. UFLA - Depto. Agricultura, Lavras, MG, heloisa.osantos@ufla.br.

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, D.Sc., Prof. Associado UFLA - Depto. Zootecnia, Lavras, MG, marciolara@ufla.br

<sup>3</sup>Eng. Agrônoma, Mestranda Agronomia/Fitotecnia UFLA - Depto. Agricultura, Lavras, MG, marilia.guaraldo@estudante.ufla.br.

<sup>4</sup>Graduando Zootecnia UFLA - Depto. Zootecnia, Lavras, MG, paulo.pereira@estudante.ufla.br.

<sup>5</sup>Eng. Agrônoma, D.Sc., Prof<sup>h</sup> Tit. UFLA - Depto. Agricultura/Bolsista CNPq, Lavras, MG, edila@ufla.br.

agrônomo ou de um zootecnista para que as informações existentes na literatura sejam usadas de forma correta. É importante lembrar que problemas na formação podem tornar as pastagens mais suscetíveis à degradação por meio da multiplicação de plantas invasoras, maior incidência de pragas e doenças e, conseqüentemente, menor produtividade animal, reduzindo o valor da propriedade e os ganhos com a atividade pecuária. Dentre os principais problemas para a boa formação da pastagem destacam-se o uso de sementes de baixa qualidade, a semeadura em época ou profundidade inadequada e a época imprópria do primeiro pastejo.

### **IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE SEMENTES NA FORMAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS**

Apesar de compor apenas cerca de 5% a 10% do custo total da formação das pastagens, a semente forrageira impacta diretamente no resultado da atividade pecuária. Diferente de sementes comerciais de milho e soja, as sementes forrageiras geralmente são comercializadas contendo impurezas e, muitas vezes, as condições de produção e a diferença na maturidade das sementes na mesma planta proporcionam na partilha uma fração de sementes que não germinam. Portanto, os pecuaristas devem adquirir sempre sementes forrageiras com alto grau de pureza e germinação, a fim de evitar a entrada de plantas invasoras ou estabelecer mal as pastagens em sua propriedade. Apesar de ainda existir sementes comercializadas sem padrão, no mercado brasileiro existem sementes de espécies forrageiras com altos índices de pureza e vigor, essas devem ser o alvo de pecuaristas, principalmente quando usadas em cultivos anuais como sobressemeadura ou na Integração Lavoura Pecuária por dois princípios:

- a) utilizar menor quantidade de sementes por área;
- b) não introduzir contaminantes na propriedade.

A dormência das sementes é outro fator que dificulta a avaliação da emergência

de sementes no campo. No entanto, isso pode ser superado por métodos artificiais de “quebra de dormência”, tais como uso de ácidos, ou por métodos naturais, como o tempo de armazenamento, a exemplo da maioria das gramíneas forrageiras que são colhidas em maio-junho e semeadas no ano seguinte. Além disso, o tratamento das sementes com fungicida pode ser uma alternativa para garantir bom desempenho fisiológico.

### **CARACTERÍSTICA DO MERCADO DE FORRAGEIRAS**

Recentemente a cadeia produtiva de sementes de forrageiras sofreu grandes transformações buscando adaptar-se a novos padrões de mercado. Dentre estas, destacam-se a mecanização crescente da produção, especialização dos sistemas de produção, redução da competição exercida pelo mercado paralelo e conseqüente aumento da competição entre os produtores especialistas. Outro ponto a ser lembrando é a visão de um mercado cada vez mais exigente e consciente da importância da qualidade, caracterizado por uma demanda de sementes melhoradas, de alta qualidade fisiológica, baixo custo e livre de pragas. Para atender um mercado tão exigente, os sistemas de produção têm aumentado o seu nível de tecnificação. Outra característica importante do mercado é a preferência por sementes colhidas pelo método de varredura. Estima-se que cerca de 80% do volume total anual comercializado é colhido por este método.

A comercialização de sementes é feita com base em seu valor cultural (VC), um parâmetro dependente da pureza e da germinação das sementes, em que quanto maior o VC, melhor a qualidade sanitária e fisiológica da semente, proporcionando uma formação da pastagem mais rápida e uniforme. Hoje já existem sementes de forrageiras, principalmente destinadas à exportação, que passam por rigorosos tratamentos fitossanitários, visando agregar valor ao produto final. Como exemplo, o custo de uma semente polimerizada de alto

VC (90%) chega a ser duas vezes maior comparado à que não recebeu nenhum tratamento.

Até a década de 1970, o Brasil era importador de sementes forrageiras, e, atualmente, é o maior exportador mundial, o que representa um mercado de aproximadamente 440 milhões de dólares anuais e cerca de 11% do mercado de sementes no Brasil. Exportam-se sementes de forrageiras para a Colômbia, Argentina, Venezuela, diversos países da África e da Ásia.

Para satisfazer a essa demanda crescente, observou-se uma grande mudança no processo produtivo de sementes no Brasil, incluindo produtores com alto nível de tecnologia para atender às exigências do mercado consumidor. Dessa forma, o que se visualiza hoje é um mercado extremamente competitivo, que, para isso, utiliza-se de alto nível tecnológico, garantindo ao consumidor sementes com enorme padrão de qualidade fisiológica, física, genética e sanitária.

### **PADRÃO DE QUALIDADE DE SEMENTES**

Problemas com qualidade de sementes são mais comuns em gramíneas do que em leguminosas. As sementes de gramíneas têm sido tradicionalmente aceitas como de baixa qualidade. Deve-se observar, entretanto, que as gramíneas têm-se perpetuado ao longo dos séculos, colonizando várias regiões em condições natural e sem a interferência do homem, logo, essas espécies são capazes de produzir sementes de boa qualidade, e seria errado pensar que a melhor qualidade seria produzida pura e simplesmente pelo beneficiamento. O teste de germinação é o mais conhecido para determinar a qualidade de sementes. Neste avalia-se a capacidade que uma semente tem de germinar em condições de luminosidade, temperatura e umidade ideais. Muitos o consideram como sinônimo de qualidade de semente. Infelizmente, para forrageiras tropicais, a existência de dormência e dureza confunde essa consideração na expressão da viabilidade da

semente, visto que deixa sem resposta a questão sobre a viabilidade daquelas que não germinaram, não por estarem mortas mas apenas dormentes. Diante disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) passou a autorizar o uso do teste de tetrazólio para determinar a viabilidade de sementes de forrageiras.

A partir da safra 2009/2010, os produtores de sementes tiveram que se adequar aos novos padrões de pureza e germinação, determinados por lei de acordo com a Instrução Normativa nº 30, de 21/5/2008 (BRASIL, 2008).

### PRODUÇÃO DE SEMENTES DE FORRAGEIRAS TROPICAIS

Como qualquer outra espécie, é de grande importância o conhecimento da adaptação da espécie à região onde se pretende produzir, principalmente no caso de sementes, cuja produtividade e qualidade são extremamente influenciadas pelos fatores abióticos. Nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, são poucos os fatores limitantes à adaptação e à produção de sementes de forrageiras tropicais. Um dos problemas é a geada, cuja probabilidade aumenta progressivamente com a latitude. A maioria das forrageiras possui tolerância razoável a geadas fracas, ocorre perda de folhas, mas a planta não morre, porém, pode morrer se a geada for muito forte, com temperaturas alcançando 2 °C ou menos. Sendo assim, áreas de alta probabilidade de ocorrência dessa intempérie devem ser evitadas.

Frequentemente a fase de maturação de parte das sementes coincide com períodos de pouca luminosidade e alta umidade relativa (UR), os quais podem favorecer o ataque de doenças e influenciar a qualidade das sementes. Em contrapartida, ao mesmo tempo em que esse nível de precipitação permite bom estabelecimento e desenvolvimento da cultura, eventuais ventos fortes e chuvas torrenciais podem promover degradação prematura e acamamento.

Quando se compara a produção de forragem com a produção de sementes,

nota-se que para a última o manejo fitotécnico deve ser mais cuidadoso. Com relação à fertilidade do solo, deve-se elevar a saturação por bases (V) para níveis acima de 40%, mantendo-se também altos os níveis de fósforo (P), de acordo com análise de solo. A adubação nitrogenada merece atenção especial. Além da adubação inicial, cerca de 40 dias após a emergência das plantas, utilizando-se de 50 a 100 kg de nitrogênio (N)/ha, procede-se outra por ocasião do florescimento, sendo que esta visa à uniformização da florada. Em particular, nas condições tropicais, cuidados especiais com a correção da acidez do solo, com o fornecimento de cálcio (Ca) e de magnésio (Mg) e com a carência de P, constituem-se recomendações usuais na fase de implantação das pastagens, enquanto que um suprimento adequado de N, potássio (K) e enxofre (S) é necessário para a produção de sementes das espécies forrageiras tropicais.

Em qualquer campo de produção de sementes, a presença de plantas invasoras é extremamente prejudicial, pois contaminações podem, em alguns casos, condenar um campo de produção. Alguns cuidados podem ser tomados para amenizar este problema, como utilizar sementes básicas com alta pureza e escolher minuciosamente o local do campo de produção. O controle dessas plantas invasoras pode ser feito manual ou quimicamente. Para campos onde a colheita é realizada pelo método de varredura, não é interessante o uso de cultivadores, pois estes facilitam a formação de torrões e, com isso, ocorre redução na qualidade das sementes colhidas.

As sementes de forrageiras são diferentes de todas as outras existentes no mercado, não somente pelos padrões de pureza, mas pela colheita que é realizada no solo, pois a maturação das sementes é desuniforme e estas se soltam da espiguetas quando maduras.

Para facilitar a colheita, o plantio ocorre em linha e quando as sementes, em sua maioria, já amadureceram e caíram no solo. As plantas são cortadas com uma ceifadeira

rente ao solo e depois são enleiradas com um ancinho para permitir a colheita.

A vantagem desse tipo de colheita é que as sementes apresentam germinação mais alta por causa da maturação mais uniforme, e a desvantagem é que a porcentagem de impureza é maior, pois são colhidas do solo, necessitando de mais limpeza no beneficiamento.

A mudança na coloração das sementes é uma característica, aparentemente de mais facilidade para o reconhecimento em nível de campo. A diferença de cores entre sementes maduras ou não depende das espécies. Por meio de observações visuais, pode-se verificar que sementes de braquiária e de Setária, quando maduras, apresentam coloração amarelo-palha e as imaturas, coloração verde. Já no capim-colonião, as sementes têm cor verde-fosco, e as imaturas, um verde mais intenso. O *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus* apresenta sementes maduras com coloração cinza-escuro. As panículas de capim-gordura, durante o pico de produção, mudam da coloração roxa característica para marrom-café, servindo como indicativo visual do ponto de colheita.

Vários trabalhos de pesquisa foram feitos procurando determinar o ponto de colheita de sementes de forrageiras, com base no número de dias após o início do florescimento das panículas. É preciso reconhecer, no entanto, que há, dentro de uma mesma espécie, grande variação de ano para ano, principalmente pelas condições climáticas e de manejo da cultura.

Após as sementes atingirem seu estágio completo de maturação, estas se desprendem da inflorescência e caem no solo. Este é um fenômeno que ocorre com a maioria das sementes de gramíneas forrageiras, constituindo-se em problema, uma vez que não é possível a máxima recuperação destas, quando se colhem somente as inflorescências. Por outro lado, é um indicador de sua maturidade fisiológica. Definiu-se como ponto de colheita o momento de maior desprendimento das sementes das panículas, obtido por meio da agitação ma-

nual de algumas inflorescências tomadas ao acaso, em toda a área. Esse momento geralmente coincide com a presença de algumas sementes caídas naturalmente no chão, bem como com a ocorrência de mudança de sua coloração e aumento da consistência do endosperma.

A maturação das sementes é um dos parâmetros mais significativo para a obtenção de material de boa qualidade e, conseqüentemente, para um armazenamento mais eficiente.

Da mesma forma que uma colheita realizada antes do momento oportuno pode implicar em perdas, tanto de qualidade como de quantidade, a colheita atrasada pode determinar outras perdas decorrentes da ação de pássaros, insetos, fungos, queda natural e, principalmente, da interação da temperatura com a umidade. Assim, a permanência das sementes no campo, após sua maturação fisiológica, é condição que implica em deterioração ou perda de vigor.

## **COLHEITA DE SEMENTES DE FORRAGEIRAS**

A colheita é uma das etapas mais importantes dentro do processo produtivo de sementes de forrageiras. Existem diferentes métodos de colheita de sementes de forrageiras que serão descritos de forma simplificada.

### **Colheita manual**

Esse método consiste no corte das inflorescências com auxílio de um cutelo ou instrumento similar, a 15-20 cm abaixo do início da inflorescência. Apesar de simples, deve-se tomar cuidado especial no ato do corte, evitando a agitação excessiva das inflorescências para reduzir a queda das sementes maduras no solo. Após o corte das inflorescências, estas são empilhadas em galpões ou mesmo no campo, para finalizar o processo de maturação das sementes. As pilhas devem ser cobertas com uma camada de material seco formando camadas de mais ou menos 10 cm. A altura das pilhas não deve ultrapassar a 1 m. Após dois a

quatro dias, o processo de maturação está finalizado, e os feixes são batidos manualmente, sobre telas ou no chão, ou trilhados em trilhadeiras estacionárias.

### **Colheita de varredura**

É um método de colheita de sementes amplamente difundido entre produtores e utilizado, principalmente, em braquiárias. Consiste em amontoar as sementes caídas ao chão juntamente com terra, torrões, sementes silvestres, paus, areia e sementes chochas. Essas sementes são de boa qualidade, uma vez que já atingiram o ponto de maturação. No entanto, com o uso desse tipo de sementes, pode-se estar disseminando plantas invasoras, pragas e doenças nas pastagens que serão formadas.

### **Colheita mecanizada**

Técnica utilizada em áreas mais extensas e por empresas mais tecnificadas, com a utilização de colheitadeiras automotrizas. A eficiência de seu emprego depende do manejo da área, de adaptação e regulagens na máquina, bem como da experiência do operador.

Quanto ao manejo da área, são importantes as práticas que visam concentração de emissão de inflorescências, redução da altura da planta e controle de plantas invasoras. Quanto à regulagem e adaptações da colheitadeira automotriz, a velocidade da máquina deve estar entre 2 e 3 km/h. A lâmina de corte deve cortar apenas o necessário, evitando a entrada de material verde e úmido, que diminui a eficiência da trilha. As barras do molinete podem ser substituídas por escovas ou lâminas de borracha rija, com a finalidade de reduzir seu impacto sobre as inflorescências.

## **SECAGEM E BENEFICIAMENTO**

A secagem das sementes deve ser efetuada rapidamente até que atinjam teores de água suficientes para permanecerem em equilíbrio com a UR do ar, uma vez que, em caso contrário, poderá ocorrer

microrganismos, implicando em perda de qualidade das sementes.

A secagem de sementes forrageiras tropicais no Brasil, em parte, é feita no campo e na sua maioria com auxílio do sol. Quando da utilização da colheita mecanizada, pode haver a necessidade de secagem complementar na usina de beneficiamento, estando esta etapa atrelada à umidade da semente no momento do beneficiamento.

O beneficiamento de sementes forrageiras tropicais tem como principal objetivo a retirada de sementes chochas, materiais inertes e sujeiras provenientes do campo. Após a limpeza, as sementes estão prontas para ser embaladas e comercializadas.

A escolha da embalagem adequada é fundamental para a conservação das sementes. De acordo com a Instrução Normativa nº 40, de 12/6/2002,

#### 3. Da embalagem

3.1. As sementes de espécies forrageiras tropicais deverão ser acondicionadas em embalagens novas, de papel multifoliado, algodão branco, juta ou polipropileno trançado ou qualquer outro material aprovado pela pesquisa oficial e atender às exigências constantes da legislação.

3.2 O peso líquido contido na embalagem deverá ser de no máximo 50 (cinquenta) kg. (BRASIL, 2002).

## **PREPARO DA SEMENTE PARA O PLANTIO**

No preparo da semente para a semeadura, é importante que fisiologicamente a semente esteja apta para germinar, ou seja, que a colheita tenha sido realizada na época certa e a semente tenha completado sua maturação fisiológica em ambiente apropriado. Além disso, a semente deve estar livre do excesso de impurezas, para evitar problemas com os equipamentos de semeadura. A quebra da dormência e o tempo de armazenamento são fundamentais para que a maior quantidade de sementes proporcione o surgimento de novas plantas no campo.

## RECOMENDAÇÕES DE TAXAS DE SEMEADURA

No estabelecimento da comunidade de plantas forrageiras na pastagem, o primeiro passo é a realização da análise do solo para que as recomendações de calagem e adubação sejam seguidas. São passos importantes para o correto início do processo de formação das pastagens, afinal, sementes de boa qualidade expressarão seu máximo potencial genético se o ambiente de germinação for favorável do ponto de vista estrutural e de fertilidade do solo.

A escolha da cultivar a ser semeada é a principal preocupação, seguida da qualidade e da quantidade de sementes distribuídas na área. A qualidade de um lote de sementes é dada pela porcentagem de VC de sementes da espécie desejada, contida no lote, com possibilidades de germinação e de estabelecer plantas normais em condições de campo, basicamente é a síntese dos principais parâmetros de qualidade de um lote de sementes, a pureza e a germinação, e é por meio do VC que se ajusta a taxa de semeadura.

O VC de um lote de semente comercial é calculado pela Equação.

$$\% \text{ VC} = \frac{\% \text{ pureza} \cdot \% \text{ germinação}}{100} \quad (1)$$

em que:

% VC = valor cultural da semente comercial determinado em porcentagem;

% pureza = fração do lote de sementes que equivale a sementes da cultivar desejada;

% germinação = porcentagem de sementes que darão origem a plântulas saudáveis em condições ideais de cultivo.

Já a quantidade de sementes a ser utilizada na formação e/ou recuperação da pastagem, também chamada taxa de semeadura ou densidade de semeadura, normalmente é ajustada para quilograma

de sementes puras viáveis (SPV) a ser utilizadas para formação de 1 ha. Esse índice é gerado por inúmeros estudos que contemplaram a avaliação da germinação e da viabilidade das sementes, a qual varia de acordo com o tamanho e o peso das sementes de cada cultivar. A taxa de semeadura dependerá do número de sementes que darão origem a uma plântula saudável por metro quadrado do pasto e a quantidade de sementes viáveis existentes por quilograma de sementes comerciais.

A fim de justificar os dados de SPV tabelados, será elucidado um exemplo real. Sementes de *Brachiaria*, das cultivares Marandu e Basilisk por exemplo, são consideradas grandes e pesadas quando comparadas às demais sementes de gramíneas forrageiras. Para essas cultivares é possível obter a quantidade de até 150 e 200 sementes por grama de uma partilha de sementes, já os genótipos de Setária e a cultivar Tanzânia, por exemplo, possuem cerca de 1.490 e 960 sementes por grama da partilha de sementes, respectivamente.

Para uma formação considerada satisfatória da pastagem são necessárias cerca de 15 a 20 plântulas bem distribuídas e bem estabelecidas por metro quadrado para forrageiras com sementes maiores e/ou mais pesadas e cerca de 40 a 50 plântulas bem distribuídas e bem estabelecidas por metro quadrado para forrageiras com sementes pequenas e/ou leves.

Dessa forma há duas possibilidades de cálculo para se chegar na SPV:

- a) utilizando a quantidade de sementes por grama de semente: pode-se usar como exemplo a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, esta cultivar em média possui 150 sementes por grama de sementes ou 150 mil sementes por quilograma de sementes. Ao pensar que no caso de sementes desse tipo de cultivar a taxa de sucesso de as sementes germinarem em condições médias de cultivo seria de aproximadamente 48%, ter-se-ia cerca de 72 mil SPV que realmente germinariam em condições

de campo. Para garantir a formação da área são necessárias de 15 a 20 plântulas bem distribuídas.

Dessa forma, suponha que se deseja 20 plântulas/m<sup>2</sup>, será preciso 200 mil plântulas por hectare (20 plântulas x 10.000 m<sup>2</sup>). Uma vez que cada plântula surge de uma semente, dividindo o número de plântulas desejadas pela quantidade de SPV que realmente germinarão em condições de campo (20.000 plântulas/72.000 SPV) obtém-se o equivalente a 2,8 kg de SPV para formar 1 ha. Nesse cálculo já há uma margem de segurança em função da condição de formação da pastagem, aqui representada por 48%;

- b) utilizando a quantidade de SPV tabelada para formação de cada hectare de pastagem: ao usar a mesma cultivar, mas partindo do valor tabelado de 2,8 kg de SPV para formação de 1 ha, pode-se alcançar a quantidade de sementes desejada por m<sup>2</sup>, assim, têm-se as mesmas 150 sementes/g ou 150.000 sementes/kg. Multiplicando as 150.000 sementes/kg pelos 2,8 kg de SPV ter-se-á o equivalente a 420 mil sementes que devem ser utilizadas para a formação de 1 ha de pastagem, ou seja, 42 plantas por m<sup>2</sup> (420.000 sementes/10.000 m<sup>2</sup>), se aplicar a mesma regra para obter sucesso da germinação ter-se-ão cerca de 48% de plântulas surgidas e bem estabelecidas, e 20 plântulas por m<sup>2</sup> (42 plântulas/m<sup>2</sup> x 0,48% de sucesso).

Vale ressaltar que os valores tabelados existem para facilitar os cálculos de quem irá formar o pasto, mas conhecer a origem do valor de SPV é essencial para evitar problemas com o uso excessivo ou deficitário de sementes no campo, se optar-se por trabalhar com as sementes menores a taxa de sucesso cai para cerca de 33%, ou seja, é necessário aplicar cerca de 3 vezes a SPV para realmente ter a quantidade de plântulas desejada para a boa formação da

pastagem. Outro ponto importante é que até o momento não foi retirada da conta a questão das impurezas e das sementes tidas como “chochas” ou que não darão origem a uma planta no campo, esses fatores para a correção da quantidade de semente comercial que deverá ser utilizada no campo são realizados com a inserção do VC na Equação 2.

A taxa de semeadura (kg/ha de sementes comerciais a ser semeada) será calculada como na Equação.

$$\text{Taxa de semeadura} = \frac{\text{SPV} \cdot 100}{\% \text{ VC}} \quad (2)$$

em que:

SPV = quantidade de sementes puras viáveis recomendada para semeadura de cada forrageira;

% VC = valor cultural informado na embalagem do lote de sementes que você está comprando ou calculado em função da pureza e germinação.

Como demonstração da quantidade de sementes comerciais que será preciso para formar 1 ha, segue um exemplo com a mesma planta forrageira, *B. brizantha* cv. Marandu. Em função do peso e do número de sementes por grama, a recomendação é de 2,8 SPV para formar 1 ha, como apresentado na Tabela 1. O VC da semente que será comprado é de 50%. Substituindo os valores na Equação 2, tem-se a seguinte forma:

Taxa de semeadura =  $\text{SPV} \cdot 100 \div \% \text{VC}$ , ou seja,

Taxa de semeadura =  $2,8 \cdot 100 \div 50$ ; o equivalente a 5,6 kg de SPV/ha

Considerando o valor da semente comercial em maio de 2021, por meio de levantamento prévio realizado com empresas revendedoras de sementes a partir de canais digitais, a semente de *B. brizantha* cv. Marandu, com VC de 50% foi cotada, em média, em R\$19,89/kg. Como a taxa mínima de semeadura foi de 5,6 kg de SPV/ha. O custo com a aquisição da semente será de R\$111,38/ha.

Tabela 1 - Taxa de semeadura indicada para diversas espécies forrageiras

Forrageira	Sementes por grama (nº)	SPV (kg)
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	150	2,80
<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	200	1,80
<i>Brachiaria humidicola</i> cv. Comum	270	2,50
<i>Brachiaria ruziziensis</i> cv. Comum	230	2,00
<i>Paspalum notatum</i> cv. Pensacola	610	1,50
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	960	1,60
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	780	1,60
<i>Panicum maximum</i> cv. Tobiata	610	2,50
<i>Setaria anceps</i> cv. Kzungula	1.490	1,50
<i>Paspalum atratum</i> cv. Pojuca	440	2,00

Fonte: Elaboração dos autores.

Todavia, esse método de definição da taxa de semeadura não considera as condições de campo no ato da semeadura. Para isso tem-se recomendado, sempre com ressalva e bom senso, usar três fatores de correção:

- a) a utilização de 2x a taxa de semeadura, quando as condições de semeadura são consideradas ideais que contemplam: época, equipamentos regulados, solo corrigido e bem preparado, adubação de semeadura, uso de rolo compactador, semeadura em pasto solteiro;
- b) a utilização de 3x a taxa de semeadura, quando as condições de semeadura são consideradas médias que contemplam: semeadura a lançar na superfície, terreno sem compactação, solo semipreparado, consórcio com culturas anuais época de semeadura com veranicos;
- c) a utilização de até 4x a taxa de semeadura, quando as condições de semeadura são consideradas adversas que contemplam: semeadura com avião, semeadura tardia, terrenos inclinados, mal preparados, muito úmidos, semeadura manual na superfície do solo ou em solo seco sem previsão de chuvas, semeadura sobre cinzas de queimadas e uso de equipamentos mal regulados.

Continuando com o exemplo, supõe-se que as condições de semeadura são ideais, bastaria multiplicar a taxa de semeadura por 2 (5,6 kg de sementes comerciais/ha x 2) sendo necessária a aplicação de 11,2 kg de sementes comerciais/ha, neste exemplo o pecuarista gastaria então R\$222,76/ha.

Para evitar suposições e taxas de semeaduras com base em porcentagens de segurança, tem-se adotado um método de cálculo em pontos de valor cultural (PVC), no qual a quantidade de sementes é definida de acordo com as condições vigentes no momento da semeadura e pelo método de semeadura. As recomendações de PVC/ha são definidas e apresentadas na Tabela 2, divididas pelo % VC do lote.

A taxa de semeadura com base em PVC será calculada como na Equação.

$$\text{Taxa mínima de semeadura} = \frac{\text{PVC ha}}{\% \text{ VC}} \quad (3)$$

Com o mesmo exemplo da espécie forrageira *B. brizantha* cv. Marandu, com VC de 50% semeado a lançar (mecanizado), ainda supondo que a área tenha sido preparada corretamente, a época de semeadura esteja adequada e a profundidade de semeadura esteja correta, tem-se: taxa de semeadura (kg/ha) =  $520 \div 50 = 10,4$  kg/ha, um valor similar ao encontrado pelo método da SPV

Tabela 2 - Pontos de valor cultural (PVC) de forrageiras em função do método de semeadura e a faixa de profundidade da semente na formação do pasto

Forrageira	No sulco (PVC/ha)	A lanço (PVC/ha)	Profundidade (cm)
Marandu	320	520	2 a 6
Piatã	320	520	2 a 6
Xaraés	320	520	2 a 6
Humidícola	320	520	2 a 6
Mombaça	270	450	1 a 3
Tanzânia	270	450	1 a 3
Massai	270	450	1 a 3

Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: Marandu, Piatã e Xaraés são cultivares de *Brachiaria brizantha*. Mombaça e Tanzânia são cultivares de *Panicum maximum*. Massai é um híbrido espontâneo de *Panicum maximum* e *Panicum infestum* e Humidícola é da *Brachiaria humidicola*.

corrigido para a condição de semeadura, mostrando o quanto seria necessário de sementes por hectare de cultivar Marandu para formar o pasto. Sendo necessário assim um investimento de R\$206,85/ha. Em ambas as situações o valor gasto é semelhante.

Se o produtor optar por uma semente com um VC maior, poderá reduzir os gastos, a depender do preço, naturalmente. Ou seja, seguindo os mesmos métodos, com uma semente com VC de 80%, a taxa mínima de semeadura por hectare será de 3,5 kg usando o método da SPV, e o fator de correção de 2x teria a aplicação de 7,0 kg de SPV/ha. Se usar o método do PVC a quantidade de sementes viáveis a ser semeadas será de 6,5 kg/ha. Com a cotação para esse novo VC, a semente de *B. brizantha* cv. Marandu, em média de R\$31,33/kg, o cálculo de custo ficará em R\$2.019,65/kg, calculado a partir de SPV, e R\$197,38/kg utilizando PVC. Neste caso, a opção pela semente com um maior VC resultará em menor gasto na aquisição das sementes, apesar de não ser uma diferença expressiva em termos de custo, o menor frete e a menor deposição de impurezas (sementes de plantas invasoras, larvas e ovos de pragas) compensam o uso de uma semente com maior VC.

Caso a semente oferecida no mercado não disponha de informação sobre o seu

%VC, isto significa que a semente não é certificada e, portanto, é de qualidade duvidosa. A informação sobre o %VC é muito importante no momento da escolha do lote para a compra. Por exemplo, se houver dois lotes de sementes com preços idênticos por quilograma de sementes, a melhor compra é o lote que apresentar a maior %VC. Melhor compra é o menor valor resultante do cálculo: R\$/kg ÷ %VC. Depois de comprada a semente, a semeadura deve ser feita o mais rápido possível. No entanto, caso seja necessário armazenar as sementes, estas deverão ser armazenadas em local seco, protegidas da umidade e do calor excessivo e sem contato direto com o chão (o ideal é que fiquem sobre estrados).

### ASPECTOS IMPORTANTES NA FORMAÇÃO DO PASTO

A melhor época de semeadura é quando as chuvas passam a ocorrer com maior frequência, variando entre Estados e localizações geográficas no Brasil. Seja qual for o método escolhido para a semeadura, este deve possibilitar a distribuição uniforme das sementes por toda a área a ser formada. No caso de semeadura em linhas ou covas, o espaçamento deve ser o menor possível: Uma causa frequente de insucesso é a semeadura de quantidades insuficientes de sementes. A boa regulação do equipamento de semeadura é uma forma de garantir

que a quantidade certa de sementes seja plantada. Essa quantidade, chamada taxa de semeadura, varia de acordo com o tipo de forragem e lote de sementes.

As sementes devem ser cobertas pelo solo após a sua distribuição na área. As semeadeiras de linha e as “matracas” fazem isto automaticamente. Usando “matracas”, o produtor deve utilizar sempre sementes com alto VC. A cobertura excessiva das sementes também é uma causa frequente de insucesso na formação de pastagens. Sementes miúdas como as das cultivares Tanzânia, Mombaça, Andropógon e Setária devem ser enterradas, no máximo, a 2 cm de profundidade, enquanto as de ‘Marandu’, ‘Decumbens’ e ‘Humidícola’ a não mais de 4 cm.

Nas semeaduras a lanço, feitas, por exemplo, com esparrameira de calcário ou avião, as sementes são depositadas sobre a superfície do solo e precisam ser logo enterradas. Isso pode ser feito com rolo compactador, de ferro ou de um ou mais conjuntos de pneus lisos, que pode ser construído na própria fazenda, ou com grade niveladora leve fechada, isto é, regulada de forma que os discos fiquem paralelos à direção de avanço do equipamento, para que não enterrem muito as sementes.

Muitos equipamentos usados para a semeadura (principalmente as esparrameadeiras de calcário) não permitem regulagens para quantidades inferiores a 7-8 kg de sementes por hectare. Se for necessário semear quantidades menores que estas; areia, fosfato de rocha, calcário, esterco seco e moído, pó-de-serra, ou até casca de arroz podem ser misturados às sementes para aumentar o volume a ser espalhado.

Alguns fertilizantes, como cloreto de potássio, ureia e sulfato de amônia, não podem ser misturados com as sementes pelo poder salino e por causarem a morte do embrião das sementes. Por outro lado, o superfosfato simples granulado pode ser misturado, desde que a semeadura ocorra no mesmo dia em que a mistura foi preparada.

O uso do rolo compactador imediatamente após a distribuição das sementes

favorece o seu contato com o solo, posicionando a semente na profundidade adequada e possibilitando uma emergência rápida e homogênea das plantas.

Trabalhar com o depósito de sementes da semeadeira sempre cheio diminui a excessiva separação (estratificação) das sementes pesadas das leves. Se isso não for feito, as sementes pesadas (de melhor qualidade) tenderão a ser semeadas primeiro; e as mais leves vão ficando para o final. Esse problema ocorre dentro do depósito por causa da trepidação da máquina em movimento, e pode resultar em grande desuniformidade no estabelecimento da pastagem.

Para o bom início da formação de uma pastagem é necessário que se obtenham, no mínimo, 20 plântulas surgidas e bem distribuídas por metro quadrado, no caso dos capins Marandu, *B. decumbens* e *B. humidicola*; enquanto em torno de 40 plântulas/m<sup>2</sup> são necessárias no caso dos capins com sementes pequenas e/ou leves como ‘Setária’, ‘Andropógon’, ‘Tanzânia’ e ‘Mombaça’.

É comum a generalização de que as semeaduras de forrageiras devem ser feitas na camada superficial. Esta, provavelmente, origina-se do fato de que algumas espécies, como: ‘Jaraguá’, ‘Braquiária’, ‘Gordura’, etc. estabelecem-se bem em semeaduras superficiais, desde que as condições climáticas sejam muito favoráveis. Outros motivos que têm levado a esta preferência pela semeadura superficial são os próprios resultados de pesquisa, já que os experimentos de profundidade de semeadura, na sua maioria, foram realizados em casas de vegetação, com controle de radiação, temperatura e UR do ar e do solo.

Nestas condições ótimas, as semeaduras superficiais são melhores. As sementes de tamanho médio, como as de *Neonotonia wightii* e *Galactia striata*, apresentaram germinação semelhante nas semeaduras na superfície a 2,5 cm ou a 5,0 cm de profundidade; já *P. maximum* e *B. decumbens* foram favorecidos pela semeadura superficial. A exceção foi o *Macroptilium lablab*, com sementes grandes, que germinaram

melhor com semeadura mais profunda. O que ocorre em campo pode ser bem diferente. A deficiência hídrica do solo, por exemplo, principalmente nas camadas mais superficiais, que após algumas horas de insolação já estão ressequidas, impede a fixação das raízes da plântula.

A temperatura do solo que frequentemente ultrapassa os 50 °C é um outro fator negativo. Estas altas temperaturas, muitas vezes, são fatais para as sementes em início de germinação, principalmente se são acompanhadas de deficiência hídrica. Para leguminosas, o problema de altas temperaturas se acentua, pois as bactérias simbióticas do gênero *Rhizobium* são mais sensíveis a altas temperaturas do que a própria semente. Zimmer *et al.* (1992) observaram que as semeaduras nas profundidades de 2 a 8 cm resultaram em maior número de plantas estabelecidas das forrageiras *B. decumbens* cv. Basilisk, *B. brizantha* cv. Marandu e *P. maximum* cv. Tobiata do que em semeaduras superficiais; já *A. gayanus* cv. Planaltina foi mais tolerante a semeaduras superficiais e foi prejudicado com semeaduras mais profundas.

Pode-se verificar que as forrageiras do gênero *Panicum* (‘Massai’ e ‘Tanzânia’) têm comportamento distinto da *B. brizantha* cv. Xaraés, com relação à eficiência de germinação em condições de semeaduras em campo. De maneira geral, observou-se ao longo dos anos, em diversos testes que, para forrageiras do gênero *Panicum*, 10% a 20% das sementes puras viáveis se estabelecem e, para forrageiras do gênero *Brachiaria*, este valor é da ordem de 40% a 50%, por serem sementes maiores e com mais reservas. Estas últimas também conseguem germinar em profundidades maiores. Mas observando-se os dados de modo geral, verifica-se que, independentemente das condições, o capim-massai apresentou melhor estabelecimento nas profundidades de 2 a 6 cm. O número de plantas foi de 7 a 10 vezes maior do que na semeadura superficial com compactação, isto em um Latossolo com cerca de 50% de argila. Para o capim-xaraés, as melhores profundidades variaram de 2 a 8 cm, com 5

a 10 vezes mais plantas que na semeadura superficial; ainda com esta cultivar, mesmo na semeadura a 10 cm de profundidade, o estabelecimento foi muito superior ao observado na semeadura superficial.

A germinação é mais dependente das condições de umidade do solo do que da profundidade de semeadura. Em trabalhos em casa de vegetação, Gagliardi Netto (1980), em Jaboticabal, SP, observou emergência mais rápida de *B. decumbens* com semeaduras mais superficiais, em três solos mantidos em torno de 50% do seu poder de embebição. Aos cinco dias, a emergência foi maior nas semeaduras de 0 a 2 cm; já aos sete dias, a diferença foi pequena, especialmente no solo franco-arenoso; mas aos 15 dias, todas as profundidades apresentaram semelhança no número de plantas emergidas nas profundidades de 0 a 8 cm, independentemente da textura do solo.

Quando enterradas em profundidades acima das recomendadas, as sementes podem até germinar, mas a plantinha de capim normalmente não tem força para chegar até a superfície do solo e acaba morrendo antes de emergir. Esse problema é mais grave em solos com maior quantidade de barro (argila) e menor de areia.

Quando ficam expostas na superfície do solo (descobertas), pode também ocorrer grandes perdas de sementes, pois estas podem ser destruídas por pássaros e insetos. Além disso, quando descobertas, as sementes têm mais dificuldade para absorver água (que é necessária para a germinação) e germinar. Mesmo quando conseguem germinar, muitas plantinhas de capim ressecam e morrem. Dessa forma, é necessário que as sementes fiquem cobertas por uma fina camada de solo.

Quando o plantio for feito a lanço, principalmente em solos com baixos teores de barro, ou quando não ocorrem chuvas logo após o plantio, é necessária a passagem de grade ou rolo compactador/compressor (por exemplo, formado por pneus velhos), logo em seguida ao plantio. O objetivo é enterrar levemente as sementes no solo, melhorando a germinação e a emergência do capim.

## COMO SABER SE A POPULAÇÃO DE PLANTINHAS DE CAPIM ESTÁ ADEQUADA PARA A FORMAÇÃO DA PASTAGEM

Após a emergência (aparecimento) das plântulas, o produtor deve averiguar se a população está adequada para a formação da pastagem. Para avaliar se a população de plantinhas está ideal, o produtor pode seguir a seguinte recomendação: três semanas após a semeadura, percorrer diversos pontos da pastagem, contando, em cada um desses pontos, o número de plântulas que surgem em uma área de um metro quadrado (1 m x 1 m) de solo. Se na maioria desses pontos o número de plantinhas de capim estiver dentro do limite ideal, então a pastagem poderá ser bem formada. Caso existam falhas, a formação estará comprometida e serão necessárias algumas medidas para correção, como a ressemeadura total da área ou das áreas falhadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, fica clara a importância de se conhecer o processo de produção de sementes de forrageiras para que se tenha ganhos significativos dentro do processo de produção de massa para alimentação de animais.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 21 de maio de 2008. Estabelece normas e padrões para produção e comercialização de sementes de espécies forrageiras de clima tropical, na forma dos Anexos I a VII desta Instrução, que terão validade em todo o Território Nacional. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n.97, p.45, 23 maio 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 40, de 12 de junho de 2002. Aprova as Normas e Padrões para Produção e Comercialização de Sementes Fiscalizadas de Espécies Forrageiras de Clima Tropical, e seus anexos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 jun. 2002.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALMEIDA, R.G. de *et al.* **Taxas e métodos de semeadura para *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em safrinha**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2009. 12p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 113).

ALVES, E.R.; CARNEIRO, V.T.; ARAUJO, A.C. Direct evidence of pseudogamy in apomictic *Brachiaria brizantha* (Poaceae). **Sexual Plant Reproduction**, v.14, n.4, p.207-212, Dec. 2001.

ANDRADE, R.P. Tecnologia de produção de sementes de espécies do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais [...]**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.49-72.

ANDRADE, R.V. de. Épocas de colheita, produção e qualidade de sementes de capim gordura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.5, n.2, p.9-22, 1983.

ANUÁRIO ABRASEM 2018. Brasília, DF: ABRASEM, 2019. 130p. Disponível em: [http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Arte\\_Anuario2018\\_COMPLETO\\_WEB.pdf](http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Arte_Anuario2018_COMPLETO_WEB.pdf). Acesso em: jan. 2021.

BONOME, L.T. da S. *et al.* Osmoconditioning of *Urochloa brizantha* seeds to reduce pelleting negative effects. **Brazilian Journal of Agriculture**, Piracicaba, v.92, n.2, p.87-100, 2017.

CARDOSO, E.D. *et al.* Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. **Semina**. Ciências Agrárias, Londrina, v.35, n.1, p.21-37, jan./fev. 2014.

DIAS, D.C.F.S. Testes para monitorar a qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.26, n.2, p.33-44, 2004.

GAGLIARDI NETTO, S. **Efeitos da profundidade de semeadura e da aplicação de fósforo sobre a emergência e crescimento inicial de *Brachiaria decumbens* Stapf**. 1980. 24f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 1980.

GONTIJO NETO, M.M. *et al.* **Recomendações de densidade de plantio e taxas de**

semeadura de culturas anuais e forrageiras em plantio consorciado. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 137).

KICHEL, A.N.; KICHEL, A.G. **Requisitos básicos para boa formação e persistência de pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 5p. (Embrapa Gado de Corte. Divulga, 52).

MACÊDO, G.A.R. *et al.* Importância da qualidade de sementes na formação e recuperação de pastagens. **Informe Agropecuário**. Pastagem, Belo Horizonte, v.26, n.226, p.15-24, 2005.

MARCHI, C.E. *et al.* Nematofauna fitopatogênica de sementes comerciais de forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.42, n.5, p.655-660, maio 2007.

MASETTO, T.E.; RIBEIRO, D.M.; REZENDE, R.K. Germinação de sementes de *Urochloa ruziziensis* em função da disponibilidade hídrica do substrato e teor de água das sementes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.43, n.4, p.385-391, out./dez. 2013.

NERY, M.C. *et al.* **Produção de sementes forrageiras**. Lavras: UFLA, 2012. 47p. (UFLA, Boletim Técnico, n.88).

PEREIRA, M.R.R. *et al.* Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.8, n.4, p.537-545, jul./ago. 2012.

RIBEIRO, E.C.G. *et al.* Physiological quality of *Urochloa brizantha* seeds submitted to priming with calcium salts. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.49, p.e55341, 2019.

SANTOS, F.C. *et al.* Tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.3, p.69-78, 2010.

SERPA, A. A influência do meio na permeabilidade das sementes de *Centrosema pubescens*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Série Agronomia, Brasília, DF, v.6, p.151-153, 1971.

ZIMMER, A.H. *et al.* **Aspectos práticos ligados à formação de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 1992. 42p. (EMBRAPA-CNPQC. Circular Técnica, 12).

# Legislação sobre a produção de sementes<sup>1</sup>

*José Maurício Pereira<sup>2</sup>, Leidiane Aparecida Ferreira Queiroz<sup>3</sup>*

Resumo - A produção de sementes de forma controlada e com garantia da qualidade adquiriu importância acentuada no Brasil com a expansão das fronteiras de produção e com o crescente uso de tecnologia nos cultivos. A legislação de sementes e mudas publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento tem como objetivo garantir a identidade e a qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal produzido, comercializado e utilizado em todo o território nacional. A atual legislação compreende a Lei de Sementes e Mudas e respectivo Decreto, além de portarias e instruções que normatizam a produção, a comercialização e a utilização de sementes e estabelecem padrões de identidade e qualidade para sementes de diversas espécies.

Palavras-chave: Qualidade da semente. Fiscalização. MAPA.

## Legislation on seed production

Abstract - The production of seeds in a controlled manner and with quality assurance has acquired an accentuated importance in Brazil, with the expansion of crops production and with the growing of technology in the field. The legislation on seeds and seedlings published by the Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento aims to guarantee the identity and quality of the multiplication and reproduction vegetal material, produced, marketed and used throughout the Brazilian territory. The current legislation comprises the Seeds and Seedlings Law and respective Decree, in addition to other standards that regulate the production, commercialization and use of seeds and establish identity and quality standards for seeds of several species.

Keywords: Seed quality. Inspection. MAPA.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, a primeira tentativa de regulamentar a produção e o controle de sementes ocorreu isoladamente em São Paulo, em 1934, e as primeiras normas para análise de sementes foram publicadas em 1956 (NOVEMBRE, 2001).

O Programa Brasileiro de Sementes iniciou-se com o trigo a partir de 1960 (PESKE, 2004). Logo foram detectados alguns entraves, e, na tentativa de superá-los, foi elaborada a Ação Governamental para Implantação do Plano Nacional de Sementes (Agiplan), financiada pelo Banco Interamericano de Desenvolvi-

mento (BID). Com isso, a partir do início da década de 1970, criaram-se estruturas para inspecionar e controlar a produção de sementes no País, assim como capacitar profissionais em todos os níveis para atuarem na área de Controle de Qualidade de Sementes. Segundo Peske (2004), a partir de 1968, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) atribuiu às Secretarias de Agricultura dos estados de Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo a condição de Entidades Certificadoras, além da competência de homologarem os boletins de análise, emitidos pelos laboratórios

oficiais. Também determinou a obrigatoriedade do registro de pessoas e entidades que se dedicam à produção de sementes e mudas no País.

Atualmente, cerca de 90% da produção brasileira de sementes é feita sob o sistema de fiscalização, em consonância com as presentes normas, segundo as portarias, instruções e padrões estabelecidos pelo MAPA e sob a responsabilidade técnica da produção.

De acordo com Campos *et al.* (2006), o novo cenário econômico, as mudanças tecnológicas ocorridas nas últimas décadas e a adoção da Lei de Proteção de

<sup>1</sup>Este artigo apresenta, de forma comentada, a legislação brasileira sobre produção, comercialização e utilização de sementes, contendo partes literais da Lei Federal nº 10.711/2003 (em itálico), tendo sua normalização diferenciada.

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, D.Sc., Auditor Fiscal Federal Agropecuário MAPA, UFLA - Campus Histórico, Lavras, MG, jose.mpereira@agro.gov.br.

<sup>3</sup>Eng. Agrônoma, D.Sc., Auditora Fiscal Federal Agropecuária MAPA, UFLA - Campus Histórico, Lavras, MG, leidiane.queiroz@agro.gov.br.

Cultivares – Lei nº 9.456, de 25/4/1997 (BRASIL, 1997b) e Decreto nº 2.366, de 5/11/1997 (BRASIL, 1997a), dentre outros fatores, determinaram a necessidade de discussão do modelo existente e da elaboração de propostas de mudanças. Nesse sentido, a partir de 2003, foi publicado um conjunto de normas que deram início a uma nova fase da legislação de sementes no Brasil: a Lei nº 10.711, de 5/8/2003 (BRASIL, 2003b) e o Decreto nº 5.153, de 23/7/2004 (BRASIL, 2004), que instituiu o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças (SNSM), bem como as Normas para Produção, Comercialização e Utilização de Sementes aprovadas pela Instrução Normativa nº 9, de 2/6/2005 (BRASIL, 2005).

A globalização do mercado aumentou a necessidade de assegurar que os laboratórios de análise de sementes demonstrassem a sua competência técnica e operassem harmonizados, emitindo resultados confiáveis e reprodutíveis. As ações para implantação do sistema da qualidade nos laboratórios que atuam em análise de sementes no Brasil iniciaram-se em 2001, a partir da publicação da Instrução Normativa nº 24, de 7/6/2001 (BRASIL, 2001), pela Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do MAPA, a qual aprovou normas gerais de credenciamento e reconhecimento de laboratórios da área Animal e Vegetal, fundamentadas no Sistema da Qualidade e Excelência Técnica, bem como no cumprimento da legislação vigente. A Instrução Normativa nº 24/2001 (BRASIL, 2001) foi posteriormente substituída pela Instrução Normativa nº 51, de 27/7/2003 (BRASIL, 2003a), a qual manteve o mesmo princípio.

Considerando a magnitude do SNSM, bem como a crescente oferta de novas tecnologias de produção e evolução da logística em toda a cadeia produtiva, houve a necessidade de revisão da regulamentação da Lei nº 10.711/2003 (BRASIL, 2003b), visando a incorporação dessas inovações e operações realizadas pelos agentes do SNSM, a fim de maximizar os resultados e ganhos em todos os elos da cadeia. Diante

do exposto, após um intenso esforço do governo federal e dos agentes do SNSM, em 18 de dezembro de 2020 foi publicado o Decreto nº 10.586 (BRASIL, 2020), que passa a regulamentar a Lei de Sementes. Vale ressaltar que o novo Decreto é fruto do Acordo de Resultados firmado pela SDA do MAPA.

### **DECRETO Nº 10.586/2020**

O decreto anterior, Decreto nº 5.153/2004 (BRASIL, 2004) possuía 254 artigos, já o Decreto nº 10.586/2020 (BRASIL, 2020) possui 188, o que demonstra a simplificação do regulamento em uma linguagem mais direta e clara.

A partir da entrada em vigor do novo Decreto, os documentos emitidos sob a vigência do Decreto nº 5.153/2004 (BRASIL, 2004) serão válidos até a data de seu vencimento.

Os principais aspectos do novo regulamento da Lei nº 10.711/2003 (BRASIL, 2003b) serão descritos a seguir.

### **DEFINIÇÕES**

Nas disposições preliminares do Decreto nº 10.586/2020 (BRASIL, 2020) constam 40 definições. Foi estabelecido que quaisquer das 67 definições constantes na Lei nº 10.711/2003 (BRASIL, 2003b) não seriam repetidas. Dentre as novas definições podem-se destacar as seguintes:

- a) *análise fiscal - análise de semente ou de muda efetuada na amostra oficial e realizada por laboratório oficial de análise de sementes ou de mudas ou por laboratório oficial de análise de sementes supervisor, para fins de fiscalização;*
- b) *boas práticas - conjunto de princípios, de diretrizes, de normas, de procedimentos e de recomendações que devem ser adotados pelas pessoas físicas ou jurídicas inscritas ou credenciadas no Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renasem) na execução das atividades previstas no SNSM, incluídos sistemas de gestão de qualidade;*

- c) *comércio estadual de sementes ou de mudas - comércio de sementes ou de mudas exercido na área geográfica da respectiva Unidade Federativa;*
- d) *cooperante ou cooperador - pessoa física ou jurídica que, em razão de contrato específico, multiplique material de propagação para produtor de sementes ou de mudas, assistida pelo responsável técnico do produtor;*
- e) *credenciamento - reconhecimento e habilitação pelo MAPA, de pessoa física ou jurídica para execução de atividades de que tratam o § 1º do art. 8º da Lei nº 10.711, de 2003, e no Decreto atual;*
- f) *denominação experimental ou pré-comercial - denominação atribuída a cultivar nas etapas de desenvolvimento, de avanço de gerações, de realização de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) ou de ensaios de adaptação e multiplicação pré-comercial;*
- g) *embalagem - recipiente destinado a acondicionar sementes ou mudas, adequado ao manuseio, à movimentação, ao armazenamento, ao transporte e à comercialização, de forma a preservar a identidade, a integridade e a qualidade física e fisiológica das sementes e das mudas;*
- h) *ensaio de adaptação - testes agrônômicos para fins de inscrição de cultivar no Registro Nacional de Cultivares (RNC), de espécie para a qual o MAPA ainda não tenha estabelecido os parâmetros mínimos para a realização de ensaios de VCU;*
- i) *entidade de certificação de semente ou de muda - pessoa jurídica credenciada no Renasem para a prestação de serviços de certificação de semente ou de muda para terceiros;*
- j) *inscrição - habilitação, pelo MAPA, de pessoa física ou jurídica, para execução de atividades previstas no*

caput do art. 8º da Lei nº 10.711, de 2003, e no Decreto atual;

- k) *laboratório acreditado internacionalmente - laboratório membro de associação internacional de análise, autorizado a amostrar e analisar material de propagação e a emitir certificados internacionais de análise;*
- l) *Laboratório Oficial de Análise de Mudanças - laboratório credenciado no Renasem para realizar análise de amostra oficial e emitir boletim oficial de análise de mudas, para fins de fiscalização e de certificação, de acordo com o disposto na Lei nº 10.711, de 2003;*
- m) *Laboratório Oficial de Análise de Sementes - laboratório credenciado no Renasem para realizar análise de amostra oficial e emitir boletim oficial de análise de sementes, para fins de fiscalização e de certificação, de acordo com o disposto na Lei nº 10.711, de 2003;*
- n) *Laboratório Oficial de Análise de Sementes Supervisor - laboratório oficial do MAPA que fiscaliza, monitora, supervisiona e audita os laboratórios de análise de sementes ou de mudas, realiza a análise de amostra oficial e emite boletim oficial de análise para fins de fiscalização e de certificação, de acordo com o disposto na Lei nº 10.711, de 2003;*
- o) *lote aprovado - lote de sementes ou de mudas que atenda ao padrão oficial, aprovado pelo responsável técnico, conforme registros e controles internos do produtor ou do reembalador;*
- p) *material básico - a semente genética, a semente básica, o material de propagação proveniente de planta básica ou de planta-matriz, quando relativo a cultivares com origem genética comprovada, ou o material de propagação, quando relativo*

*a cultivares sem origem genética comprovada;*

- q) *material de propagação - estrutura vegetal utilizada para a reprodução ou a multiplicação de plantas;*
- r) *mistura de sementes - mistura, em um mesmo lote, de sementes de espécies, de cultivares ou de ambas, que devem estar individualmente inscritas no RNC;*
- s) *nome fantasia - nome comercial atribuído à cultivar;*
- t) *reanálise fiscal - análise realizada em amostra oficial em duplicata de sementes, quando requerida pelo interessado em face de contestação da análise fiscal;*
- u) *reserva técnica - quantidade de material de propagação reservada ou produzida além da quantidade necessária para a semeadura ou o plantio, com vistas ao atendimento de eventual necessidade de ressemeadura ou replantio;*
- v) *semente para uso doméstico - semente de uso exclusivo para o cultivo doméstico;*
- w) *tratamento de sementes - processo que utiliza técnicas, produtos, máquinas e equipamentos específicos para a obtenção de sementes tratadas, com a preservação da sua qualidade física e fisiológica;*
- x) *vigor - conjunto de características que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas, em uma ampla variedade de ambientes.*

### **REGISTRO NACIONAL DE SEMENTES E MUDAS**

O Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renasem) é definido pela legislação de sementes e mudas como o registro único, válido em todo o território nacional, vinculado a um número de inscrição no Cadastro de Pessoas Físicas (CPF) ou no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica

(CNPJ), cuja finalidade é habilitar perante o MAPA pessoas físicas ou jurídicas que exerçam as atividades de produção, de beneficiamento, de embalagem, de armazenamento, de análise ou de comércio de sementes ou de mudas e as atividades de responsabilidade técnica, de certificação, de amostragem, de coleta ou de análise de sementes ou de mudas.

Entretanto ficam isentos da inscrição no Renasem (BRASIL, 2020):

- a) *agricultor familiar e empreendedor familiar rural: aquele que pratica atividades no meio rural, que atenda os requisitos de que trata o caput do art. 3º da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, ou se enquadrem no disposto no § 2º do referido artigo; e que multipliquem sementes ou mudas somente para distribuição, para troca e para comercialização entre si ou para atendimento de programas governamentais, ainda que localizados em diferentes unidades federativas;*
- b) *associações e cooperativas de agricultores familiares que distribuam, troquem, comercializem e multipliquem sementes ou mudas, desde que sua produção seja proveniente exclusivamente do público beneficiário de que tratam a Lei nº 11.326, de 2006, e seus regulamentos;*
- c) *os comerciantes que comercializem exclusivamente sementes e mudas para uso doméstico; e*
- d) *as pessoas físicas ou jurídicas que importem sementes ou mudas para uso próprio em área de sua propriedade ou de que tenha a posse.*

Uma inovação trazida pelo Decreto 10.586/2020 (BRASIL, 2020) foi a possibilidade de a inscrição ou o credenciamento no Renasem serem realizados somente pela matriz, na hipótese de a pessoa jurídica possuir filial ou filiais, exceto quando se tratar de laboratório de análise de sementes ou de mudas.

*A inscrição e o credenciamento no Renasem passaram a ter validade de cinco anos, podendo ser renovados por períodos iguais sucessivamente, desde que solicitado e atendidas as exigências previstas no Decreto e em norma complementar.*

*A inscrição ou o credenciamento no Renasem serão automaticamente cancelados quando não solicitada a sua renovação até a data do vencimento, e poderão ser cancelados de ofício, quando o interessado não puder ser contatado e encontrado com base nas informações fornecidas ao órgão de fiscalização.*

## **REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES**

O Registro Nacional de Cultivares (RNC) é registro único que tem a finalidade de habilitar previamente cultivares para a produção, o beneficiamento e a comercialização de sementes e de mudas no Brasil.

*A inscrição de cultivar no RNC deverá ser requerida por pessoa física ou jurídica que obtenha cultivar; introduza cultivar; ou detenha o direito de proteção da cultivar previsto na Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997, ou seja legalmente autorizada pelo detentor do direito de proteção da cultivar protegida no Brasil (BRASIL, 2020).*

*Ficam dispensadas da inscrição no RNC a cultivar importada para fins de pesquisa, de experimentação ou para realização de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) ou ensaios de adaptação, em quantidade compatível com a aplicação, mediante justificativa técnica e atendida à legislação específica; a cultivar importada com o objetivo exclusivo de reexportação; e a cultivar local, tradicional ou crioula, utilizada por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas.*

*A inscrição da cultivar no RNC tem a validade de quinze anos e poderá ser renovada, sucessivamente, por iguais períodos, desde que solicitada e atendidas às exigências previstas no Decreto e em norma complementar, observado o direito de terceiros.*

## **PRODUÇÃO E CERTIFICAÇÃO**

Para a produção de sementes da classe certificada ou da classe não certificada é essencial a participação do responsável técnico, que é responsável pela supervisão e acompanhamento de todo o processo de produção, que se inicia com a inscrição do campo e é concluído com a emissão da nota fiscal de venda pelo produtor.

*A produção de semente genética passou a ser de responsabilidade do obtentor, do introdutor ou do mantenedor. Na produção de semente genética será dispensada a inscrição de campo, ficando obrigatória a apresentação ao MAPA das informações referentes à produção.*

A produção de semente básica, semente certificada de primeira geração - C1 e semente certificada de segunda geração - C2 continuará a ser realizada mediante processo de certificação. E, *para cultivar protegida, independente da categoria, a autorização para a produção de sementes deverá ser concedida pelo detentor dos direitos de proteção.*

*O processo de certificação de sementes será executado por entidade de certificação ou por certificador de produção própria, mediante o controle de qualidade em todas as etapas da produção, incluídos o conhecimento da origem genética e o controle de gerações, com o objetivo de garantir a conformidade das sementes produzidas. Quando a semente certificada for reembalada, poderá ter sua categoria mantida, desde que o processo de certificação seja validado por entidade de certificação.*

As principais exigências a serem atendidas pelo produtor de sementes, sem prejuízo às demais exigências da legislação, são (BRASIL, 2020):

- a) inscrever o campo de produção de sementes básicas, C1, C2, S1 e S2;
- b) encaminhar as informações referentes à produção e à comercialização; e
- c) comunicar as alterações ocorridas nas informações anteriormente prestadas.

O atual Decreto (BRASIL, 2020) apresenta novidades com relação à identificação das sementes. *A identificação da semente deverá ser expressa em lugar visível da embalagem, diretamente ou por meio de rótulo, de etiqueta ou de carimbo legível, escrito em português e que contenha as informações exigidas na legislação. Ficou facultado o uso de nome fantasia da cultivar, sem prejuízo da sua identificação conforme a inscrição no RNC, assim como ficou facultado o uso de outro idioma na identificação da semente.*

O atual Decreto (BRASIL, 2020) também previu a regulamentação das sementes utilizadas exclusivamente para uso doméstico.

## **AMOSTRAGEM E ANÁLISE**

*A amostragem para fins de fiscalização poderá ser realizada em embalagens não identificadas, quando não for possível comprovar a produção no SNSM. Com relação à amostra oficial, anteriormente era possível o detentor dispensar a amostragem em duplicata, mas agora a coleta de amostra oficial em duplicata é obrigatória no comerciante e no usuário. A amostra oficial em duplicata poderá ficar sob a guarda do interessado ou do laboratório oficial, a critério do MAPA.*

No caso da amostragem para fins de revalidação do teste de germinação, do teste de viabilidade e do exame de sementes infestadas, caso a amostragem não seja realizada pelo responsável técnico do produtor, poderá ser feita pelo detentor das sementes, desde que por amostrador ou responsável técnico credenciado no Renasem.

*O usuário poderá solicitar ao órgão de fiscalização, mediante justificativa, a amostragem para fins de verificação do percentual de germinação ou, quando for o caso, de viabilidade, até vinte dias após ter recebido a semente, desde que o teste de germinação ou de viabilidade esteja dentro do prazo de validade e a data de recebimento da semente na propriedade seja comprovada por meio de recibo na nota fiscal.*

*Será admitida mais de uma reanálise para fins de revalidação do prazo de validade do teste de germinação ou de viabilidade ou do exame de sementes infestadas, não apenas um procedimento como era entendido.*

*A reanálise fiscal foi estendida e poderá ser realizada para os atributos de pureza, germinação, viabilidade, sementes infestadas, outras cultivares ou outras sementes, exceto para o atributo de nocivas proibidas e para o atributo cujo valor no padrão da espécie seja zero. Quando solicitar a reanálise fiscal, o interessado poderá acompanhá-la ou indicar um representante; e requerer a realização da reanálise fiscal em laboratório oficial distinto daquele onde se realizou a análise fiscal. Entretanto, quando for solicitada a realização em outro laboratório oficial, será obrigatório o acompanhamento da reanálise fiscal pelo interessado ou por seu representante.*

*A reanálise fiscal será realizada apenas para o atributo que se apresentou fora do padrão e, para fins de fiscalização, o seu resultado prevalecerá sobre o resultado obtido na análise fiscal.*

## **COMERCIALIZAÇÃO**

*A semente ou a muda estará apta para a comercialização e para o transporte, desde que produzida, reembalada ou importada por pessoa física ou jurídica inscrita no Renasem e identificada de acordo com as disposições deste Decreto e de norma complementar, observados os padrões de identidade e de qualidade estabelecidos pelo MAPA.*

*Foi estabelecido que o disposto no Decreto e em norma complementar aplica-se ao comércio eletrônico de material de propagação.*

*A semente genética somente poderá ser vendida para produtores de sementes e para fins de multiplicação, porém, a critério do MAPA, a venda de semente genética diretamente ao usuário poderá ser autorizada para fomentar a produção e a utilização de sementes de espécies para as quais não exista cadeia produtiva estruturada.*

*No caso de material de propagação das cultivares inscritas no RNC, com o objetivo exclusivo de exportação do material de propagação, é vedada a comercialização, no mercado interno.*

*A comercialização e o transporte de sementes deverão ser realizados em embalagem inviolada, identificada e original do produtor ou do reembalador. A comercialização e o transporte de sementes a granel somente serão permitidos diretamente do produtor ao usuário de sementes e obedecerão ao disposto em norma complementar.*

*Na comercialização, no transporte e no armazenamento para terceiros, o material de propagação deverá estar acompanhado da nota fiscal e do atestado de origem genética ou do certificado de sementes ou de mudas ou do termo de conformidade, conforme o caso, e do termo aditivo, se houver. Vale ressaltar que o certificado de sementes ou de mudas ou o termo de conformidade poderá ser expresso na embalagem, de acordo com o disposto em norma complementar e que essas exigências se aplicam à remessa postal. Tais exigências não se aplicam ao material de propagação em trânsito, desde que a nota fiscal especifique que a conclusão do processo de produção ocorrerá em local distinto daquele onde se iniciou.*

*No transporte interestadual, o material de propagação também deverá estar acompanhado do comprovante de inscrição da produção no órgão de fiscalização e demais documentos exigidos em norma complementar.*

*Em caso de sementes armazenadas com prazo de validade vencido aguardando reanálise, esta condição deverá estar expressamente indicada, conforme o disposto em norma complementar.*

## **UTILIZAÇÃO**

*A pessoa física ou jurídica que utilizar semente ou muda com a finalidade de semeadura ou plantio deverá adquiri-la de produtor, de reembalador ou de comerciante inscrito no Renasem, mantendo à disposição do órgão de fiscalização a*

*documentação original de aquisição da semente ou da muda.*

Entre as principais alterações quanto à utilização, o novo decreto busca promover a diferenciação clara entre o usuário e o produtor ilegal de sementes e mudas, estabelecendo condutas infracionais distintas, proporcionais às suas atividades. O detalhamento sobre a identificação de sementes e mudas passa a ser tratado em normas complementares, o que permite estabelecer exigências distintas, conforme os grupos de espécies.

*Fica proibida a comercialização do material de propagação reservado como semente para uso próprio.*

*O material de propagação reservado pelo usuário deverá ser:*

*I - utilizado apenas em área de sua propriedade ou de que se detenha a posse;*

*II - utilizado exclusivamente na safra seguinte à da sua reserva ou da sua produção;*

*III - reservado, no caso de semente, ou produzido, no caso de muda, em quantidade compatível com a área a ser semeada ou plantada, consideradas a recomendação de semeadura ou de plantio para a espécie ou cultivar e a tecnologia empregada;*

*IV - transportado somente entre áreas de que se detenha a posse e somente com a autorização do órgão de fiscalização, de acordo com o disposto em norma complementar;*

*V - produzido, beneficiado, embalado e armazenado somente em área rural de sua propriedade ou de que se detenha a posse, de acordo com as hipóteses previstas em norma complementar e consideradas as particularidades da espécie;*

*VI - identificado de acordo com o disposto em norma complementar; e*

*VII - proveniente de área declarada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, quando se tratar de cultivar protegida ou de cultivar de domínio público, de acordo com o disposto em norma complementar.*

*O responsável pela qualidade do material reservado como semente para uso próprio ou produzido como muda para uso próprio será o usuário.*

## AUDITORIA E FISCALIZAÇÃO

*As pessoas físicas ou jurídicas inscritas ou credenciadas no Renasem e as entidades delegadas ficam sujeitas à auditoria do MAPA.*

Na auditoria, será verificado o cumprimento das boas práticas adotadas pelas pessoas inscritas ou credenciadas no Renasem, já a fiscalização terá o objetivo de garantir o cumprimento da legislação sobre sementes.

Foi prevista a possibilidade de ações articuladas com as agências de defesa estaduais e o MAPA no comércio e trânsito estadual, bem como o estabelecimento de exigências e prazos para cumprimento pelo fiscalizado sem a lavratura de auto de infração em casos específicos.

A disposição dos artigos no novo Decreto (BRASIL, 2020) separou as infrações puníveis com multa com base no valor comercial do produto e com base em valores fixados (faixas); houve a manutenção da lógica de gradação, mas com alterações em função do poder lesivo de cada conduta e as proibições foram dispostas de forma mais clara e específica.

## LEGISLAÇÃO COMPLEMENTAR

Com a publicação do Decreto (BRASIL, 2020), diversas normas, a começar pela Instrução Normativa nº 9/2005 (BRASIL, 2005), têm sido atualizadas, mantendo o objetivo de adequar a legislação de sementes à realidade e à dinâmica do setor produtivo, promover a modernização e desburocratização no setor regulatório, equilibrar o foco entre processo e produto final, aprimorar o processo de certificação de sementes e mudas, coibir a produção e comercialização de produto ilegal e assegurar as garantias de identidade e qualidade das sementes e mudas disponibilizadas no Brasil.

As normas complementares vigentes também permanecem aplicáveis em todos

os pontos em que não contrariam o novo Decreto (BRASIL, 2020). As principais normativas que dispõem sobre a produção, comercialização e utilização de sementes e mudas serão oportunamente revisadas, conforme programação da agenda regulatória da SDA, do MAPA.

Alguns pontos, referentes às sementes, têm sido discutidos e serão tratados nas normas complementares, dentre esses: amostragem em embalagens não identificadas; guarda da amostra em duplicata em laboratório oficial; comércio eletrônico; ressalvas sobre documentação do comerciante; transporte de material de pesquisa e valor de cultivo e uso (VCU); rebeneficiamento; identificação do material de uso próprio; reserva técnica para uso próprio e implementação das boas práticas no SNSM.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SNSM é dinâmico e altamente tecnológico. Nesse contexto, a modernização da legislação tem procurado acompanhar toda esta evolução, tornando prática a adoção das exigências previstas.

Atualmente toda a legislação de sementes e mudas encontra-se disponível na página eletrônica do MAPA<sup>1</sup>.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 2.366, de 5 de novembro de 1997. Regulamenta a Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997, que institui a Proteção de Cultivares, dispõe sobre o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares - SNPC, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, p.25162, Brasília, DF, 6 nov. 1997a.

BRASIL. Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças - SNSM, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.6, 26 jul. 2004.

BRASIL. Decreto nº 10.586, de 18 de dezembro de 2020. Regulamenta a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n.243, p.2, 21 dez. 2020.

BRASIL. Instrução Normativa nº 24, de 7 de junho de 2001. Aprova as Normas Gerais de Credenciamento e Reconhecimento de Laboratórios da Área Animal e Vegetal, constante do anexo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jun. 2001.

BRASIL. Instrução Normativa nº 51, de 27 de julho de 2003. Dispõe sobre as Normas Gerais de Credenciamento e Reconhecimento de Laboratórios da Área Animal e Vegetal, de que trata a Instrução Normativa nº 24, de 7 de junho de 2001. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 jun. 2003a.

BRASIL. Lei nº 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.8241-8246, 28 abr. 1997b.

BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 ago. 2003b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 2 de junho de 2005. Aprova as Normas para produção, comercialização e utilização de sementes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jun. 2005.

CAMPOS, S.R.F. e *et al.* Aspectos legais da produção e da comercialização de sementes. **Informe Agropecuário**. Sementes: inovações tecnológicas no cenário nacional, Belo Horizonte, v.27, n.232, p.15-21, maio/jun. 2006.

NOVEMBRE, A.D. da L.C. Avaliação da qualidade de sementes. **SEEDnews**, Pelotas, n.5, maio 2001. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/2284-avaliacao-da-qualidade-de-sementes-edicao-maio-2001>. Acesso em: 17 maio 2021.

PESKE, S.T. Integração institucional da cadeia sementeira. **Anuário ABRASEM**, Brasília, DF, p.39-41, 2004.

<sup>1</sup><https://www.gov.br/agricultura/pt-br>.



*O tradicional Leilão da EPAMIG agora é Shopping Gir Leiteiro.  
Muito mais vantagens para o produtor.*

**02 a 06** de  
**Maio**  
por processo  
eletrônico e presencial

EMBRIÕES, MATRIZES E  
REPRODUTORES DE  
**ALTO VALOR GENÉTICO**

[www.epamig.br](http://www.epamig.br)

**Campo Experimental Getúlio Vargas**  
Rua Afonso Rato, 1.301  
B. Mercês - Uberaba - MG

**Informações**

(16) 98245-5711 | (34) 99976-7882  
(34) 99969-6442 | [girleiteiro@epamig.br](mailto:girleiteiro@epamig.br)

Realização



AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E  
ABASTECIMENTO



**MINAS  
GERAIS**

GOVERNO  
DIFERENTE.  
ESTADO  
EFICIENTE.

Shopping Oficial



# EXPOCAFÉ 2022

**A maior feira da cafeicultura nacional,  
agora em formato presencial e virtual**

*Palestras, vídeos, encontros técnicos virtuais  
e claro, os melhores expositores da cadeia do café!*

## **24 a 27 DE MAIO**

**DIA 24**

11º SIMPÓSIO DE MECANIZAÇÃO  
DA LAVOURA CAFEIEIRA

**DIAS 25, 26 e 27**

EXPOCAFÉ PRESENCIAL  
ABERTA AO PÚBLICO - 8H ÀS 18H

### **CAMPO EXPERIMENTAL DA EPAMIG**

Rod. MG 167 - Km 6 - Três Pontas - MG

WWW.  
**EXPOCAFE  
OFICIAL**  
.com.br

Também nas redes sociais



facebook.com/expocafeoficial  
facebook.com/epamig



@epamigoficial

Informações: (31) 3489-5057

**! Evento presencial de acordo com protocolos sanitários**

REALIZAÇÃO E ORGANIZAÇÃO



AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E  
ABASTECIMENTO



**MINAS  
GERAIS**

GOVERNO  
DIFERENTE.  
ESTADO  
EFICIENTE.

APOIO INSTITUCIONAL



**EMATER**  
Minas Gerais



PREFEITURA DE  
TRÊS PONTAS



Consórcio  
Pesquisa Café