Organizadores Jaime José da Silveira Barros Neto Francisco de Assis Cardoso Almeida Vicente de Paula Queiroga Chirlaine Cristine Gonçalves

SEMENTES ESTUDOS TECNOLÓGICOS



Jaime José da Silveira Barros Neto Francisco de Assis Cardoso Almeida Vicente de Paula Queiroga Chirlaine Cristine Gonçalves

Sementes: Estudos Tecnológicos

SEMENTES ESTUDOS TECNOLÓGICOS

Jaime José da Silveira Barros Neto Francisco de Assis Cardoso Almeida Vicente de Paula Queiroga Chirlaine Cristine Gonçalves

Arte da Capa: Crislane Santos de Macêdo

Representante do conselho editorial: Fabiana Faxina, Letícia Bianca Barros de Moraes Lima

Arte final e diagramação: Crislaine Santos de Macêdo, Sarah Elisabeth Santos Cupertino, Jonathas Farias de Carvalho

Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida ou duplicada sem autorização expressa do IFS

©2014 by Francisco de Assis Cardoso Almeida, Vicente de Paula Queiroga, Jaime José da Silveira Barros Neto, Chirlaine Cristine Gonçalves

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sementes [recurso eletrônico]: estudos tecnológicos / Jaime José da S471 Silveira Barros Neto... [et al.]. – Aracaju: IFS, 2014. 285 p.: il.

> Formato: e-book ISBN 978-85-68801-58-1

 Sementes. 2. Tecnologia - Sementes. 3. Comercialização de sementes. 4. Agricultura. I. Barros Neto, Jaime José da Silveira. II. Almeida, Francisco de Assis Cardoso. III. Gonçalves, Chirlaine Cristine. IV. Queiroga, Vicente de Paula.

CDU: 631.52.02

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Célia Aparecida Santos de Araújo CRB 5/1030

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe -IFS

Avenida Jorge Amado, 1551 - Loteamento Garcia Bairro Jardins - Aracaju / Sergipe.

CEP.: 49025-330 TEL: 55 (79) 3711-3222E-mail: edifs@ifs.edu.br. Impresso no Brasil – 2014



Ministério da Educação

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe

Presidente da República Dilma Roussef

Ministro da Educação Henrique Paim

Secretário da Educação Profissional e Tecnológica Aléssio Trindade de Barros

Reitor IFSAilton Ribeiro de Oliveira

Pró-reitora de Pesquisa e Extensão Ruth Sales Gama de Andrade

Autores



Jaime José da Silveira Barros Neto

Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Mestre em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Especialista em Ecoturismo: Interpretação e planejamento de atividades em áreas naturais, Universidade Federal de Lavras, Bacharel em Turismo com Habilitação em Planejamento e Organização do Turismo, Universidade Federal da Paraíba. Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico de Turismo, Hospitalidade e Lazer no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe. Linhas atual de pesquisa: ciência e tecnologia de alimentos, agroecologia, turismo rural, ecoturismo



Francisco de Assis Cardoso Almeida

Pós-Doutor em Agronomia pela Universidad Politecnica de Madrid, Espanha, Doutor em Agronomia pela Universidad Politecnica de Córdoba, Espanha, Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal da Paraíba, Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba. Professor Associado da Universidade Federal de Campina Grande, Campus I. Linhas atual de pesquisa: Tem produção e beneficiamento de sementes, armazenamento, pós-colheita, secagem, atividade de água e qualidade fisiológica.



Chirlaine Cristine Gonçalves

Doutora em Engenharia de Processos pelo programa de pós-graduação em ciências e tecnologia, do doutorado de engenharia de processos trabalhando com extrato vegetal utilizados em lesões de pele, na linha de curativos biológicos, Mestre em Saúde Coletiva, Especialista em Enfermagem do trabalho. Terapeuta comunitária. Membro efetivo da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, docente do Instituto Federal do Sergipe. Linha atual de pesquisa: Enfermagem dermatológica, Biotecnologia e Saúde do Trabalhador.



Vicente de Paula Queiroga

Pós-Doutor pela Universidad Politécnica de Madrid, Doutor em Tecnologia de Sementes pela Universidad Politécnica de Madrid, Mestrado em Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal do Ceará, Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba. Pesquisador III da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão). Linhas atual de pesquisa: tecnologia de Sementes, armazenamento, qualidade fisiológica, beneficiamento e sistema de produção.

Agradecimento

Agradecemos ao Instituto Federal de Sergipe (IFS) pelo empenho e dedicação à pesquisa, contribuição para o desenvolvimento da ciência e pela oportunidade de publicação deste livro;

De modo similar, agradecemos à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)por ser referência nos estudos da Engenharia Agrícola e pela parceira com o IFS no desenvolvimento de pesquisas;

Nosso agradecimento à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Algodão, Campina Grande-PB pela parceria e solicitude no projetos parceiros.

Apresentação

Este livro tem por finalidade principal apresentar estudos de tecnologia em sementes visando familiarizar os interessados e, aqui em particular aos da área das ciências agrárias, da importância de se aplicar as técnicas em sementes para o desenvolvimento da agricultura e a melhoria da qualidade de vida da população rural em especial, vinculandono espírito dos interessados, em especial do jovem estudante, conhecimentos, ainda que não tão profundos, de *estudos da tecnologia em sementes*, para que novas gerações tenham informações de tão nobre é conhecer a importância da semente na agricultura. Ele é resultado de esforços de seus autores, visando auxiliar os estudantes dos cursos de Engenharia Agrícola, Agronomia e Tecnólogos dessas ciências, principalmente, na aprendizagem de temas da Tecnologia de Sementes e, também, que pudessem transferir estes estudos ao agricultor interessado em aplicá-los na sua propriedade rural para fins produtivos.

Na compilação e adaptação destas páginas os estudos são apresentados em 10capítulos. A abordagem dos diferentes estudos procura refletir a intensidade de resultados proporcionados pela pesquisa, tornando mais acessível estes estudos aos que atuam e/ou apresentam interesse na tecnologia de sementes por oferecer subsídios adicionais ao desenvolvimento de conceitos e estimular a pesquisa sobre vários aspectos relacionados a estes *Estudos da Tecnologia de Sementes*.

Finalmente, desejamos esclarecer os leitores, que foi nosso não entrar em muitos pormenores ou questões de complexidade. Assim, tratamos tão somente da parte básica, necessária ao entendimento dos estudos principais abordados com maior profundidade em cursos de Tecnologia de Sementes.

Este trabalho é fruto do espírito entusiástico de seus autores que atuam no ensino e na pesquisa da Tecnologia de Sementes, que bem souberam, neste texto, condensar as informações sobre os temas abordados, ofertando a assim a *Semente: estudos tecnológicos*, um trabalho guia para utilização dos mesmos.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO13
Capítulo 1.Importância da semente das angiospermas e alguns aspectos dos sistemas de reprodução Juliana Ferreira da Silva, Francisco de Assis Cardoso Almeida, Vicente de Paula Queiroga
Capítulo 2.Maturação das sementes Luzia Marcia de Melo Silva, Francisco de Assis Cardoso Almeida, Jaime José da Silveira Barros Neto
Capítulo 3.Água na semente: importância para a tecnologia de
armazenagem Francisco de Assis Cardoso Almeida, Vicente de Paula Queiroga, Bruno Adelino de Melo
Capítulo 4.Germinação de sementes Luzia Marcia de Melo Silva, Francisco de Assis Cardoso Almeida, Vicente de Paula Queiroga
Capítulo 5.Produção de sementes Bruno Adelino de Melo, Francisco de Assis Cardoso Almeida, Jaime José da Silveira Barros Neto98
Capítulo 6.Beneficiamento e armazenamento de sementes Francinalva Cordeiro de Sousa, Francisco de Assis Cardoso Almeida, Bruno Adelino de Melo
Capítulo 7.Recobrimento de sementes de algodão e gergelim Vicente de Paula Queiroga, José Maria Durán, Francisco de Assis Cardoso Almeida
Capítulo 8. Comercialização e qualidade de sementes Acácio Figueiredo Neto, Francisco de Assis Cardoso Almeida, Jucilayne Fernandes Vieira

Capítulo 9. Patologia de sementes
Bruno Adelino de Melo, Francisco de Assis Cardoso Almeida,
Vicente de Paula Queiroga241
Capítulo 10.Análise da qualidade de sementes Francisco de Assis Cardoso Almeida, ThárciaKiara Bezerra de Oliveira, Bruno Adelino de Melo

Introdução

A produção de sementes/grãos é um dos principais segmentos do setor agrícola, não só no Brasil, mas em todo o mundo. No Brasil, a soja é o "carro chefe" da nossa agricultura em produção, além dela, toda a produção de grãos já representa mais de 170 milhões de toneladas por ano. No entanto, não seria possível tamanha produção sem a "boa semente" que representa o sucesso dos empreendimentos agrícolas fundamentado na exploração comercial de cultivos vegetais, o qual exige o emprego de sementes de alta qualidade, com potencial de produzir plantas vigorosas e produtivas, de maneira uniforme e no menor tempo possível. E, que, para atingir esses objetivos, a pesquisa juntamente com a iniciativa privada tem colocado à disposição dos agricultores inúmeras tecnologias visando o aprimoramento do desempenho das sementes sob as mais variadas condições ambientais.

Na atual conjuntura agrícola do país, sobretudo na região Nordeste do Brasil, a contribuição da ciência e tecnologia é fundamental, especialmente no tocante as técnicas de produção e manejo das sementes, objetivando a manutenção de sua qualidade, por ser o insumo mais importante da agricultura, pois, como organismo vivo, é depositária, direta ou indiretamente, de grande parte dos avanços tecnológicos desenvolvidos pelos pesquisadores ao longo de décadas.

Conhecer a semente e as técnicas de produção envolve um número de profissionais, tanto de nível superior como de nível médio, que trabalham desde a produção agrícola, industrial até o seu consumo quer como principal insumo para a agricultura quer como alimento que a coloca o Brasil como um grande produtor. A intenção do livro "Sementes: Estudos Tecnológicos" tem como principal objetivo levar aos iniciantes interessados de uma forma simples, as complexas, fascinantes e intimas relações entres as propriedades das sementes e os métodos de manuseio e processamento de um ilimitado número de técnicas utilizadas durante a vida da mesma visando à manutenção de sua qualidade, por ser a semente o elemento principal no estabelecimento, expansão, diversificação e desenvolvimento da agricultura.

Desta forma, a idéia básica foi reunir boa parte da informação técnica nacional e internacional disponível e apresentá-la de uma maneira simples de modo que pudesse ser facilmente absorvida por qualquer pessoa interessada no assunto. Espero, assim, que o livro possa ser de real utilidade para estudantes e profissionais que se interessam pelos estudos tecnológicos da semente.

Jaime José da Silveira Barros Neto

1

Importância da semente das angiospermas e alguns aspectos dos sistemas de reprodução

IMPORTÂNCIA DA SEMENTE DAS ANGIOSPERMAS E ALGUNS ASPECTOS DOS SISTEMAS DE REPRODUÇÃO

Juliana Ferreira da Silva Francisco de Assis Cardoso Almeida Vicente de Paula Queiroga

1.1.INTRODUÇÃO

No mundo, não se vive sem os alimentos, advindos do cultivo das plantas e, como do conhecimento o homem não pode mudar as condições básicas do solo ou do clima, em uma determinada região, mas usando seus conhecimentos e habilidades, pode influir consideravelmente no desenvolvimento da semente, desde a semeadura até a colheita, mediante um bom cultivo, desta forma uma semente de alta qualidade é o principal requisito para um bom rendimento da cultura. Somente a semente de alta qualidade produzirá plantas fortes, resistentes a enfermidades e a condições adversas.

1.2. SEMENTE

Pode ser definida como um óvulo maduro e fecundado, contendo em seu interior uma planta embrionária e substâncias de reserva, protegidas por um ou dois envoltórios que é o tegumento ou casca (Figura 1.1). Sendo assim, a semente é a precursora da geração seguinte na vida de uma planta e, consta de: (1) embrião que cresce para formar a nova planta, (2) endosperma e/ou cotilédones que nutri a planta para crescer até desenvolver uma folha verde e (3) tegumento(s) que protegem a plântula e pode ajudar no seu desenvolvimento. Nas gramíneas o tegumento estar aderido ao pericarpo do fruto pelo que as reservas de nutrientes acham-se armazenadas no endosperma, enquanto nas leguminosas as reservas de nutrientes se encontram nos cotilédones.

As sementes apresentam basicamente uma estrutura única que participa da disseminação, proteção e reprodução das espécies. E, suas

propriedades tanto internas (pureza variental, potencial genético, carência de enfermidades, germinação e vigor), como as externas (pureza analítica, classificação por tamanho, peso de 1000 grãos e teor de umidade) afetam a qualidade das mesmas, logo a semente de alta qualidade deve ter estas características bem definidas e se apresentar livre de qualquer tipo de impureza, tal como sementes de ervas daninhas, sementes de outras culturas e material inerte.

Poucas pessoas têm este conhecimento, isto é, a consciência de quão importante e maravilhosa é uma semente. Em culturas de expressão econômica, a semente é o material utilizado para a implantação da cultura (multiplicação das plantas) e os grãos colhidos para a comercialização e/ou consumo. Logo, as denominações "sementes" e "grãos" são empregados para identificar as formas de utilização, vez que, botanicamente não há distinção a ser feita.

A semente foi e continua sendo fundamental na vida dos povos. Além de servir como principal fonte de alimento e substâncias nutritivas, tais como carboidratos, proteínas e gorduras, ela teve papel predominante no início e na sustentação da civilização, pois esta começou, quando o homem descobriu a sua função. Considerada o mais importante insumo agrícola, por conduzir ao campo as características genéticas determinantes do desempenho do cultivar; ao mesmo tempo, é responsável ou contribui decisivamente para o sucesso do estabelecimento do estande desejado, fornecendo a base para a produção lucrativa.

A semente é estudada quanto a sua importância sobre os principais aspectos:

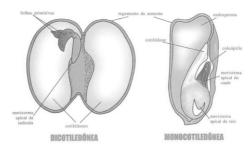


Figura 1.1. Sementes de monocotiledônea e dicotiledônea (Marcos Pinheiro, 2012).

1.2.1 Mecanismos de sobrevivência para a espécie

As plantas com sementes surgiram provavelmente no período Devoniano (Era Paleozóica), há 350 milhões de anos e, provavelmente está associado com o aparecimento de uma extensão da heterosporia (produção de diferentes tipos de esporos sexuais), devido a pressões ambientais daquela época (Tiffuny, 1977).

As plantas que se reproduzem sexuadamente têm início e termina o ciclo de vida com a produção de sementes, sendo responsáveis pela multiplicação de pelo menos 70% das espécies vegetais descritas pelo homem. Proporção esta que também é mantida quando se considera apenas as culturas de expressão econômica.

No reino vegetal é responsável pela disseminação e perpetuação das espécies, especialmente por reunir duas características que, juntas as tornam impar no Reino Vegetal, que são a capacidade de distribuir a germinação no tempo pelos mecanismos de dormência, e no espaço pelos mecanismos de dispersão.

O mecanismo de dormência impede que as sementes germinem todas de uma única vez, evitando assim, a possível destruição de determinada espécie, caso ocorra em seu habitat alguma calamidade climática após a germinação. Através desse mecanismo a semente germinará apenas quando as condições climáticas são favoráveis ao seu desenvolvimento. Enquanto para os mecanismos de dispersão as sementes podem se desenvolver em diferentes áreas do planeta, garantindo assim a expansão dos vegetais sobre a Terra. Essa propriedade aliada à ação do vento, homem, animais e outros agentes, assegura a continuidade da vida da espécie por período de tempo prolongado; sendo as espécies de plantas silvestres, talvez, os principais representantes dessa alta capacidade de sobrevivência e longevidade.

1.2.2. A semente como propagação de vida

Durante milhares de anos da existência humana na terra, o homem

não conseguia perceber a relação da semente com a nova planta, provavelmente, por ser a caça a principal fonte de alimento do homem primitivo e, como os animais são impulsionados pelas variações estacionais, o homem estava sempre se deslocando em busca de sua principal fonte de alimentação que era a caça o que o levava a uma vida nômade.

Em uma determinada época, mais ou menos 10.000 anos atrás, o homem percebeu a influência mútua "planta-semente-planta", isto é, as sementes quando lançadas ao solo e as condições lhe fossem propicias, estas produziriam dezenas e até centenas de vezes a planta que lhe deu origem. Este fato provocou uma profunda mudança no comportamento de vida destes povos, passando-os de nômades a sedentários.

Com o início da agricultura, a humanidade reduziu o seu comportamento nômade e passou a constituir sociedades produtivas. Desde então, o intercâmbio de sementes assumiu papel fundamental na estruturação da vida, especialmente com a domesticação das plantas iniciada aos 5000-7000 a.C., como o arroz, o feijão e a abóbora (Bewley, 2013).

1.2.3. Como alimento

As sementes em seu tecido de reserva possuem três substâncias importantes, que são os carboidratos, lipídios e proteínas, encontradas em quantidades variáveis, conforme a espécie. Normalmente uma das três substâncias predomina sobre as outras duas, classificando as sementes, conforme a predominância, em amiláceas, oleaginosas e proteicas. Em que, no reino vegetal há predominância das duas primeiras (amiláceas e oleaginosas).

O amido é a substância de mais fácil obtenção para a elaboração de diversos tipos de alimentos. Tanto isso é verdade que as gramíneas, ricas em carboidratos, constituíram-se na base de todas as civilizações do mundo. O trigo provavelmente seja a espécie mais antiga cultivada pelo homem, servindo de sustento das civilizações da Mesopotâmia e do Nilo.

Além de seu valor como alimento, seja diretamente ou indiretamente pela industrialização, a semente é também fonte de outros produtos que servem ao homem, destacando-se os vestuários e produtos medicinais. Ademais, de ser uma importante fonte alimentar, na forma de rações, para

os animais, destaca-se também no uso de cosméticos e de combustíveis.

1.2.4. Como material de pesquisa

As sementes apresentam diversas formas, tamanhos e cores. Em geral são de tamanho pequeno o que permite guardar um grande número, em recipientes relativamente pequenos. O formato tendendo para o arredondado permitindo facilmente manipular, com as mãos ou com pinças. Também, a maioria das espécies de sementes podem ser desidratadas e conservadas por muito tempo. Todas essas características deixam que as sementes possam ser utilizadas de maneira mais fácil como fonte de pesquisa, permitindo a realização de trabalhos no momento mais adequado e, também, repeti-lo um grande número de vezes. Os pesquisadores sabem a comodidade que isto traz, pois é frequente não se poder realizar um estudo para quando programado, e a semente, desde que bem conservada permite que o trabalho seja realizado no momento mais adequado.

Mesmo sendo a semente de organização morfológica muito simples, a organização fisiológica e bioquímica é complexa permitindo qualquer tipo de estudo na área de Biologia Vegetal.

1.2.5. Como inimigo do homem

Na Bíblia, especificamente no livro de Mateus capitulo 13, Jesus registrou este texto: O reino dos céus é semelhante a um homem que semeou boa semente no seu campo. Mas enquanto os homens dormiam, veio um
inimigo dele, semeou joio no meio do trigo e retirou-se. Porém quando a
erva cresceu e deu fruto, então apareceu também o joio. Chegando os servos do dono do campo, disseram-lhe: Senhor, não semeaste boa semente
no teu campo? Pois donde vem o joio? Respondeu-lhes: Homem inimigo é
quem fez isso, mas deixai crescer ambos juntos até a ceifa; e no tempo da
ceifa direi aos ceifeiros: Ajuntai primeiro o joio e atai-o em feixes para o

queimar, mas recolhei o trigo no meu celeiro (Mateus 13:24-30).

Com base no relato tem-se que, o que leva as sementes a outros lugares fora dos que lhes deu origem são os mecanismos de dispersão e dormência, os quais são também, os mesmos, que tornam ao homem tão difícil e tão caro quanto se trata do controle de plantas daninhas e/ou invasoras. Ademais, a semente é um veículo eficiente de disseminação de pragas e moléstias de uma região a outra, exigindo atenção e cuidados no manuseio, armazenamento e distribuição. A literatura especializada sobre o tema aborda que ao redor de 5 a 10% da produção de sementes e/ou grão no mundo é perdida devido a competição por ervas daminhas. Neste contexto, pode-se dizer que as sementes são de grande importância, ainda que negativa.

1.3 FORMAS DE REPRODUÇÃO

Os métodos de melhoramento, desenvolvidos pelo homem, dependem fundamentalmente dos sistemas de produção das plantas, pelo que os mesmos devem ser realizados antes de qualquer programa de melhoramento.

A reprodução das plantas cultivadas podem ser:

- 1. Sexuada ou por semente
- 2. Assexuada, por apomixia ou por meio de partes vegetativas.

1.3.1 Reprodução sexuada

A reprodução sexuada se dá por meio da formação de células especiais denominadas de gametas, cuja união do masculino (\circlearrowleft) com o feminino (\updownarrow) resulta no zigoto, do qual posteriormente dará origem ao embrião e, deste o novo indivíduo ou planta; processo conhecido pelo nome de singamia (Figura 1.2).

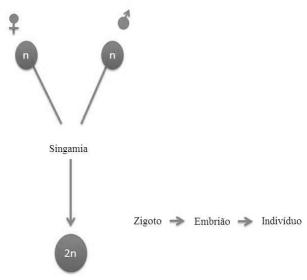


Figura 1.2. Reprodução sexuada de uma planta cultivada

Na reprodução sexuada de indivíduos diploides, para que os descendentes resultem normais, se requerem que os gametas das células sexuadas que intervém no aparecimento segam de igual número cromossômico e da mesma espécie e/ou gênero. Neste tipo de reprodução os gametas femininos e masculinos são células de diferentes tamanho e forma, isto é, são heterogâmas (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 Principais características das células heterogâmas

Gameta feminino (?)	Gameta masculino (?)		
Maior volume	Menor volume		
Maior citoplasma	Menor citoplasma		
Imóvel	Móvel		
	T : 61 / 1 : //		

Fonte: Chavéz Araujo (1993)

A maioria das plantas cultivadas se reproduzem de forma sexuada ou por semente, no entanto a reprodução assexuada é comum em muitas das plantas cultivadas.

Na reprodução sexuada é fundamental entender os conceitos relacionados com a mesma, onde a **flor** (Figura 1.3)representao conjunto de folhas metamorfoseadas e que constituem o órgão reprodutor das

Fanerógamas. Consta de quatro partes: cálice, corola, estames e carpelos.

- 1. Cálice é o envoltório mais externa, formada por folhas chamadas de *sépalas*.
- 2. Corola formada por folhas finas e coloridas cognominadas de *pétalas*.
- 3. Estames constituem o órgão masculino da flor.
- 4. Carpelos compõem o órgão feminino da flor.

Estes quatro órgãos florais saem de uma porção que se chama *receptáculo floral*, que está situado no eixo externo do pedúnculo da flor

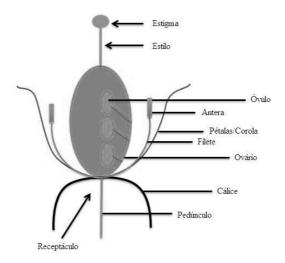


Figura 1.3. Esquema de uma flor completa

Algumas destas partes podem faltar tomando a flor diferentes denominações:

- 1. As flores que não tem pedúnculo se chamam *séssil*.
- 2. Faltando um dos verticilos do perianto, denomina-se *flor monoperiantada*.
- 3. Sem dois verticilos do perianto, dizem-se *flor nua* (aperiantada).
- 4. Não apresentando o androceu, chama-se florunissexual

feminina.

5. Faltando o gineceu, denomina-se de *flor unissexual masculina*.

Quando a flor possui androceu e gineceu denomina-se de *flor hermafrodita*.

Em relação a planta, quando esta possui flores masculinas e femininas na mesma planta, denomina-se de *monoica* e, de *dioica* quando os sexos se encontra em plantas separadas, isto é, flores masculinas e femininas em plantas distintas. Chama-se poligâmica a planta que possui sobre o mesmo individuo flores unissexuais e hermafroditas, podendo existir as três formas reunidas, masculina, feminina e hermafrodita (Figura 1.4).

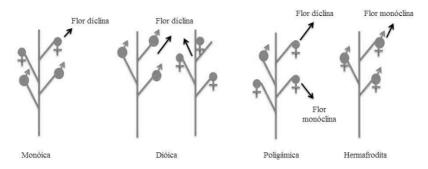


Figura 1.4. Representação esquemática do aparelho reprodutor das plantas (flores masculinas, femininas e hermafroditas).

1. Na ausência do androceu e gineceu, a flor se diz estéril neutra.

O cálice, a corola, o androceu e o gineceu formam os quatros verticilos florais. As peças que compõem esses verticilos podem estar dispostas em quatro planos superpostos ou em espiral, como a flor da magnólia, ou ainda um destes verticilos pode ocupar mais de um plano, pela duplicação comumente observada nas plantas cultivadas, ou pode ocorrer o contrário, pela atrofia.

O cálice e a corola servem para proteger os órgãos de reprodução, que

são os estames e os carpelos.

A flor que possuem os quatro órgãos florais é tida *completa*. Se lhe falta um desses órgãos é denominada de *incompleta*. No caso da falta do cálice e da corola, a flor é dita *desnuda*.

Pela forma de polinização, existe três tipos de plantas:

- 1. Plantas autógamas. Denominadas por se polinizarem por se mesmas; exemplo, trigo.
- 2. Plantas alógamas. São plantas de polinização cruzada; como é o caso do milho.
- Mistas. Plantas que apresentam diferentes graus de autofecundação e de polinização cruzada; por exemplo, sorgo e algodão.

A **gametogênese** é o processo mediante o qual se formam as células reprodutoras, que são os gametas masculinos (\circlearrowleft) e femininos (\circlearrowleft) e, que nas plantas angiospermas se destingem os processos denominados de Microsporegêneses, que é a formação do grão de pólen (gameta masculino) e, a Macrosporogêneses ou formação do saco embrionário (gameta feminino: ovário, óvulo).

A Microsporegêneses édescrita por Chávez Araujo (1993), como sendo o processo mediante o qual se formam esporas reprodutivas chamadas grãos de pólen; em que uma célula mãe (microsporocito 2n) se divide por meiose; dando origem a um par de células haploides (diadas) durante a primeira divisão. A segunda divisão meiótica produz quatro microsporas (tétradas). Depois da meiose, cada microspora sofre uma divisão mitótica dos cromossomos, porém sem divisão citoplasmática (sem citocinese); deste processo resulta uma célula com dois núcleos haploides. Neste período os grãos de pólen se apresentam espaçados. Ao germinar o tubo polínico, um destes núcleos se converte em núcleo germinativo e se divide novamente por mitose sem citocineses para formar dos núcleos espermáticos; o núcleo que não se divide é o núcleo tubular (Figura 1.5).

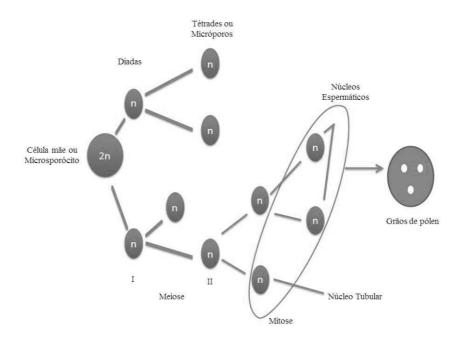


Figura 1.5. Microsporogênise: o processo d formação do grão de pólen

A Macrosporogêneses, descrita pelo autor acima referenciado, é o processo de formação das células reprodutoras chamadas sacos embrionários, uma célula mãe (megasporocitos 2n) se divide no ovário por meiose, formando na primeira divisão um par de células haploides. A segunda divisão meiótica produz quatro megasporas haploides. Depois da meiose, três células megasporas morrem; a outra sofre três divisões mitóticas dos cromossomos, sem citocineses, e forma uma grande célula com oito núcleos haploides, denominada soco embrionário maduro (Figura 1.6).

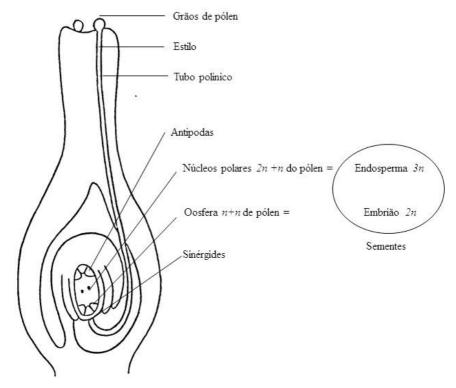


Figura 1.7. Dupla fecundação: n + ny 2n + n

Ademais, para que a mesma ocorra é necessário, como referenciado, que ocorra: (1) polinização – efeito mecânico do pólen sobre os estigmas, (2) germinação do grão de pólen e (3) singamia – fusão dos gametas.

Desta forma a condição de autogamia e alogamia de uma espécie, não depende de como e onde se forma os gametas, mas qual dos gametas se unem entre si para constituir o zigoto.

O processo de fertilização é importante não somente porque resulta na formação da semente, mas também porque comanda o nível de diversidade genética presente no zigoto. A fusão dos núcleos dos gametas resulta em novas combinações de cromossomas nos descendentes. As características genéticas herdadas dos progenitores são transmitidas aos descendentes através de genes localizados nos cromossomos dos gametas masculinos

(núcleos reprodutivos do grão de pólen) e feminino (oosfera). Esses caracteres determinam os atributos biológicos do embrião, do endosperma e, portanto, da futura planta (MARCOS FILHO, 2005).

Observa-se, assim, a importância da diferenciação entre plantas autógamas e alógamas, devido a diferencia existente na estrutura genética das populações, isto é, a endógena ou exógena (alogamia) que apresentam ditas populações, pelo que os métodos de melhoramento aplicados ao grupo de plantas autógamas são, em sua maioria, diferentes dos que se aplicam as espécies alógamas; vez que as espécies autógamas se reproduzem por autofecundação, isto é, os gametas que se unem para formação do zigoto procedem da mesma planta. Desta feita, as populações de plantas autógamas consistem, geralmente de uma mistura de líneas homozigotas, onde a proporção de polinização cruzada natural dentro de cada espécie autógama pode variar de 0 a 5%. São exemplos de plantas autógamas: Arroz, trigo, feijão, soja, café, tomate, fumo, citros, para citar algumas.

As espécies alógamas são aquelas que se reproduzem por meio de polinização cruzada, isto é, os gametas que se unem para formar o zigoto são de plantas diferentes, sendo exemplos de espécies alógamas: plantas dioicas, plantas autoestéreis, plantas de polinização cruzada (por vento, insetos, agua, etc.) e plantas auto incompatíveis. Nestas plantas há um constante intercambio genético, vez que os gametas de uma planta se unem aos gametas da outra da mesma espécie. Este intercambio se repete em cada geração, pelo que se mantem um alto grau de heterozigose, isto é, os grãos de pólen de qualquer planta ficam livres para ser transportados pelo vento, insetos ou qualquer outro meio até os estigmas de qualquer planta (CHÁVEZ ARAUJO, 1993). São exemplos de plantas alógams: milho, girassol, cebola, melão, maçã, alfafa, entre muitas outras.

A composição de uma população alógama deve ser priorizada quando se tratar da utilização para a obtenção de novas variedades a base de seleção ou de hibridação.

Apomixia e Poliembrionia

Apesar de algumas controvérsias sobre a conceituação de apomixia (CZAPIK, 2000), atualmente o termo (do grego apo - longe e mixis - mistura) é empregado em seu senso restrito, ou seja, como sinônimo de agamospermia (formação de sementes sem fecundação). O glossário de biotecnologia vegeta (PUGA et al.,1991) define como sendo a reprodução nas plantas superiores na qual tomam parte órgãos sexuais ou estruturas relacionadas, não ocorrendo, porém, a fertilização, de tal forma que a semente resultante se produz vegetativamente.

Segundo Asker & Jerling (1992), há dois tipos principais de apomixia. A apomixia gametofítica a mais amplamente distribuída, e com frequente ocorrência em gramíneas forrageiras como as dos gêneros Brachiaria, Cenchrus, Panicum, Paspalum, Poa, entre outras. Na apomixia gametofítica há formação de um saco embrionário não reduzido (diplóide), por dois caminhos diferentes: diplosporia ou aposporia. Nestes sacos embrionários não reduzidos, o desenvolvimento do embrião dar-se a partir da oosfera (partenogênse) ou, mais raramente, a partir das sinérgidas ou antípodas (apogametia). O endosperma pode desenvolver-se também autonomamente, ou seja somente a partir dos núcleos polares, ou pela união de um núcleo masculino com os núcleos polares (pseudogamia). Em apomíticos pseudogâmicos há, portanto, necessidade de polinização, mas apenas para a formação do endosperma. Na outra forma de apomixia, a apomixia esporofítica (ASKER & JERLING, 1992), também chamada de embrionia adventícia, comum em espécies de Citrus e Mangifera, não há formação de sacos embrionários, mas os embriões diplóides desenvolvem-se diretamente a partir de células dos envoltórios do óvulo.

O processo apomítico ultrapassa a meiose e a fertilização e envolve vários passos. A apomixia é composta de três elementos básicos, que podem ser subdivididos, todos necessários para a produção de semente viável: ausência ou alteração da meiose evitando a redução (apomeiose); ativação da oosfera para formar um embrião na ausência da fertilização (partenogênese) e, iniciação do endosperma, tanto autonomamente ou pseudogamicamente. O desenvolvimento apomítico pode ser considerado como um curto-circuito ou desregulação em estágios chave do programa de

desenvolvimento sexual (SPILLANE et al., 2001a; 2001b).

O ambiente pode influenciar a expressão da apomixia facultativa, como relatado para *Dichantium aristatum*, no qual foram observadas variações na incidência de apomixia associadas com o fotoperíodo (KNOX,1967). Entretanto, Burton (1982) não observou influência das condições do ambiente, ocorrentes durante a produção de sementes, na expressão da apomixia em *Paspalum notatum* apomítico facultativo. Porém, Espinoza et al. (2002), utilizando marcadores moleculares do tipo RAPD, verificaram, na mesma espécie, que a polinização durante a antese aumentou o potencial para a expressão da sexualidade e que as polinizações após a antese produziam apenas indivíduos do tipo materno. Não há evidências de que o ambiente influencie no modo de reprodução em um apomítico obrigatório.

Em Pennisetum, Paspalum e Panicum é possível a coleta de alguns antécios no início da antese e, por sua análise, a classificação do comportamento reprodutivo antes do final da antese (HANNA, 1995). Em *Panicum maximum* os sacos embrionários apospóricos são facilmente distinguidos dos sexuais por terem quatro núcleos (SAVIDAN, 1981, 1982). Mas isto não é regra e, portanto, para comprovação da apomixia, vários tipos de análise, morfológica, cromossômica, molecular, entre outras, podem ser feitas ao nível da planta, ou pela análise das progênies (LEBLANC &MAZZUCATO, 2001). Entre as técnicas utilizadas estão: teste de deposição de calose (métodos de clareamento, análise do saco embrionário intacto, citometria de fluxo, microscopia ótica clássica e eletrônica (NAUMOVA, 1997).

A **poliembrionia** é o fenômeno de formação de mais de um embrião em uma mesma semente. Dos embriões formados, um é resultado da fertilização do óvulo e os demais são normalmente originados da nucela; daí decorre, em virtude da nucela ser tecido materno, que os embriões assexuadamente formados são geneticamente idênticos à mãe, sendo, portanto, uma forma importante de propagação geneticamente estável. Mesmo o pólen não participando da formação de material apogâmico, ele funciona como importante estimulador de seu desenvolvimento. Assim, estes embriões podem ser de origem sexuada ou apomítica. Em citrus onde a poliembrionia é bastante conhecida e estudada, são assinaladas três formas

possíveis (PRATES, 1997):

Poliembrionia Nuclear: dá origem a um número variável de plântulas maternais idênticas e derivadas da nucela;

Poliembrionia por clivagem: originada pela bipartição do embrião de origem sexuada;

Poliembrionia de mais de um gametófito: normal no mesmo óvulo, em função de mais de um saco embrionário no óvulo.

A poliembrionia ocorre em outras plantas como em manga e em orquídeas, sendo de grande interesse e importância para o melhoramento de plantas e para a horticultura em particular.

A importância da reprodução assexual em fito melhoramento pauta-se em que a descendência não apresenta variação genética, devido a que todos os indivíduos provem de divisões mitóticas. Por outro lado, os indivíduos são geneticamente iguais, e originam um clone cujas características são fenotípicas e genotipicamente idênticas.

Um clone pode ser homozigoto ou heterozigótico, não apresentar variação genotípica mas reproduz-se assexuadamente. Em caso de haver variação, está se deve ao ambiente, a uma mutação ou a uma mistura de clones.

Composição química da semente

A composição química das sementes apresenta a mesma variação qualitativa de componentes encontrada em outros órgãos da planta; inclui substâncias classificadas como componentes estruturais, materiais armazenados e produtos secundários. Observam-se, porém, variações quantitativas acentuadas em relação aos principais constituintes das plantas; por exemplo, as sementes possuem teores mais elevados de proteínas e de lipídios.

As sementes de gramíneas são particularmente ricas de carboidratos, enquanto as fabáceas (leguminosas) exibem variações nos teores de óleo e de carboidratos, mas geralmente apresentam teores elevados de proteínas.

A importância do conhecimento da composição química das sementes visando a sua utilização como fontes de alimentos para homens e animais ou matérias-primas de ampla aplicação industrial sob o ponto de vista fisiológico: as reservas acumuladas são responsáveis pelo fornecimento de nutrientes e energia necessários para a plena manifestação das funções vitais das sementes.

Carboidratos

Os hidratos de carbono são quantitativamente os componentes mais importantes nos cereais, formando aproximadamente 83% da matéria seca total as sementes de trigo, cevada, centeio, milho, sorgo e arroz e cerca de 79% na aveia. Entre os carboidratos, os mais importantes são o amido, que é o predominante, a celulose, a hemicelulose, as pentosanas, as dextrinas e os açúcares.

O amido é o principal hidrato de carbonos dos cereais, constituindo aproximadamente 65% da semente de trigo e79% de seu endosperma, sendo também encontrado nas sementes da leguminosas. Para o caso da soja, Yazdi-Samadi et al. (1977) verificaram que o teor do amido sofre um certo aumento durante o desenvolvimento da semente, para depois decrescer por ocasião da maturidade, fato também observado por outros pesquisadores.

A celulose é o principal constituinte das paredes celulares das sementes e forma o conjunto que se denomina fibra bruta. É um polímero da glucose, com a mesma fórmula empírica do amido, porém com uniões beta muito mais estáveis. A maior porcentagemda fibra de uma semente é encontrada no tegumento, embrião e endosperma são pobres em fibras.

A hemicelulose, um polissacarídeo não pertencente ao grupo do amido, constitui um outro importante carboidrato armazenado. È encontrada nas paredes celulares do endosperma de Palmae, tendo como exemplos palmeira jarina (*Phytelephas macrocarpa*) e a tamareira (*Phoenix dactylifera* L.), de Zygophyllacea, de muitas famílias Liliflorae e de Coffea, e dos

cotilédones de Impatiens, Lupinus e Trapaeolum. A sua presença torna duro o endosperma destas espécies. A hemicelulose é muitas vezes referida como pentosanas, todavia considerando-se o trigo, o trem hemicelulose é utilizado, geralmente, para se referir ao polissacarídeo não amido, insolúvel em água, enquanto o termo pentosana, ao solúvel em água.

Os açúcares representam, de maneira geralo, uma pequena porcentagem entre os carboidratos presentes na semente. O milho por exemplo, apresenta cerca de 2% de açúcares, sendo a maior parte destes encontrados no embrião.

As mucilagens podem ocorrer no tegumento de sementes de algumas espécies, podendo estar relacionadas com a dispersão, ou absorção de água, durante a germinação. Quimicamente são poliuronídeos, principalmente galactouronídeos, apresentando ainda vários açúcares como hexoses e pentoses, podendo haver ainda, ocasionalmente celulose. De forma semelhante podem ser encontradas outras pentohexosanas, como as gomas e pectinas, além de outros polissacarídeos não amiláceos como beta glucanas (trigo, cevada) beta glucosanas (centeio), moléculas de alto peso de glucofrutanas (trigo).

Lipídios

Os lipídos são constituintes encontrados em todas as partes das sementes, ocorrendo em maior porcentagem no embrião (cotilédones), ou no endosperma. Em algumas espécies são predominantes em outras estruturas, como o hipocótilo, na castanha do Pará (*Bertholletia excelsa*) e o megagametófito no pinus japonês. (*Pinus densiflora*), que são os tecidos de reserva nestas sementes. São geralmente representados na forma de glicerídeos (triglicerídeos) de ácido graxos, sendo predominantemente nas sementes os ácidos graxos insaturados. Os de ocorrência mais comum são os ácidos linoleicos, oleico e linolênico e, entre os ácidos graxos saturados, o palmítico e o esteárico.

As sementes contêm ainda outros tipos de lipídios, além dos glicerídeos. Existem fosfolipídios, como ácido fosfatídico, fosfatil colina (leciti-

na), fosfatidil-etanolamida, N acil-fosfafatidil, fosfatidil-glicerol, difosdatidil-glicerol e outros, sendo que para a semente de trigo, a fosfatidil-colina representa 45,4% do total de 0,4% de fosfolipídios. Outros componentes seriam os glicolipídios, como o monogalactosil-diglicerídeo, digalactosil-diglicerídeo, assim como os tocoferóis, presentes em diferentes formas (α , β , γ , Δ e análogos insaturados).

Proteínas

As proteínas são componentes básicos de toda célula viva. São polímeros de aminoácidos sintetizados biologicamente na célula e funcionam como enzima, componentes estruturais e materiais de reserva.

Observa-se que, dentre os componentes químicos da semente, as proteínas sempre se apresentam em menor proporção do que os carboidratos ou os lipídios, exceção feita a soja. O teor e a composição de proteínas (aminoácidos) varia também em função das condições do ambiente e das técnicas de cultivo que afetam o estado nutricional das plantas. Deve-se salientar, neste aspecto, a boa correlação entre a adubação nitrogenada e o teor de proteínas das sementes para uma série de culturas.

As proteínas são encontradas em todos os tecidos das sementes, apresentando-se em maiores concentrações no embrião. Nas sementes de cereais, as maiores concentrações são encontradas no embrião e na camada de aleurona do que no endosperma, pericarpo e tegumento sendo que, no endosperma, as concentrações diminuem da periferia para o centro.

Tabela 1.2. Composição química média de sementes de algumas espécies (100g). UFLA – Lavras – MG - 1998

Espécie	Água	Proteínas	Lipídeos	Carboidrat	ios	
	(%)			Total	Fibra	Cinzas
				(g)	(g)	(g)
Feijão	10.9	22.3	1.6	61.3	4.3	3.9
Branco						

Feijão vermelho	10.4	22.5	1.5	61.9	4.2	3.7
Feijão	11.2	22.3	1.5	61.2	4.4	3.8
preto						
Milho	13.8	8.9	3.9	72.2	2.0	1.2
Amendoim	5.6	26.0	47.5	18.6	2.4	2.3
Arroz (não	12.0	7.5	1.9	77.4	0.9	1.2
brunido)						
Centeio	11.0	12.1	1.7	73.4	2.0	1.8
Açafroa	5.0	19.1	59.5	12,4	-	4.0
Gergelim	5.4	18.6	49.1	21.6	6.3	5.3
Sorgo	11.0	11.0	3.3	73.0	1.7	1.7
Soja	10.0	34.1	17.7	33.5	4.9	4.7
Girassol	4.8	24.0	47.3	19.9	3.8	4.0
Trigo	12.5	12.3	1.8	71.7	2.3	1.7

Fonte: Guimarães (1999)

Tabela 1.3. Composição química de diferentes partes de sementes de milho

	Semente	Endosperma	Embrião	Pericarpo
	inteira			
Amido	74.0	87.8	9.0	7.0
Açúcar	1.8	0.8	10.4	0.5
Lipídeos	3.9	0.8	31.1	1.2
Proteína	8.2	7.2	18.9	3.8
Cinzas	1.5	0.5	11.3	1.0

Fonte: Guimarães (1999)

REFERÊNCIAS

ASKER, S.E.; JERLING, L. **Apomixis in plants.** Boca Raton: CRC, 1992. 298p.

BEWLEY, J.D; BRADFORD, K.J.; HILHORTS, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds:** Physiology of Development, Germination and Dormancy, 3 ed. Springer: New York.2013. 392p.

BURTON, G.W. Effect of environment on apomixis in bahiagrass. **Crop Science**, Madison, v. 22, p. 109-111, 1982.

CHÁVEZ-ARAUJO, J.L. **Mejoramiento de planta I**. México: Trillas: UAAAN, 1993. 136p.

CZAPIK, R. Controversy around apomixis. **ActaBiologica Cracoviensia**, Cracow, v. 42, p. 55-59, 2000.

HANNA, W.W. Use of apomixis in cultivar development. In: SAPRKS, D.L. **Advances in Agronomy 56**. New York: Academic Press, 1995. p. 333-350.

KNOX, R.B. Apomixis: seasonal and populational differences in a grass. **Science**, Washington, v.157, p. 325-326, 1967.

LEBLANC, O.; MAZZUCATO, A. Screening procedures to identify and quantify apomixis. In: SAVIDAN, Y.; CARMAN, J.G.; DRESSELHAUS, T. **The flowering of apomixis: from mechanisms to genetic engineering.** El Batan: CIMMYT, 2001. cap. 9, p. 121-136.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 405p.

NAUMOVA, T.N. Apomixis in tropical fodder crops: cytological and functional aspects. **Euphytica**, Wageningen, v. 96, p. 93-99, 1997.

PUGA, N. T.; NASS, L. L.; AZEVEDO, J. L. Glossário de biotecnologia vegetal. São Paulo: Manole, 1991. 87p.

PRATES, H.S. Poliembrionia em citros. Jaboticabal, 1977. 41p.

Monografia - UNESP, 1977.

SPILLANE, C.; STEIMER, A.; GROSSNIKLAUS, U. Apomixis in agriculture: the quest for clonal seeds. **Sexual Plant Reproduction**, Zürich, v.14, p. 179-187, 2001a.

SPILLANE, C.; VIELLE-CALZADA, J.P.; GROSSNIKLAUS, U. APO2001: a sexy apomixer in Como. **The Plant Cell**, Rockville, v.13, p. 1480-1491, 2001b.

SAVIDAN, Y. Genetics and utilization of apomixis for the improvement of guineagrass (*Panicum maximum* Jacq). In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., Lexington, 1981. Proceedings...Lexington, 1981.p. 182-184.

SAVIDAN, Y.; PERNÉS, J. Diploid-tetraploid-dihaploid cycles and the evolution of *Panicum maximum* Jacq. **Evolution**, Lawrence, v. 36, p. 596-600, 1982.

TIFFNEY, B.H. Seed size, dispersal syndromes, and the rise of angiosperms: evidence end hypothesis. **Annais of the Missouri Botanical Garden**, v.71, p.551-576, 1984.

2

MATURAÇÃO DAS SEMENTES

MATURAÇÃO DE SEMENTES

Luzia Marcia de Melo Silva Francisco de Assis Cardoso Almeida Jaime José da Silveira Barros Neto

2.1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e a maturação das sementes são aspectos importantes a serem considerados na tecnologia de produção de sementes, pois entre os fatores que determinam a qualidade das sementes estão às condições de ambiente predominantes na fase de florescimento/frutificação e a colheita na época oportuna. Portanto, o conhecimento de como se processa a maturação das sementes e dos principais fatores envolvidos é de fundamental importância para a orientação dos produtores de sementes, auxiliando no controle de qualidade, principalmente no que se refere ao planejamento e a definição da época ideal de colheita, visando qualidade e produtividade.

Em Tecnologia de Sementes, o estudo da maturação é feito com o objetivo de se determinar o ponto ideal de colheita, visando à produção e a qualidade de sementes. Harrington (1972) chama atenção para o fato de que o armazenamento, ao contrário do que comumente se acredita, não começa depois que se coloca a semente no armazém, mas desde o momento em que ela atinge a maturidade fisiológica. Dessa forma a maturação pode ser conceituada como o processo de desenvolvimento da semente, desde a fertilização do óvulo até o Ponto de Maturidade Fisiológica, momento este em que as sementes se desligam fisiologicamente da planta-mãe. O estudo do processo de maturação da semente visa determinar o momento ideal de colheita, com a finalidade de se obter sementes de qualidade.

O processo de maturação de uma semente é dividido em quatro fases, conforme demonstrado na Figura 2.1. As Fases I e II são caracterizadas pela divisão e expansão celular; na Fase III há um acúmulo de reservas (aumento da massa de matéria seca); e na Fase IV ocorre a dessecação (perda de água das sementes).



Figura 2.1. Representação das fases do desenvolvimento do embrião de leguminosas (Adaptado de MARCOS FILHO, 2005).

Para o estudo de maturação de sementes são consideradas normalmente, diferentes características de natureza física e fisiológica como tamanho da semente, teor de água, conteúdo de matéria seca, germinação e vigor.

2.2. TAMANHO DA SEMENTE

Após a fertilização, o tamanho da semente aumenta rapidamente, atingindo o máximo em curto período de tempo em relação à duração total do período de maturação. Este rápido crescimento é devido à multiplicação e ao desenvolvimento das células do embrião e do tecido de reserva. Após atingir o máximo, o tamanho vai diminuindo devido à perda de água pelas sementes e esta redução é variável com a espécie; em soja (Figura 2.2), por exemplo, é acentuada, enquanto que em milho é bem pequena.



Figura 2.2. Modificação no tamanho das sementes de soja durante a maturação fisiológica (SEED NEWS, 2013).

2.3. TEOR DE ÁGUA DAS SEMENTES

A semente, logo após ter sido formada, tem, normalmente, um alto teor de água, oscilando entre 70 e 80%. Poucos dias depois, observa-se uma pequena elevação em seu teor de água, para, em seguida, começar uma fase de lento decréscimo, a qual tem duração variável com a espécie, condições climáticas e estádio de desenvolvimento da planta, posteriormente seguida de uma fase de rápida desidratação, na maioria das vezes influenciada pelas condições climáticas.

Guimarães & Barbosa (2007) realizaram um trabalho objetivando identificar a época adequada para a colheita de sementes de *Machaerium brasiliense*, principalmente com base no teor de água e na coloração dos frutos, como subsídio à sua utilização em programas de recuperação de áreas degradadas a partir da garantia da qualidade das sementes e mudas utilizadas. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 2.3.

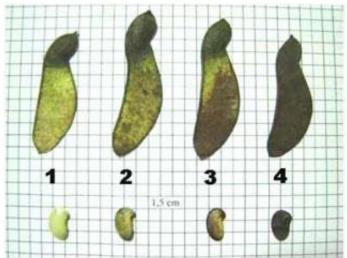


Figura 2.3. Frutos e sementes de *Machaerium brasiliense* em quatro estádios de maturação. Sendo 1 – fruto verde; 2 – fruto verde-amarronzado; 3 – verde com marrom-escuro e 4 – marrom (GUIMARÃES & BARBOSA, 2007).

É importante observar que durante a fase de intenso acúmulo de matéria seca, o teor de água da semente permanece alto, visto ser a água o veículo responsável pela translocação do material fotossintetizado da planta para a semente. Além disso, ao chega à semente o material para que seja metabolizado, é necessário que o meio, onde estão ocorrendo às reações, seja bastante aquoso. Portanto, durante esta fase é primordial que haja adequada disponibilidade de água e de nutrientes no solo para que o "enchimento" das sementes seja satisfatório.

2.4. CONTEÚDO DE MATÉRIA SECA DAS SEMENTES

Paralelamente, os produtos formados nas folhas, pela fotossíntese, são encaminhados para a semente em formação, onde são transformados e aproveitados para a formação de novas células, tecidos e como futuro material de reserva. Na realidade, o que denominamos "matéria seca" da semente são as proteínas, açúcares, lipídios e outras substâncias que são acumuladas nas sementes durante o seu desenvolvimento. Logo após a fertilização, o acúmulo de matéria seca se processa de maneira lenta, pois as divisões celulares predominam, ou seja, está ocorrendo um aumento expressivo no número de células. Em seguida, verifica-se um aumento contínuo e rápido na matéria seca acompanhada por um aumento na germinação e no vigor, até atingir o máximo. Desse modo, pode-se afirmar que, em geral, a semente deve atingir a sua máxima qualidade fisiológica quando o conteúdo de matéria seca for máximo.

Muitos estudos feitos com maturação de sementes de diversas espécies apontam o ponto de máximo conteúdo de matéria seca como o melhor e mais seguro indicativo de que as sementes atingiram a maturidade fisiológica.

2.5. GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Esta característica é de difícil avaliação, uma vez que o fenômeno da dormência pode interferir acentuadamente nos resultados do teste de germinação, que é a única maneira de avaliá-la. O processo germinativo se inicia com a absorção de água por embebição, porém, há necessidade de que a semente alcance um nível de hidratação que permita a reativação dos seus processos metabólicos para o estabelecimento das plântulas (GUEDES etal., 2011). Para a obtenção de resultados confiáveis e comparáveis dos testes de germinação, é necessário a utilização de condições padrões, indicadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Isso significa que as condições sob as quais são realizados esses testes são controladas de forma a atenderem os requisitos ambientais ideais à germinação das sementes de cada espécie.

2.6. VIGOR DAS SEMENTES

O vigor de uma semente, durante a maturação, é uma característica

que acompanha, de maneira geral, o acúmulo de matéria seca. Assim, uma semente atingiria seu máximo vigor quando se apresentasse com o seu máximo peso de matéria seca, podendo, é claro, haver defasagens entre as curvas, em função da espécie e condições ambientais. Desse ponto em diante, a evolução dessa característica se faz de maneira semelhante a da germinação, isto é, tenderia a se manter no mesmo nível, ou decresceria, na dependência de fatores ambientais, da maneira e momento da colheita, conforme ilustrado na Figura 2.4. Os testes de vigor são capazes de detectar, com maior precisão, os avanços da deterioração das sementes, permitindo diferenciar lotes de poder germinativo semelhantes (MENDONÇA et al., 2008).

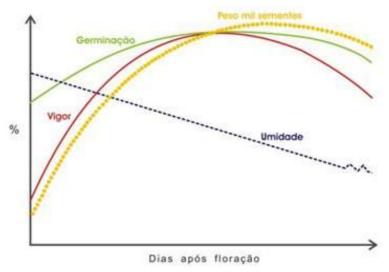


Figura 2.4. Modificações na germinação, vigor e massa de mil sementes durante o processo de maturação (SEED NEWS, 2013).

2.7. ANÁLISE DAS MODIFICAÇÕES

O acompanhamento do desenvolvimento das sementes é feito com base nas modificações que ocorrem em algumas características físicas e fisiológicas, como tamanho, teor de água, conteúdo de matéria seca acumulada, germinação e vigor. As principais alterações no processo de desenvolvimento da semente estão apresentadas na Figura 2.5.

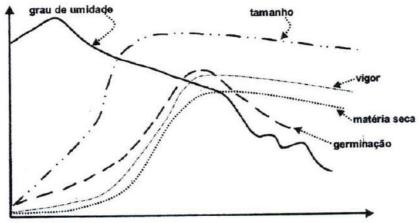


Figura 2.5. Modificações em algumas características da semente durante o processo de maturação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Quando examinadas em conjunto as características físicas e fisiológicas da maturação, observa-se aparentemente que, germinação, vigor e conteúdo de matéria seca chegam a um ponto máximo, aproximadamente ao mesmo tempo. Analisando a curva do teor de água, verifica-se que, no momento em que o peso da matéria seca, germinação e vigor atingem o máximo, coincide com, ou está muito próximo do ponto em que o teor de água começa a decrescer rapidamente.

Para que essa relação fique mais clara, é necessário que se discuta um pouco mais o comportamento do teor de água e suas relações, durante a maturação. Assim, a partir da maturidade fisiológica, o teor de água decresce rapidamente até um ponto em que começa a oscilar de acordo com a umidade relativa do ar, o que indica que a partir daí a planta mãe não exerce mais influência sobre o teor de água das sementes. No entanto, é importante que as condições de ambiente permitam esta rápida desidratação das sementes. A ocorrência de chuvas prolongadas e alta umidade relativa do ar nesta ocasião retardarão o processo de secagem natural, comprometendo a qualidade das sementes, que estarão sujeitas à deterioração no campo. Sementes de soja, que apresentam 50-55% de

umidade na maturidade fisiológica, em condições ambientais favoráveis, terão seu teor de água reduzido para 15-18% em uma semana.

Estas variações no teor de água no final da maturação são típicas de sementes de frutos que quando maduros apresentam-se desidratados, como ocorre com soja, feijão, milho, trigo, arroz e outros cereais. Sementes contidas em frutos carnosos geralmente não passam pela fase de rápida desidratação, nem sofrem grandes oscilações no seu teor de água em função da umidade relativa do ar. Neste caso, elas se mantêm com alto teor de água "protegidas" dentro do fruto. É importante ressaltar que, em condições de campo, a evolução de cada uma destas características não é fácil de ser monitorada e a fixação de uma data ou época para a ocorrência da maturidade fisiológica em função de eventos como semeadura, florescimento e frutificação pode apresentar diferenças para uma mesma espécie e cultivar em função das condições de clima, estado nutricional das plantas, dentre outros fatores. Portanto, torna-se interessante conhecer outros parâmetros que permitam detectar a maturidade fisiológica, correlacionando-a com características morfológicas da planta, dos frutos e/ou sementes

2.8. MATURIDADE E COLHEITA

A maturidade fisiológica fica caracterizada como aquele ponto após o qual a semente não recebe mais nutrientes da planta mãe, cessando a conexão planta-semente. A partir daí, a semente permanece ligada à planta apenas fisicamente. É preciso ressaltar os cuidados com a semente neste ponto, visto que o conteúdo de reservas é máximo e o teor de água ainda é muito alto (variando de 30 a 50%, dependendo da espécie). Sementes de soja apresentam cerca de 50 a 55% de teor de água nesta fase, enquanto as de milho de 35 a 40%. Assim, as reservas acumuladas podem ser consumidas pela respiração intensa da semente com elevado teor de água.

Por exemplo, para milho, uma característica que pode estar correlacionada à maturidade fisiológica é o desaparecimento de "linha de leite" (Figura 2.6). Outra característica de fácil identificação em campo é a formação de uma camada de cor negra na região de inserção da semente no

sabugo. Esta camada escura nada mais é do que uma cicatriz desenvolvida a partir da paralisação do fluxo de nutrientes da planta para a semente. Em outras gramíneas, como o trigo, aveia e arroz, a maturidade pode estar relacionada com mudanças da coloração verde para amarelada nas glumas e no pedicelo (pedúnculo que une a semente ao fruto).

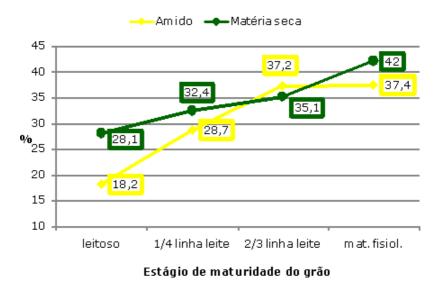


Figura 2.6. Influência do estágio de maturidade do grão no teor de matéria seca e de amido na planta de milho (BALet al., 1997).

Partindo das condições anteriores, fica evidente que o momento da colheita deveria ser aquele em que a semente atingiu a maturidade fisiológica, uma vez que, após esse ponto, o único fato significativo que ocorre na vida da semente é sua rápida desidratação. Evidentemente que, se a colheita for realizada nessa fase acarretará uma série de problemas, uma vez que a planta se encontra com uma quantidade relativamente significativa de folhas, ramos verdes e úmidos, dificultando a ação da colhedeira. Outro problema seria o resultante da injúria mecânica, uma vez que a semente fica susceptível ao amassamento, tornando a situação mais agravante do que a "quebra", por não ser visível e nem modificar as características físicas das sementes, o que impossibilita sua eliminação durante o beneficiamento. Outro sério problema é que, se o alto teor de água com que as sementes forem colhidas não for reduzido rapidamente, isso poderá, em

sementes ortodoxas, em um período de tempo extremamente curto (2 a 3 dias), provocar um drástico processo de deterioração, inutilizando as sementes para semeadura. Uma forma de amenizar os problemas mencionados anteriormente seria a utilização de secadores artificiais para se conseguir uma secagem eficiente e rápida.

Para que a colheita seja efetuada no momento correto é necessário que se determine, com precisão, o estádio de maturação do fruto, lançando mão dos índices de maturação, pois a determinação da fase de maturação com base apenas na aparência do fruto pode ser subjetiva, sujeita a muita variação e, consequentemente, a uma grande margem de erro. Esses índices compreendem medidas físicas e químicas que sofrem mudanças perceptíveis ao longo da maturação do fruto, devendo assegurar a obtenção de frutos de boa qualidade no que se refere às características sensoriais, além de um comportamento adequado durante o armazenamento (KLUGEet al., 2002).

REFERÊNCIAS

BAL, M. A., COORS, J. G., SHAVER, R. D. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 2497-2503, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009, 398 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GALINDO, E. A.; BARROZO, L. M. Estresse salino e temperaturas na germinação e vigor de sementes de Chorisiaglaziovii O. Kuntze. *Revista Brasileira de Sementes*, v.33, n.2, p.279-288, 2011.

GUIMARÃES, D.M. e BARBOSA, J.M. Coloração dos Frutos como Índice de Maturação para Sementes de *Machaerium brasiliense* Vogel (Leguminosae – Fabaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.2, p.567-569, 2007.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; BILHALVA, A.B. Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado. 2.ed. Pelotas: UFPel, 2002. 163p.

HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity.In: Kolowski, T. Ed. **Seed biology**. New York, Academic Press, 1972. p.145-245.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 496p.

MENDONÇA, E. A. F.; AZEVEDO, S. C.; GUIMARÃES, S. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Teste de vigor em sementes de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.01-09, 2008.

SEED NEWS, 2013. Disponível em: http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/consultas/index.php?edicao=78. Acesso: 24/09/2013.

3

Água na semente: importância para a tecnologia de armazenagem

ÁGUA NA SEMENTE: IMPORTÂNCIA PARA A TECNOLOGIA DE ARMAZENAGEM

Francisco de Assis Cardoso Almeida Vicente de Paula Queiroga Bruno Adelino de Melo

3.1 INTRODUÇÃO

A manutenção da qualidade da semente ao longo do período de armazenamento está relacionada com o teor de água e a temperatura da massa de sementes, logo nenhuma discussão a respeito do comportamento das sementes no armazém, poderá ser feito sem referenciar o seu teor de água e temperatura.

A tentativa de identificar a quantidade de água presente nas sementes tem sido efetuada, por vários estudiosos, com a utilização da expressão teor de água que representa a proporção de uma substância em um todo. Na presente situação a substância em questão é a água e não a umidade. Desta forma, a proporção da substância água, em uma estrutura como a das sementes, definida por teor de água, pode ser expressa pelo grau de umidade (cada um dos pontos ou estágios sucessivos de uma progressão) permitindo o estabelecimento de comparações entre o comportamento de sementes que contenham diferentes quantidades de água.

O estudo dos aspectos envolvidos na formação das sementes constitui-se uma importante fonte de informações úteis em várias tomadas de decisões durante o processo de sua produção, como por exemplo: colheita, secagem, análises, armazenamento e comercialização e, ser expresso em porcentagem ou alguma outra relação proporcional conveniente como g/g ou g/kg.

A comercialização de uma colheita com alto teor de água pode trazer perda financeira ao produtor, em razão do baixo preço, motivado pelo excesso de umidade e gastos com a secagem. O transporte do produto

úmido representa também um custo relevante para a atividade com pouca margem de lucro, como é o caso da produção de sementes.

A manutenção da qualidade da semente durante o período em que a mesma permanece no armazém, está estritamente relacionada com seu *teorde água* e a temperatura da massa de semente, logo, nenhuma discussão a respeito do comportamento das sementes no armazém, poderá ser feito sem referenciar o seu teor de água e temperatura.

O teor de água se refere à quantidade de água mantida pela semente, expresso como a massa de água por unidade de massa total de semente (base úmida) ou a massa de água por unidade de massa de matéria seca (base seca) conforme as expressões Eq.1 e Eq.2.

$$U_{bu} = \frac{\text{massa de água}}{\text{massa total de sementes}} = \frac{m_{H20}}{m_T} = \frac{m_{H20}}{m_{a+M\pi}}$$
 Eq.1

Em que:

Ubu = Umidade em base úmida

U_{bs} = Umidade em base seca

m_{H2O} = massa de água

 $m_T = massa total$

ma+ms = massa de água mais massa de matéra seca

m_{Ms} = massa da matéria seca

$$U_{bs} = \frac{{
m massa~da~água}}{{
m massa~da~mat\'eria~seca}} = \frac{m_{H20}}{m_{Ms}}$$
 Eq.2

No comércio e na indústria, a expressão em base úmida é a tradicionalmente usada, enquanto em ciência pura é usada a expressão em base seca.

Para entender o papel da água contida na semente nos processos relacionados com as práticas de pós-colheita, é necessário compreender os mecanismos pelos quais a água se encontra mantida pelos constituintes da semente, pois, somente, assim é possível, compreender os diversos aspectos práticos da relação entre a água contida na semente e os processos da pós-colheita.

a) Teor de água

As sementes, conforme referenciado, são constituídas de água e matéria seca, sendo que nesta se encontra os carboidratos, as proteínas, os óleos, as cinzas e as vitaminas. O teor de água se refere à quantidade de água mantida pela semente, sendo esta função da umidade relativa do ar e da temperatura do ambiente. Em outras palavras, há uma dada temperatura e umidade atmosférica, o teor de água das sementes se mantém a um nível que não é possível reduzi-lo por meios naturais. Este nível diminui ligeiramente, quando aumenta a temperatura do ar, sendo a umidade do mesmo o fator mais decisivo.

A umidade relativa do ar não é um fator constante, isto é, experimenta variações dia após dia e hora após hora. No entanto, o teor de água das sementes, varia muito mais lentamente que o teor de água do ar atmosférico, e muito mais quando está armazenada, já que tende a manter um equilíbrio com a média de umidade relativa do dia, mais que com os valores de umidade momentânea.

Tipos de água

Para entender o papel da água contida nas sementes, quanto aos aspectos e processos relacionados com as práticas depois da colheita, é preciso compreender os mecanismos que permite que a água fique presa aos constituintes da semente.

Esta água encontra-se de diversas formas incorporadas às sementes, todavia para o estudo da secagem, pode-se separar a água contida na semente em quatro categorias, conforme se descreve a continuação, e pode ser observada sua representação na Figura 3.1.

Água de constituição

É a água que se encontra no interior das células que compõe a semente, e constitui-se de uma camada monomolecular presa ao grupo

hidroxila (OH). A água está presente nas moléculas das sementes, e se encontra quimicamente unida formando parte integral das moléculas que constituem as substâncias de reserva ou entram na formação de alguns órgãos da semente. Este tipo de água, somente poderá ser removido da semente sobre rigorosas condições de temperatura e de tempo, como as empregadas para a determinação do teor de água em estufas.

Água adsorvida

É a água representada por uma camada polimolecular que se fixa abaixo da camada molecular procedente. Essas camadas estão presas à matéria que constitui a semente por meio de ligações eletromagnética, e constitui em água *pseudo ligada*, não solvente, sem papel biológico e fortemente adsorvida.

Água líquida sobre tensão osmótica

Trata-se da água solvente que detém distintas substâncias nas células do material biológico. Apresenta-se pouco adsorvida, exerce papel biológico, e pode permitir as reações químicas, bem como o desenvolvimento de fungos.

Água absorvida – impregnada ou livre

É a água que se encontra mais associada com a matéria absorvente, existindo aqui uma inter-relação entre as moléculas da semente e as substâncias que constituem a semente, de tal forma, que as propriedades de uma influem nas propriedades das outras, e são mantidas mecanicamente pelas paredes celulares. As moléculas de substâncias adsorvedora não são afetadas, somente agem como estrutura e suporte. A presença de água livre na semente, torna-a susceptível ao ataque de fungos e a ocorrência de reações químicas.

A água não adsorvida compreende conteúdos entre 0 e aproxima-

damente 27%. De 0 a 5% a água se encontra como uma só camada de moléculas em torno das partículas coloidais, tratando-se de uma união muito forte (água de constituição), difícil de ser removida. Entre 5 e 13%, a água se encontra em camadas polimoleculares, ou seja, uma camada que resulta da decomposição de moléculas de água sobre moléculas de água (água absorvida). Acima de 13% até 27% (água osmótica) a água que se prende a semente e se apresenta na forma líquida sobre tensão osmótica, e por cima de 27% se tem a água livre (ALMEIDA et al., 2006).

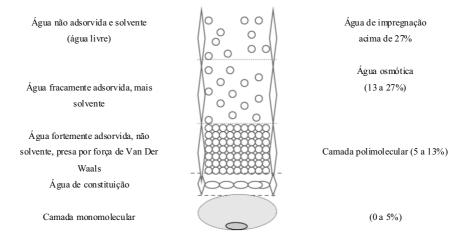


Figura 3.1. Representação dos tipos de água presentes na semente.

A presença da água na semente, nas fases mencionadas, torna difícil a determinação com exatidão da proporção em que cada uma delas está representada no conteúdo total de água. No entanto, é importante saber que essas inter-relações entre as duas substâncias – água e macromoléculas do sistema coloidal – recebe o nome geral de sorção, e resulta tanto da adsorção (entrada) como da dessorção (saída) da água na semente.

É importante ressaltar que para compreender o teor de água na semente, basta considerar 2000 toneladas de sementes armazenadas com teor de água de 10%, dito volume de semente tem retido 200 toneladas de água.

A água no processo de secagem e armazenagem

As diferentes formas com que a água se apresenta na semente podem causar dúvidas quanto à determinação correta do teor de água, ou seja, quanto à eficiência dos métodos empregados para avaliar a presença das diferentes formas de água nas sementes. Todavia, o importante quando se busca conhecer o teor de água de um lote de semente, não se trata de conhecer a presença desta ou daquela forma de água, mas que os resultados sejam repetidos em outras determinações com as sementes do mesmo lote (amostras).

Quanto a secagem das sementes pode se processar mais rápida ou mais lenta, dependendo da madureza das sementes. Por exemplo, a secagem de soja nas mesmas condições do milho, se processa mais rápida, todavia, mais que a do arroz, submetido às mesmas condições. Isto se deve a constituição distinta e a natureza biológica, que tem cada uma destas sementes, e que varia com o teor de água inicial, com a localização da maior parte da água a ser removida (interna ou externa) e com o avanço da frente de secagem interna da semente.

Quando se trata de secagem, o avanço da umidade se processa de dentro para fora. Entretanto, as sementes pode ter movimento de água de fora para dentro, quando o processo for de umedecimento (adsorção) e de dentro para fora quando diante do processo de secagem (dessorção), o que depende da pressão do vapor de água em um ou outro sentido (Figura 3.2).

O processo de sorção (perda e ganho de água) ocorre porque as sementes têm estruturas porosas que permitem realizar o fenômeno da difusão do ar através da massa. Porém, este se processa lentamente e por si só, não é capaz de eliminar qualquer excesso de umidade ou de temperatura da massa de semente, quando esta se encontra sob boas condições de armazenamento.

Ar ambiente

T °C

UR_{ar}

umidificação

(ads orção)

Figura 3.2. – Perda e ganho espontâneo de água pela semente.

Composição química

A constituição genética e os fatores climáticos, edáficos e bióticos (meio ecológico) são os responsáveis pela constituição química das sementes, aumentando ou diminuindo a quantidade de certos compostos.

Quanto à constituição química, não é fácil fazer generalizações, porém, as gramíneas apresentam sempre uma elevada porcentagem de carboidratos e as leguminosas um elevado conteúdo de proteínas. No entanto, as sementes com elevado conteúdo de gorduras, também apresenta elevada porcentagem de proteínas (Tabela 3.1).

Tabela 3.1. Composição química de sementes de espécies cultivadas.

	Porcentagem em peso seco das sementes			
Espécies	Carboidratos	Lipídios	Proteínas	
Soja (Glycine max)	34	18	34	
Amendoim ¹ (Arachis hypogea)	12	48	30	
Aveia (Avena fátua)	77	5	13	
Trigo (Triticun aestivun)	82	2	14	
Ervilha (Pisum sativum)	62	2	23	
Feijão (Phaseolus vulgaris)	60	2	23	

Adaptado de Kigel, J., Galili, 1995. Seed development and germination. Marcel Dekker: Madison Avenue, New York. P. 792.; ¹ Incluído pelo autor: condições de Brasil

Em climas tropicais não é recomendado a armazenagem de sementes com teor de água acima de 12 a 13%, devido a teor umidade maior que o referenciado, causar problemas de conservação. Isto se deve ao processo de oxidação dos compostos das sementes que em contato com o oxigênio (O_2) do ar libera gás carbônico (CO_2) . Estas reações oxidam os carboidratos e os óleos, produzindo gás carbônico (CO_2) , água (H_2O) , e como resultado libera calor, que pela própria característica porosa da semente, facilita o processo. Desta forma, maior umidade, ademais dos problemas destacados, favorece a germinação, e dar-se um processo gradual de consumo de proteínas.

A pesquisa tem demonstrado que a umidade na semente armazenada se incrementa com rapidez, quando a umidade relativa do ar é superior a 75%, isto explica porque nos climas secos a umidade relativa do ar tem efeito muito reduzido sobre o teor de água da semente.

Quando o teor de água da semente aumenta, também aumenta a temperatura e os insetos, fungos e bactérias presentes dentro e fora da semente, desenvolvem-se rapidamente, porque as condições lhes são favoráveis. É essencial que se utilizem todas as medidas necessárias para manter baixo teor de água nas sementes, e assegurar assim sua conservação no armazém. Desta forma, é compreensível porque se deve manter as sementes em mínima atividade respiratória e fungíca, mediante a redução da umidade e temperatura.

Temperatura

A temperatura, apesar de não ser a primeira dificuldade, também exerce grande influência na conservação das sementes armazenadas. Em temperaturas elevadas o sistema enzimático da semente é ativado, acelerando o processo de respiração, permitindo uma maior atividade de insetos e microorganismos. Esta é a razão pela qual as sementes em climas frios podem ser mantidas em armazéns com maior segurança com conteúdos de umidade de 1 a 1,5% mais elevado do que em clima quente.

Por outro lado, as sementes têm uma baixa condutividade térmica, sendo esta à causa do acúmulo de calor engendrado nelas e também por que as flutuações da temperatura exterior, não se transmite facilmente ao interior das grandes massas de sementes armazenadas. Ademais, cada semente tem sua característica e uma determinada condutividade térmica, isto é, certa velocidade com a qual o calor passa das zonas quentes até as mais frias na massa de semente, sendo diferente e específica para os diversos tipos de sementes.

Deste modo, as elevações da temperatura das sementes armazenadas acima da que tinham no iniciam do período de armazenamento é um sinal de deterioração. Também, têm-se demonstrado, que devido a débil condutividade térmica das sementes, o aumento da temperatura em um lote delas, se deve a respiração da própria semente ou a que dela se desenvolveram insetos, fungos ou bactérias.

Uma demonstração típica de migração de umidade de calor com foco no centro do silo pode ser apreciada na Figura 3.3. Em que se tem a

origem do problema, onde o movimento do ar quente se processa do centro do silo, por convecção, de baixo para cima. Por esse motivo, com o decorrer do tempo, o foco se desloca, e irá se concentrar na parte superior da massa de semente. O ar quente que sai da massa de semente, ao encontrar o teto do silo frio, se esfria e chega a se precipitar em gotas, condensa parte de sua umidade, que se precipita sobre a camada superior da massa de semente. O próprio ar existente entre as sementes e o teto, a noite se resfria, e pode condensar parte da umidade gotejando sobre as sementes.

Para dar solução a este problema, tem-se empregado a ventilação com o ar ambiente, em condições adequadas de umidade, e temperatura para remover os focos de calor e acabar com a umidade na superfície da massa de semente.

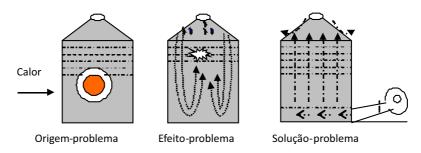


Figura 3.3. Origem, efeito e solução de foco de calor presente na massa de sementes armazenadas

Verificando as diferenças entre a temperatura do produto e a temperatura do ar exterior, observa-se uma comunicação da semente, mediante as paredes do armazém ou silo, sobretudo, se este é de metal (Figura 3.4). Nas estações frias, principalmente no inverno, a temperatura baixa resfria o ar intergranular e as próprias sementes que se encontram nas primeiras camadas junto às paredes do silo, em que o ar se encontra mais quentes, apresentam um movimento contínuo, conforme se indica na figura. O ar interior junto às paredes externas do silo se esfria, sua umidade relativa aumenta, e como resultado, acende ligeiramente o conteúdo local de umidade na massa de semente armazenada.

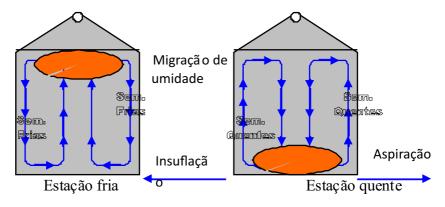


Figura 3.4.— Deterioração de sementes ocasionadas por diferença de temperatura, movimento de umidade e desenvolvimento localizado de fungos e insetos.

O incremento da umidade do ar ou uma nova redução da temperatura ocasiona uma condensação de vapor de água sobre a semente. Por este motivo, umidade e excesso de calor, vão se depositando na parte superior da massa de semente.

Nas estações quentes, principalmente no verão, o fenômeno se processa no sentido contrário, o ar quente do ambiente externo aquece o ar e as sementes junto às paredes do silo, gerando um movimento de ar descendente. Em seu devido tempo, o teor de água que se encontra no fundo do silo ou recipiente aumenta deteriorando a semente, como indicado na Figura 3.4.

A condensação é maior quando se trata de silo metálico. Nas zonas tropicais, mais notadamente naquelas em que o céu está despejado durante o dia e a noite, esta condensação faz com que as paredes e o teto dos silos adquiram altas temperaturas, que se transmite ao interior, e originam um desprendimento de umidade, desde o produto até o espaço aéreo circumambiente. Durante a noite, a radiação emitida pelo silo traz consigo um abaixamento muito rápido da temperatura das paredes e do teto, com o qual o vapor de água existente no espaço aéreo interior, se condensa sobre as superfícies inferiores do silo.

O encontro de sementes muito úmidas e zonas com água na superfície do produto são sinais de que houve condensação. A própria

semente pode oferecer uma superfície de condensação, se a sua temperatura chegar a ser menor que a do ponto de condensação do ar.

Para prevenir e corrigir estes problemas deve-se dotar as unidades armazenadoras com sistemas de termometria, que detectam a tendência do aquecimento e do movimento do ar intergranular, e permite acionar o sistema de aeração, revolvendo o foco de aquecimento no primeiro momento do seu aparecimento.

Desta forma, conhecendo a umidade de armazenamento, depositando a semente uniformemente seca no silo e mantendo a temperatura uniforme, os danos causados pela condensação e pelo desprendimento de umidade serão mínimos.

Colheita

A época e os métodos de se realizar a colheita execrem influência quanto à deterioração das sementes durante os processos de manipulação e sua permanência no armazém. A primeira por tratar-se da maturidade da semente, e também com relação às condições climáticas.

A colheita antes da maturação se traduz em menor rendimento e maior proporção de sementes imaturas, susceptíveis a deterioração mais rápida do que as que estão em maturação, devido às enzimas que contém não se encontrarem em estado de latência. Por outro lado, o produto no campo exposto ao período alternativo de umedecimento e secagem (sol durante o dia e frio a noite), conduz a uma maior proporção de sementes deterioradas.

A injúria mecânica é consequência, muitas vezes, da mecanização das atividades agrícolas, sendo um problema praticamente inevitável. Entretanto, o conhecimento de como ela se processa e os fatores que interferem na sua intensidade podem facilitar o seu controle.

Cálculo do teor de água nas sementes

Inicialmente é importante saber que às vezes se faz necessário obter

certa quantidade de sementes com um determinado teor de água, quando somente se dispõe de dois lotes de sementes, e estes têm conteúdo de umidade diferentes entre si do que se deseja. Em tal caso, a mistura das amostras de igual peso de sementes dos diferentes lotes para que tenha um teor de água desejado e uniforme, pode ser obtido mediante a fórmula abaixo.

$$P = \frac{p(X - Xm)}{Xm - X_a}$$

Em que:

P = peso da semente seca com teor de água que se deseja,

p = peso da semente úmida,

X = teor de água da semente úmida, %,

Xa = teor de água da semente seca, %,

Xm= teor de água da mistura desejada, %.

Para o cálculo das mudanças do teor de água na semente, leva-se em conta que a matéria seca é invariável durante os processos de secagem e umedecimento.

A umidade contida na semente é expressa em porcentagem (%), essa referência pode ser feita em base úmida (b.u.). Expressão que se utiliza geralmente como norma legal no conhecimento internacional de semente. A porcentagem em água do peso total da semente inclui o peso da matéria seca e a umidade (semente formada de água e matéria seca), conforme se apresenta na Figura 3.5 abaixo.

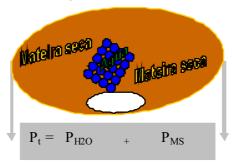


Figura 3.5. Percentual de água contida na semente

Em que:

 $P_t = peso total da semente,$

 P_{H2O} = peso da água na semente,

P_{MS}= peso da matéria seca na semente

Desta forma se obtém o teor de água mediante a relação existente entre o peso da água (massa), dividido pelo peso total (massa) da semente.

$$\%X_{bu} = \frac{P_{H2O}}{P_{T}} \times 100$$
 $\frac{P_{H2O}}{P_{H2O} + P_{MS}} \times 100$

Em que:

 $\%~X_{\mbox{\tiny bu}}$ = teor de água em base úmida e as outras variáveis com a mesma representação anterior.

No mercado de venda, compra e movimento do produto, o preço da semente varia, entre outros fatores, em função do teor de água da mesma, expresso em base úmida, além de ser utilizada nos processos de secagem e armazenamento.

Algumas vezes, o teor de água se expressa em porcentagem da amostra seca. Esta forma se emprega, principalmente, em trabalhos de pesquisas e equações relacionadas ao estudo da secagem. A água contida na semente referente à base seca, expressa a relação existente entre a massa de água (peso) dividida pela massa seca (peso).

$$\%X_{bs} = \frac{P_{H2O}}{P_{MS}} \times 100$$

Quanto ao teor de água na base seca, tem sido utilizado com maior frequência em trabalhos relacionados à química e a biologia de sistemas pouco hidratados, como por exemplo, nos dirigidos ao estudo da tolerância das sementes à dessecação.

Em pesquisas com a utilização de técnicas de ressonância magnética nuclear, Priestley (1986) destacou que as sementes submetidas à secagem em estufa a 105° C, ainda podem reter 1% a 2,5% de seu peso em

água, o que geralmente acarreta distorções quando se comparam resultados baseados em diferentes procedimentos para a avaliação do grau de umidade. Essa situação é verificada, principalmente, porque a água não está uniformemente distribuída nos tecidos da semente, sendo o eixo embrionário geralmente mais úmido que o tecido de reserva. Esse é um dos motivos que determinam o crescente interesse pela obtenção de informações sobre o estado de energia da água, que fornece subsídios mais precisos em relação aos proporcionados pelo conhecimento do teor de água.

É importante para o técnico estudioso do tema, saber se o teor de água é uma porcentagem do peso *úmido* ou do peso *seco*. Isto se faz especificando a base em que foram feitas as determinações. Em algumas ocasiões, se faz necessário expressar o teor de água em ambos os sistemas.

Exemplos:

1. Determinar a teor de água de um lote de semente, conhecendo os elementos que se apresentam, obtidos em base úmida.

$$\begin{split} P_{H2O} &= 25 \mathrm{g} & P_t = P_{H2O} + P_{MS} \\ P_{MS} &= 65 \mathrm{g} \\ \% X_{bu} &= ? \end{split} \qquad P_t = 25 g + 65 g \Rightarrow P_t = 90 g \\ \% X_{bu} &= \frac{P_{H2O}}{P_t} x 100 \Rightarrow \% X_{bu} = \frac{25 g}{90 g} = 27,8 \end{split}$$

1.1. Calcular a porcentagem de água da semente na mesma amostra em base seca.

$$\%X_{bs} = \frac{P_{H2O}}{P_{MS}} \times 100 \Rightarrow \%X_{bs} = \frac{25g}{65g} \times 100 = 38,4$$

Mediante os resultados apresentados nos exemplos, se comprova que o teor de água em *base úmida* sempre é menor que o obtido em *base seca*, o que exige fazer menção da porcentagem da água existente com referência ao processo utilizado, *base úmida* ou *base seca* para evitar possíveis erros e olocancia prejuízos. Na falta de indicação da base, os dados são sempre interpretados como obtidos em *base úmida*.

Cálculo da perda de peso

O teor de água em *base úmida* não representa uma expressão linear do conteúdo de água nos tecidos, porque a massa da matéria úmida aparece tanto no numerador como no denominador da expressão ${}^{W_{A_{bc}}} = \frac{P_{H2O}}{P_{H2O}} X^{100}$, de modo que os decréscimos dos valores desse parâmetro para monitorar a perda de água, não refletem a extensão precisa da desidratação. Na verdade as alterações do teor de água (b.u.) durante a dessecação, relacionam-se às modificações da recíproca massa da matéria úmida (SUN, 2002). Isto se observa ao examinar 1000 gramas de sementes com 20% de água, a massa de matéria seca é 800 gramas, mas se o teor de água for reduzido para 10%, a massa de matéria úmida não permanecerá constante como ocorre com a massa da matéria seca. Desta maneira, a perda de peso depois da secagem, resulta em água perdida no processo e da diferença entre o peso tomado antes e depois da secagem.

Para facilitar o cálculo da diferença de peso em função da diminuição do teor de água causado pela operação de secagem, se emprega fórmulas internacionalmente conhecidas, devido à facilidade de suas aplicações e a exatidão dos resultados obtidos.

$$P_f = P_i (\frac{100 - X_i}{100 - X_f})$$

Em que:

 $P_f=\tilde{\mathbf{l}}$ $\tilde{\mathbf{N}}\tilde{\mathbf{O}}$ final da quantidade de sementes, Kg,

 P_i t ś le inicial da quantidade de sementes, Kg,

 X_i = Teor de água inicial das sementes, %,

 X_f Teor de água final das sementes, %.

Exemplo

Calcular o peso final de uma massa de sementes com peso inicial igual a uma tonelada, conhecendo o teor de água inicial $(X_i = 25\%)$ e final $(X_f = 12\%)$ desejado.

$$P_f = 1000 \left(\frac{100 - 25}{100 - 12} \right) \Rightarrow P_f = \frac{75}{88} = 852,27 \text{Kg}$$

O teor de água(X, em %) depois da secagem (quebra de secagem) pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$PX = 100(\frac{Xi - X_{fi}}{100 - X_{f}})$$

Em que:

PX = perda do teor de água, %,

X_i = teor de água inicial, %,

X_f = teor de água final, %.

Exemplos:

 a) Calcular qual será o percentual de água removido de uma massa de sementes de feijão colhida com um teor de água inicial de 27%, e seca até 12%.

$$\%X = ?$$

$$X_i = 27\% \qquad X = 100(\frac{27 - 12}{100 - 12}) \Rightarrow X = 100(\frac{15}{88}) = 17,04\%$$

$$X_f = \hat{\mathsf{C}}\check{\mathsf{C}}\check{\mathsf{A}}$$

b) Supondo o recebimento de uma partida de 30.000 kg de sementes de feijão com 20% de água, quando o teor de água máximo recomendado para o armazenamento é de 14%. Pergunta-se: qual será a perda de peso do produto ao sofrer o processo de secagem para redução do teor de água de 20% para 14%.

PX = ?

$$X_i = 20\%$$
 $PX = 100(\frac{20-14}{100-14}) \Rightarrow PX = 100(\frac{6}{86}) = 6,98\Box$

$$X_f = \hat{C} \zeta \tilde{A}$$

Este resultado indica que a partida de semente de feijão com perda de 6,98%, equivale a uma redução de 2093 kg de sementes.

O conhecimento do volume da quantidade de água retirada do produto pode ser obtido diretamente por meio da fórmula que segue a continuação:

$$AR^* = Q(\frac{X_i - X_f}{100 - X_f})$$

Em que:

=*ARágua retirada no volume de sementes (Grau de umidade, %),

=Qquantidade de sementes,

=iXteor de água inicial da semente, %,

= £Xteor de água final da semente, %.

No caso do exemplo anterior tem-se:

$$Q = 30000$$
 $X_i = \check{C}\check{C}\check{A}$ $X_f = 14\%$
$$AR^* = 30000 \ (\frac{20 - 14}{100 - 14}) \Rightarrow 30000 \ (\frac{6}{86}) = 2093 \ Kg$$

Interconveção da porcentagem de água na base úmida para a base seca

Empregar a base úmida (b.u.) no cálculo do teor de água da semente pode levar à erros devido as mudanças em peso porque passa a semente durante o processo de secagem, decorrente da ação do efeito da temperatura empregada para evaporar a água por não ser diretamente proporcionais as perdas de água. Isto significa dizer, que ao se submeter à semente ao processo de secagem, esta pode perder não somente água, mas também outros componentes. Desta forma, quando se emprega no cálculo da porcentagem de água o peso final da amostra (matéria seca), utiliza-se um dado mais real, sendo esta uma das razões porque a base seca é bastante empregada nos trabalhos de pesquisa científica.

Fórmulas de interconveção

$$X_{bu} = \frac{X_{bs}}{100 + X_{bs}} x100$$

Em que:

 X_{bu} = teor de água em base úmida, %,

 X_{hs} teor de água em base seca, %.

Exemplo

A umidade de um lote de sementes obtido na base seca é de 17,50%. Qual será a umidade do mesmo em base úmida?

$$X_{bu} = \frac{X_{bs}}{100 + X_{bs}} \times 100 \Rightarrow X_{bu} = \frac{17,50}{100 + 17,50} = 14,89\%$$

No caso de ser conhecida a umidade na base úmida, e se desejar obter o valor na base seca, empregam-se a expressão abaixo para fazer a transformação.

$$X_{bs} = \frac{X_{bu}}{100 - X_{bu}} x 100$$

Utilizando-se o resultado do exemplo anterior, expressar o teor de água em base seca.=*buX*14,89%

$$X_{bs} = \frac{X_{bu}}{100 - X_{bu}} \times 100 \Rightarrow X_{bs} = \frac{14,89}{100 - 14,89} = 17,50\%$$

De acordo com os exemplos apresentados, torna-se indispensável referenciar a base em que foi obtido o valor da umidade, salvo em casos comerciais, mediante o qual é universalmente aceito o emprego da base úmida.

Condições de umidade das sementes

Normalmente, as sementes são colhidas com teores de água superior àqueles adequados para um armazenamento seguro, e que diferem entre as espécies das regiões geográficas de produção. Essa água desempenha papel básico nos processos de conservação e comercialização, razão pela qual uma semente, cujo tegumento não apresenta qualquer tipo de impedimento, procurando absorver água do meio ambiente. As sementes que se encontram com grau de umidade na faixa de 11 a 13%, são recomendadas para o armazenamento, absorvem água rapidamente em virtude do baixo potencial de água que apresentam. Ao entrar na semente, a água estabelece ligações com as macromoléculas das partículas coloidais dispersas, principalmente, em seus tecidos de reservas, ligações essas que são feitas de diferentes formas em função do nível em que se estabelecem, e nas quais agem diferentes tipos de forças.

Desta forma, torna-se evidente que o teor de água da semente afeta diversos processos biológicos, os quais foram sintetizados por Harrigton (1972) como se segue:

- a) se o teor de água da semente for superior a 45-60%, dependendo da espécie, ocorre germinação;
- b) entre 45-60% e 18-20%, isto é, se o teor de água for reduzido mesmo até 18-20%, a respiração da semente e de microorganismos que nessas se hospedam, é ainda extremamente

- elevada. Em olocancia disso, pode ocorrer o aquecimento da massa das sementes, caso a aeração seja deficiente. Esse aquecimento espontâneo, além de consumir reservas, pode atingir temperaturas suficientemente elevadas para matar as sementes;
- c) entre 12-14% e 18-20%, o desenvolvimento de fungos e outros microorganismos, podem ocorrer, especialmente em sementes danificadas ou com tegumentos rachados e frisurados. Além disso, persiste uma respiração ativa causando perdas do vigor e do poder germinativo;
- d) teor de água entre 10-13% são razoáveis para a conservação das sementes em ambiente aberto, durante seis a oito meses. Nessa faixa, ocorre ainda, o ataque de insetos;
- e) com teor de água inferior a 8-9%, os gorgulhos e muitos outros insetos, que são sérias pragas de sementes armazenadas, não têm condições para se reproduzirem e suas atividades são praticamente nulas;
- f) se as sementes forem destinadas ao armazenamento em embalagem a prova de umidade, é necessário reduzir o grau de umidade para 4-8% ou mesmo menos, caso contrário, a deterioração será mais rápida do que a que ocorre em armazenamento aberto.

Na atualidade denominam-se de *sementes ortodoxas* as que suportam dessecação até graus de umidade muito baixos (4 a 6%, conforme a espécie), podendo assim, resistir às adversidades do ambiente, vindo a recuperar totalmente sua atividade metabólica ao encontrarem condições favoráveis, a não ser em caso de dormência. As *recalcitrantes* são aquelas sementes que não sofrem desidratação durante a maturação, desprendendo-se da planta mãe com teores de umidade ainda elevados (30 a 70% na maturidade), e que não toleram dessecação além de certos limites, em geral 12 a 31%, sem perder sua viabilidade. As sementes recalcitrantes também sofreriam injúria por resfriamento, não resistindo às temperaturas reduzidas (KING & ROBERTS, 1979).

Entretanto, cada variação de aumento no grau de umidade das sementes, acima de uma determinada percentagem crítica, acelera a deterioração. Essa percentagem crítica, não é a mesma para todos os lotes

de sementes e para as condições de armazenamento, e é sempre mais alta para níveis mais baixos de temperatura. Muitas pesquisas têm comprovado que para cada espécie de semente, há uma relação definida da umidade relativa do ar, com a qual a semente entra em equilíbrio com o meio.

$$Umidade\ relativa\ (\%) = \frac{Vapor\ existente\ no\ ar}{Vapor\ necess\'{a}rio\ para\ saturar}\ X\ 100$$

Em conformidade com a expressão acima, a umidade relativa do ar é a porcentagem de umidade contida no ar, a uma determinada temperatura. Logo, o ambiente está saturado quando a umidade relativa do ar é igual a 100%.

Exemplo:

Supondo-se que uma massa de ar contenha 6,5 gramas de água, e que essa mesma possa conter 13 gramas, a sua umidade relativa será de 50%, calculada conforme se apresenta a continuação.

$$\%UR = \frac{6.5}{13} \times 100 = 50\%$$

A importância deste estudo está no fato, de que sementes armazenadas com condições adequadas de umidade poderão mudar, perdendo ou ganhando umidade para o ambiente. Em qualquer caso, umedecendo ou sobre secando, causam prejuízo ao produto e a sua comercialização.

Há uma regra de manejo para armazenamento em condições seguras, que consiste na soma da umidade relativa em porcentagem (UR%) com a temperatura em graus centígrados (°C) do meio aonde vão se armazenar as sementes, deve ser no máximo igual a 55,5 (UR% + t°C=55,5). Desta maneira, 30% UR e 25°Cé uma ótima condição para o armazenamento, com também 25% UR e 30°C.

Resultados de muitos testes de armazenamento indicam que a vida da semente no armazém, em termos gerais, multiplica-se por dois para cada redução de um ponto percentual (1%) no seu grau de umidade, assim

como para cada redução de 5,5°C na temperatura ambiente de armazenamento, entre 0°C e 45°C e para graus de umidade entre 5% e 14%. Assim, sementes com 8% de umidade mantêm sua capacidade de germinação o dobro do tempo, do que sementes com 9%. Se a semente com grau de umidade de 9% for armazenada à temperatura de 24,5°C, manterá o dobro do tempo, do que a 30°C; ainda a interação dada por 8% do grau de umidade e 24,5°C proporcionará quatro vezes o tempo de conservação das mesmas sementes conservadas com 9% de umidade e 30°C.

Toledo & Marcos Filho (1977), reforça o tema ao afirmarem que o ponto de equilíbrio higroscópico entre a umidade relativa do ar e a umidade da semente, permite estimar a possibilidade de boa conservação, desde que se evite a ocorrência de pontos de acumulação de umidade no interior do depósito, e generalizam ao dizerem que estando as sementes em equilíbrio com umidade relativa inferior a 65%, há boas condições para a conservação.

A boa qualidade de sementes úmidas, podem ser mantidas se a temperatura ambiente for baixa, ocorrendo diminuição da velocidade de deterioração se a temperatura é alta, o desenvolvimento de fungos e o aquecimento das sementes provocam a rápida deterioração, devido à ativação do metabolismo das mesmas (TOLEDO & MARCOS FILHO, 1977).

No entanto, nem sempre as temperaturas e umidades baixas são as ideais para a boa conservação, como é o caso das *sementes recalcitrantes*, que perdem sua viabilidade se o seu conteúdo de umidade for reduzido por baixo de um valor crítico, e não suportarem temperaturas inferiores a 0°C. É importante ter em mente, que as alterações na temperatura são variáveis de acordo com a espécie, com as condições de armazenamento e com as condições climáticas da região, e que estas são causadas por fontes externas e internas de calor. As condições externas são devidas às alterações diárias e estacionais na temperatura do ar atmosférico, enquanto as condições internas são representadas pelo fenômeno da respiração, pelo desenvolvimento de fungos e de insetos, e pela própria temperatura das sementes, quando colocadas no depósito.

Determinação do teor de água

Para a realização das etapas pós-colheita de sementes torna-se necessário conhecer a quantidade de água contida nas mesmas, vez que diferentes teores de água na semente afetará a capacidade de movimentação das mesmas quer horizontal quer vertical, assim como a manipulação como a limpeza, a secagem, para citar algumas, bem como a própria estocagem.

O conhecimento da água nas sementes é fundamental a manutenção de sua qualidade desde a colheita até a semeadura, passando assim, por todas as etapas na Unidade de Beneficiamento de Sementes – UBS, vez que teores de umidade acima do ideal representa prejuízos para a sua conservação. Ademais, do prejuízo direto por se está pagar pagando pelo excesso de água do produto. Esse excesso de água nas sementes, significa ainda, gastos desnecessários com energia para transporta-las e/ou ensaca-las, desgastes de equipamentos, além de, em alguns casos, ocasionar a perda de qualidade do produto.

Para que se possa conhecer a principal condição intrínseca da massa de sementes, visando a estocagem, faz-se necessário conhecer os teores de umidade, o qual é determinado por meio de vários métodos, classificados em métodos básicos ou de precisão, onde se destaca os *métodos de estufa* que se baseiam na secagem de uma amostra de sementes de peso conhecido e no cálculo da quantidade de água, através da perda de peso da amostra e, os práticos, indiretos ou expedidos que se baseiam nas propriedades das sementes relacionadas ao seu conteúdo de água como, a condutividade elétrica e as propriedades dielétricas, em que os fatores dependem primordialmente do teor de água e da temperatura da semente e, em menor intensidade, de outros fatores variáveis. No mercado são comuns o emprego desses determinadores a Exemplo do Universal, Steinlite, Doli 400, Burrows, para citar alguns, que apresentam como vantagens a rapidez, facilidade de operação e permitem leitura direta e, como desvantagens, menos precissão nos resultados que os obtidos com os métodos básicos e a necessidade de constante aferição com um método básico, além do alto preço do equipamento.

As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) descreve como métodosoficialmente estabelecidos para uso nos laboratórios de análise de sementes do país os da Estua:

Método de estufa a baixa temperatura 101-105°C

Método de estufa a 105°C

Método de estufa a alta temperatura 130-133°C

.

Método de estufa a 105°C (para todas as espécies e com sementes inteiras) regular a temperatura da estufa a 105 ± 3 °C;

Secar os recipientes por 30 minutos em estufa a 105°C ou através de procedimento equivalente e oloca-los em dessecador;

Pesar o recipiente e sua tampa, convenientemente identificados, em balança com sensibilidade de 0,001g;

Usar sementes inteiras, qualquer que seja a espécie;

Distribuir uniformemente as amostras nos recipientes;

Pesar novamente os recipientes, agora contendo as amostras de sementes, juntamente com as respectivas tampas;

0Colocar os recipientes na estufa a 105°C, sobre as respectivas tampas;

Iniciar a contagem do tempo de secagem somente depois da temperatura retornar a 105°C;

Manter as amostras na estufa durante 24 horas;

Retirar as amostras da estufa após o período de secagem, tampar rapidamente os recipientes e oloca-los em dessecador até esfriar e pesar;

Utilizar como dessecantes sílica gel, pentóxido de fósforo, alumina ativada ou peneira molecular 4ª, pelotas 1,5mm;

Quando, durante a determinação da umidade em certas espécies, houver risco de algumas sementes serem jogadas fora do recipiente, pela ação do calor, deve-se cobrir o mesmo com tela de material não corrosível.

Método de estufa a baixa temperatura 101-105°C

Esse é o método básico de referência para introdução de novas espécies e métodos adotado pelas Regras Internacionais de Análise de

Sementes da International Seed Testing Association – ISTA. É aplicado para as espécies relacionadas, com as devidas especificações, sendo considerado seguro para aquelas que contenham substâncias voláteis. O procedimento deste método é o mesmo do anterior, exceto:

a temperatura da estufa deve ser mantida a 103±2°C;

o período de permanência das amostras na estufa deve ser de 17±1hora.

Método de estufa a alta temperatura 130-133°C

Esse método pode ser usado como uma alternativa, para as espécies indicadas na RAS. O procedimento é o mesmo descrito nos métodos anteriores, exceto:

a temperatura da estufa deve ser mantida a 130–133 °C (alta temperatura); o período de permanência das amostras na estufa varia de acordo com a espécie podendo ser de 1hora \pm 3minutos; 2horas \pm 6minutos ou 4horas \pm 12minutos

Ademais, a RAS prescreve que a porcentagem de umidade deve ser calculada na base do peso úmido, aplicando-se a seguinte fórmula:

$$%U_{bu} = \frac{100(P-p)}{P-t}$$

Em que:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

A pesagem deve ser em gramas, com três casas decimais. O resultado final é obtido através da média aritmética das porcentagens de cada uma das repetições retiradas da amostra de trabalho. A aproximação do resultado, quando necessária, deve ser feita depois de calculada a média das repetições. Toda fração inferior a 0,05 deve ser desprezada. O resultado dessa determinação deve ser informado no campo destinado a "Outras

Determinações" do Boletim de Análise de Sementes em porcentagem e com uma casa decimal. Quando for realizada a pré-secagem, o grau de umidade é calculado usando-se os resultados obtidos na pré-secagem e no segundo teste, pela fórmula:

$$U = U_1 + U_2 - \frac{U_1 \times U_2}{100}$$

Em que:

U₁= o percentual de umidade obtido na pré-secagem;

U₂ = o percentual de umidade obtido na segunda determinação;

 U_1 e U_2 são calculados utilizando a fórmula para a determinação do grau de umidade.

Se forem observadas sementes germinadas e/ou mofadas na amostra média, os resultados podem não refletir o grau de umidade do lote de sementes. Essa observação deverá constar no Boletim de Análise de Sementes. Maiores informações sobre esta análise deve-se consultar o capítulo 7 da RAS (BRASIL, 2009) onde se encontra oficialmente todas as informações sobre este tema.

Quando não se dispõe de aparelhos sofisticados ou estufas elétricas, o produtor poderá conhecer o teor de água com boa precisão, utilizando de determinadores de umidade por *Evaporação Direta de Água em Banho de Óleo* – EDABO (Figura 3.6), desenvolvidos por pesquisadores da UFV (SILVA et al, 2005).

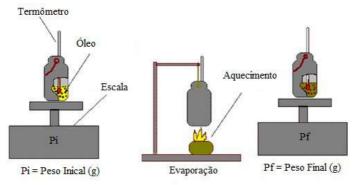


Figura 3.6. Esquema simplificado do método EDABO.

Para se fazer uso com segurança do método EDABO recomendase que seja obedecido rigorosamente os passos descritos a continuação.

- 1. Fazer amostragem correta do lote.
- 2. Pesar 100 g do produto em balança de 500 g com precisão de 0,5 g e colocar em recipiente com aproximadamente 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, resistente a altas temperaturas, dotado de tampa perfurada, tipo ralo, com furo maior, para inserir um termômetro graduado entre 200 e 250 °C.
- 3. Adicionar óleo de soja até cobrir 100 g do produto.
- 4. Pesar o recipiente + o produto + termômetro e anotar o peso inicial (P_i) .
- Aquecer o conjunto, por 15 minutos, até a temperatura indicada na Tabela 3.2. Ao atingir esta temperatura, retira-se a fonte de calor e, após cessar o borbulhamento, pesar o conjunto (P_f).

Subtrair P_f de P_i e anotar diretamente o teor de água em porcentagem base úmida.

Tabela 3.2. Temperatura para determinação do teor de água pelo método EDABO

PRODUTO	TEMPERATURA (°C)	PRODUTO	TEMPERATURA (°C)
Arroz em casca	200	Milho	195
Arroz beneficiado	195	Soja	135
Café em coco	200	Sorgo	195
Café Beneficiado	190	Trigo	190
Feijão	175	-	-

Fonte: Selva et al. (2005)

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. A. C.; MATOS, V. P.; CASTRO, J. R..; DUTRA, A. S. Avaliação da qualidade e conservação de sementes a nível de produtor. In: Hara, T.; Cavalcanti Mata, M.E.R.M. **Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais**. Campina Grande, PB: UFPB/SBEA. 1997. P. 133-188.

ALMEIDA, F. A. C.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M. Teor de Água na Semente e sua relação com a tecnologia do armazenamento. In: ALMEIDA, F. A. C.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M. **Tecnologia de armazenamento em sementes**. Campina Grande, Área de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da UFCG, 2006. P.149-187.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Determinação do grau de umidade por métodos de estufa. In: **Regras para análise de sementes**. Brasília. SNAD/DNDV/CLAV, 2009. Cap. 7, 307-312.

HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. **Seed biology**. New York, Academic Press, 1972. V.3 p.145-245.

KING, M.W.; ROBERTS, E.H.The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches. Rome: IBPGR, 1979. 96p.

PRIESTLEY, D.A. **Seed aging.** Ithaca, Comstock Publishing Associates, 1986. 304p.

TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. Armazenamento das sementes. In: TOLEDO, F. F.; MARCOS FILHO, J. (ed): **Manual das sementes** – **Tecnologia da produção**, São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1977. P. 175-186.

SILVA, J. S.; NOGUEIRA, R. M.; ROBERTO, C. D.**Tecnologias de secagem e armazenagem para a agricultura familiar**. Viçosa, 2005. 138p.

4

GERMINAÇÃO DE SEMENTES

Luzia Marcia de Melo Silva Francisco de Assis Cardoso Almeida Vicente de Paula Queiroga

4.1. INTRODUÇÃO

A germinação da semente envolve a superação da dormência e a retomada do crescimento do embrião, isto é, o processo que conduz para a dormência é revertido. Em outras palavras, germinação é a transformação do embrião em uma plântula. Nesse estudo sobre germinação, pretende-se adotar a abordagem de Tecnologia de Sementes, e assim isolá-lo ao máximo da dormência, supondo-se, para isso, que, se a semente tiver dormência congênita ou induzida, esta terá sido superada, podendo considerar isoladamente o fenômeno da germinação em si, seu significado, fatores que controlam, tipos, etc.

4.2. DEFINIÇÃO

A germinação é o processo pelo qual o embrião da semente se desenvolve originando uma nova planta. Esta sofre influência de fatores externos e internos, que podem atuar isoladamente ou em conjunto. Germinação, em teste de laboratório, é a emergência e o desenvolvimento da plântula a um estádio onde o aspecto de suas estruturas essenciais indica se a mesma é ou não capaz de se desenvolver posteriormente em uma planta normal, sob condições favoráveis de campo. Assim, o resultado de germinação, relatado no Boletim de Análise de Sementes, corresponde à porcentagem de sementes que produziram plântulas normais (BRASIL, 2009).

4.3. FASES DA GERMINAÇÃO

A germinação é um processo que, como todos os outros biológicos, consome energia. A energia utilizada na germinação é proveniente da degradação de substâncias de reserva da própria semente, utilizando-se o oxigênio para "queimar" esses produtos. Em outras palavras, a germinação faz uso da energia proveniente da respiração, e como uma semente, por

mais baixo que seja seu teor de água, nunca deixa de respirar, poder-se-ia, então, dizer que o processo maturação/germinação é ininterrupto; o que ocorre entre essas duas etapas aparentemente distintas é apenas uma redução da intensidade do fenômeno a tal ponto que parece nada estar ocorrendo.

A absorção de quantidade considerável de água é fundamental para o reinício de atividades metabólicas da semente após a maturidade. A deficiência hídrica normalmente é considerada o fator limitante da germinação de sementes não dormentes, afetando a porcentagem, a velocidade e a uniformidade de germinação. A água apresenta várias funções de grande importância, contribuindo para amolecer o tegumento, intensificar a velocidade respiratória, auxiliar significativamente a digestão, translocação e assimilação das reservas (MARCOS FILHO, 2005). A entrada de água provoca o aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva, resultando na ruptura do tegumento e facilitando a protusão da raiz primária.

A captação de água representa o passo inicial do processo de germinação. A embebição é um tipo especial de difusão, governada pelas diferenças entre o potencial hídrico dos tecidos da semente e o substrato fornecedor de água. Num esquema sem muitos detalhes, a germinação ocorre conforme mostrado na Figura 4.1.

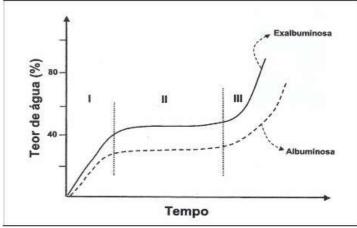


Figura 4.1. Fases da germinação de sementes em função do teor de água (BEWLEY & BLACK, 1978).

A fase I é caracterizada pela rápida transferência de água do substrato para a semente, em razão da diferença acentuada entre os potenciais hídricos. Nesta fase, a embebição independe da atividade metabólica da semente, podendo ocorrer: sob condições anaeróbicas, em baixas temperaturas (de forma lenta), em sementes viáveis, dormentes, tecidos vivos ou não (MARCOS FILHO, 2005). De maneira geral, as sementes inteiras com reservas cotiledonares (exalbuminosas) atingem, na Fase I, teores de água superiores a 45% e, as endospermáticas (albuminosas), 30-35% de água. Em todas as espécies, os eixos embrionários apresentam teor de água de no mínimo 50% ao desencadear o processo de germinação (McDONALDet al., 1994).

A fase II é caracterizada por reduções drásticas da velocidade de hidratação e da intensidade de respiração. A ocorrência e duração dessa fase são variáveis de acordo com a espécie considerada: sementes de soja, feijão, milho, amendoim podem permanecer em relativa pausa durante um período de oito a 10 vezes superior à duração da Fase I; por outro lado, sementes de trigo, mamona, cevada, arroz e aveia geralmente não exibem a Fase II (MARCOS FILHO, 1986).

Já a fase III é identificada pela protusão da raiz primária, tornando visível a retomada de crescimento do embrião. Esta etapa é alcançada somente por sementes vivas e não dormentes. As sementes exibem novamente absorção de água e atividade respiratória significativa. O aumento respiratório característico da fase III é atribuído especialmente à facilidade de acesso de oxigênio, em virtude da ruptura do tegumento (MARCOS FILHO, 1986). Esta ruptura pode ser resultante da pressão exercida durante o aumento do volume da semente (embebição) e do alongamento do eixo-embrionário.

A tolerância das sementes à desidratação diminui gradativamente com o decorrer das Fases I e II de embebição, sendo perdida no início da Fase III (BEWLEY & BLACK, 1994).

4.4. TIPOS DE GERMINAÇÃO

Após a dispersão, as sementes caindo em meio favorável e úmido,

passam a absorver água e germinam. Semeadas sob as condições artificiais da agricultura, ou disseminadas por meios naturais, encontram-se, frequentemente, por ocasião da germinação, recobertas por uma camada de solo ou detritos orgânicos. A primeira fase do processo da germinação é caracterizada por um grande aumento do volume da semente, decorrente da embebição, denominado como processo físico, entrada de água. O tegumento da semente não acompanha todo o aumento do volume interno, rompendo-se, e então o embrião pode crescer. Geralmente a primeira parte a sair é a raiz primária (formada a partir da radícula), que penetra no solo por geotropismo positivo, e ramifica-se para formar o sistema radicular da nova planta. No extremo oposto à raiz, outro eixo se desenvolve, geralmente com geotropismo negativo, originando o caule e as folhas.

A germinação das sementes pode ser de dois tipos:

Epígea:a parte aérea é posta fora do solo envolta nos cotilédones. Este mecanismo se baseia essencialmente num rápido e vigoroso crescimento inicial do eixo hipocótilo radicular, ao passo que o epicótilo e as folhas primárias, no interior dos cotilédones, praticamente não crescem. À medida que o eixo hipocótilo radicular cresce, forma-se, próximo do nó cotiledonar, uma alça, que é a primeira parte da plântula a atingir a superfície do solo. Ao atingir a luz, esta alça tende a se endireitar. Em uma extremidade desta alça está o sistema radicular, crescendo ativamente. Na outra, estão os cotilédones trazendo, em seu interior epicótilo e plúmula. Como os cotilédones não estão presos ao solo à semelhança da raiz primária, esta parte será levantada. Assim, fechados, contendo intactos em seu interior epicótilo e plúmula, os cotilédones saem à luz. A partir de então há uma reversão na velocidade de crescimento: o epicótilo cresce a uma taxa bem maior do que o hipocótilo, originando a parte aérea (Figura 4.2).

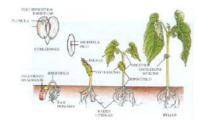


Figura 4.2. Germinação epígea em dicotiledônea. Ex: feijão (*Phaseolus vulgaris*—Fabaceae). (MARCOS FILHO, 2005).

Hipógea: os cotilédones permanecem no interior do solo. Na germinação do tipo hipogeal a parte aérea é posta para fora do solo de maneiras distintas. Nas monocotiledôneas, a parte aérea é posta para fora do solo envolta por uma estrutura especial, tendo formato tubular, constituída de um material membranoso, resistente, que recebe o nome de coleóptilo (Figura 4.3). Nas dicotiledôneas, a germinação se processa face ao crescimento mais rápido do epicótilo do que do hipocótilo.

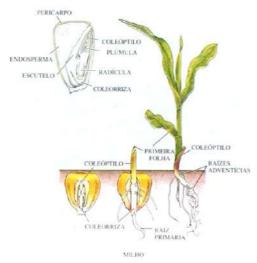


Figura 4.3. Germinação hipógea em monocotiledônea. Exemplo: milho (*Zeamays*–Poaceae). (MARCOS FILHO, 2005).

4.5. FATORES QUE AFETAM A GERMINAÇÃO

Conhecer e controlar os fatores ambientais permite aperfeiçoar a quantidade, velocidade e uniformidade da germinação e produzir mudas vigorosas e de baixo custo. Dessa forma, para que uma semente germine, ela deve dispor de condições internas e externas favoráveis ao seu desenvolvimento.

5.5.1. Fatores internos

A semente viva e com estrutura completamente desenvolvida,

morfológica e fisiologicamente, apresenta capacidade para germinar quando mantida em condições favoráveis de ambiente. O período em que uma semente pode viver é aquele determinado por suas características genéticas, e recebe o nome de longevidade. O tempo em que a semente realmente vive é o determinado pela interação entre os fatores genéticos e ambientais, e recebe o nome de viabilidade. Em suma, o período de viabilidade pode ser no máximo, igual ao da longevidade.

1.6.1.1. Longevidade

O real período de vida da semente de uma espécie qualquer é praticamente impossível de ser determinado; isto só seria possível se pudesse colocar essas sementes sob condições ideais de armazenamento. Este aspecto é aparentemente inexequível sendo, portanto, impossível determinar com exatidão a longevidade das sementes. Contudo, sob determinada condição ambiental, qualquer semente de diferentes espécies vive por distintos períodos de tempo. Esse período de longevidade é extremamente variável, indo de poucos dias até mais de séculos.

1.6.1.2. Viabilidade

Pode ser definida como sendo o tempo em que a semente se apresenta em condições de germinar. Alguns fatores influenciam o período de viabilidade de uma semente, a saber: a) características genéticas da planta progenitora; b) vigor das plantas progenitoras; c) condições climáticas predominantes durante a maturação das sementes; d) grau de injúria mecânica; e) condições ambientais de armazenamento e; f) outras operações (secagem, tratamentos com produtos químicos, etc).

1.6.2. Fatores externos

Os fatores do ambiente que influem sobre o processo germinativo são: água, temperatura e oxigênio. Várias são as literaturas sobre fisiologia

da germinação de sementes que incluem o fator luz juntamente aos mencionados anteriormente. Sabe-se, portanto, que a luz é um dos agentes naturais de superação de dormência de sementes de algumas espécies e que, sobre o processo germinativo propriamente dito, não exerce nenhum efeito. Em sementes sensíveis à luz, depois da superação da dormência por ação desse fator, ou outro qualquer, a germinação ocorrerá tão bem no escuro como na presença da luz.

1.6.2.1. Água

A água é o fator de maior influência sobre o processo de germinação. A sua falta ocasiona desidratação das sementes. Por outro lado, o excesso de umidade pode provocar decréscimo na germinação, por impedir a penetração do oxigênio. O fornecimento de água é condição fundamental para que a semente inicie e desenvolva normalmente o processo de germinação. O aumento das atividades respiratórias da semente, em nível capaz de sustentar o crescimento do embrião, com o fornecimento suficiente de energia e de substâncias orgânicas, depende do grau de hidratação de seus tecidos.

Havendo condições favoráveis, o processo de embebição, para a maioria das sementes, ocorre segundo um padrão trifásico (Figura 4.4). A primeira fase (Fase I), conhecida como embebição, é rápida, durando uma a duas horas, sendo um processo físico que ocorre devido à diferença de potencial hídrico entre a semente e o meio. Essa absorção de água ocorre mesmo que a semente esteja dormente (excluindo a impermeabilidade do tegumento à água) ou inviável (BEWLEY& BLACK, 1994).

Na fase II ocorre intenso transporte das substâncias quebradas na fase I, do tecido de reserva para o tecido meristemático. Na fase III, as substâncias que foram transportadas na segunda fase se reorganizam para a formação da parece celular, permitindo que o eixo embrionário se desenvolva.

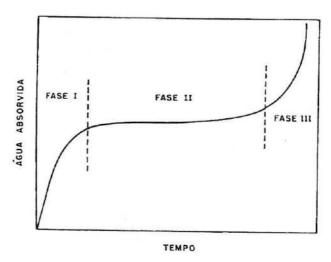


Figura 4.4. Padrão trifásico de absorção de água por sementes em germinação (BEWLEY & BLACK, 1978).

Segundo Bewley & Black (1978), a rapidez de absorção de água pela semente está na dependência dos seguintes fatores: Espécie – relacionada principalmente com a composição química das sementes (quanto maior o conteúdo de proteínas, mais rapidamente a semente absorveria água); Disponibilidade de água – Quanto maior a quantidade de água disponível para as sementes, mais rápida será a absorção; Área de contato – A semente absorve água do solo pela casca. Fica, então, óbvio que, quanto maior for à área de contato entre o solo e a casca, mais rápida deve ser a absorção; Temperatura – a temperatura na qual a semente está se embebendo de água exerce um efeito considerável sobre o processo: até certo limite, quanto maior a temperatura, maior a velocidade de absorção.

A embebição resulta num processo de reidratação dos tecidos e, consequentemente a intensificação de todas as outras atividades metabólicas. Essa entrada de água desempenha basicamente duas funções: a primeira é uma função física em que vai provocar o aumento da semente fazendo com que casca de rompa. Esse rompimento facilita a manifestação das estruturas internas da semente. Outra função da água é a função química. Através dela pode-se quebrar os nutrientes na fase I (Figura 4.4) para que mais tarde venha a nutrir o embrião. Caso a embebição ocorra de forma abrupta, a semente pode vir a perder nutrientes, fazendo com que

retarde a germinação ou até mesmo, não ocorra.

1.6.1.1. Temperatura

A temperatura em que ocorre a germinação é outro fator que tem importante influência sobre o processo, tanto quanto considerado do aspecto de germinação total como de velocidade de germinação. A temperatura influencia a germinação tanto por agir sobre a velocidade de absorção de água, como também sobre as reações bioquímicas que determinam todo o processo.

Assim, a germinação só ocorrerá dentro de determinados limites de temperatura: acima ou abaixo dos limites superior e inferior, respectivamente, a germinação não ocorrerá. Dentro desses limites existe uma temperatura, ou faixa de temperaturas, na qual o processo ocorre com a máxima eficiência, ou seja, obtêm-se o máximo de germinação no menor período de tempo possível. Geralmente, três pontos críticos podem ser identificados:

- Temperatura mínima é aquela abaixo da qual não há germinação visível em período de tempo razoável;
- Temperatura máxima é aquela acima da qual não ocorre a germinação e
- Temperatura otima é aquela na qual ocorre o número máximo de germinação dentro do menor período de tempo.

A maioria das sementes de espécies cultivadas germinam sob limites relativamente amplos de temperatura, enquanto que outras apresentam exigências mais restritas. Em geral, a temperatura considerada ótima para cada espécie está situada sempre mais próxima da temperatura máxima. A soja, por exemplo, pode germinar de $\pm 8^{\circ}$ C a $\pm 40^{\circ}$ C, mas sua temperatura ótima está situada entre os 25 e 30°C.

1.6.1.2. Oxigênio

A degradação das substâncias de reserva da semente para o fornecimento de nutrientes e energia para o desenvolvimento do eixo

embrionário é um processo de "queima" desses produtos, no qual o combustível é o mesmo de todos os processos biológicos, tanto no reino vegetal como no animal: o oxigênio. O oxigênio é, portanto, outro fator fundamental para que a germinação ocorra.

Existem sementes cujos tegumentos são tidos como impermeáveis ao oxigênio ou ao gás carbônico e, não havendo trocas gasosas, as sementes não conseguem germinar. O oxigênio é necessário para a promoção de reações metabólicas importantes na semente, especialmente a respiração. Ainda que a respiração nos primeiros momentos da germinação seja em geral anaeróbica, logo em seguida ela passa a ser absolutamente dependente de oxigênio. A respiração da semente é também afetada por diversos outros elementos, tais como o tipo de tegumento, o teor de água, a temperatura, a concentração de CO_2 , a dormência e alguns fungos e bactérias. Antes que a radícula rompa o tegumento, as reações ocorrem em meio anaeróbico. Na primeira fase de absorção de água, o oxigênio não é fator limitante, sendo-o, entretanto para a emergência da radícula, isto é, a dependência de respiração aeróbica inicia-se na segunda fase de absorção de água (BORGES & RENA, 1993).

1.6.1.3. Luz

Existe grande variação na resposta das sementes à luminosidade; a germinação das sementes de algumas espécies é inibida pela luz, enquanto que em outras a germinação é estimulada; algumas germinam com extensa exposição à luz, outras com breve exposição e outras se apresentam indiferentes à luminosidade.

Na germinação de sementes sensíveis à luz, deve-se levar em conta, também que a sensibilidade das sementes ao regime luminoso pode ser alterada por vários fatores como, temperatura, idade das sementes, condição de armazenamento, tratamento para superação de dormência e condição de cultivo da planta. A luz pode ser considerada um fator importante na quebra de dormência em sementes. Os efeitos da luz na quebra de dormência podem ser dependentes da temperatura (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

REFERÊNCIAS

BEWLEY, J. D.; BLACK, A.M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination.** New York: Springer-Verlag, v.1, 1978. 306p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, A.M. **Seeds – Physiology of development and germination**. New York: Plenum Press. 2^a ed., 1994. 445p.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes In: AGUIAR, I. B.; PIÑARODRIGUES, F. M. C.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. P.83-135.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. — Brasília: Mapa/ACS, 2009, 398 p.

FERREIRA, G. A.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, 2004. P. 131-132.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: Fealq, 2005. 496p.

MARCOS FILHO, J. **Germinação de sementes**. In: Semana de atualização em produção de sementes. Piracicaba: Fundação Cargill, 1986. P.11-39.

McDONALD, M.B.; SULLIVAN, L.; LAUER, M.J.The pathway of water uptake in maize seeds. **Seed Science and Technology**, v.22, n.1, p.79-90, 1994.

5

Produção de sementes

PRODUÇÃO DE SEMENTES

PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO/FISCALIZAÇÃO

Bruno Adelino de Melo Francisco de Assis Cardoso Almeida Jaime José da Silveira Barros Neto Chirlaine Cristine Gonçalves

5.1 INTRODUÇÃO

A semente é o veículo que leva ao agricultor todo o potencial genético de uma cultivar com características superiores. Em seu caminho, do melhorista à utilização pelo agricultor, pequenas quantidades de sementes são multiplicadas até que sejam alcançados volumes em escala comercial, no decorrer do qual a qualidade dessas sementes está sujeita a uma série de fatores capazes de causarem perda de todo potencial genético. A minimização dessas perdas, com a produção de quantidades adequadas, é o objetivo principal de um programa de sementes.

O agricultor que adquire as sementes para suas lavouras tem o direito de ver garantidos o dinheiro e o tempo que investe na execução das tarefas desde antes da semeadura até a colheita. Assim, da semeadura que o agricultor executa, deverão resultar, no menor período de tempo, em plantas sadias e vigorosas, com características fiéis à espécie e a cultivar. Além disso, o processo de produção de sementes deve ter características tais que possibilite o mais eficiente controle de patógenos veiculados pela semente.

O esquema de trabalho a ser realizado para que se atinjam tais objetivos recebe o nome genérico de sistema de produção de sementes sob controle. Isto significa dizer que o sistema sob o qual as sementes venham a ser produzidas deve pressupor um controle rígido sobre os fatores que possam reduzir sua qualidade.

O controle de qualidade das sementes se estende às fases de produção e de comercialização, sempre com o objetivo de garantir a identidade genética dos materiais, mas também com os de preservação da qualidade fisiológica, sanitária e da pureza física das sementes.

A agricultura brasileira, como um todo, somente entrou na era da produção de sementes por sistemas controlados a partir da Lei da Semente (nº 4727 de 13/07/65) que segundo ela não se poderia mais comercializar sementes no Brasil sem que elas tivessem sido submetidas a testes de germinação e pureza. O sistema de produção de sementes que se implantou então no Brasil, passou, a partir de um determinado momento, a ser generalizadamente chamado de sistema de fiscalização.

5.2. ENTIDADES PARTICIPANTES

5.2.1 Entidade Certificadora/Fiscalizadora

Entidade pública ou privada, que exerce a função controladora da certificação/fiscalização de sementes, desempenha vários papéis:

- Estabelece normas, padrões e procedimentos relacionados ao sistema de certificação/fiscalização;
- É responsável pela eleição e recomendação das espécies e cultivares;
- É a controladora da origem e do número de gerações de multiplicação das sementes;
- Exerce a inspeção das diversas etapas do processo de produção de sementes certificadas/fiscalizadas, nas fases de campo, de beneficiamento, de embalagem e de loteamento, com autoridade para aprovar ou rejeitar o serviço que está sendo feito;
- No caso do sistema de certificação, analisa a semente produzida quanto a sua qualidade física, fisiológica e, para algumas espécies, a sanitária e, estando ela dentro dos padrões, emite certificado e etiqueta.

5.2.2 Entidade Produtora

Nos sistemas de certificação e fiscalização, a entidade produtora é

juridicamente responsável, perante o público consumidor, pela qualidade das sementes que comercializa. No sistema de fiscalização, o compromisso da entidade produtora é ainda mais sério, tendo em vista que é ela própria quem faz as análises da semente que produz e emite o Atestado de Garantia, através de seu Responsável Técnico. Em ambos os sistemas é usual que as entidades produtoras comercializem suas sementes através de representantes comerciais.

5.2.3 Cooperante

É a pessoa em cujas terras as sementes vão ser produzidas. É necessária a existência do cooperante ou cooperador, ou ainda, cooperado, quando a entidade produtora não tem condições de, sozinha, produzir toda a semente que pretende. Assim, busca, na região onde se situa, o auxílio de agricultores que, através de contratos específicos, produzem, em suas terras, a semente solicitada pela entidade produtora.

5.3 CLASSES DE SEMENTES

O ponto de partida da semente certificada é, pois, uma pequena quantidade de sementes, obtida por melhoramento genético de determinada cultivar, ou da multiplicação das sementes de alguma cultivar já existente, sob condições controladas, não sendo suficientes para ser distribuída entre as entidades produtoras da semente certificada. É necessário que seja multiplicada, o que requer o aparecimento de algumas classes intermediárias, até que se chegue à semente certificada.

5.3.1 Sementes genética:É aquela produzida sob a responsabilidade do melhorista e mantida dentro de suas características de pureza genética. Raramente é distribuída para a produção da certificada. A produção da semente genética é atribuição da instituição que criou ou introduziu a

cultivar. Oficial ou privada, essa instituição não delega a realizar a multiplicação das cultivares que recomenda, produzindo as chamadas sementes básicas, ou mesmo as sementes certificadas.

- **5.3.2 Semente básica:** É a resultante da multiplicação da semente genética ou da própria básica, sob a responsabilidade da entidade que a criou, obteve ou introduziu. Teoricamente e, em muitas circunstâncias, é a classe a partir da qual se produz à certificada.
- **5.3.3 Semente registrada:**É a resultante da multiplicação da semente básica ou da própria registrada, manipulada de tal forma que mantenha sua identidade genética e pureza varietal, de acordo com as especificações estabelecidas pela entidade certificadora.
- **5.3.4 Semente certificada:** É a semente resultante da multiplicação da básica, da registrada ou da própria certificada. É produzida pela entidade produtora de acordo com as normas estabelecidas pela entidade certificadora. É esta a classe de sementes que vai ser distribuída comercialmente entre os agricultores.

5 . 4 . F A S E S D O P R O C E S S O D E CERTIFICAÇÃO/FISCALIZAÇÃO

O processo de certificação/fiscalização de sementes é realizado em duas fases:

5.4.1 Fase de campo: As atividades vão da semeadura à colheita e, durante todo esse período, o campo é submetido a vistorias através de inspeções feitas pelos Agrônomos da entidade certificadora/fiscalizadora e do produtor das quais resultam laudos. Um campo — ou parte de um determinado campo — somente será colhido como semente se preencher os padrões mínimos de campo, resultando em laudo conclusivo de aprovação. Esse laudo de aprovação, contudo, ainda não é garantia de que

as sementes daquele campo venham a receber o Certificado ou Atestado de Garantia. As sementes dos campos que forem aprovados são colhidas e, ao chegarem à Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), passam pelo processo de beneficiamento sendo, em seguida, loteados.

5.4.2 Fase de laboratório:Dos lotes são tomadas amostras, seguindo procedimentos de amostragem estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes, as quais são, então, encaminhadas para o Laboratório de Análise de Sementes para verificar se as mesmas enquadram-se nos padrões de sementes. No caso do sistema de certificação, o laboratório que faz a análise decisiva tem que ser, obrigatoriamente, da rede oficial. No caso do sistema de fiscalização, o laboratório pode ser privado, desde que credenciado.

5.5. ESTABELECIMENTO DE CAMPOS PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES CERTIFICADAS/FISCALIZADAS

O estabelecimento de um campo de produção de sementes certificadas/fiscalizadas requer uma série de medidas que o diferenciam da instalação de um campo de produção de grãos, tais medidas seguem abaixo:

- **5.5.1.** Credenciamento do produtor: Solicitar junto ao órgão oficial competente autorização para produzir, preenchendo formulário próprio. Os órgãos responsáveis podem ser a Secretaria da Agricultura ou a Delegacia Federal de Agricultura do Ministério da Agricultura. Para obtenção deste credenciamento há uma série de exigências a serem atendidas, dentre as quais o registro de produtor de sementes no órgão responsável, termo de responsabilidade de um Engenheiro Agrônomo ou Florestal, o registro da marca comercial e o laudo de inspeção da unidade de processamento de sementes do interessado.
- **5.5.2. Cooperante:**Encontrar as pessoas que reúnam as qualidades de idoneidade, responsabilidade, dinamismo, conhecimento técnico e

receptividade a ideias e técnicas novas.

- **5.5.3. Escolha da espécie e cultivar:** Apenas cultivares de espécies eleitas pela entidade de certificação/fiscalização podem ser produzidas. Para as principais culturas, existem as Comissões Regionais de Recomendação de Cultivares, que indicam os materiais mais promissores para a Região ou Estado
- **5.5.4.** Escolha da região: O produtor de sementes, antes de se estabelecer em uma região, necessita fazer um estudo não só de viabilidade mercadológica, mas também técnica, para espécie ou cultivar que pretenda multiplicar. Aspectos como condições climáticas da região são da maior importância para o sucesso da sua empreitada. Ou seja, as condições ambientais das áreas onde serão instalados os campos de produção de sementes, revestem-se de grande importância para maximizar os rendimentos e obtenção de sementes de alto padrão de qualidade.
- **5.5.5.** Escolha da gleba: A escolha dessa área é um problema de cuja solução depende consideravelmente o sucesso da produção de sementes. A área onde se desenvolve a cultura pode apresentar a possibilidade de vários tipos de contaminação: patogênica, varietal, física, etc.. Restos culturais e a presença de plantas hospedeiras de patógenos e de insetos vetores podem tornar uma gleba dotada de solo fértil inadequada. A presença de plantas daninhas consideradas silvestres nocivas pode dificultar, ou mesmo tornar inviável uma gleba como local de produção de sementes.
- **5.5.6.** Renovação do estoque de sementes: A renovação periódica do estoque de sementes se prende à necessidade de se manterem puras as sementes, dos pontos de vista genético e varietal. No sistema de fiscalização não há controle de gerações, de sorte que o produtor poderá fazer uso, geração após a geração, de suas próprias sementes. Nas normas para produção de sementes fiscalizadas, as recomendações são de que se

usem sementes básicas, registradas, certificadas ou fiscalizadas.

- **5.5.7. Tipos de sementes que poderão ser usadas para instalação dos campos:** Normalmente, o que se recomenda é que a semente certificada seja produzida a partir da básica. Todavia, poderá, em algumas circunstâncias, ser da registrada ou da própria certificada, desde que se obedeça o número de gerações pré-estabelecido para a espécie.
- **5.5.8.** Isolamento: É a medida pela qual o campo de uma determinada cultivar é separado de outro com o objetivo de evitar que haja, entre eles, troca de pólen, o que provocaria contaminação genética, com a consequente perda da identidade da cultivar em multiplicação. O isolamento entre campos de produção de sementes não é feito apenas separando-os por distância física pode-se separá-los também no tempo, fazendo suas semeaduras em épocas convenientemente distanciadas, de modo a evitar que floresçam juntos.
- **5.5.9.** Purificação ou "*roguing*": É a operação de eliminação de plantas contaminantes em um campo de produção de sementes. O encarregado da execução da purificação deverá, portanto, ser capaz de identificar as várias cultivares da espécie com que está trabalhando, também ser capaz de reconhecer os sintomas de doenças transmissíveis pela semente. Para diminuir as falhas são recomendadas as seguintes regras:
 - Treinar cuidadosamente a equipe que vai realizar os trabalhos, mostrando-lhes quais são as plantas atípicas ou fora de padrão;
 - Trabalhar com equipes pequenas;
 - Não manter sempre as mesmas pessoas numa mesma equipe;
 - Os operários que executam a purificação devem caminhar juntos, ao longo das linhas e o supervisor logo atrás, em linhas obliquas (Figura 5.1);



Figura 5.1. Operação de roguing em campo de gergelim para eliminação de plantas atípicas.

- Ficam mais visíveis as características quando o sol incide obliquamente sobre as plantas;
- Não se deve trabalhar quando estiver ventando;
- A eficiência do trabalhador depende muito do seu grau de acuidade, que diminui rapidamente à medida que aumenta seu cansaço mental;

Normalmente, a distinção entre as cultivares fica facilitada nas fases de floração, pós-floração ou desenvolvimento da semente e pré-colheita, pois as diferenças agronômicas e morfológicas ficam mais evidentes nessas fases.

5.5.10. Limpeza de materiais e equipamentos: Sacarias e máquinas usadas desde a semeadura até o beneficiamento podem se constituir em importantes fontes de contaminação varietal. Sacas usadas com espécies ou cultivares diferentes, principalmente se as sementes forem palhentas ou apresentarem apêndices que facilitem a aderência às fibras do tecido, costumam ser séria fonte de contaminação física e varietal. É muito frequente sementes engastadas na máquina virem a se soltar ou desprender posteriormente, ao ser colhido, secado ou beneficiado junto ao lote de sementes de uma cultivar diferente, resultando então na contaminação varietal.

5.6. INSPEÇÕES

Inspeção é uma atividade que tem duas funções. A primeira, considerada a mais importante, é de relações públicas e de educação. O inspetor deve agir fazendo com que o entrosamento entre a entidade produtora e a entidade certificadora/fiscalizadora seja a melhor possível e que disso resulte, como produto final, uma semente de boa qualidade.

A segunda função do inspetor, mais óbvia e conhecida, é a de juiz. O inspetor entra em um campo de produção de sementes ou unidade de beneficiamento e julga se os trabalhos estão sendo conduzidos de acordo com regras pré-estabelecidas de produção de sementes. Se a constatação de um determinado fator contaminante estiver ocorrendo em nível acima do tolerado e se der em uma fase do desenvolvimento da cultura, em que o seu controle ou erradicação puder eliminar o seu potencial prejuízo à qualidade das sementes, o laudo do inspetor deverá ser de aprovação, mas deve constar uma advertência de que o problema deverá ser sanado em tempo. O laudo será negativo somente quando nem mesmo a erradicação do fator contaminante puder evitar o prejuízo à qualidade das sementes.

Para exercer bem a função, o inspetor deverá ter um conhecimento seguro dos seguintes aspectos:

- Características das cultivares da espécie a ser inspecionada, incluindo atípicas inconfundíveis e atípicas questionáveis;
- Anormalidades fisiológicas que podem ocorrer devido a deficiências nutricionais, variações de temperatura e deficiências hídricas;
- Sintomas das doenças de importância da espécie, em particular as transmissíveis pela semente;
- Plantas daninhas consideradas plantas silvestres comuns ou nocivas;
- Métodos de amostragem aplicáveis às tolerâncias permitidas para as espécies a serem inspecionadas;

5.6.1 Fase de campo

A inspeção durante a fase de campo envolve três grupos de problemas, de soluções relativamente mais difíceis do que os da inspeção durante o beneficiamento:

- Quando inspecionar;
- Fixação dos níveis toleráveis de contaminantes no campo;
- Métodos de amostragem para avaliar se os contaminantes estão ocorrendo dentro dos limites tolerados ou não.

O primeiro desses problemas é de mais fácil solução. Assim mesmo, as diversas instituições de certificação/fiscalização de sementes não são concordes a respeito do assunto. Para o sistema de fiscalização, o número de inspeções recomendado é usualmente menor do que a de certificação, ocorrendo diferenças consideráveis entre estados e principalmente, entre o que recomenda o Ministério da Agricultura e alguns estados.

O segundo problema, isto é, o estabelecimento dos níveis de tolerância, é de mais difícil solução do que o anterior. O conceito de tolerância, também em certificação de sementes, tem um significado essencialmente econômico, isto é, admite-se que fica mais econômico permitir a presença, em determinados níveis, de um contaminante em um campo de sementes do que tentar erradicá-lo por completo.

O terceiro problema de inspeção é o da amostragem da área a ser examinada. Aqui, ao contrário da purificação, não é preciso trabalhar com a área toda, principalmente por que ao inspetor cabe examinar um grande número de campos, de diferentes tamanhos, topografias e cultivados com diferentes espécies. O inspetor então deve então utilizar um sistema de amostragem na execução do serviço. O maior problema consiste em se determinar o tamanho da amostra, pois esta tem que ser a mais representativa possível, e ao mesmo tempo, do menor tamanho, a fim de exigir menos trabalho do inspetor.

Por fim, outro aspecto envolvido na inspeção está relacionado ao modelo de caminhamento e amostragem da área a ser examinada (Figuras

5.2 e 5.3). Vários modelos são preconizados para percorrer o campo e o mais eficiente e recomendado é o de mudança alternada de direção. Para efetuar a contagem dos possíveis contaminantes, aplica-se a regra de Revier e Young, para estabelecer o tamanho da amostra, que pode conter até três unidades do fator contaminante e ainda permanecer dentro dos limites de tolerância. Assim, se o limite de tolerância é de 1:1000, o tamanho da amostra que permitiria encontrar três plantas atípicas dentro dos limites de tolerância seria de 3000 plantas. Então, de acordo com o número de subamostras a ser efetuado, divide-se essas 3000 plantas, obtendo-se o número de plantas por subamostras.

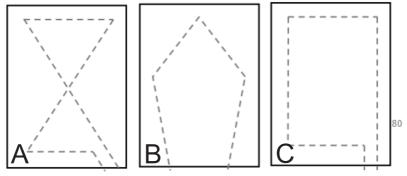


Figura 5.2. Modelos de percurso em "X" (A), "diamante" (B) e "retangular" (C) para inspeção de um campo de produção de sementes.

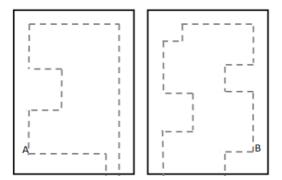


Figura 5.3. Modelos de percurso em "mudança alternada de direção" (A) e variante do modelo "mudança alternada de direção" (B).

Neste caso, independentemente do número de subamostras, encontrando-se um número total de contaminantes superior a três plantas, o campo seria reprovado, enquanto que igual ou menor a três, o campo seria aprovado.

5.6.2. Fase de laboratório

Como já foi visto anteriormente, uma das últimas fases da certificação/fiscalização vem a ser a análise em laboratório, das sementes já processadas e que tenham sido cuidadosamente amostradas, seguindose as recomendações encontradas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Na realidade, essa análise de laboratório pode ser considerada uma inspeção feita às sementes quanto a pureza física, à verificação de espécies e cultivares, à germinação, ao número de sementes silvestres nocivas e ao teor de água. Dependendo das espécies, são realizadas outras análises, além destas, como, por exemplo, peso hectolítrico, porcentagem de sementes infestadas, porcentagem de sementes defeituosas, etc. Os resultados obtidos para as características analisadas são comparados aos padrões de sementes, e se forem inferiores aos requisitos mínimos estabelecidos, as sementes são rejeitadas.

5.6.3. Benefícios da certificação

A Figura 5.4 esquematiza alguns dos benefícios decorrentes da certificação de sementes.

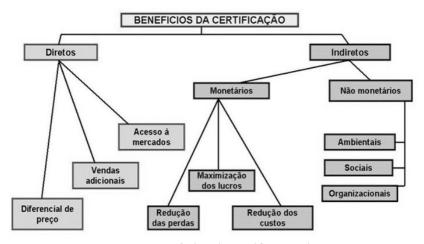


Figura 5.4. Benefícios da certificação de sementes.

FATORES QUE AFETAM A PRODUÇÃO E O DESEMPENHO DAS SEMENTES

5.7. ORIGEM DAS SEMENTES

Dentre os fatores que podem ter influência sobre o comportamento da própria semente e sobre a planta dela resultante, a origem das sementes é um dos menos estudados. O desconhecimento da procedência ou origem das sementes pode ter muita influência sobre seu comportamento durante, pelo menos, a fase de germinação. Isto tem sido verificado não apenas nos poucos trabalhos de pesquisa desenvolvidos sobre o assunto, mas também em várias circunstâncias, pela observação dos próprios agricultores.

O efeito da origem das sementes deve estar relacionado com as condições climáticas a que as plantas foram submetidas na fase de produção, com reflexos na qualidade, com ou sem efeitos na sua composição química. Dentre esses fatores climáticos, a temperatura, por ter grande influência no desenvolvimento e maturação das sementes, deve ser o componente de grande peso no efeito da origem da semente. O reconhecimento do efeito de origem sobre a qualidade fisiológica da

semente é grande importância na escolha das áreas produtoras.

5.8. VIGOR DAS SEMENTES

A definição de vigor de sementes como formulada pela Association of Official Seed Analysts (AOSA) é semelhante. O vigor de sementes é tido como "aquela propriedade das sementes que determina o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições de campo".

De agora em diante nessa seção, serão levados em conta, isoladamente, a influência do vigor sobre aspectos do comportamento das sementes e da planta dela resultante.

5.8.1. Sobre a semente

Sobre o potencial de armazenamento: O vigor das sementes afeta seu potencial de armazenamento. Sementes menos vigorosas deterioram rapidamente e atingem a condição de total inviabilidade antes do que as de alto vigor.

Sobre a germinação: A redução do nível de vigor afeta a capacidade de germinação de sementes de três maneiras distintas:

- Reduzindo a velocidade de germinação;
- Aumentando a heterogeneidade de desenvolvimento das plântulas de uma amostra de sementes e;
- Aumentando a porcentagem de plântulas anormais, bem como o grau dessas anormalidades.

Uma semente, cujas estruturas morfológicas e bioquímicas sofreram alguma deterioração, não tem capacidade, quando armazenada, de restaurar os tecidos injuriados. Para que a restauração se processe é necessário que a semente absorva água, o que só vai ocorrer na germinação.

A água que a semente absorve no início da germinação ativa seu metabolismo, com a liberação de energia. Essa energia não vai necessariamente ser usada integralmente para a germinação; parte dela pode ser gasta para restaurar tecidos injuriados. Quanto maior for a extensão das injurias, maiores serão os gastos de energia e tempo para repará-las. Só depois de concluída a restauração é que pode prosseguir o processo de germinação

Quando se consideram os efeitos do vigor sobre o desempenho germinativo, do ponto de vista de uma população de sementes, os resultados mais evidentes são a redução na velocidade de germinação, o aumento na heterogeneidade de desenvolvimento das plântulas e a redução na porcentagem final de germinação.

5.8.2. Sobre a planta

Sobre o desenvolvimento vegetativo das plantas: Supondo que uma semente de vigor reduzido tenha a capacidade e condições para promover satisfatoriamente a restauração de seus tecidos injuriados, a emergência da plântula se dará com atraso em relação a outra de maior vigor. Esse atraso vai se refletir sobre o desenvolvimento posterior, de sorte que, pelo menos nas fases iniciais de crescimento, uma plântula proveniente de semente menos vigorosa apresentará menor desenvolvimento do que outra proveniente de semente mais vigorosa.

Sobre o desenvolvimento reprodutivo das plantas: O atraso na emergência e no crescimento inicial das plantas pode retardar o início do florescimento. A população de plantas, que é um dos principais responsáveis pela produtividade, é diretamente afetada pelo baixo vigor das sementes, seja pela não germinação, seja pela não sobrevivência das plantas até a fase produtiva. Tem-se, desta forma, um efeito indireto do vigor sobre a produtividade, pois, neste caso, a atuação direta se dá sobre o estabelecimento da planta e não sobre sua produção. Esta diferenciação é importante para se ter uma boa interpretação do efeito do vigor sobre a produtividade.

5.9. TAMANHO DAS SEMENTES

Os efeitos que o tamanho das sementes exerce sobre o comportamento da própria semente e da planta resultante vem sendo estudados há bastante tempo. Apesar de ser bastante estudado, é um assunto não inteiramente elucidado.

5.9.1. Efeitos sobre a germinação e vigor das plântulas

Em uma população não beneficiadas de sementes, pode-se observar que uma determinada fração daquelas sementes exibirão certa relação mensurável entre sua capacidade de germinar e seu tamanho — $\acute{\rm e}$ a constituída das menores sementes.

Usualmente, sementes de maior tamanho originam plântulas mais vigorosas que, em condições variáveis de campo, podem resultar em "stands" diferentes em favor das maiores. O tamanho da semente parece que influi principalmente sobre o peso da plântula resultante, sendo razoável que assim seja, uma vez que as sementes grandes são aquelas que dispõem de maior quantidade de substancias de reserva para o desenvolvimento do eixo embrionário.

5.9.2. Efeitos sobre a fase de crescimento inicial

O tamanho da semente tem efeito pronunciado sobre o crescimento inicial das plantas, diminuindo essa intensidade à medida que as plantas se desenvolvem. Uma planta proveniente de uma semente pequena tem, no início, seu desenvolvimento mais lento do que o de uma proveniente de semente grande; com o passar do tempo, ela se recupera e acaba atingindo o tamanho característico da variedade.

5.9.3. Efeitos sobre a produção

É provável que o efeito do tamanho da semente se faça sentir de maneira diversa de acordo com o produto a ser utilizado (raízes, caules, folhas, madeira, fibra, flores, frutos e grãos), bem como conforme a época em que esse produto vai ser colhido. Provavelmente, o tamanho tem influência significativa sobre o crescimento inicial das plantas, e que é semelhante a um "efeito residual", ou seja, reduz-se à medida que passa o tempo. Se o produto for colhido relativamente cedo, a semente de maior tamanho pode dar origem à maior produção.

É importante salientar também que, em algumas circunstâncias, as sementes de maior tamanho podem apresentar pior desempenho porque as condições ambientais de produção não foram favoráveis para sua alta qualidade ou por terem sofrido mais danos mecânicos que as demais classes.

5.10. TRATAMNTO QUÍMICO DAS SEMENTES

A operação de tratamento químico de sementes pode ser realizada fazendo uso de diversos produtos, sempre com o objetivo final de que as sementes apresentem um melhor desempenho germinativo no substrato em que venham a ser postas para germinar. A decisão sobre o tratamento com fungicida de lotes de sementes deve estar baseada nas respostas às seguintes questões:

5.10.1. A semente necessita realmente ser tratada?

O nível de vigor das sementes por ocasião da semeadura tem um pronunciado efeito sobre sua resposta ao tratamento com fungicida, além do que as sementes são protegidas de moléstias causadas por fungos do solo. Sementes de alto vigor não reagem ao tratamento químico; as de vigor médio reagem até um certo ponto, com uma intensidade crescente à medida que cai o nível de vigor; desse ponto em diante o índice de resposta é cada

vez menor e as sementes de baixo vigor, praticamente, não reagem ao tratamento químico com fungicida.

A tomada de uma decisão quanto ao tratamento com fungicida depende de vários fatores e pode ser tomada de racional, tanto a favor, como contra o tratamento. A decisão de tratar é sempre mais simples, tanto para o produtor, como para o agricultor, porque dá excelente garantia para obtenção de um bom "stand".

5.10.2. É garantido o mercado de sementes?

Esta indagação não questiona a conveniência de tratar ou não as sementes. Admite-se que o tratamento seja feito efetivamente. O que se questiona é quanto à época em que deve ser feito. Este problema surge em decorrência das incertezas e da imaturidade da indústria e do comércio de sementes no Brasil. Em países como o nosso, o produtor não pode ainda ter muita certeza quanto ao comportamento do mercado para suas sementes: tanto é licito esperar que venda toda sua produção como apenas parte dela. Neste caso, se as sementes não vendidas não tiverem quimicamente tratadas, poderão ser comercializadas como grãos.

5.10.3 Existe produtos, doses e equipamento para o tratamento de sementes com fungicidas?

Existem muitas companhias particulares capazes de pesquisar, fabricar o melhor produto, o melhor equipamento e recomendar a melhor formulação e a dose apropriada. Dada a possibilidade dos microrganismos adquirirem resistência aos produtos químicos, exigindo doses mais elevadas a níveis possivelmente prejudiciais às sementes, o assunto exige continuas pesquisas, e novos produtos estão sendo colocados continuamente no mercado. Estes devem ser cada vez menos agressivos às sementes, ao homem, aos animais e ao ambiente.

5.11. ÉPOCA E DENSIDADE DE SEMEADURA

5.11.1 **Época**

A ocorrência de condições climáticas quentes e secas, obviamente, favorece a desidratação, concorrendo para a obtenção de sementes de boa qualidade. Não apenas a ausência de chuvas na fase final de maturação é favorável; a ocorrência de chuvas na fase de acumulo de matéria seca também é muito importante.

O local ideal para a produção de sementes seria aquele em que, pelo menos numa época do ano, não chovesse, mas houvesse a disponibilidade de irrigação, a fim de possibilitar o desenvolvimento das plantas. Não se pode, contudo, confinar a produção de sementes aos "locais ideais", mesmo que existam. A única forma pela qual se pode tentar assegurar chuvas durante a fase de acumulo de matéria seca e tempo bom na fase de desidratação seria pela época de semeadura.

Távora (1982) recomenda que em áreas de pouca pluviosidade, os plantios devem ser realizados logo no início das chuvas, enquanto em áreas de alta pluviosidade, pode ser adiado a fim de que não ocorram pesadas chuvas quando do amadurecimento e secagem das sementes. Por outro lado, o desenvolvimento de cultivares precoce deverá trazer vantagens para as condições do semiárido nordestino sujeito, na maioria das vezes, a curtos períodos de chuva.

5.11.2 Densidade

A população de plantas adotada num campo de produção de sementes, que é função do espaçamento utilizado, é mais um fator que concorre para o rendimento e qualidade das sementes. Ou seja, a densidade de semeadura evidencia uma característica muito interessante, que é a "elasticidade"; onde as plantas desenvolvem-se mais ou menos conforme o espaço de que disponham. Entre as características sensíveis a essa "elasticidade" está o tamanho da semente e, era de se esperar, que o vigor

também fosse influenciado, já que sementes maiores dentro da mesma cultivar são, sob vários pontos de vista, mais vigorosas do que as sementes menores.

5.12. ADUBAÇÃO

Os solos naturalmente férteis devem ser os preferidos para a multiplicação de sementes, pois neles se obtém não só as maiores produções como também sementes de melhor qualidade.

A planta bem nutrida está em condições de produzir sementes bem formadas. A exigência nutricional para a maioria das espécies torna-se mais intensa com o início da fase reprodutiva, sendo mais crítica por ocasião da formação das sementes, quando considerável quantidade de nutrientes (fósforo e nitrogênio) é para elas translocada.

5.13. INJÚRIA MECÂNICA

A injúria mecânica, juntamente com a mistura vegetal, é apontada, por muitos tecnologistas, como dos mais sérios problemas da produção de sementes. A injúria mecânica é consequência, na sua maior parte, da mecanização das atividades agrícolas, de sorte que é um problema praticamente inevitável. As fontes de injúria mecânica podem ser várias (Figura 5.5):

- **5.13.1. Na máquina de semeadura**: É o dano que ocorre em sementes quando o sistema de semeadura usado é a força motriz, as quais passam através dos furos de um disco na semeadora.
- **5.13.2.** Na máquina de colheita: Ocorre no momento em que forças consideráveis são aplicadas sobre as sementes, a fim de separá-las da estrutura que as contém.
- **5.13.3. Durante o beneficiamento**: Ocorre principalmente pelas quedas sucessivas de alturas variadas.

5.13.4. Durante o armazenamento:Dependendo da altura da pilha, as sementes que ficarem na parte de baixo poderão ser danificadas.

Durante o transporte: São atribuídos as quedas que operários impõem as sacarias de sementes que transportam sobre a cabeça, ao atirá-las descuidadamente sobre o piso do armazém.

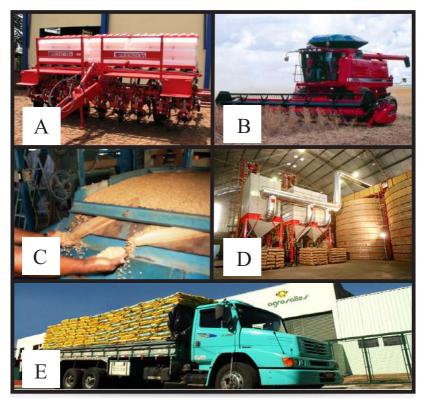


Figura 5.5. Fontes de injúrias às sementes: (A) plantadeira; (B) colheitadeira; (C) beneficiamento; (D) armazenamento e (E) transporte.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Guia de inspeção de campos para produção de sementes.** Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 3 ed. 2011, 41p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Funep. 2000, 588p.

PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**, 1 ed., Rua, 2003, 415p. TÁVORA, F. J.A. F. **A cultura da mamona**. Fortaleza: EPACE 1982. 111p

6

Beneficiamento e armazenamento de sementes

BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

Francinalva Cordeiro de Sousa Francisco de Assis Cardoso Almeida Bruno Adelino de Melo

6.1. BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

6.1.1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a produção agrícola brasileira vem apresentando expressivas taxas de crescimento. No entanto, esse bom desempenho produtivo não é acompanhado por melhorias nas atividades de póscolheita, como na secagem, no beneficiamento e, principalmente, no armazenamento de grãos (KOLLING et al., 2012).

A qualidade da semente pode ser afetada por operações decorrentes da colheita, secagem, beneficiamento, armazenagem e semeadura, além dos aspectos genéticos e de cultivo (FERREIRA & SÁ, 2010). O beneficiamento é uma das últimas etapas do programa de produção de sementes. É na unidade de beneficiamento que o produto adquire, após a retirada de contaminantes, como sementes imaturas, rachadas ou partidas, sementes de erva daninhas, material inerte, pedaços de plantas, entre outros, os padrões de classificação, considerando as qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias, para a comercialização (SILVA et al., 2008).

Assim, o beneficiamento de semente é necessário para remover os contaminantes, isto é, separar as sementes puras (todas as sementes e/ou unidades de dispersão pertencentes à espécie em exame, declarada pelo remetente, ou como sendo a predominante da amostra), das outras sementes (todas as sementes e/ou unidades de dispersão de qualquer outra espécie de planta que não aquela da semente pura) e do material inerte (inclui as unidades de dispersão e todos os outros materiais e estruturas não definidas como semente pura ou outras sementes). Ademais, o beneficiamento é utilizado para classificar a semente por tamanho;

melhorar a qualidade do lote pela remoção de semente danificada e deteriorada; aplicar fungicidas e inseticidas à semente, quando necessários; e para embalar adequadamente a semente para a sua comercialização (FRANÇANETO et al., 2007).

Segundo Carvalho & Nakagawa (2000) é possível conceituar o beneficiamento como um conjunto de operações, visando melhorar, ou aprimorar as características de um lote de sementes com a eliminação das impurezas, das sementes de outras espécies e cultivares, das sementes da espécie ou da cultivar que apresentem características indesejáveis e da posterior separação em frações mais uniformes (Figura 6.1).

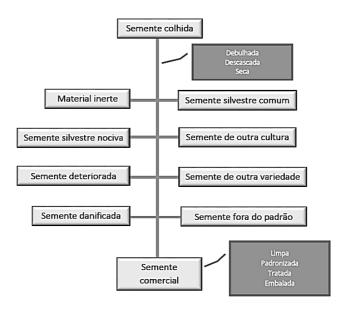


Figura 6.1.Fluxograma mostrando os tipos de materiais que são removidos das sementes durante o beneficiamento (adaptado de VAUGHAN et al., 1976).

A máxima qualidade de um lote de sementes é função direta das condições deprodução no campo, ou seja, semente se obtém no campo. Entretanto, a semente, depois de colhida, contém materiais indesejáveis que devem ser removidos a fim de facilitar a semeadura, a secagem e o

armazenamento, além de evitar que sejam levadas sementes de plantas daninhas para outras áreas (PESKE & VILLELA, 2003).

A escolha das máquinas para as unidades de beneficiamento deve ser feita levando-se em consideração as características das sementes. De acordo com Giomo et al. (2008) obeneficiamento de sementes foi desenvolvido para possibilitar que sementes de inúmeras espécies sejam separadas, com relativa facilidade, por suas características físicas que, por ocasião da colheita, são amplamente variáveis dentro dos lotes.

6.1.2. BASES DE SEPARAÇÃO

O beneficiamento de sementes é uma etapa da produção de sementes que visa cinco objetivos basicamente:

- **Separação completa** eliminação de toda impureza no lote de sementes;
- **Melhoria da qualidade** eliminação de sementes com qualidade inferior da mesma cultivar;
- **Mínimo de perda de sementes** durante todas as fases do beneficiamento, algumas boas sementes são removidas juntamente com as impurezas, o que deve ser reduzido ao mínimo;
- **Eficiência** visa obter o máximo de capacidade com efetiva separação
- **Mínimo de dispêndio de trabalho** todas as atividades, se possível, devem ser mecanizadas

O beneficiamento das sementes é feito baseando-se em diferença de características físicas existentes entre as sementes e as impurezas. A separação só é possível entre materiais que apresentem uma ou mais características diferenciais que possam ser detectadas pelos equipamentos. O operador necessita conhecer os princípios que possibilitam a limpeza e a separação, para escolher as máquinas necessárias utilizadas em um determinado lote de sementes, e obter o maior rendimento e um produto de melhor qualidade. Como existem diversas diferenças entre as

características físicas das boas sementes e do material indesejável, o responsável pelo beneficiamento deve escolher a característica que, por ser mais pronunciada, permite a separação com alto rendimento de trabalho e alto grau de perfeição.

O beneficiador de sementes escolhe as máquinas que separam materiais diferentes entre si baseados no tamanho (largura, espessura e comprimento), pela forma, pelo peso, pela textura do tegumento ou do pericarpo, pela cor, pela afinidade a líquidos e pela condutividade elétrica, que melhor se adapte as condições daquele lote. Esses métodos de beneficiamento nos dias atuais são a base para projetos de máquinas modernas para separação dos diferentes produtos agrícolas. Os princípios básicos mais utilizados, de acordo com Vaughanet al. (1967) para a separação das sementes baseia-se nas suas dimensões (comprimento, largura e espessura), conforme a Figura 6.2

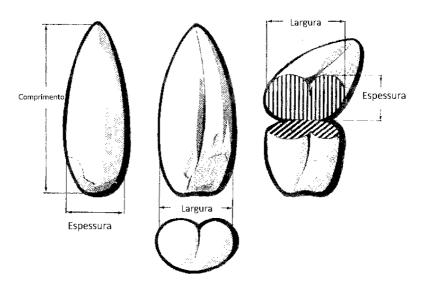


Figura 6.2. Dimensões que caracterizam o tamanho das sementes

Diferentes combinações destas dimensões resultam em diferentes formas de sementes. Além dessas diferencias a semente também difere em peso especifico, apesar de existir sementes de igual volume com peso especifico diferente.

No processamento de sementes se emprega diferentes métodos de separação, sendo cada um deles desenvolvidos para atender a uma característica especifica da semente, em oposição aos contaminantes do lote.

6.1.2.1. Separação pelo tamanho

Nestamodalidadede separação sãolevadosem consideração asdimensões: comprimento, largura e espessura. A separação por largura e espessura é realizada com peneiras de chapas metálicas ou de arame e a separação por comprimento utilizando discos ou cilindros alveolados.

Largura e espessura

- Peneira de chapa metálica: são utilizadas no processamento de sementes graúdas e pesadas (milho,soja,etc.), e divididas em (Figura 6.3):
 - Peneiras de perfurações circulares: sementes com o mesmo comprimento e espessura, mas que diferem quanto à largura.
 - Peneiras de perfurações oblongos: sementes que têm o mesmo comprimento e largura, mas diferem quanto a espessura.

Peneiras de perfurações triangulares: são pouco utilizadas eseu emprego maior é na separação de sementes quebradas e na separação de sementes com forma triangular.

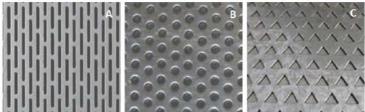


Figura 6.3. Peneiras de chapa metálica. (A) perfuração oblonga, (B) circular e (C) triangular.

Peneiras de malha de arame:

são utilizadas no processamento de sementes pequenas e leves (gramíneas, forrageiras, hortaliças, etc.) e classificadas em (Figura 6.4):

- Malhas quadradas: são designadas pelo número de perfurações por polegada, em cada direção.
- Malhas retangulares: são designadas do mesmo modo que as de malha quadrada; o comprimento da malha é colocado na peneira no sentido do fluxo de sementes.

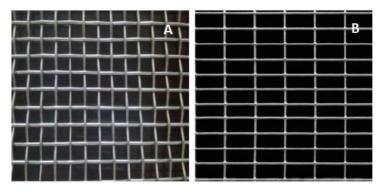


Figura 6.4. Peneiras de malha de arame. (A) quadrada e (B) retangular.

Comprimento

> Separador de cilindro alveolado: constitui-se, basicamente, de um cilindro metálico cuja superfície interna apresenta alvéolos, de mesmo tamanho, em toda a sua extensão; no interior do cilindro existe uma calha, denominada de calha receptora de sementes curtas, e uma espiral transportadora de sementes (Figura 6.5).

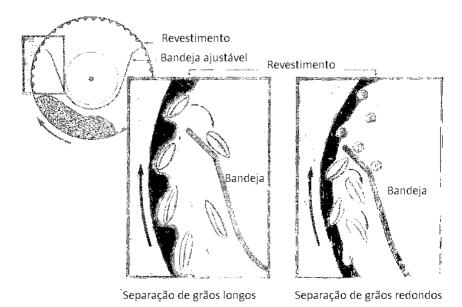


Figura 6.5. Corte transversal do cilindro alveolado do separador.

Separador de discos alveolados: é constituído por uma série de discos de ferro contendo alvéolos em ambas as faces; os discos são presos num eixo que proporciona um movimento de rotação, dentro de uma estrutura metálica. As bolsas ou alvéolos são todas iguais(Figura 6.6); todavia existem várias formas e tamanhos de alvéolos. Assim, há os alvéolos quadrados, para separar vários tipos de sementes. Alvéolos de extremidade redonda (côncava), tipo V, separam sementes e partículas arredondadas. Enquanto os alvéolos de extremidades levantadora reta, tipo R (de Rice), separam sementes quebradas de arroz ou semelhantes.

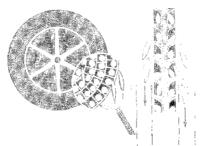


Figura 6.6. Separador de discos.

6.1.2.2. Separação pela forma

A forma das sementes varia conforme as espécies botânicas.Há sementes redondas, chatas, oblongas, triangulares, de formato irregular, etc. A separação pela forma pode ser efetuada por diferentes peneiras, bem como por separador de cilindro ou discos alveolados. Existe, todavia, uma máquina criada especialmente para separar sementes arredondadas ou redondas das sementes chatas: o separador em espiral. Éconstituído, basicamente, porlâminas metálicas espiraladas, concêntricas, posicionadas verticalmente com um determinado ângulo em relação a um eixo central. Circundando as espirais internas, segue-se uma espiral externa (Figura 6.7).

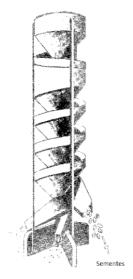


Figura 6.7. Separador de espiral

As sementes esféricas alcançam maior velocidade de descida e saltam das espirais internas para a espiral externa, sendo descarregadas por uma bica de saída localizada na extremidade inferior do equipamento. As sementes achatadas ou aquelas menos esféricas, rolam com velocidades menores e, assim, permanecem na espiral interna, sendo descarregadas numa outra bica de saída do equipamento.

6.1.2.3. Separação pelo peso

A separação por peso é realizada devido às variações sensíveis que existem entre as sementes e entre estas e as impurezas que as acompanham. Os lotes, constituídos por sementes idênticas na forma e tamanho, podem apresentar sementes de características indesejáveis, como sementes carunchadas ou que estejam contaminadas por micro-organismos, ou ainda sejam chochas, imaturas e mal formadas. Essas características indesejáveis fazem com as sementes apresentem peso ou peso específico diferente das sementes sãs, sendo essa a base de separação.

Os aparelhos projetados para funcionar com base nas diferenças apresentadas através do peso ou peso especifico de um lote de sementes são: separador de pedras, aspirador, separador pneumático e, mais comumente utilizada, a mesa de gravidade.

A mesa de gravidade consiste essencialmente de uma mesa de superfície porosa que permite a passagem de uma corrente de ar(Figura 6.9). A alimentação da máquina é feita sobre a mesa, que recebe um fluxo de ar, produzido em seu interior, regulado para tornar fluida a massa de sementes. As sementes são expostas em camadas, e em consequência do movimento vibratório elíptico da mesa, há a separação das sementes leves das mais pesadase também do material intermediário (Figura 6.8).

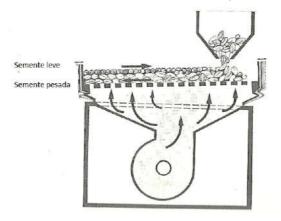


Figura 6.8. Mesa de gravidade. Diagrama do fluxo de ar através das sementes

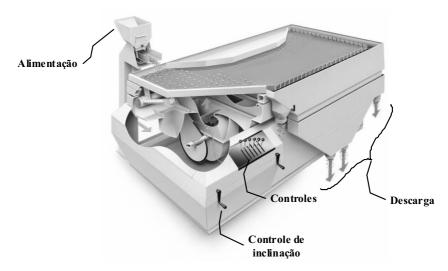


Figura 6.9. Mesa de gravidade.

6.1.2.4. Separação por textura do tegumento

Diferenças de textura do tegumento, isto é, grau de rugosidade é comumente observado em sementes e podem ser separadas utilizando o rolo de flanelas e o tapete rolante.

Rolo de fanelas: a mistura de sementes lisas e rugosas alimenta a extremidade mais alta da calha formada pelos rolos e, como os rolos giram em direções opostas, as sementes rugosas são acompanhadas pelos fiapos do tecido, carregadas e atiradas contra um anteparo colocado sobre a extensão dos rolos. As sementes atingem o anteparo e, na queda são conduzidos em direção a uma descarga. As sementes lisas não são apanhadas pelos fiapos do tecido, de tal modo que vão escorregando, para baixo, em direção à outra extremidade dos rolos, onde são descarregadas (Figura 6.10)

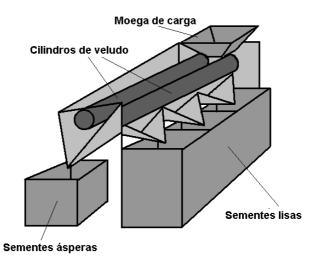


Figura 6.10. Esquema básico de um separador por tipo de tegumento (SILVA et al., 2008).

Tapete rolante: a mistura de sementes é colocada no centro do tapete, as sementes lisas escorregam para a parte mais baixa, enquanto as rugosas, aderindo ao tapete são transportadas para outra extremidade(Figura 6.11).

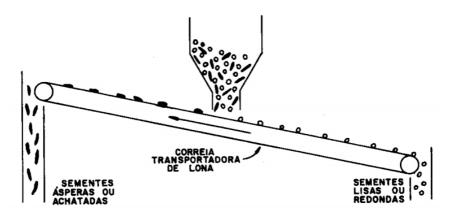


Figura 6.11.Esquema mostrando o princípio de separação de sementes (VAUGHAN et al., 1976) por um Separador de correia inclinada (Tapete rolante)

6.1.2.5. Separação por afinidade por líquidos

As sementes das espécies vegetais diferem entre si, com relação à proporção de liquido que sua superfície é capaz de absorver. A superfície de determinadas espécies, com o tegumento danificado aceita maior quantidade de líquidos, que as sementes com tegumento liso e não danificado. A máquina empregada, com maior frequência, para efetuar a separação das sementes baseadas nesta característica é o separador magnético.

Na separação magnética, as sementes são introduzidas em uma câmara, onde se coloca uma pequena quantidade de água ou outro liquido. A superfície de algumas sementes absorve água, enquanto outras não, a seguir são adicionadas certas quantidade de limalha de ferro muito fina, a qual irá aderir às sementes umedecidas. Esta massa de sementes passa por um rolo ou cilindro magnético, onde as sementes que contem a limalha de ferro se aderem ao rolo sendo então separadas das demais(Figura 6.12).

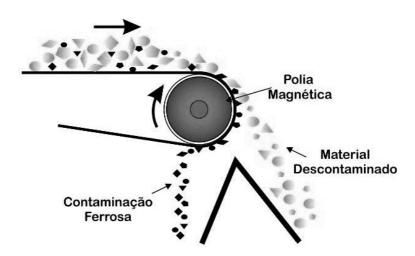


Figura 6.12. Esquema de um separador por afinidade por líquidos

6.1.2.6. Separação pela cor

As sementes com características físicas idênticas que diferem somente pela coloração podem ser separadas por meio de catadeiras ou selecionadoras eletrônicas. Os separadores (seletron) por cor tornampossível a separação de sementes que não podem ser selecionadas por nenhum método citado. Como exemplo, podem-se citar os grãos de café, que apresentam homogeneidade quanto ao tamanho, forma e densidade, mais tem coloração diferenciada.

Nesse sistema, as máquinas possuem um mecanismo especial que expõe as sementes a um sensor eletrônico que a confronta com um padrão eletrônico ou "padrão de cor", eliminando as sementes de cores diferentes ao padrão estabelecido, através de um jato de ar (Figura 6.13). A seleção eletrônica permite que uma grande quantidade de sementes seja examinada muito rapidamente.

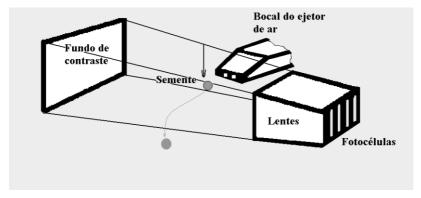


Figura 6.13. Esquema básico da separação por cor "fotoelétrico" SILVA et al. (2008).

6.1.2.7. Separação por condutividade elétrica

Baseia-se no fato de que sementes diferem entre si em sua capacidade de conduzir ou armazenar eletricidade. Embora muitas condições afetem as propriedades elétricas das sementes, essas condições podem ser utilizadas quando não existe outro método eficiente para a separação. A máquina que realiza a separação baseada neste princípio é

denominada separador eletrostático.

Embora sejam poucos utilizados, os separadores eletrostáticos separam as sementes, geralmente de pequenos tamanhos, por diferença entre suas propriedades elétricas, induzidas ou ao natural. Consiste basicamente em uma correia transportadora carregada eletrostaticamente. As sementes carregadas com carga negativa ficamaderidas à correia e são retiradas na parte inferior da máquina por um conjunto de escovas ou por um processo de eliminação gradual da carga elétrica (Figura 6.14).

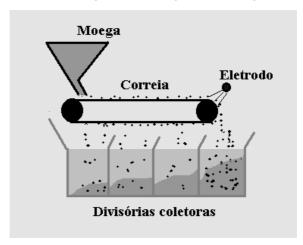


Figura 6.14. Esquema básico de um separador eletrostático (SILVA et al., 2008).

6.1.3. OPERAÇÕES DE BENEFICIAMENTO

O beneficiamento é um dos passos a serem seguidos para obtenção de sementes de alta qualidade numa empresa de sementes. A máxima qualidade de um lote de sementes é função direta das condições de produção no campo. Entretanto, a semente, depois de colhida, contém materiais indesejáveis que devem ser removidos a fim de facilitar a semeadura, a secagem e o armazenamento, além de evitar que sejam levadas sementes de plantas daninhas para outras áreas. Por isso a importância do beneficiamento para a obtenção de sementes de alta

qualidade.

No processo de beneficiamento, as sementes passam por várias etapas, conforme mostra o fluxograma apresentado na Figura 6.15. Entretanto, nem todos os lotes de sementes seguem a mesma sequência no processo de beneficiamento, de forma que, as operações realizadas durante o beneficiamento estão em função da espécie, da cultivar e das características das impurezas presentes no lote.

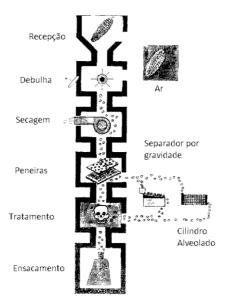


Figura 6.15. Fluxograma das etapas de beneficiamento das sementes (PESKE & VILLELA, 2003).

No caso de uma usina de beneficiamento de sementes, deve-se planejar uma trajetória que contemple os seguintes passos:

- ✓ As sementes devem receber, em sequência adequada, todos os tratamentos necessários.
- ✓ Devem-se selecionar as máquinas, segundo a capacidade e qualidade de modo que a sequência operacional não seja interrompida.
- ✓ As sementes não devem ser danificadas por excesso de manuseio

(se possível movimentar o produto sempre por gravidade e a baixa velocidade).

- ✓ A unidade de beneficiamento e seus equipamentos devem ser dispostos de modo que possam ser higienizados adequadamente e com o máximo de facilidade.
- ✓ Devem-se evitar todos os pontos de contaminação.
- ✓ Todas as operações devem ser otimizadas de modo a permitir menor custo de produção.

6.1.3.1. Recepção e armazenagem

Dependendo da situação em que as sementes chegam à unidade de beneficiamento (em sacos ou a granel), estas podem ser descarregadas diretamente em uma moega de recepção e depoisserem transportadas paraos depósitos ou para silos para produtos a granel (armazenagem provisória para produtos úmidos ou para produtos secos), onde o lote aguarda as demais operações. Pode também ser transportadas diretamente para a linha de beneficiamento, iniciando-se primeiramente, pela operação de pré-limpeza. O lote quando em sacaria pode aguardar as demais operações em um armazém.

6.1.3.2. Pré-limpeza

Há ocasiões em que a contaminação com os materiais indesejáveis é alta, sendo necessário um processo de pré-limpeza. Lotes de sementes podem chegar a UBS apresentando alta porcentagem de impurezas; tais materiais precisam ser removidos antes das operações de secagem ou de limpeza, para se obter maior eficiência nessas fases. Esta operação de pré-limpeza é feita normalmente por uma *máquina denominada de pré-limpeza*.

Para essa operação, utiliza-semáquina de are peneiras(Figura 6.16) com alta produção, pois nessa etapa do beneficiamento émais

importante o rendimento do que a qualidade, considerando-se a necessidadede passar na pré-limpeza toda a semente recebida no dia. Essas máquinas são constituídas de uma ou mais peneiras, cilíndricas ou planas vibratórias, geralmente acompanhadas de um sistema de ventilação, para eliminação de poeiras e materiais mais leves.

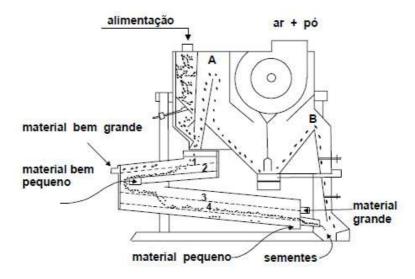


Figura 6.16. Diagrama de uma máquina de ar e 4 peneiras (MAP)(PESKE & VILLELA, 2003).

Sementes de algumas espécies, por outro lado, antes de passarem para as demais operações, precisam sofrer um preparo, com máquinas específicas para cada caso:

- ✓ Debulha: para o caso do milho, se recebido em espigas;
- ✓ Descascamento: amendoim, pois é recebido em vagens;
- ✓ Deslintamento: algodão;
- ✓ Desaristador: espécies que apresentam sementes com apêndices, como aristas e glumas (capim jaraguá).

As principais vantagens da pré-limpeza são:

- ✓ Facilidade de secagem a remoção de sementes de plantas daninhas e de restos de culturas irá acelerar a secagem e auxiliará no fluxo das sementes através do secador.
- ✓ Redução de volume a armazenar O emprego de combinações de automotrizes resulta em que muitos lotes de sementes atinjam menos de 95% de pureza e, em forrageiras, menos de 50%. Propiciando uma redução na área para o armazenamento das sementes antes do beneficiamento.
- ✓ Facilidade de transporte por elevadores Se a alimentação for com materiais de pouca mobilidade ou de diversos tamanhos, o transporte pelas caçambas será dificultado e as possibilidades de entupimento serão grandes.
- ✓ Facilidade de operação das máquinas subsequentes- A remoção prévia do material bem maior, bem menor e bem mais leve do meio do lote de sementes tornará mais eficaz o trabalho das peneiras e do ar, pois possibilitará o uso de peneiras com perfurações de dimensões mais próximas às da semente e a regulagem do ar com mais precisão.
- ✓ Melhores condições no armazenamento de fluxo Sementes partidas e danificadas e restos de cultura fazem com que os processos metabólicos das sementes sejam acelerados, acarretando uma maior deterioração. Daí a importância da remoção desses materiais na pré-limpeza.

6.1.3.3. Secagem

As sementes, em função da espécie e das condições, podem apresentar-se com um teor de água acima do ideal, para serem armazenadas ou até mesmo beneficiadas. Sendo assim, existe a necessidade de realizaruma secagem, até níveis considerados seguros para o armazenamento. Esta secagem pode ser natural ou artificial (Figura 6.17). As instalações de secagem devem ficarpróximasà unidade de

armazenamento e beneficiamento, para facilitar o transporte de um local para outro pelos transportadores.

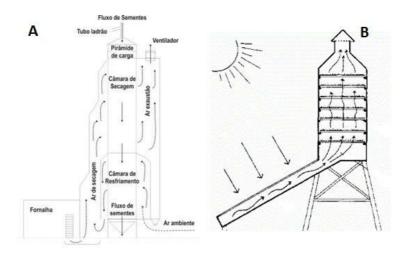


Figura 6.17.Esquema de um secador artificial (A) e um secador solar (B) (SILVA, 2004; URBANO, 2014).

6.1.3.4. Limpeza

A operação de limpeza visa essencialmente separar impurezas remanescentes da pré-limpeza e as produzidas pelo processo de secagem. Esta operação consta de uma separação rigorosa de todo material indesejável que acompanha as sementes da cultivar ou espécie de interesse: sementes ou grãos de outras espécies (cultivadas e silvestres), sementes mal formadas, sementes imaturas, sementes ou grãos quebrados, impurezas (pó, fragmentos vegetais, etc.).

Na operação de limpeza, usa-se normalmente máquina de ventilador e de peneira, que, dependendo do rigor da separação, pode possuir várias peneiras e mais de um ventilador. Para alguns lotes essas máquinas realizam ao mesmo tempo a pré-limpeza e a limpeza. A máquina de ventilador e peneira (MVP) faz as separações dos componentes baseando-se nas diferenças de espessura e largura (peneiras) e do peso ou peso especifico (ventiladores).

6.1.3.5. Separação e classificação

A separação auxilia e complementa o processo de limpeza. Nos casos em que as peneiras e os ventiladores não conseguem realizar plenamente as operações de limpeza e separação devem-se utilizar outras máquinas que realizem essas operações, com base em outras características físicas. Dependendo do material pode-se usar um separador por comprimido (separador de discos ou cilíndrico), mesa de gravidade, separador em espiral, máquina de rolo de flanela, etc, específicos para cada problema, cujo objetivo é obter sementes mais limpas e mais puras. O lote de sementes, limpo e mecanicamente puro, pode ser ainda dividido em lotes menores, mais uniformes em forma e tamanho pela classificação.

No caso especifico de sementes, como o tratamento químico e o plantio exige uniformidade em forma e tamanho para maior eficiência. Para isso é necessário que se faça uma rigorosa operação de classificação quantos as características das sementes. A operação de classificação é feita por máquinas separadoras como as de peneiras, de cilindros e de discos.

Para classificação de acordo com a largura e espessura é recomendável o uso de peneiras cilíndricas em vez das planas, pois estas possibilitam uma melhor separação, forçando as sementes a passarem pelas perfurações.

6.1.3.6. Tratamento e ensacamento

Após a remoção dos materiais indesejáveis do lote de sementes, há situações em que é aconselhável protegê-las contra o ataque de insetos e microorganismos. O tratamento também é realizado para ajudar as sementes em condições adversas de umidade e temperatura do solo na época da semeadura. O tratamento consiste na aplicação de produtos químicos em formas liquida, suspensão ou pó.

Existe uma série de requisitos básicos para que o tratamento seja eficaz, tais como tipo de produto químico a ser utilizado, tipo de patógeno, modo de sobrevivência do patógeno na semente, potencial de inoculo sobre

a semente ou no seu interior, variabilidade do patógeno e inseto quanto à sensibilidade ao tratamento químico, condições de campo em que a semente tratada será semeada, dose do produto químico, métodos e equipamentos empregados.

As tratadoras mais comuns de sementes são para produtos líquidos, os quais não oferecem tanto problema para a saúde dos operadores. Entretanto, também existem alguns modelos de tratadoras para produtos em pó. As tratadoras mecânicas são colocadas numa UBS, geralmente logo antes do ensaque das sementes, enquanto as manuais, adaptadas de túneis, são geralmente levadas para a lavoura com a finalidade de tratar as sementes momentos antes da semeadura.

No caso em que o uso de equipamento de uso comercial não seja viável, pode-se utilizar um tratador simples que pode ser feito na própria fazenda (Figura 6.18).

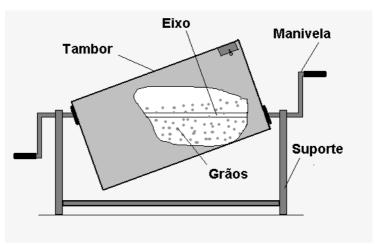


Figura 6.18. Tratador simples para sementes (SILVA et al., 2008).

Esses equipamentos produzem resultados aceitáveis, porém não permite controle ideal da dosagem e, se não forem operado com cuidado, podem provocar danos às sementes. Após o tratamento, as sementes são encaminhadas para as embaladoras, onde são colocadas em embalagens apropriadas recomendadas para a espécie e condições de armazenamento(sacos de papel multifoliado, saco de plástico, saco de

papel com lâmina de alumínio, latas, etc). Nunca deixar que as sementes tratadas fiquem sem identificação, a qual é feita pela aplicação de um corante, para diferenciar das não tratadas. Uma indicação lembrando que o produto é prejudicial à saúde deve ser bem posicionada na embalagem.

6.1.4. PLANEJAMENTO DE UMA UNIDADE DE BENEFICIAMENTO (UBS)

No beneficiamento de sementes são levadas em consideração as características físicas diferenciais pelas quais as sementes podem ser separadas de outros componentes indesejáveis presentes no lote, bem como os princípios mecânicos utilizados. A instalação de uma UBS requer um alto investimento e, para que se tenha um adequado retorno de capital, deve ser planejada de modo a funcionar com eficiência em termos de capacidade, de facilidade de limpeza e que a semente beneficiada venha a ter a qualidade desejada.

No planejamento de uma UBS, muitos fatores devem ser considerados paraque se venha a obter pleno êxito. Uma UBS deve ser planejada de tal forma queas sementes possam ser recebidas e processadas durante as etapas de pré-limpeza, secagem, limpeza e classificação, tratamento e,embalagem, sendo finalmente armazenadas e distribuídas com o mínimo de:

- ✓ Possibilidades de ocorrerem misturas varietais;
- ✓ Tempo e
- ✓ Pessoal.

Os equipamentos detransporte, secagem, limpeza e classificação devem ser distribuídos de modo quea semente venha a ter fluxo contínuo desde a recepção até o local de embarquepara distribuição. Esse arranjo dos equipamentos deve ser suficientementeflexível para que as sementes possam desviar-se de qualquer equipamento daUBS, porventura desnecessário, sem afetar o fluxo e a qualidade das mesmas. Também é

indispensável que seja planejado um sistema para eliminação do pó edos materiais indesejáveis retirados nas diversas operações utilizadas na limpezae classificação das sementes.

6.1.4.1. Seleção do equipamento

No beneficiamento de sementes são levadas em consideração as características físicas diferenciais pelas quais as sementes podem ser separadas de outros componentes indesejáveis presentes no lote, bem como os princípios mecânicos utilizados para tal fim.

A escolha e a sequência das máquinas a serem utilizadas no beneficiamento de um lote de sementes, varia em função da espécie e das condições físicas do lote. A qualidade física do material obtido, bem como o rendimento de trabalho, vai depender das opções e das regulagens adequadas das máquinas.

Muitos aspectos devem ser considerados antes da aquisição, tais como controle da alimentação da máquina, peneira, corrente de ar, vibração das peneiras, limpeza, tipo e tamanho do alvéolo do cilindro, rotação do cilindro, consumo de energia, robustez, tamanho da máquina, danificação mecânica, controle de temperatura, controle de umidade e outros.

Outro importante aspecto na seleção do equipamento é a capacidade das diversas máquinas, que deve ser mais ou menos equivalente para assegurar o fluxo contínuo das operações. Se uma determinada máquina tiver menor rendimento do que outra, dever-se-á considerar a instalação de duas dessas máquinas, como é o caso de dois cilindros para cada MAP com quatro peneiras.

6.1.4.1.1. Transportadores de semente

Os lotes de sementes são manuseados muitas vezes durante as diferentes etapas do beneficiamento, sendo necessário, portanto, considerar que os transportadores deverão enfrentar todas as necessidades de transporte de um modo eficiente e contínuo, visando:

- a) evitar mistura varietal;
- b) minimizar os danos mecânicos;
- c) reduzir os custos de operação;
- d) manter a eficiência da sequência do beneficiamento.

O transporte de sementes consiste na movimentação de material, de um pontoa outro, horizontal ou vertical, num plano inclinado ou pela gravidade. Assim,um só transportador não pode cobrir extensivamente todas as operações, existindodisponíveis no mercado diversos tipos de transportadores:

- Elevadores de caçamba;
- Correias transportadoras;
- Transportadores vibratórios (calha vibratória);
- Transportadores de parafuso (rosca sem-fim, caracol);
- Empilhadeiras;
- Transportador pneumático;
- Transportador de corrente.

6.1.4.1.1. Elevadores de caçamba

Um dos meios de transporte mais comumente usados na UBS são os elevadores (Figura 6.19), que podem ser de três tipos:

- a) de descarga centrífuga;
- b) de descarga pela gravidade;
- c) de descarga interna;

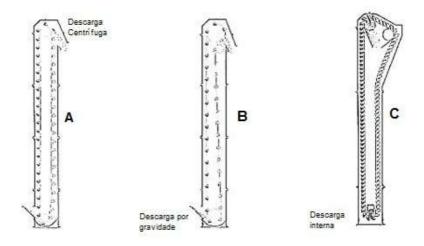


Figura 6.19. Detalhe de elevadores do tipo caçamba. (A) descarga centrífuga, (B) descarga por gravidade e (C) descarga interna.

Os elevadores de descarga centrífuga operam a altas velocidades, lançando as sementes pela força centrífuga. Recomendam-se para sementes médias e pequenas e de fácil fluxo.

Os elevadores de descarga por gravidade operam a velocidades mais baixas que o centrífugo. Seu funcionamento consiste em derramar as sementes nas costas da caneca da frente e, após, pelo cano de descarga.

O elevador de descarga interna é considerado como ideal na elevação desemente. A carga e descarga são feitas pelo interior da linha de caçambascontínuas, suavemente, permitindo, em alguns modelos, com mais de uma linhade canecas, manusearem vários materiais ao mesmo tempo com o mínimo de danomecânico e mínima probabilidade de mistura varietal.

6.1.4.1.1.2. Correia transportadora

Indicada para transportar grandes quantidades de sementes por

distâncias relativamente longas e por ser auto limpável (Figura 6.20).

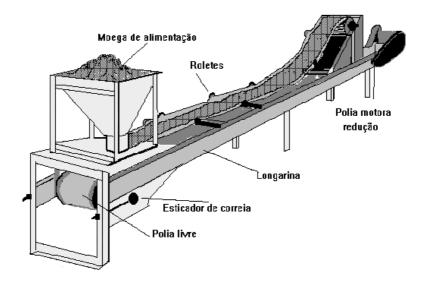


Figura 6.20. Correias transportadoras de sementes (SILVA et al., 2008)

$6.1.4.1.1.3.\,Transportador\,de\,para fuso\,(rosca\,sem\text{-}fim, caracol).$

Desse tipo de transportador (Figura 6.21) é interessante conhecer algumas vantagens, taiscomo:

- √ É facilmente adaptável em locais congestionados;
- ✓ É compacto;
- ✓ Pode ser montado em posições horizontais e inclinado;
- ✓ Pode ser protegido contra poeira e umidade.

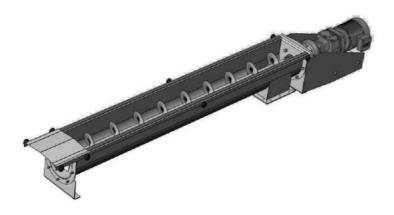


Figura 6.21. Transportador de sementes tipo **Figura 6.21.** Transportador de sementes tipo rosca sem-fim rosca sem-fim

6.1.4.1.1.4. Transportador vibratório

Transportador muito útil para pequenas distâncias e que geralmente soluciona os problemas nos locais congestionados. Seu uso deveria ser mais difundido

6.1.4.1.1.5. Transportador pneumático

Esse tipo de transportador movimenta produtos secos e granulados, através de um sistema fechado de tubulações, por uma corrente de ar de alta velocidade. São de grande flexibilidade, auto limpável e prático no transporte de sementes desde vários depósitos para um só ponto de descarga.

6.1.4.1.1.6. Transportador por corrente

São unidades metálicas fechadas com correntes conduzidas entre rodas dentadas, montadas geralmente com palhetas.

6.1.4.1.1.7. Empilhadeira

Serve para manusear as sementes já embaladas no sentido inclinado, sendo muito útil na UBS.

6.2. ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

6.2.1 INTRODUÇÃO

A semente é o principal insumo para a produção de alimentos na agricultura e, em comunidades tradicionais de pequenos agricultores, vem agregada a um alto valor cultural e associada a uma racionalidade própria. Após as operações de secagem e de beneficiamento, as sementes são destinadas ao armazenamento, onde permanecem até a ocasião apropriada para a comercialização ou utilização para a semeadura (PARRELA 201; PEIXOTO et al., 2006).

As sementes em geral constituem uma das fontes ricas em nutrientes indispensáveis ao funcionamento do organismo humano e dos animais, e sua disponibilidade para satisfazer as necessidades no momento desejado foi o que levou muitos especialistas a se aprofundarem no estudo do problema do armazenamento. Diversas técnicas são, com frequência, estudadas embusca de melhores condições de armazenamento, sendo quea principal técnica de conservação de sementes durante oarmazenamento é, ainda, a redução do seu metabolismo, seja através da remoção da água ou da diminuição da temperatura (KOHAMA et al., 2006).

As sementes devem ser armazenadas desde sua colheita até a época de semeadura na temporada seguinte. Considerando que, ao serem colhidas, são desligadas da planta mãe, que até esse momento era seu ambiente natural, passa a ser responsabilidade do homem a conservação das mesmas nas melhores condições durante todo esse período. Contudo, o armazenamento das sementes inicia-se na verdade algum tempo antes de que seja realizada a operação de colheita, ou seja, quando elas alcançam o ponto de maturação fisiológica (PMF). Esse ponto ocorre dentro de um

período de tempo após a antese ou fertilização do óvulo, que varia de 30 a 50 dias, segundo a espécie (LABBÉ, 2007).

Lotes de sementes da mesma variedade, idade cronológica e comporcentagens de germinação semelhantes, podem não se deteriorar na mesmavelocidade, quando armazenadas nas mesmas condições (DELOUCHE &BASKIN,1973). Essas variações em armazenabilidade refletem diferenças de condiçõesa que as sementes estiveram expostas durante todas as fases de produção,principalmente da maturação ao início do período de armazenamento(HARRINGTON, 1960; DELOUCHE, 1963; HUKILL, 1963; MOORE, 1963; DELOUCHE, 1968).

A verdadeira importância da armazenagem é a conservação das qualidades dos produtos, tanto germinativa como nutritiva, cujo objetivo final é evitar as perdas por deterioração. Essas perdas causam grandes prejuízos à economia nacional, devido às más condições em que se encontram os equipamentos e estruturas armazenadoras da maioria das propriedades do país e, com raras exceções, podemos encontrar setores da área com boa qualidade e controles específicos dos produtos (POSSAMAI, 2011).

De acordo com Parrella (2011) os problemas de armazenagem surgem normalmente quando ocorrem as seguintes situações ou circunstâncias:

- ✓ Sementes de baixa qualidade são armazenadas;
- ✓ Sementes não são convenientemente secas;
- ✓ Sementes são armazenadas por longos períodos;
- ✓ Sementes de vida curta/sementes recalcitrantes são armazenadas inadequadamente;
- ✓ Sementes são armazenadas úmidas, em lugares sem ventilação e quentes.

6.2.2. TIPOS DE ARMAZENAMENTO

De acordo com Carvalho & Nakagawa (2000), se levar em conta o

objetivo básico do armazenamento (manter o nível de qualidade das sementes) e, tendo-se em vista o fim que se dará as sementes, pode-se considerados até 4 tipos de armazenamento:

6.2.2.1. Armazenamento de sementes comerciais

Sementes comerciais são aquelas cujo período de armazenamento vai da colheita a semeadura do ano agrícola. O período é relativamente curto (geralmente por um período de 6 a 8 meses). Este armazenamento é menos exigente quanto as condições ambientais.O objetivo básico é a conservação da viabilidade das sementes. As sementes devem ser armazenadas com teor de água em torno de 12%, pois com umidade superior a 13% podem imediatamente provocar prejuízos à germinação e vigor, mesmo que as condições ambientais de armazenamento sejam favoráveis.

Tendo em vista os grandes volumes de sementes a serem guardadas nesse tipo de armazenamento, é impossível fazer uso de equipamentos para monitorar a umidade e a temperatura do ar. Nos grandes galpões, o que se costuma fazer é dotá-los de características físicas que permitam que o ar no interior do galpão se apresente com temperatura e umidade relativa inferiores ao ambiente externo. Os galpões construídos com materiais e técnicas que garantem um maior isolamento térmico e maior impermeabilidade ao vapor d'água permitem que se mantenha a temperatura em torno de 10 °C e a umidade relativa do ar ao redor de 45%.

6.2.2.2 Armazenamento de estoques reguladores:

Os estoques reguladores funcionam com o propósito de suprir sementes de uma determinada variedade ou hibrido, para reduzir as flutuações nos preços, os quais tendem a oscilar em decorrência das dimensões das safras, das condições meteorológicas, pragas, moléstias, custos de insumos, etc. O principal objetivo é preservar a viabilidade das sementes. Para esse tipo de armazenamento, o teor de água recomendado é de 10%. Como o volume de sementes em estoques reguladores é menor que o comercial, existe a

possibilidade do uso de equipamentos para o controle das condições ambientais. Usualmente o que se faz para controlar a umidade relativa do ar é a utilização de desumidificadores.

6.2.2.3. Armazenamento de sementes básicas

Duranteo armazenamento as sementes podem sofrer mutações genéticas em consequência do processo de deterioração e assim resultar em alteração na pureza genética do lote. Como o período de armazenamento é mais longo do que as anteriores e como a manutenção da identidade genética é importante, o armazenamento de sementes básicas exige cuidados. O principal objetivo é preservar a viabilidade e a identidade genética das sementes.

Usualmente o armazenamento de sementes básicas é realizado em ambientes, onde pelo menos a umidade relativa é controlada, em alguns casos a temperatura do ar também deve ser controlada. Quando é controlada apenas a umidade relativa como parâmetro de trabalho esta é em torno de 50%. Quando além da umidade relativa, controla-se a temperatura, trabalha-se com valores na faixa de 5 a 10°C.

6.2.2.4. Armazenamento de sementes em bancos de germoplasma

Em um banco de germoplasma, a viabilidade da semente deve ser mantida pelo maior períodopossível. Por outro lado, a preservação da identidade genética da espécie ou cultivar (preservação de recursos genéticos), é aspecto de grande importância. Consequentemente esse é o tipo de armazenamento que exige maiores cuidados. Usualmente neste tipo de armazenamento utilizam-se os principais elementos de conservação de sementes: uso de baixa temperatura e baixa umidade relativa do ar.

6.2.3. UNIDADES ARMAZENADORAS

O armazenamento de alguns produtos agrícolas tem sido feito,

ainda, em armazéns concebidos para estocar o produto em sacaria. Este sistema apresenta vários inconvenientes, tais como o comprometimento da qualidade do produto armazenado, a utilização de dispositivos para movimentação interna e para empilhamento e transporte altamente dispendiosos e a necessidade de grandes espaços para armazenagem (MARQUES NETO & SILVA, 2011).

As unidades armazenadoras de grãos e sementes, são instalações destinadas a receber a produção de grãos e sementes, conservá-los em perfeitas condições técnicas e redistribuí-los posteriormente. Em função da localização, e, também de algumas características técnicas, as unidades armazenadoras de grãos e sementes podem ser divididas em:

6.2.3.1. Unidade Armazenadora "em nível de fazenda"

Unidade armazenadora localizada em propriedade rural, com capacidade estática e estrutura dimensionada para atender ao próprio produtor (Figura 6.22).



Figura 6.22. Unidade de armazenamento tipo fazenda. Fonte: Mattos & Magalhães (2012).

6.2.3.2. Unidade Armazenadora coletora

Unidade armazenadora localizada na zona rural (inclusive nas propriedades rurais) ou urbana (Figura 6.23), com características operacionais próprias, dotada de equipamentos para processamento de limpeza, secagem e armazenagem com capacidade operacional compatível com a demanda local.



Figura 6.23. Unidade coletoraFonte: Felipe Humberto da Silva

Em geral, são unidades armazenadoras que recebem produtos diretamente das lavouras para prestação de serviços para vários produtores. Entretanto, nas unidades armazenadoras que recebem produtos *in natura* limpos e secos, fibras ou industrializados, os sistemas de limpeza e secagem não são obrigatórios.

6.2.3.3. Unidade Armazenadora intermediária

Unidade armazenadora localizada em ponto estratégico de modo a facilitar a recepção e o escoamento dos produtos provenientes das unidades armazenadoras coletoras. Permite a concentração de grandes estoques em

locais destinados a facilitar o processo de comercialização, industrialização ou exportação, como é mostrado na Figura 6.24.



Figura 6.24. Unidade Armazenadora intermediária Fonte: Eduardo da Costa Eifert

6.2.3.4. Unidade Armazenadora terminal

Unidade armazenadora localizada junto aos grandes centros consumidores ou nos portos (Figura 6.25), dotada de condições para a rápida recepção e o rápido escoamento do produto, caracterizada como unidade armazenadora de alta rotatividade.





Figura 6.25. Unidade Armazenadora terminal Fonte: http://www.pantanalcertificadora.com.br

6.2.4. FATORES QUE AFETAM A CONSERVAÇÃO DAS SEMENTES

O principal objetivo do armazenamento é a manutenção da qualidade dassementes, reduzindo ao mínimo a deterioração. O armazenamento se iniciaquando as sementes alcançam a maturação fisiológica, pouco antes da colheita, etermina depois que essas estão prontas para serem semeadas. Durante todo esseperíodo, há uma série de fatores que influenciam no potencial de armazenamentodas mesmas. Esses fatores são especialmente importantes nos períodos de pré e pós-colheita, até as sementes, já ensacadas, entrarem no armazém. Esse períododetermina o nível de qualidade inicial com que as sementes estão iniciando oarmazenamento.

Sementes de alta qualidade são mais bem armazenadas do que sementes de baixa qualidade e o controle ou minimização dos fatores que adversamente afetam a germinação e o vigor das sementes contribui para a manutenção da qualidade das mesmas.

6.2.4.1. Qualidade inicial das sementes

Ao serem colocadas em condições de armazenamentos, as sementes apresentam diferentes níveis de qualidade, em função de todos os processos anteriores. O nível de qualidade das sementes é afetado pelos seguintes fatores:

6.2.4.1.1. Inerentes às sementes

a) Vigor das plantas ascendentes

O vigor da planta na qual a semente se formou é influenciado por uma série de fatores, dentre os quais destacam-se o estado nutricional da planta, sua sanidade, o ataque de pragas, etc.Durante o armazenamento, com o aumento da idade das sementes, produz-se um envelhecimento natural que provoca também uma deterioração da semente, a qual continua até que as mesmas deixam de ser viáveis. Se as condições de armazenamento não são adequadas, lotes de sementes que estão sofrendo uma rápida deterioração apresentam perdas de viabilidade e de vigor que são difíceis de diferenciar em um processo normal de armazenamento. As curvas deviabilidade e de vigor são apresentadas na Figura 6.26.

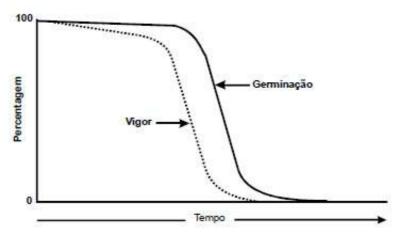


Figura 6.26. Redução da germinação e de vigor de um lote de sementes em função do tempo (adaptado de JUSTICE @ BASS, 1978).

Os testes de vigor, tais como o de envelhecimento acelerado e emergência a campo, são indicadores mais práticos de qualidade para o armazenamento do que o teste de germinação, feito este último sob condições favoráveis. Esses testes devem ser utilizados em qualquer programa de controle de qualidade para determinar o potencial de armazenamento das sementes, já que, em um determinado momento, um lote de sementes pode apresentar em média uma alta porcentagem de germinação, porém seu vigor pode ter sido afetado de tal maneira que, ao ser colocado em condições de campo desfavoráveis, mostra um baixo desempenho.

b) Condições ambientais durante a maturação de sementes

Sementes completamente maduras apresentam máximo vigor,

desde que sadias. Condições climáticas desfavoráveis durante o período de maturação podem causar maturação incompleta das sementes, essas, quando armazenadas, perdem mais rapidamente suas boas qualidades.

O estudo da maturação de sementes, mostra que, durante 2 fases, as condições de clima, podem exercer uma influencia negativa sobre a qualidade de sementes.

A primeira fase (II) na qual as condições de clima podem afetar a semente, esta se caracteriza por estar rapidamente acumulando matéria seca. A presença de água em condições adequada nesta fase é indispensável para a produção de semente de boa qualidade. Nas fases III e IV a semente se mostra mais sensível, desidratando rapidamente, para entrar em equilíbrio com a umidade relativa do ar. Se nestas fases ocorrerem muitas chuvas, a desidratação será muito lenta, mantendo-se o teor elevado de água por um períodoprolongado, o que leva as sementes a uma rápida deterioração.

c) Grau de maturação no momento da colheita

A maturidade fisiológica das sementes é um fator importante. Sementes imaturas em geral perdem sua viabilidade mais rapidamente durante o armazenamento do que as maduras. Esse é o caso de interrupção do processo de maturação devido à antecipação da colheita em função de condições climáticas desfavoráveis. O máximo potencial de armazenamento das sementes ocorre quando elas alcançam a maturação fisiológica, que coincide com a máxima acumulação de peso seco e máxima germinação e vigor.

d) Ataque de pragas e doenças

Na fase de campo, pragas e doenças podem atacar diretamente as sementes, ocasionando diminuição do vigor e às vezes total comprometimento da viabilidade. A deterioração de sementes implica em perda progressiva de qualidadedevido a processos fisiológicos e/ou agentes patogênicos. Os insetos, os roedores, os fungos eos ácaros são os principais agen-

tes fitopatogênicos que atacam as sementesarmazenadas. Grandes perdas podem ser causadas ainda por ratos ou pássaros.

As pragas começam a ser controladas e eliminadas do armazém já quando oprédio é planejado previamente, influindo decisivamente a localização domesmo. As áreas interna e externa do armazém devem ser mantidas limpas, secas, livres de ervas daninhas e detritos, para minimizar o ataque das pragas quebuscam alimento.

e) Grau de injúria mecânica

Em diversas etapas as sementes estão sujeitas a sofrer impactos que causam rachaduras em suas cascas ou amassamento dos tecidos. Os danos causados por meios mecânicos que as sementes sofrem sãoconsiderados, junto com as condições climáticas adversas antes da colheita e oalto teor de água das sementes depois de colhidas, como um dos fatores que maiscontribuem para reduzir a qualidade das mesmas.

Danos físicos são todos os tipos de danos causados às sementes por processosmecânicos de manuseio em equipamentos de colheita, transportadores, máquinas de beneficiamento ou na própria semeadora. O dano pode ser provocado porchoques ou impactos e/ou por abrasões das sementes contra superfícies duras oucontra outras sementes. O dano pode ser imediato (as sementes perdem aviabilidade imediatamente) ou latente (manifesta-se após um período de armazenamento da semente). No dano latente, o vigor e o potencial dearmazenamento das sementes são afetados.

As sementes mecanicamentedanificadas deterioram-se mais rapidamente durante o armazenamento e, quandosemeadas, não suportam condições adversas no campo. No armazenamento, as sementes mecanicamente danificadas não mantêm suaviabilidade e vigor devido às fraturas que sofreram (quebras, rachaduras dotegumento, amassaduras, dano ao embrião) e que interferem na taxa de respiraçãodos microorganismos.

f) Secagem

As sementes provenientes do campo apresentam, em geral, teor de águainadequado para um armazenamento seguro. O elevado teor de água dassementes, no período compreendido entre a colheita e a secagem, contribui paraacelerar o processo deteriorativo em razão da elevada atividade metabólica. Além disso, ocorre o consumo de substâncias de reserva e a liberação de energiae água, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos e insetos.

A secagem é uma operação que se conduzida sem os devidos cuidados, pode concorrer para reduzir o potencial de armazenamento das sementes. O efeito da secagem a temperaturas altas não são observados imediatamente, só após algum tempo de armazenamento é que esses efeitos se tornam mensuráveis.

A secagem pode ser realizada por vários métodos, desde o natural e os naturais melhorados, até os de secagem forçada (que inclui a estacionária e as convencionais contínua, intermitente e seca-aeração). Os métodos são considerados naturais quando ocorrem sem interferência humana na temperatura e nem no fluxo do ar. Os adaptados têm a interferência em pelo menos um desses fatores e usam estruturas construídas originalmente para outro fim, enquanto nos tecnificados a movimentação do ar ocorre por meio da ação de ventiladores e/ou exaustores e há controle das condições térmicas do ar, o qual pode ser usado nas condições ambientais, sem aquecimento, ou após ser aquecido.

6.2.4.1.2. Inerente às condições de armazenamento

a) Umidade relativa e temperatura do ar

Entre os fatores mais importantes que afetam a qualidade da semente durante o armazenamento estão à umidade e a temperatura do ar, sendo que a umidade do ar afeta diretamente o teor de água da semente. A presença de umidade provoca o aumento da respiração e da quantidade de

microrganismos e insetos, diminuindo o poder de germinação e o vigor das sementes. Portanto, para se obter teores de umidade ideais para a conservação, a secagem deve ser feita logo após a colheita, e de maneira eficiente.

As sementes, em contato com um ambiente que tem oscilações de umidade, têm a propriedade de absorver ou liberar água para o ar que as envolve, buscando um equilíbrio, ou seja, mesmo depois de secas, as sementes ao entrarem em contato com um ambiente úmido absorverão água novamente. Portanto, se as sementes ficarem armazenadas em um ambiente onde a umidade oscila estarão sujeitas a estragar com mais facilidade.

Com relação à temperatura, o armazenamento em condições frias (0° e5°C) considera-se ideal para sementes. Apesar da baixa temperatura, não seformarão cristais de gelo se as sementes estiverem com umidade abaixo de 14%. Alguns autores reconhecem que o armazenamento de sementes secas emtemperatura abaixo de 0°C deverá melhorar sua longevidade. Porém, nessascondições, a umidade relativa do ar torna-se perigosamente alta e as sementespoderão absorver umidade, podendo formar cristais de gelo após certoperíodo de tempo, causando morte de células e perda de viabilidade na semente. Nesse caso, é preferível armazenar as sementes em embalagens à prova de umidade.

b) Ação de fungos de armazenamento

Os fungos estão entre as principais causas de deterioração das sementes/grãos armazenados, sendo superados apenas pelos insetos. Insetos e roedores são controlados no armazenamento comercial, mas provavelmente sejam os fungos os principais deterioradores, como agentes, pois no primeiro estágio de germinação podem ser suficientes para destruir a viabilidade das sementes. Danos às propriedades sensoriais e aquecimento dassementes são sintomas típicos de ataque fúngicos, apesar de sua ação invisível.

Os fungos mais importantes durante o armazenamento de sementes podem ser divididos em dois grupos, de acordo com exigências de umidade para seu crescimento: fungos do campo e fungos de armazenamento. Os fungos do campo geralmente invadem as sementes no campo antes da

colheita e, em muitos casos, antes da maturação. Requerem teores de umidade mínima de 20% (sementes amiláceas) para germinar e colonizar as sementes, o que equivale a um equilíbrio com umidade relativa do ar de 90%. Esses fungos praticamente não crescem ou morrem em sementes armazenadas com baixo teor de umidade. Exemplo são os fungos dos gêneros *Fusarium,Alternaria, Diplodia, Helminthosporium, Coletotrichum, Phomopsis*, etc. Esses fungos podem ser completamente destruídos durante a secagem; se assementes/grãos forem adequadamente secas permanecem dormentes; se a secagem não for adequada, se desenvolvem os fungos de armazenamento e não os de campo.

Os fungos do armazenamento são os principais agentes patogênicos da deterioração de sementes. Podem invadir as sementes antes da maturação, porém normalmente o fazem após a mesma ou após a colheita. Os gêneros mais comuns são o *Aspergillus* e o *Penicillium*, que têm exigências de umidaderelativa do ar e temperatura específicas para sua germinação edesenvolvimento e, colonizam sementes com teores de umidade mais baixos doque os fungos decampo

A faixa de umidade relativa que os fungos suportem é mais importante do que a temperatura ótima. O tipo de semente e a danificação mecânica limitam a armazenagem de sementes com umidades mais elevadas. O mínimo de umidade para a germinação de esporos é 65%, todavia alguns exigem 93%. Diminuir a umidade relativa do ar no ambiente de armazenamento para valores abaixo de 65%, significa reduzir a atividade da maioria dos fungos.

Os principais danos causados, nos grãos, por fungos, são:

- Aquecimento e emboloramento;
- Alterações na coloração e aparecimento de manchas;
- Alterações no odor e no sabor;
- Alterações da composição química;
- Perdas de matéria seca.
- Diminuição do poder germinativo;
- Produção de toxinas;

Todas essas alterações podem ser visíveis ou não. A contaminação fúngica pode ter início durante a fase de produção, no campo, ou após a colheita. Os fungos podem causar a descoloração e/ou o enrugamento das sementes, enfraquecer ou matar o embrião, causar a perda do poder germinativo, o apodrecimento da raiz e outros efeitos que se manifestam na germinação destas sementes e/ou na fase jovem da planta.

As condições que possibilitam o desenvolvimento dos fungos de armazenamento são:

- a umidade das sementes;
- a temperatura das sementes;
- a integridade física das sementes;
- as condições de armazenamento das sementes;
- a quantidade de impurezas na massa de sementes;
- a presença de organismos estranhos.

c) Ação de insetos de armazenamento

As principais espécies de insetos que atacam as sementes armazenadas são da ordem Coleóptera: *Sitophilus oryzae* (gorgulho do arroz), *Tribolium castaneum* (besouro da farinha), *Oryzaephilus surinamensis* (besouro roedor de grãos); da ordem Lepidóptera: *Sitotroga cerealella* (traça dos cereais), *Plodiainterpunctella* (traça da farinha). Ainda de importância, aparecem o *Sitophilusgranarius* (o gorgulho do trigo), e o *Acanthoscelides absoletus* (caruncho do feijão).

Os insetos encontrados nos produtos armazenados podem ser classificados, segundo suas características biológicas e de ecossistema, em pragas primárias e secundárias, pragas associadas e de infestação cruzada. Osinsetos primários são aqueles que têm a capacidade de atacar as sementes inteiras, e podem ser denominadas pragas primárias internas ou externas, dependendo da parte dasemente que atacam; enquanto que os secundários somente se alimentam das sementes danificadas, resultantes de injurias mecânicas ou da ação de insetos primários. Os primários são os mais

importantes, dada à capacidade de romper o tegumento da semente.

São primárias internas as que perfuram as semente e neles penetram para completar seu desenvolvimento, alimentando-se de todo o interior da semente e possibilitando a instalação nele de outros agentes de deterioração. Os principais exemplos dessas pragas são *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais* e *Sitotroga cerealella*. Já as primárias externas destroem a parte exterior da semente para poderem se alimentar da parte interna sem, no entanto, se desenvolverem no interior do semente. A destruição da semente é apenas para alimentação. O exemplo mais conhecido desta praga é a traça *Plodia interpunctella*.

As pragas secundárias se caracterizam por se alimentarem de semente já danificadas por insetos primários ou roedores, trincadas, quebradas e/ou com defeitos na casca, pois não conseguem atacar semente inteiras. Elas só ocorrem na massa de semente quando estes estão com a integridade física comprometida. Multiplicam-se rapidamente e causam grandes prejuízos. São exemplos às espécies *Triboluim castaneum*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Cryptolestes ferrugineus*.

As pragas associadas não atacam diretamente asemente. Alimentam-se dos resíduos resultantes do ataque das pragas primárias e secundárias e dos fungos associados assemente, prejudicando o aspecto e a qualidade do produto armazenado.

Pragas de infestação cruzada são aquelas que atacam o produto tanto na lavoura como durante o armazenamento. Os principais exemplos são o *Sitophilus oryzae* e *S. zeamais*. Os que causam maiores danos são conhecidos como gorgulhos e traças dos cereais. As espécies mais importantes são *Sitophilus zeamais*, *Sitophilus granarius*e o *Sitophilus oryzae*.

As traçassão insetos da ordem lepidóptera, de hábitos noturnos predominantemente, como as mariposas, e atacam somente a superfície da massa de semente. Destas, as espécies que representam maiores prejuízos para os cereais são *Sitotroga cerealela* e *Plodia interpuctella*. A infestação pode ser verificada pela presença desses insetos voando pelo armazém, sendo que a traça indiana é mais ativa à noite. Somente as lavas atacam os semente, também atacam as farinhas, onde se desenvolvem, causando deterioração no produto pronto para consumo. Como todo lepidóptero, ataca a

superfície da massa de semente Embalagens

Sabe-se que a melhor maneira de se conservar a boa qualidade das sementes é o armazenamento em locais frios e secos. Sendo a umidade fator extremamente importante, as sementes conservadas secas podem manter a sua viabilidade mesmo quando colocadas em ambientes com temperaturas relativamente altas. No entanto, quando conservadas em embalagens que permitem trocas de vapor d'água com o ar atmosférico, podem absorver umidade em locais de alta umidade relativa, deteriorando-se com relativa facilidade. Por outro lado, as sementes submetidas à secagem até atingir os níveis de 4-8% de umidade mantém alto vigor sob diversas condições de umidade relativa e temperatura, quando são conservadas em recipientes à prova de penetração do vapor d'água.

Os materiais utilizados para a embalagem de sementes devem apresentar resistência à tensão e ruptura para suportarem as condições de manejo e, se possível, proteger as sementes contra insetos, roedores e trocas de vapor d'água com a atmosfera. A durabilidade, a facilidade para impressão ou rotulação, sua resistência ao choque também são fatores considerados para a escolha do material destinado à embalagem.

De modo geral, existem três tipos de embalagens, classificadas quanto à possibilidade de trocas de vapor d'água com o ar atmosférico. A escolha depende da umidade inicial, umidade relativa, temperatura, modalidade de comercialização, valor da semente, características mecânicas da embalagem, disponibilidade do comércio e período de conservação.

- a) Embalagens porosas:Permitem trocas de vapor d'água entre as sementes e o ar atmosférico; exemplos: sacos de tela de algodão, de juta, de papel e de tela de plástico. Usadas em clima seco ou período curto. Deve ter resistência à ruptura, facilidade de empilhamento e de manuseio, e boa apresentação.
- b) Embalagens resistentes à penetração do vapor d'água: Permitem passagem de menores quantidades de vapor d'água; exemplos: sacos de papel multifolhados, polietileno, poliéster, plástico fino, papel tratado com asfalto, papel plastificado, papel aluminizado teor de água 2-3% mais baixo. Usado quando as condições não são muito úmidas e o período de armazenamento não muito prolonga-

do.

c) Embalagens à prova da penetração de vapor d'água: Impedem a passagem do vapor de água, como os recipientes: laminados de fibra e alumínio, recipientes de vidro com gaxeta de vedação, laminados de alumínio e papel, laminados de alumínio e plástico, latas, papel celofane. Teor de água entre 6-12% para sementes albuminosas e 4 a 9% para oleaginosas.

REFERÊNCIAS

AGRO SCIENCE. The automatic seed analizer instruction manual, model ASAC-1000. Ann Arbor, MI, 1984. 60p.

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; FILHO, A. F. L.; PETERNELLI, L. A.; COSTA, A. R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p.606 - 613, 2009.

CARDOSO, E. M. Armazenamento e conservação de grãos. Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Ciências e Tecnologia Agroindustrial. Pelotas, 2003.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: 2º ed. Fundação CARGILL. 1983. 429p

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J..Sementes: ciência, tecnologia e produção.4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.

CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p.

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; ROCHA, L. M. P. NOLASCO, A. A. R.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F. **Recomendação de cultivares de milho para a resistência a grãos ardidos.** Embrapa milho e sorgo, 2010. 8p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 154).

DELOUCHE, J.C. Physiology of seed storage. ln: Corn and sorghum Res. Conf. An. Seed Trade Ass., 23, **Proceedings.**.. s.n.t, p.83-89. v.23.1968.

DELOUCHE, J.C. Seed deterioration. **Seed World**, v.92, n.4, p.14-15. 1963.

EIFERT, E. C.; ELIAS, M. C.; FRANCO, D. F.; FRAGOSO, D. B.; BARRIGOSI, J. A. F.; FONSECA, J. R. **Armazenamento**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –EMBRAPA.Disponivel em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000f vuufpzf02wyiv80166sqfjiozd6f.htmlhttp://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000f vuufpzf02wyiv80166sqfjiozd6f.htmlhttp://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000f vuufpzf02wyiv80166sqfjiozd6f.htmlhttp://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000f vuufpzf02wyiv80166sqfjiozd6f.htmlhttp://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000f vuufpzf02wyiv80166sqfjiozd6f.htmlhttp://www.agencia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000f vuufpzf02wyiv80166sqfjiozd6f.htmlhttp://www.agencia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000f vuufpzf02wyiv80166sqfjiozd6f.htmlhttp://www.agencia.embrapa.br/gestor/arvore/CONT000f vuufpzf02wyiv80166sqfjiozd6f.html

- FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. Revista Brasileira de Sementes, v.32, n.4, p.99-110, 2010.
- GIOMO, G. S.; NAKAGAWA, J.; GALLO, P. B. Beneficiamento de sementes de café e efeitos na qualidade física. **Bragantia**, v.67, n.4, p.997-1010, 2008
- HARRINGTON, J.F. Trumb rules of drying seed. **Crops and Soils**, v.13, n.1, p.16-17, 1960.
- HUKILL, W.V. Storage of seeds. **Proceedings of the international seed testing association**.v.28, n.4, p.871-883, 1963.
- JUSTICE, O.L. e BASS, L.N. **Principles and practices of seed storage**.USDA Agriculture Handbook.506. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 1978. 289p.
- KOLLING, E. M.; TROGELLO, E.; MODOLO, A.J. Perdas econômicas vinculadas às etapas de beneficiamento de milho e trigo, em unidade cooperativa do norte do Paraná. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 6, n. 3, p. 268-274, 2012.
- LABBÉ, L. M. B. **Armazenamento de sementes**. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior ABEAS. Universidade Federal de Pelotas/Departamento de Fitotecnia, 2007. 58p.
- MARQUES NETO, J. F. A.; SILVA, M. C.A. T. Aplicação da alvenaria estrutural em sistemas de armazenamento de produtos agrícolas a granel. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.1, p.201-210, 2011.
- MATTOS, L. F. S.; MAGALHÃES, L. E.Como armazenar a produção agrícola. **Globo Rural responde / Produção Agrícola -** 2012 Disponivel e m : http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0, ERT287666-18289,00.html>. Acesso em 15 de julho de 2014.
- MOORE. R.P. Previous history of seed Iots and differential maintenance of

seed viability and vigor in storage. **Proceedings of the international seed testing association**, v.28, n.4, p.691-699, 1963.

PANTANAL. **Certificação de Unidades Armazenadoras**. Disponível em: http://www.pantanalcertificadora.com.br/unidades-armazenadoras/certificacao-de-unidades-armazenadoras. Acesso em 15 de julho de 2014.

PARRELA, N. N. L. D. **Armazenamento de sementes**. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). 2011.

PEIXOTO, A. M. Enciclopedia Agricola Brasileira, S-Z. São Paulo: Fapesp, 2006. 632p.

PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. A.; ROTA, G. R. M. 2003. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 1.ed. Pelotas, 415p.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A. Beneficiamento de sementes. In:PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos.**Pelotas: UFPel, 2003. p.321-364.

POSSAMAI, E. **Armazenamento de grãos**. 2011. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Armazenamento de Produtos Agrícolas. Curitiba.

SILVA, J. S. AFONSO, A. D. L.; DONZELLES, S. M. L. Secagem e secafores. In: SILVA, J. S. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.107-138.

SILVA, J. S.; **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora – MG, Instituto Maria, 1995. 500p.

SILVA, J. S.; RUFATO, S. **Secagem e armazenagem de café – Tecnologias e custos.** Capítulo 5, p.133-142, Viçosa – UFC, 2001.

SILVA, L. C. Secagem de Grãos. Revista Grãos Brasil: da Semente ao

Consumo, Ano III, n.XIV, p.10-14, 2004.

TROGELLO, E.; NOBRE, D. A. C.; KOLLING, E. M.; MODOLO, A. J.; TROGELLO, A. G. Acompanhamento de uma unidade beneficiadora de sementes de milho - estudo de caso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.2, p. 193-201, 2013.

URBANO, E. **Energia solar: Secador solar**. Disponível em:http://www.sempresustentavel.com.br/solar.htm. Acesso em 20 de julho de 2014.

VAUGHAN, C.E.; GREGG, B.R.; DELOUCHE, J.C. Beneficiamento e manuseio de sementes. Brasília: Editora Agiplan. 1976. 195p.

WORDELL FILHO, J. A. Fusariose ou podridão-de-fusarium na cultura do milho. **Revista Plantio Direto, edição 131, 2012.**

7

Recobrimento de sementes de algodão e gergelim

RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE ALGODÃO E GERGELIM

Vicente de Paula Queiroga José Maria Durán Francisco de Assis Cardoso Almeida

7.1 INTRODUÇÃO

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

Embora a técnica de revestimento de sementes tenha sido desenvolvida há vários anos, as informações referentes à composição dos materiais empregados e a confecção de sementes recobertas são pouco difundidas, uma vez que esta técnica permanece inacessível junto às empresas de sementes e as companhias processadoras dos revestimentos das sementes. No processo de encapsulação, basicamente se aplicar camadas sucessivas de um determinado pó sobre as sementes, que estão em constante movimento dentro de uma betoneira (tambor de aço inoxidável), alternando a aplicação do material de enchimento com a pulverização de um cimentante solúvel em água (SILVA, 1997; SILVA& NAKAGAWA, 1998a).

Quando as sementes são recobertas para realizar o plantio de precisão, é possível alcançar um melhor estabelecimento de plântulas sob condições de altas temperaturas do solo (VALDÉS et al., 1985; BERTAGNOLLI, 2003). Trabalhos de encapsulação de sementes de algodão e de gergelim foram desenvolvidos por Baltiere (1993) e Doğan et al. (2005), respectivamente. Estes autores verificaram que as sementes encapsuladas aperfeiçoaram a distribuição pela semeadora, sem perda de sua qualidade fisiológica, permitindo semeadura de precisão, que dispensa

o desbaste.

Ademais, Baltiere (1993), Centeno (1995) e Doğan et al. (2005) observaram que as sementes de algodão e de gergelim encapsuladas reduzem significativamente os custos com mão-de-obra e apresentam as seguintes vantagens: possibilidade de programação do plantio, economia de sementes, plantio no espaçamento definitivo e eliminação dos custos com a operação do desbaste. A técnica de encapsulação de sementes permite também maior velocidade de plantio e uniformidade de maturação dos frutos e colheita.

Outras vantagens do recobrimento de sementes, citadas por Duran (1989) são: a precisão na semeadura e no espaçamento de sementes pequenas e de formato irregular; a redução nos custos de produção; a diminuição de impactos que sofrem as sementes durante a semeadura; a formação de um microambiente mais uniforme ao redor das sementes no solo; a possibilidade de inclusão de produtos úteis às sementes; a economia de sementes; a redução de mão de obra de ressemeadura e desbaste; a melhoria das características de fluxo e plantabilidade, e aperfeiçoamento das condições de segurança, minimizando a exposição dos operadores ao produto químico, especialmente quando são utilizados produtos sistêmicos.

O recobrimento é utilizado para carregar e incorporar materiais como fungicidas, micronutrientes, inseticidas, hormônios vegetais e polímeros que proporcionam melhorias no desempenho das sementes, suas respectivas plântulas e até mesmo em estádios mais avançados da cultura (SAMPAIO, 1992).

7.2 TIPOS DE SEMENTES RECOBERTAS

Basicamente, qualquer tipo de semente pode ser recoberta. Entretanto, só é interessante revestir sementes que apresentam dificuldades de distribuição na semeadura, por serem pequenas, ásperas, de formato irregular ou por conterem pêlos, espinhos, arista, etc. Os materiais de recobrimento formam a maior fração da camada de revestimento e deve se constituir de materiais inertes, insolúveis em água e de granulometria fina e

uniforme, para que se tenha porosidade suficiente para evitar a restrição de trocas gasosas entre a semente encapsulada e o ambiente externo (SAMPAIO, 1992).

A partir da década de 1980, houve um avanço tecnológico no processo de recobrimento das sementes, que foi acompanhado de certa confusão terminológica. Em muitos casos, tem sido constatado que a mesma técnica era descrita utilizado termos distintos. Com base na literatura consultada por Sampaio (1992), foi possível estabelecer alguns termos técnicos mais relacionados com os diferentes processos de recobrimento das sementes em geral (Tabela 7.1).

Tabela 7.1. Classificação das sementes recobertas com base em suas características e utilização ou não para semeadura de precisão.

TIPOS	CARACTERÍSTICAS	SEMEADURA DIRETA
Revestida	Massa, tamanho e forma inicial pouco modificadas.	
In crus ta da	Massa e tamanho pouco modificados. Forma modificada.	Adequado ou não para semeadura de precisão
Peletizadas	Grânulos que podem conter uma ou mais sementes	
Tabletes Encapsuladas	Recobrimento realizado por pressão.	
Recobertas	Recobrimento realizado por aglutinação de materiais em tambor giratório.	Produzido especialmente para semeadura de precisão
Entre- Fitas	As sementes são distribuídas entre duas fitas de material solúvel em água.	

Sampaio (1992) encontrou as seguintes definições para cada tipo de sementes recobertas:

7.2.1. Semente Revestida: refere-se à obtenção de uma fina película sólida ou líquida sobre a semente, mediante aplicação de sólidos diluídos ou em suspensão, formando então uma capa continua que cubra a superfície natural da semente. Uma vez efetuado o processo, as sementes se mantêm individualizadas e o tratamento apenas modifica a massa e a forma original.

A peliculização se refere a um revestimento feito às sementes com

um film-coating (polímero), que possui como principal característica a sua solubilidade em água. Possui ainda excelente capacidade de aderência às sementes, melhorando a eficiência dos produtos utilizados em associação aos tratamentos químicos (fungicidas, inseticidas, nutrientes). Também os polímeros líquidos transparentes são usados junto com enchimentos em pó para o revestimento da semente, visando aumentar a massa e modelar a forma da semente (Figura 7.1).



Figura 7.1. Sementes de milho revestidas com polímeros. Foto de Vicente de Paula Queiroga

7.2.2. Semente incrustada: Uma vez realizado o tratamento com um sólido, as sementes se mantêm individualizadas, com modificações importantes do tamanho e massa inicial, mas não na sua forma original (Figura 7.2). Segundo a empresa Matsuda (2010), é definido como um revestimento que aumenta de 1 a 5 vezes a massa das sementes, constituído de materiais que não prejudicam a germinação, podendo ser acrescidas de vários nutrientes, além do polímero, fungicida e inseticida.



Figura 7.2. Sementes incrustadas produzidas por empresa nacional. Foto: Vicente de Paula Queiroga.

7.2.3. Semente Peletizada: É o resultado da aplicação de materiais sólidos, em quantidade suficiente, para a formação de grânulos, aproximando-se de uma forma esférica ou elíptica, com uma ou mais (geralmente 4 a 5) sementes por unidade. Esse processo não é muito utilizado em sementes de forrageiras, é mais comum em hortaliças (Figura 7.3), tabaco e espécies florestais. Para a Matsuda (2010), esse processo é idêntico à incrustação, com a diferença que o aumento de massa é de 15 a 200 vezes em relação à massa das sementes originais.



Figura 7.3. Sementes de hortaliças submetidas ao processo de peletização com distintas cores. Foto de Vicente de Paula Queiroga

- **7.2.4. Sementes Encapsuladas:** Este tipo de semente é destinado fundamentalmente à semeadura de precisão; ou seja, cada unidade contém apenas uma semente com a forma esférica ou elíptica. Em razão das modificações do tamanho e forma da semente, externamente não é possível reconhecer a espécie encapsulada.
 - a) Sementes em Tabletes. Trata-se de sementes encapsuladas obtida por compressão. As sementes de hortaliças são colocadas uma a uma sobre uma plataforma alveolada ou encerradas em adubo colorido em pasta, sendo que a sua forma final vem dada por um molde utilizado no processo de encapsulação. Estas sementes são denominadas de *tablet seeds* (Figura 7.4).

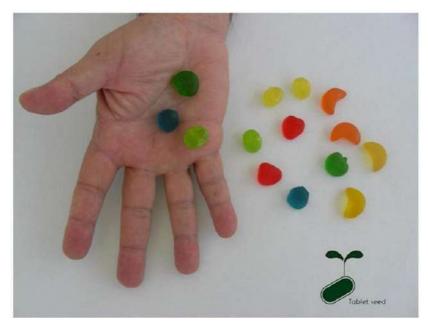


Figura 7.4. Sementes de hortaliças em tabletes, diferentes tamanhos e formas. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

b) Sementes Recobertas: Trata-se de semente encapsulada obtida por agitação das sementes no interior de um tambor rotativo, onde o adesivo e o material em pó são aglutinados. O adesivo pode ser incorporado mediante nebulização, enquanto o material inerte (pó) pode se incorporar através de polvilhamento. O tambor em rotação e o resvalamento de umas sementes sobre as outras faz com que o pó se adira à superfície das sementes e, finalmente, forme uma pílula, cuja forma final pode ser esférica ou elíptica (SAMPAIO, 1992; Figura 7.5).



Figura 7.5. Sementes de gergelim originais e recobertas (encapsuladas). Fotos de Vicente Paula Queiroga

7.2.5. Sementes entre Fitas: Essas sementes se obtêm pelo processo especial de recobrimento, mediante a incorporação das sementes, de forma mecânica, sobre uma fita celulósica (papel) ou plástica, facilmente degradável pela água. A fita, contendo as sementes espaçadas, pode ser dobrada, formando um rolo (Figura 7.6), facilmente transportável e apta para ser estendida diretamente sobre o solo. A mesma também é chamada de *taped seeds*.



Figura 7.6. Rolos contendo sementes de hortaliças distribuídas entre duas fitas. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

7.3. MATERIAIS DE RECOBRIMENTO DE SEMENTES

A encapsulação se caracteriza pelo processo de envolvimento das sementes por um pó (agente encapsulante) e um adesivo (agente adesivo), misturados em proporções adequadas (MEDEIROS et al., 2006), de maneira que o recobrimento da semente serve também de proteção para a mesma a fatores externos, bem como às intempéries naturais (VALDÉS et al., 1985).

Para satisfazer o processo de recobrimento, Sampaio (1992) afirma que os adesivos têm que apresentar algumas características especiais: a) maior afinidade para determinados substratos; b) distintos graus de solubilidade (ou insolubilidade) em água; c) resistência e plasticidade para evitar fraturas e polvilhar, e d) viscosidade apropriada para facilitar sua aplicação.

Os adesivos estão divididos em três grupos: orgânicos, minerais e sintéticos (Tabela 7.2). Por ser mais conhecido e de fácil aquisição, o grupo dos orgânicos tem sido mais utilizado. Baltiere (1993), Arantes et al. (2000) e Doğan et al. (2005) relacionam vários produtos adesivos testados em recobrimento de sementes de algodão e gergelim, que não apresentaram efeitos adversos sobre a germinação e crescimento das plântulas. Alguns desses produtos são compostos de material celulósico solúvel em água, amido solúvel em água, metil-celulose (methocel) (Figura 7.7), goma arábica mais sacarose, celulose mais hemicelulose de pasta de madeira e materiais inorgânicos naturais (minerais de argila e composto de silicato).

Tabela 7.2. Classificação de materiais empregados no recobrimento das sementes, segundo seu desempenho no processo.

ADESIVOS	COBE	RTURAS	CORANTES	ADITIVOS
Orgânicos	Mi	nerais	Corante aliment. autorizados	Nutrientes
Óleo vegetal	Argilas	Areia	Amarelo limão T	Aminoácidos
Açúcar	Bauxita	Vermi culita	Amarelo de quinol eína	Açucares
Caseína	Bentonita	Fos forita	Azul V	Minerais
Etilcelulosa	Dolomita	Talco	Clorofila solúvel	Praguicidas
Gelatina	Turba	Gesso	Clorofilina solúvel	Antí dot os

Goma arábica	Trípoli	Carb. Cálcio	Eritrocina G	Bactericidas
Leite em pó	Terra de	Caulim	Laranja PAL	Insecticidas Fungicidas
Metilcelulose	diatomeas Coloídes hidrófilos		Negro BBN	Nematicidas Herbicidas Repelentes
		ânicos	Vermelho Fresa AM	Reguladores de crescimento
Minerais e Sintéticos	Animais	Vegetais	Punzo 3 RF	Auxinas Citoquinin as
Óleos minerais	Farinha de ossos	Carvão	Rosalina FA (anilina)	Etileno Giberelinas
Acetato polivinila	Galinhaço	Pó de Serra	Outros	Ácido Abscísico
Álcool poli vinílico	Mucilagem	Cascalhos	Esmaltes	Outros
Óxidos polietileno	Sangue	Musgos	Lacas	CofatoresVitamina
Poliuretanas			Tintas	s C.
Resina plástica				hidrófilosPeróxido s
Polielectrolitos				C. hidrófobos

Fonte: Sampaio (1992).



Figura 7.7. Adesivo methocel diluído e em pó. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

Sampaio (1992) admite que todos os adesivos citados na Tabela 7.2 podem ser utilizados nos múltiplos recobrimentos de sementes com maior

ou menor eficácia. Por outro lado, o polivinil pirrolidona (PVP) é um adesivo altamente apropriado para recobrir sementes que devem suportar alguns tipos de impacto ou abrasão durante a semeadura, provocadas pelas plantadeiras mecânicas e pneumáticas ou quando as sementes são prémescladas com fertilizantes. Este é um material de elevado custo, utilizado onde os incrementos de custo são compensados pelos benefícios que aportam (MEDEIROS et al., 2004).

Os materiais de coberturas das sementes são bastante numerosos (Figura 7.8; Tabela 7.2); em razão disso, sua escolha e utilização irão depender de alguns fatores: a) a espécie da semente a ser recoberta; b) os objetivos pretendidos com o recobrimento; c) das condições ambientais em que o cultivo desejado será submetido e d) a compatibilidade com os outros materiais e os tratamentos aplicados de forma combinada para as sementes (SAMPAIO, 1992).

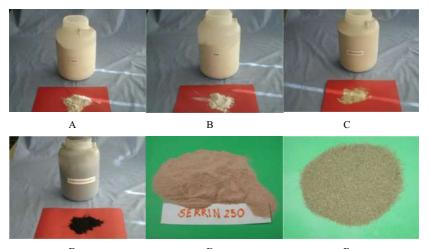


Figura 7.8. Inorgânicos: caulim (A), talco (B) e bentonita (C) e orgânicos: carvão ativado (D), pó de serra (E), cascalhos (F) (Fotos: Vicente de Paula Queiroga)

Em ensaio experimental de recobrimento de sementes de algodão com o material amido, Ghosh & Elawady (1973) observaram que este material proporcionou às sementes cobertas, melhor característica de fluxo pela máquina semeadora.

Quando as sementes recobertas com o produto coating atingem o tamanho desejado, aplica-se de imediato o produto finishing (produtos inorgânicos e adesivos) de acabamento para fixar as camadas de pó às sementes, sendo esses materiais desenvolvidos pela Incotec. O último pó promove o acabamento final, que resulta em cápsulas uniformes, lisas e individualizadas. Após todo o processo, as sementes são cuidadosamente peneiradas para retirar o material não agregado (QUEIROGA et al., 2010bc). Junto com os materiais inertes e adesivos utilizados para formar o recobrimento das sementes, podem ser acrescentadas outras substâncias, tais como: nutrientes, inseticidas, fungicidas, etc (SAMPAIO, 1992; Tabela 7.1).

Uma das etapas no processo de recobrimento de sementes inclui a aplicação de polímeros e corantes. Os polímeros de cobertura de sementes são disponíveis em: filmes incolores (PolySeed) ou filmes coloridos (ColorSeed) . Os filmes coloridos, em cores padronizadas ou sob encomenda, podem ter diferentes acabamentos, como sólido, brilho, perolado ou metalizado (RIGRANTEC, 2011).

Os filmes coloridos são usados como um identificador, diferenciando as sementes tratadas por diversas formas. Além disso, os filmes coloridos também podem ser a principal forma de proteger e diferenciar sementes de grãos (RIGRANTEC, 2011).

7.4. EQUIPAMENTOS PARA RECOBRIMENTO DE SEMENTES

O equipamento para recobrimento de sementes assemelha-se muito a uma betoneira, com o tambor misturador modificado (sem arestas), que deve ser feito de aço inoxidável, para evitar agregação de partículas de pó na sua superfície interna. Outra modificação seria do movimento do tambor, acionado por um motor (2 c.v.) com variação da velocidade de rotação de

zero até 60 rpm. Incorporado à betoneira, há uma bomba peristáltica (que impulsiona o líquido para o tambor) e uma pistola pulverizadora de regulação manual através de um temporizador e um comando elétrico automático. Também vem equipado com um depósito de 10 quilos para a saída do pó utilizado para recobrir as sementes, auxiliado por um mecanismo de alimentação de rosca sem fim, movido por um motor com variação de velocidade eletrônico (capacidade de 0,5 c.v.) e acompanha um pequeno compressor de ar. Este equipamento da Figura 7.9 (A) é fabricado pela empresa espanhola JOMAGA de Huesca, Espanha (QUEIROGA et al., 2010bc).



Figura 7.9. Equipamento de recobrimento de sementes do fabricante Jomaga com aspirador (A) e máquina drageadeira (B). (Fotos: Diego Antonio Nóbrega)

A Drageadeira Newpack é uma das primeiras no Brasil a possuir controladores digitais que acionam os temporizadores de injeção e de pausa do spray, controle do giro da esfera, controle digital da temperatura e acionamento temporizado do soprador térmico, eliminando assim o alto custo de mão-de-obra

A Drageadeira N-150 foi desenvolvida pela empresa Newpark máquinas para diversos tipos de revestimentos, como corantes, aromatizantes, pós, grãos, entre outros (Figura 7.10). Possui ajustes digitais que controlam o aquecimento e o giro da esfera de inox. É uma das

primeiras do mercado a possuir controladores digitais que acionam os temporizadores de injeção e de pausa do spray, controle do giro da esfera, controle digital da temperatura e acionamento do soprador térmico, eliminando assim o alto custo de mão-de-obra. As principais características do equipamento Drageadeira modelo N-150: a) - Regulagem da velocidade da cuba; b) - Spray com vazão de 40 ml/minuto; c) - Aletas removíveis para facilitar a higienização; d) - Soprador térmico e ar ambiente; f) - Estrutura feita em aço inox polido; g) - Sistema de operação: pneumático; e h) - Sistema com regulagem de tempo de borrifamento.



Figura 7.10. A) Drageadeira N150 e B) Drageadeira N-10 de bancada. Fotos do arquivo da Newpark máquinas

Enquanto a Drageadeira N-10 foi desenvolvida para setores laboratoriais, sendo um equipamento de pequeno porte e possuindo ajustes digitais que controlam o aquecimento e o giro da esfera de inox, realiza regulagem da velocidade da cuba; possui spray com vazão de 40ml/minuto; tem aletas removíveis para facilitar a higienização; dotado de soprador térmico e ar ambiente; apresenta estrutura feita em aço inox polido; e possui sistema de operação mecânico/pneumático; e é dotado de sistema com regulagem de tempo de borrifamento.

Todo o equipamento de recobrimento deverá possuir um sistema (chave) de ajuste do tambor, pois dependendo do tamanho das sementes, o seu ângulo de inclinação precisa de ser regulado (Figura 7.11). Uma vez regulado o tambor, durante o movimento rotatório das sementes no seu interior, são desencadeadas várias forças de distintas naturezas, tais como:

coesão, mecânica, Van der Waals e eletrostática, que favorecem o aglutinamento natural das sementes com o material de recobrimento, mesmo na ausência de adesivos aplicados em nebulização (SAMPAIO, 1992; CENTENO, 1995).



Figura 7.11. Ângulo de inclinação de 45° do tambor para o recobrimento de sementes de algodão. Equipamento da Universidade Politécnica de Madrid, Espanha. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

Para evitar que os materiais de aglutinação (orgânico + inorgânico) mesclados com o adesivo não sejam aderidos às paredes do recipiente durante o processo de recobrimento de sementes, a empresa Ramiro Arnedo Semillas utiliza apenas tambor feito em aço inox 316 e de acabamento interno extremamente liso (Figura 7.12). Vale a ressalva que o equipamento do fabricante Jomaga não atende esses padrões técnicos, apesar de ser dotado de um tubo exaustor de poeira.



Figura 7.12. Acabamento interno do tambor liso com capacidade de 10 litros do miniequipamento de recobrimento de sementes da Universidade Politécnica de Madrid. Espanha. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

Quando o recobrimento é realizado em um tambor pequeno (10 litros), ocorre um aumento proporcional de umidade nas sementes e no material de cobertura, decorrente da aplicação do aditivo na forma de pulverizações. Para manter um nível de umidade baixo em todo processo de recobrimento, Sampaio (1992) recomenda incorporar ao sistema, um insuflador de ar para dirigir o ar aquecido diretamente à superfície exterior do tambor em rotação, utilizando um equipamento que permita regular a temperatura (Varitemp, modelo VT 752 A), que não deverá ultrapassar os 25 °C no seu interior (Figura 7.13).



Figura 7.13. Equipamento insuflador de ar quente (vermelho) direcionado à superfície externa do tambor. Foto: Diego Antonio Nóbrega

7.5. METODOLOGIA DE RECOBRIMENTO PARA SEMENTES DE ALGODÃO

O primeiro passo para a produção de sementes encapsuladas de algodão é o deslintamento químico das sementes com línter, utilizando a proporção de 1 litro de ácido sulfúrico para 7 quilos de sementes (QUEIROGA et al., 2007; QUEIROGA et al., 2010abc).

Em seguida, toda semente deslintada deve ser beneficiada para a retirada das impurezas como talos, terra e as sementes chochas, quebradas e atacadas por pragas, etc, visando reduzir a quantidade de pó utilizada no processo de recobrimento (coating, finishing e corante). Posteriormente, as sementes podem ser tratadas com uma mistura de fungicidas (carboxin + tiram) e de inseticida (pirimiphos), como proteção ao ataque de doenças e fungos de solo (MARTINS et al., 2009; Figura 7.14).



Figura 7.14. Sementes de algodão com linter; deslintadas e deslintadas + tratadas. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

As sementes de algodão deslintadas e tratadas são submetidas ao processo de encapsulamento, utilizando-se uma betoneira elétrica (Figura 7.15), cujo tambor de aço inoxidável é adaptado (capacidade de 40 L) para evitar agregação de partículas de pó em sua superfície. Este equipamento para o recobrimento das sementes, permite o ajuste da rotação do tambor em até 50 rpm. A inclinação do tambor para o recobrimento das sementes de algodão pode ser de 45° e a rotação recomendada do tambor utilizada é de 40 rpm (QUEIROGA et al., 2010bc). Utiliza-se a formulação comercial de um pó fino, formado pela presença de dois agentes encapsulantes e um agente adesivo (methocel), denominado coating (C1) fornecido pela empresa holandesa Incotec. Os dois agentes encapsulantes contidos no pó são: pó de serra de hayedo (*Fagus silvatica*- orgânico) e terra diatomácea (algas com elevado teor de silício- inorgânico), os quais não apresentam toxidades às sementes durante o seu processo germinativo (QUEIROGA et al., 2010bc).

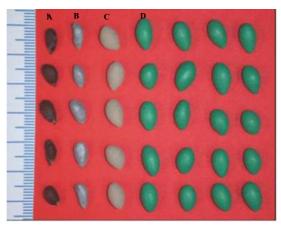


Figura 7.15. Sementes de algodão deslintadas (a); deslintadas + tratadas (b); deslintadas + tratadas + encapsuladas sem corante (c); deslintadas + tratadas + encapsuladas com corante (d) na betoneira grande da Empresa de Ramiro Arnedo Semillas. Calahorra - Espanha, 2006. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

Conforme pode-se observar na Figura 7.16, as sementes encapsuladas de algodão apresentam um acabamento esférico ou elíptico perfeito, em função do processamento em betoneira grande (40 L) da Empresa Ramiro Arnedo Semillas, Espanha (QUEIROGA et al., 2010bc).

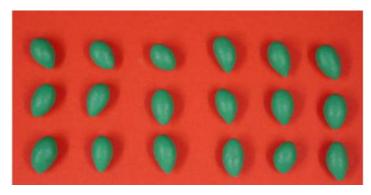


Figura 7.16. Acabamento esférico ou elíptico perfeito das sementes de algodão encapsuladas, sendo o processo realizado pela Empresa Ramiro Arnedo Semillas e utilizando os produtos da Incotec. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

Para a encapsulação, as sementes se movimentam com a rotação do tambor da betoneira sendo adicionadas alternadamente pequenas porções de água para umedecimento das sementes e de pó que, através do umedecimento, se adere às sementes. À medida que se repete (várias vezes) esta operação, estas pequenas quantidades de pó (cobertura) acrescentadas se transformam em finas camadas e, consequentemente, as sementes aumentam lentamente o seu tamanho (QUEIROGA et al., 2010bc).

Durante o revestimento das sementes existe a preocupação com o formato e tamanho homogêneos das mesmas, visando favorecer o manuseio e a regulagem da plantadeira e proporcionar uma distribuição mais precisa no campo (QUEIROGA& DURÁN, 2009). O tamanho desejado das sementes revestidas é atingido quando uma amostra dessas sementes é submetida a uma pequena peneira manual e retidas pelos seus orifícios previamente determinados.

Em seguida, é realizado o acabamento final aplicando o produto denominado finishing (produtos inorgânicos + adesivos), desenvolvido pela Incotec, que proporcionam cápsulas uniformes, lisas e individualizadas. Após este processo, as sementes são cuidadosamente peneiradas para retirar o material não agregado (QUEIROGA et al., 2010bc; Figura 7.17).



Figura 7.17. Máquina classificadora usada para separar partículas estranhas não agregadas as semente de algodão. (Foto: Diego Antonio Nóbrega)

A água é injetada na massa de sementes por processo de nebulização com o auxílio de um pequeno compressor de ar da marca Sagola (mod. 777), acoplado a uma pistola da mesma marca (mod. 472; Figura 7.18). Após o processo de encapsulação, as sementes recobertas são imediatamente secas em estufa com circulação de ar forçado, à temperatura de 40 °C durante 30 minutos, para redução do grau de umidade. Esta secagem rápida permite a redução da umidade da semente encapsulada para 7 a 8% (QUEIROGA et al., 2010bc; Figura 7.19).



Figura 7.18. Emprego da nebulização da água no recobrimento de sementes de algodão com uma pistola de pressão. Foto de Vicente de Paula Queiroga.



Figura 7.19. Secador de umidade específico para sementes revestidas. (Foto de Diego Antonio Nóbrega)

Por último, as sementes encapsuladas retornam à betoneira média para receberem a coloração. Uma vez acionado tal equipamento, as sementes passam a girar na rotação de 40 rpm e, lentamente, mudam de coloração com o adicionamento de corante verde (solução) feito a base de anilina, produzido pela Incotec (QUEIROGA et al., 2010bc; Figura 7.20).



Figura 7.20. Sementes de algodão tratadas e encapsuladas com coating, finishing, sem e com corante anilina. (Foto: Vicente de Paula Queiroga)

7.6. METODOLOGIA DE RECOBRIMENTO PARA SEMENTES DE GERGELIM

Antes de passar pelo processo de encapsulamento, as sementes de gergelim são submetidas a uma rigorosa classificação que assegure pureza superior a 98% (DOGAN et al., 2005; Figura 7.21).



Figura 7.21. Máquina classificadora usada para separar partículas estranhas de sementes de gergelim do fabricante Jomaga, Espanha. Foto: Diego Antonio Nóbrega.

No recobrimento de sementes de gergelim, Dogan et al. (2005) utilizaram uma mistura especial produzida por dois materiais inorgânicos naturais (minerais de argila e composto de silicato) em quatro diferentes proporções, visando formar dois grupos diferentes de sementes encapsuladas: sementes com diâmetro inferior a 3,5 mm (entre 3 e 3,5 mm) e sementes com diâmetro superior a 3,5 mm. O mecanismo de encapsulação é realizado em um tambor feito de borracha maciça (ou ácido inox), instalado em um eixo com inclinação de 30º e rotação de 40 rpm. Para a aplicação do adesivo em solução visando à aglutinação dos compostos inorgânicos sobre as superfícies de cada semente, foi utilizada uma pistola de spray de vidro, com auxílio de um compressor. Para a secagem das sementes encapsuladas utilizou-se um ventilador.

Uma máquina para revestir sementes foi desenvolvida por Peres (2001), que testou a sua funcionalidade com vários produtos adesivos (goma arábica, acetato de polivinila e vinil acetato de polivinil pirrolidona) e aglomerantes (bentonita, vermiculita, serragem, carvão moído e calcário) em sementes de cebola, cenoura, trevo branco e arroz. A máquina desenvolvida foi eficiente na modificação da forma das sementes e o acetato de polivinila, a goma arábica e a vermiculita foram considerados mais apropriados ao revestimento das sementes.

7.7. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE OS PROCESSOS DE RECOBRIMENTO DE SEMENTES

A maioria dos trabalhos de recobrimentos de sementes desenvolvidos no Brasil utiliza uma técnica bastante simples para modificar o tamanho e a forma das sementes. As sementes revestidas resultam do recobrimento da aplicação de um aglomerante inorgânico, como é o caso do emprego da vermiculita em sementes de cenoura (MEDEIROS et al., 2004), ou dois aglomerantes inorgânicos: vermiculita + calcário em sementes de arroz (ARSEGO et al., 2006). Para fixação dos aglomerantes em ambos os casos, são utilizados o adesivo acetato de polivinila (cola branca) e, para o acabamento externo do revestimento, um polímero.

Dependendo da camada de materiais sólidos e da aplicação exclusiva de materiais inorgânicos no revestimento de sementes podem ocasionar uma restrição à difusão de oxigênio entre a semente e o ambiente, bem como representar uma barreira mecânica à protrusão da radícula. Este fato foi detectado por Silva et al. (2002), estudando sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. Observaram que a emergência de plântulas das sementes recobertas foi retardada em comparação às sementes sem recobrimento.

A metodologia de recobrimento, alternando uma nebulização de adesivo e uma aplicação de um sólido inorgânico sobre as sementes, é bem diferente da metodologia de recobrimento de sementes realizada com os produtos desenvolvidos pela Incotec (Figura 7.22). Esta empresa fornece dois tipos de produtos sólidos de revestimento de sementes: "coating" (misturas em pó de materiais sólidos: inorgânico + orgânico + adesivo) e "finishing" (inorgânico + adesivo). O produto coating é aplicado alternadamente com nebulização apenas de água para formação da capa de cobertura (enchimento), enquanto o acabamento é realizado com o produto finishing, após aplicar uma nebulização de água sobre as sementes recobertas com coating (QUEIROGA et al., 2010bc; QUEIROGA et al., 2011).

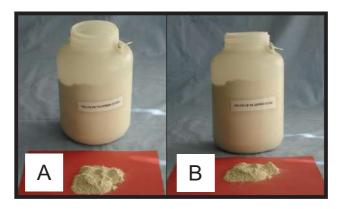


Figura 7.22. Pó coating (A) e finishing (B) utilizados no encapsulamento das sementes de algodão (Fotos: Vicente de Paula Queiroga)

A capa de acabamento produzida com o produto finishing é bastante fina, por tratar-se de um material rígido que irá proporcionar maior proteção às camadas aplicadas de enchimento (coating), que evita o seu despovilhamento. A coloração das sementes com a anilina, fornecida pela Incotec, é apenas um complemento do acabamento com finishing (QUEIROGA et al., 2010c).

A cobertura das sementes de algodão com os produtos da Incotec apresenta rachaduras, quando as sementes encapsuladas entram em contato com papel de filtro úmido (Figura 7.23), revelando que o processo de encapsulação não constitui em barreira à germinação (QUEIROGA et al., 2010b). Essas são resultantes (rachaduras) da dilatação do pó orgânico (pó de serra de hayedo) contido no produto coating (misturas de pó: orgânico, inorgânico e adesivo), durante o umedecimento das sementes encapsuladas. Portanto, vale ressalvar que, dependendo dos materiais inorgânicos aplicados no recobrimento de sementes, ou seja, na ausência de material orgânico na sua composição, podem retardar ou reduzir a germinação das sementes encapsuladas (SILVA et al., 2002).



Figura 7.23. Capa de revestimento de semente de algodão fragmentada ao entrar em contato com a umidade do papel de filtro (foto: Vicente de Paula Queiroga).

7.8. PESQUISA EM LABORATÓRIO COM SEMENTES DE ALGODÃO ENCAPSULADAS

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Fitotecnia da Universidade Politécnica de Madrid (UPM) e na empresa Ramiro Arnedo Semillas da cidade de Calahorra, província de La Rioja, Espanha, no período de junho a novembro de 2006, utilizando sementes de algodão da cultivar 1SM439 provenientes dos campos irrigados de produção de sementes certificadas da empresa Monsanto de Sevilha, na Espanha (QUEIROGA et al., 2010bc). As sementes de algodão com línter (5 kg) foram submetidas ao processo de deslintamento químico na empresa Monsanto e tratadas com fungicidas (carboxin e thiran 200 Sc) e inseticida (pirimiphos methyl) (MARTINS et al., 2009).

Para o recobrimento, as sementes tratadas e encapsuladas não foram submetidas a nenhum tipo de classificação prévia. O processo de encapsulamento ocorreu em betoneira grande (40 litros) da empresa de Ramiro Arnedo Semillas, Espanha (QUEIROGA et al., 2010bc).

Utilizou-se uma betoneira grande para a encapsulação (coating e finishing) das sementes deslintadas + tratadas com e sem corante, além de uma testemunha não encapsulada. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As variáveis analisadas foram percentagem de germinação, comprimento de plântulas e massa de 100 sementes (QUEIROGA et al., 2010bc).

Com base nos resultados obtidos da Figura 7.24, verificaram-se que as sementes tratadas e encapsuladas foram mais eficientes nos testes de germinação, vigor e massa de 100 sementes em relação à testemunha ou às sementes apenas tratadas (QUEIROGA et al., 2010b). Esses resultados concordam com aqueles obtidos por Arantes et al. (2000), que verificaram maior qualidade fisiológica das sementes encapsuladas de algodão em relação às não encapsuladas.

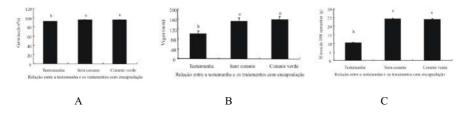


Figura 7.24. Germinação (A), vigor (B) e massa de 100 sementes tratadas de algodão (*Gossypium hirsutum*, L. cv. 1SM-439) em função dos tratamentos encapsulamento das sementes mais sua coloração com corante. Os valores médios seguidos pela mesma letra não apresentam diferenças significativas ($p \le 0.05$). Madrid - Espanha, 2006.

Aquelas com corante e sem corante (Figura 7.24). Queiroga et al., (2007) e Queiroga et al. (2010b) observaram que não houveram perdas na qualidade fisiológica das sementes encapsuladas, mesmo apresentando uma camada distinta de pó envolvendo as sementes; pois, essa capa de revestimento rompeu-se facilmente em pouco tempo após o contato com a umidade do papel de filtro durante o processo germinativo (Figura 7.25).

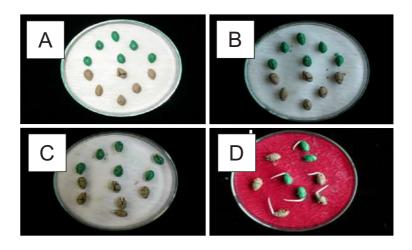


Figura 7.25. Sementes de algodão encapsuladas (com e sem corante): Acom 6 horas; B- com 24 h; C- com 48 h; e D- com 72 h de contato com a umidade do papel de filtro. (Fotos de Vicente de Paula Queiroga).

Por outro lado, o teste de germinação utilizando sementes de gergelim com e sem recobrimentos foi comparado entre si, tendo Mazzani (1999) concluído que os resultados de laboratório acusaram ganhos não significativos em favor das sementes normais (Tabela 7.3).

Tabela 7.3. Resultados de germinação de sementes de gergelim convencionais e encapsuladas em condições de laboratório

Sementes	Germinaçã	ão (%)
Sementes	3 dias	6 dias
Convencionais	96	96
Encapsuladas	79,5	93,5

Fonte: Mazzani (1999).

7.9. OBTENÇÃO DE MATERIAIS DO RECOBRIMENTO DE SEMENTES

Nas sementes em geral, podem ser utilizados vários tipos de recobrimento, desde um simples revestimento até uma estrutura mais complexa de encapsulação. Entretanto, quando uma empresa se propuser a obter um revestimento de sementes de elevada qualidade, duas são as opções a serem consideradas importantes com relação à utilização dos produtos de revestimentos:

A primeira opção é adquirir os seus materiais de coberturas junto a uma empresa que trabalhe com materiais de qualidade superior comprovada, como são atualmente os produtos de cobertura da empresa holandesa Icotec (Figura 26; INCOTEC–RAMIRO ARNEDO, 1989).

Coating: material em pó de enchimento das sementes (patenteado), formado pela mistura dos produtos: orgânicos + inorgânicos + adesivos, em proporções não reveladas pela empresa holandesa Incotec (INCOTEC-RAMIRO ARNEDO, 1989).

Finishing: material em pó de acabamento das sementes (produtos inorgânicos + adesivos).

Corante verde: feito à base de anilina

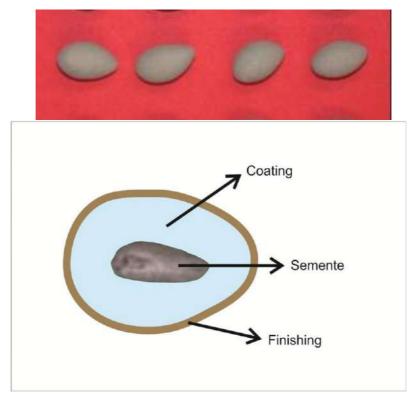


Figura 26. Sementes de algodão tratadas + encapsuladas sem corante com os produtos da Incotec. (Fotos: Vicente de Paula Queiroga e Flávio Tôrres de Moura)

Além de mandar confeccionar as máquinas encapsuladoras ou betoneiras com diferentes volumes (tamanhos), esta estratégica de adquirir os produtos (coating, finishing e corante) da empresa holandesa Incotec foi adotada com sucesso pela Empresa de Ramiro Arnedo de Semillas na cidade de Calahorra, província de La Rioja, Espanha (INCOTEC–RAMIRO ARNEDO, 1989). Vale acrescentar que a metodologia utilizada por essa empresa para sementes de beterraba com os produtos da Incotec é a mesma usada para as sementes de algodão e gergelim.

A segunda opção seria investir numa pesquisa junto às universidades ou órgãos públicos de pesquisa, visando desenvolver um produto de enchimento de elevada qualidade, similar ao produto coating da Incotec, através da combinação de três sólidos com propriedades distintas (orgânico, inorgânico e adesivo) para o revestimento de sementes. Apesar de ser um processo bastante complexo, a importância está na independência quanto a aquisição e importação desses produtos que oneram os custos de produção das sementes encapsulada (Tabela 7.4). Ademais, os novos produtos de revestimento podem ser patenteados pelos integrantes da equipe das empresas obtentoras.

Tabela 7.4. Valores aproximados dos preços em reais dos produtos produzidos pela Incotec

para revestimento de sementes.

Produtos	Preço em Euros/kg	Preço em Reais/kg
Coating	1,15	2,64
Finishing	1,32	3,04

Fonte: José Maria Durán

Cotação comercial de um euro: R\$ 2,30.

Para escolha de material a ser utilizado no processo de encapsulação, incluindo os de enchimento, os adesivos e os de acabamento (polímeros), deve-se levar em consideração a sua influência, dentre outros aspectos, na rigidez do revestimento, na absorção de água e na troca gasosa entre a semente recoberta e o ambiente externo. Casos estes aspectos não sejam cuidadosamente avaliados pela empresa, poderão afetar negativamente à germinação das sementes, causando geralmente, redução na velocidade de germinação e do crescimento das plântulas (SACHS et al., 1981; SACHS et al., 1982; SILVA & MÁRTON, 1992; SILVA et al., 1992).

Silva (1997) e Silva & Nakagawa, (1998a; 1998b; 1998c; 1998d) propuseram diferentes métodos para avaliação de materiais e verificaram diferenças marcantes quanto ao tempo de dissolução e a resistência física das sementes recobertas, fatores que influenciam a absorção de água e a troca gasosa, e consequentemente, à germinação das sementes. Em avaliações preliminares para seleção de material, definiu-se a areia fina, microcelulose, bentonita e acetato de polivinila como sendo as melhores opções de ingredientes para formulação da camada de recobrimento. A areia e a microcelulose são utilizadas como material para enchimento. A bentonita e a cola à base de acetato de polivinila (cola PVA) são utilizadas como cimentante. A bentonita tem a função de formar o núcleo da semente

recoberta, por ser uma argila que agrega levemente as partículas utilizadas como enchimento. A cola PVA é utilizada para cimentar a camada de acabamento, por ter maior capacidade de agregação das partículas, proporcionando a rigidez necessária à semente recoberta. No entanto, os adesivos formam uma solução de alta viscosidade, o que dificulta a troca gasosa entre a semente coberta e o ambiente externo, sendo, portanto, interessante minimizar o uso de cola PVA. Para o acabamento das sementes recobertas com pó, recomenda-se o uso de polímero "PolySeed" do fabricante Rigran.

Para o acabamento das sementes revestidas com pó, pode ser usado os polímeros PolySeed CF e **PolySeed 70** do fabricante Rigran do Estado do Rio Grande do Sul (Tabela 7.5). Provavelmente, o custo/ beneficio por hectare desses polímeros poderá ser inferior ao produto finishing fornecido pela Incotec (RIGRANTEC, 2011).

Tabela 7.5. Polímeros da Rigran e dosagens recomendadas para o acabamento das sementes de algodão e gergelim.

F Þ Ö rÞ ØM	Ĩ ŎŒĨĬÑÑŇ CF (por 100 kg de	ĩ ở ớ ềi niñy đć <i>x</i> ớơ¢cćć ôŋ nñ
F POPPONI	semente)	semente)
ĖÕ j ŎŇÜŎ	ĐĆ MĈČD Ö Õ	ĈČĆ MĈĐĆ Ö Õ
ĠÑØŊÑÔÔÔ ĂŎÞŒŎØŊŎÅ	ĈD MÇĆ Ö Õ	ČD MĎĆ Ö Õ
	Politica apprar à Politica app	PolySeed To a series I mais I mais

للمو و هو يا 'PĂŒĠl' كع∎©

O polímero PolySeed CF é especialmente recomendado para o revestimento de sementes, utilizando os mais diversos equipamentos e materiais, por possuir elevado poder de adesão e compatibilidade com as sementes, materiais e solos, garantindo a manutenção da germinação das sementes tratadas em elevado percentual. Este polímero é altamente efetivo no revestimento de sementes, reduzindo ou eliminando o desprendimento

de pó durante o tratamento, o ensaque, o transporte e o plantio (RIGRANTEC, 2011).

O produto da Rigran **PolySeed 70** também garante a manutenção da germinação das sementes tratadas em elevado percentual. A resina **PolySeed 70** poderá ser usada no tratamento de sementes, especialmente nas situações de elevada carga de pós de enchimento, como ocorre com algodão (RIGRANTEC, 2011).

REFERÊNCIAS

ARANTES, H.A.G.; CÍCERO, S.M.; NOVEMBRE, A.D.L.C. Encapsulação: efeitos sobre a germinação e sanidade das sementes de algodão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 81-88, 2000.

ARSEGO, O.; BAUDET. L.; AMARAL, A.S.; HÖLBIG, L.; PESKE, F. Recobrimento de sementes de arroz irrigado com ácido giberélico, fungicidas e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, nº 2, p.201-206, 2006.

BALTIERI, E.M. Encapsulação de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L. raça *Latifolium* Hutch). 1993. 106f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

BAUDET, L.; PERES, W.B. **Recobrimento de sementes**. In: Seed News, Pelotas, RS. v. 4, n. 1, p. 20-23, 2004.

BAYS, R. Recobrimento de sementes de soja com fungicida, micronutrientes e polímero. 2005, 45f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) — Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

BERTAGNOLLI, C.M.; MENEZES, N.L.; STORCK, L.; SANTOS, O.S.; PASQUALLI, L.L. Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas aos estresses hídrico e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 7-13, 2003.

CENTENO, A.S. Evaluación de la siembra de ajonjolí (Sesamun indicum L.) en diferentes condiciones de labranza con semillas normales y pildoradas. 1995.152 f. Disertación (Tesis Doctoral) - Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Ingeniería.

DOĞAN, T.; AYKAS, E.; TUVAY, N.H.; ZEYBEK, A. A study on pelleting and planting sesame (Sesamum indicum L.) seeds. **Asian Journal of Plant Sciences**, v.4, n.5, p. 449-454, 2005.

DURAN, J.M. Pre-acondicionamiento y recubrimiento de semillas hortícolas. **Agricultura**, Madrid. n.679, p.128-131, 1989.

GHOSH, N.B.; ELAWADY, M.N.The effect of starch coating cotton seed on manual planter operation. **Journal of Agricultural Engineering Research**. Michigan, v.18, n.2, p.393-395, 1973.

INCOTEC-RAMIRO ARNEDO S.A. **Tecnología de semillas y de empildoramento**. Ramiro Arnedo, Calahorra, España, 1989. 9p.

MARTINS, M.T.C.S.; BRUNO, R.L.A.; GONÇALVES, E.P.; ALVES, T.I.F.; CASTRO, J.P. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de três cultivares de algodoeiro herbáceo armazenadas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 144-149, 2009.

MATSUDA. Uso de sementes tratadas permite ao produtor acesso às sementes de ponta. Artigo técnico, 3p. Disponível em: www.matsuda.com.br. Publicado pelo Departamento Técnico em 08 de setembro de 2010.

MAZZANI, B. Investigación y tecnología de cultivo del ajonjolí en Venezuela. Caracas: Conicit, 1999. 115p. Edición del Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Tecnológicas.

MEDEIROS, E.M.; BAUDET, L.; PERES, W.B.; EICHOLZ, E.D. Modificações na condição física das sementes de cenoura em equipamento de recobrimento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 70-75, 2004.

PERES, W. **Desenvolvimento e avaliação de equipamento para o recobrimento de sementes**. 2001. 86f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel- Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS. 2001.

QUEIROGA, V.P.; ARRIEL, N.H.C.; SILVA, O.R.R.F. **Tecnologias para o agronegócio do gergelim.** Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2 0 1 0 a . 2 6 4 p . (I m p r e s s ã o d i g i t a l : http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/gergelim.pdf).

QUEIROGA, V.P.; BRUNO, R.L.A.; LIMA, M.M.A.; SANTOS, J.W. Qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro submetidas ao condicionamento mátrico e osmótico. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.1, p.56-61, 2011.

QUEIROGA, V.P.; DURÁN, J.M. Qualidade de sementes de algodão submetidas ao processo de recobrimento e de classificação em peneiras com diferentes tamanhos. CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da Cotonicultura Brasileira e Expansão dos Mercados: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p.1816-1822.

QUEIROGA, *V.P.*; *DURÁN*, *J.M.*; *LIMA*, M.M.A.; *NÓBREGA*, *D.A*.Betoneira para *encapsulamento*na qualidade de sementes de algodão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p.102-109, 2010b.

QUEIROGA, V.P.; DURÁN, J.M.; LIMA, M.M.A.; QUEIROGA, D.A.N. Qualidade de sementes de algodão submetidas aos processos de encapsulamento com e sem corante. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.5, n.1, p.24-29, 2011.

QUEIROGA, V.P.; DURÁN, J.M.; LIMA, M.M.A.; QUEIROGA, D.A.N. Qualidade de sementes de algodão submetidas ao processo encapsulamento em equipamentos com diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.203-211, 2010c.

QUEIROGA, V.P.; DURÁN, J.M.; SANTOS, J.W.; QUEIROGA, D.A.N. Efeito do recobrimento de sementes de algodão sobre sua qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.11, n.3, p.131-137, 2007.

RIGRANTEC. **Tecnologia para Sementes: Polímeros**. Disponível em: http://www.rigrantec.com.br/site/view/produtos.php?id=43. Acesso em: 25de março de 2011.

SACHS, M.; CANTLIFFE, D.J.; NELL, T.A. Germination behavior of

- sand-coated sweet pepper seed. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 107, p. 412-416, 1982.
- SACHS, M; CANTLIFFE, D.J.; NELL, T.A. Germination of clay-coated sweet pepper seeds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 106, p. 385-389, 1981.
- SAMPAIO, T.M.G. **Pré-acondicionamiento osmótico y recubrimiento de semillas de pimiento (***Capsicum annuum*, **L.).** 1992. 278f. Tesis (Doctoral en Fitotecnia), Universidad Politécnica de Madrid Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Madrid. 1992.
- SILVA, J.B.C. Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes. 1997. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.
- SILVA, J.B.C.; MÁRTON, L. Adaptation of pelletization techniques of seeds in Brazil. IN: **International Scientific Conference**. [ON] The application and utilization of the agricultural scientific results in developing countries, 2, 1992, Godollo, Hungria. [papers....]. Godollo: University of agriculture, tropical and subtropical agriculture department, 1992, p. 286-289.
- SILVA, J.B.C.; MÁRTON, L.; NASCIMENTO, W.M. Peletização de sementes com calcário. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 69, 1992. (resumo 129).
- SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Confecção e avaliação de péletes de sementes de alface, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 151-158, 1998a.
- SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Metodologia para avaliação de materiais cimentantes para peletização de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 31-37, 1998b.
- SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Métodos para avaliação de materiais de enchimento utilizados na peletização de sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 44-49, 1998c.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Metodologia para avaliação da resistência de péletes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 118-122, 1998d.

SILVA, J.B.C.; SANTOS, P.E.C.; NASCIMENTO, W.M. Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF. v.20, n.1, p.67-70, 2002.

VALDÉS, V.; BRADFORD, K.; MAYBERRY, K. Alleviation of thermodormancy in coated lettuce seeds by seed priming. **Hort Science**, v. 20, n. 6, p. 1112-1114, 1985.

8

Comercialização e qualidade de sementes

COMERCIALIZAÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES

Acácio Figueiredo Neto Francisco de Assis Cardoso Almeida Jucilayne Fernandes Vieira

O Agronegócio brasileiro, nos últimos anos, tem sido responsável por, aproximadamente, 23,0% do PIB total (Figura 8.1). Em 2013, as exportações do agronegócio somaram aproximadamente 100 bilhões de dólares, mostrando uma expansão de 5,1 por cento em relação a 2012. O agronegócio é o setor da economia que tem maior capacidade de geração de emprego por milhão de reais investidos, respondendo por um terço dos empregos do país, a maior parte no campo, contribuindo significativamente para a diminuição dos índices de desemprego na área rural.

Estima-se que a economia mundial crescerá em torno de 3,6%, em 2014, e de acordo com o fundo monetário internacional (FMI) (Figura 8.2), essa expansão será importante para favorecer as exportações brasileiras do agronegócio. Os países da zona do Euro deverão apresentar um crescimento de 1,0% e esse aumento poderá superar a diminuição de cerca de 0,4% apresentado em 2013. As projeções sobre a melhoria da economia americana também são positivas para 2014 e os Estados Unidos devem crescer 2,6%. Já os países da América Latina e do Caribe deverão crescer a uma taxa de 3,1%.

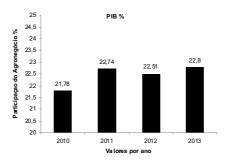


Figura 8.1. Participação do agronegócio no PIB do Brasil (%). Fonte: CNAe CEPEA.

No entanto, as mayores tasas de crecimiento (estimativa de 5,1%) forma registradas pelas economías emergentes, principalmente as da Asia. A China, continuarásiendo importante para a recuperada da economía e crecimiento mundial. En 2014, a economía chinesca deberá expandir maíz de 7%, mantenido-se meses ritmo nos próximos anos. Para 2014, as projeções indicam comportamento semelhante ao verificado em 2013. Os estoques as *commodities* agrícolas estão crescendo, mas a demanda segue firme e tende a ser impulsionada pelo reaquecimento da economia mundial, nesse sentido, a recuperação da economia mundial favorecerá exportações do agronegócio brasileiro.

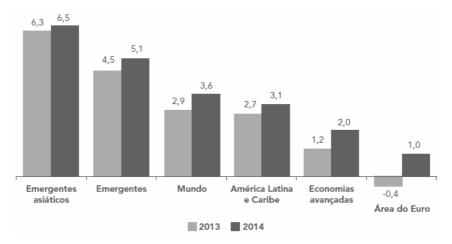


Figura 8.2. Estimativa de crescimento do PIB por brocos de países (em %).

Por qualquer ângulo que se analise o mercado brasileiro, o tamanho que o país adquiriu no campo do agronegócio é impressionante. O negócio de sementes no país, por exemplo, alcança 2,6 bilhões de dólares anuais (ABRASEM, 2012).

Este valor não contempla as sementes próprias usadas pelos agricultores que é estimado em aproximadamente 15 bilhões de dólares. No período de 2007 a 2012, o negócio de sementes brasileiro cresceu com a mesma intensidade que o negócio de grãos, demonstrando a confiança e empenho das empresas nos programas de melhoramento vegetal e do uso de novas variedades melhoradas pelos produtores de sementes e dos agricultores (SEEDNEWS, 2013). Além disso, o país possui condições para

produzir sementes que dificilmente serão encontradas em outros locais do mundo, como clima, água, solo, pessoal qualificado e legislação específica.

Em termos mundiais, o mercado movimento ao redor de 42 bilhões de dólares. Outros dados indicam que as importações e exportações de sementes no mundo são da ordem de 5,5 milhões de dólares para cada uma das atividades. O Brasil possui uma sólida e robusta indústria de sementes do mundo, contando com 1.218 unidades armazenadoras, 673 unidades operacionais de beneficiamento, mais de 5.000 técnicos envolvidos diretamente na produção de sementes, com 168 laboratórios de sementes, sendo 10 específicos para análise de organismos geneticamente modificados e mais de um milhão de empregos gerados.

Além do Brasil, os países que concentram os maiores mercados de sementes no mundo são: Estados Unidos, China, Japão e França. Porém, esse mercado tem se concentrado cada vez mais em poder de poucas empresas. As mais expressivas atualmente são: Monsanto, Dupont/Pioneer, Syngenta e Dow Agrociencies, Limagrain, entre outras. Estas empresas adquiriram muitas outras empresas de sementes e continuam no processo de aquisições.

Pode-se dizer que o negócio de sementes no país é predominantemente privado, e a criação das empresas de melhoramento vegetal foi possível devido à plataforma legal que contempla a lei de proteção de cultivares, lei de patentes para materiais Geneticamente Modificados, à produção e o comércio de sementes e à lei de biossegurança. Atualmente, menos de 15% das cultivares de soja utilizadas pelos agricultores são oriundas de programas públicos; em milho, esse percentual é inferior a 5%; em trigo situa-se ao redor de 30%; em arroz irrigado alcança 40%; e no algodão menos de 10%. Assim, parte da criação e desenvolvimento de variedades é pública. Entretanto, a produção e comércio das sementes para os agricultores é 100% privada (SEEDNEWS, 2013).

Durante a fase de crescimento do setor sementeiro a organização e a tecnologia de produção são os segmentos que primeiro atingem os graus mais elevados de desenvolvimento. No entanto, se de um lado a indústria de sementes acompanha os ganhos tecnológicos da agricultura, estruturando-se bem na área de produção, por outro lado, a maioria das empresas

necessita modernizar-se na área comercial implantando e administrando estruturas ou modelos organizacionais voltados para os conceitos de marketing, e, assim, garantir sua sobrevivência e posicionamento em um mercado cada vez mais exigente e competitivo. As empresas de sementes deverão também estar preocupadas com as demandas que ocorrem em todos os segmentos do agronegócio brasileiro, uma das atividades econômicas mais importantes do país.

As empresas de sementes, por exemplo, devem ter sua atenção também direcionada para a visão e a compreensão dos diversos segmentos da cadeia produtiva e do mercado final de cada espécie para o qual produzem sementes. Para isso, deve procurar identificar as necessidades dos consumidores desses produtos e conhecer seus desejos e tendências para assim, antecipar o atendimento dessas necessidades através de cultivares que possuam os atributos adequados e, muitas vezes, conseguir adicionar valor às novas variedades desenvolvidas pelas instituições de pesquisa para satisfazer essas demandas.

Isto se faz através da área de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) caso a empresa possua pesquisa própria, ou por outras instituições públicas ou privadas de pesquisa. Partindo dessa visão, todas as organizações e instituições que atuam em um determinado sistema agroindustrial devem preocupar-se com os conceitos de agronegócio e das cadeias produtivas, privilegiando as relações entre os diversos atores envolvidos com os diversos segmentos da produção e comercialização de um determinado produto. Assim, devem concentrar-se sempre nas demandas, os desejos e necessidades que ocorrem ou venham a ocorrer por toda a cadeia produtiva onde atuam, já que essas demandas influenciam diretamente as decisões do agricultor no momento da escolha das cultivares que serão semeadas na próxima safra.

As ações do *marketing* das empresas devem ser atuantes no sentindo de que as sementes comercializadas cheguem aos agricultores, em tempo, no lugar certo e antes da época recomendada de semeadura para cada região. Não simplesmente uma semente, mas junto com ela uma série de outros componentes, incluindo um exaustivo trabalho de pesquisa, tanto pelo melhoramento vegetal como pela indústria de sementes. A produção e garantia de qualidade, a embalagem, a promoção, a marca e a

assistência técnica e toda a tecnologia necessária para que o agricultor consiga obter o máximo desempenho agronômico devem prevalecer nas estratégias de *marketing*. Tudo isso com a finalidade de promover retornos não só ao produtor e/ou vendedor, mas principalmente lucros ao comprador das sementes (ALMEIDA, 2011).

Em 2009, o segmento de sementes de hortaliças representava entre 3 a 3,5 bilhões de dólares, ou seja, ao redor de 10% do valor do mercado mundial de sementes. Alguns dados indicam que há sete anos, o valor do mercado mundial de sementes de hortaliças era em torno de 2,1 bilhões de dólares, ou seja, houve um crescimento de 50% nesses anos.

Em 2012, o valor comercializado em sementes de hortaliças no país atingiu os R\$ 475 milhões de reais. Outro dado importante foi o montante de empregos gerados pelo setor, que só no ano de 2012, chegou a 2 milhões de empregos no campo, utilizando em média 65.783 milhões de homens por dia e este é um número bastante considerável quando comparado a outras culturas produzidas no país. Vale salientar que o segmento de hortaliças, por suas características peculiares de cultivo, é muito dependente de mão de obra e que a base da horticultura brasileira é a mão de obra familiar.

As sementes de hortaliças apresentam elevados padrões genéticos e de qualidade. Para a maioria das espécies, o padrão de pureza é 98% e o de germinação é igual ou superior a 80%, salvo alguns casos como sementes de coentro que o mínimo de germinação é 65% para sementes básicas e de 70% para as certificadas de primeira e de segunda geração e para as sementes S1 e S2 (MAPA, 2011). Além disso, para algumas culturas olerícolas é comum o uso de sementes híbridas de alto custo. Entretanto, em relação ao valor do produto final obtido e considerando o custo total de produção das culturas, o custo das sementes representa um percentual pequeno na produção.

E para manter o padrão de qualidade, as sementes de hortaliças são comercializadas em embalagens herméticas, como envelopes aluminizados ou latas com pequenos volumes. Além disso, as sementes da maioria das hortaliças apresentam tamanho pequeno e poucas reservas. Isso exige que as condições para a germinação sejam mais bem aproveitadas, a fim de assegurar um bom padrão de emergência e produção de mudas vigorosas e

uniformes. Para algumas espécies, que apresentam sementes de tamanho muito reduzido e problemas na germinação e emergência, como a alface, é bastante comum o emprego de sementes peletizadas.

Estima-se que este mercado possa chegar a 6,5 bilhões de dólares em 2020. Entre as razões que provocariam este crescimento estão:

- ✓ maior uso de híbridos;
- ✓ preços de sementes mais elevados;
- ✓ introdução de valor agregado e tecnologias em sementes, (peletização, pré germinação, micronutrientes, etc);
- ✓ novos princípios ativos e novos produtos no tratamento de sementes;
- ✓ tratamento industrial de sementes;
- ✓ uso de controle biológico;
- ✓ aumento da população mundial e consumo per capita;
- ✓ entre outros.

A região da Ásia é considerada a principal região de sementes de hortaliças do mundo com 36% do mercado mundial, seguida da Europa, Oriente Médio e África com 35% e o NAFTA com 23%. A América do Sul representa apenas 6% do mercado mundial de sementes de hortaliças.

Dentre as famílias com maior importância econômica, as Solanáceas é a família que reúne as espécies de maior valor de mercado mundial e o tomate é a espécie que apresenta o maior valor de mercado. As cucurbitáceas ocupam a segunda colocação em termos de importância e valor das sementes.

Entretanto, o Brasil ainda é um grande importador de sementes de hortaliças, porém a fatia do mercado de sementes de hortaliças da mesma forma que o de sementes de cereais está concentrado em poucas empresas. Os últimos dados disponíveis indicam que estas poucas detêm mais de 60% do mercado mundial de sementes.

Em relação ao mercado de hortaliças transgênicas, ainda há muito o que explorar e talvez seja cedo para estabelecer qual papel as cultivares transgênicas terão no mercado de sementes de hortaliças. A Índia é neste momento o país que tem mostrado maior atenção para este tema, tendo já aprovado a multiplicação de Berinjela Bt. Espera-se, grande expansão de produtos GM em hortaliças, inicialmente em países desta região. Quiabo, tomate, couve flor e repolho poderão ser as outras espécies com introdução de transgênicas nos próximos anos.

Tanto para hortaliças como para outras espécies de importância econômica, a qualidade das sementes é imprescindível para a obtenção de sucesso na lavoura. As sementes atingem a máxima qualidade por ocasião da maturidade fisiológica, sendo que a partir desse ponto, estão sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física. Essas mudanças caracterizam o processo de deterioração, o qual está associado com a redução do vigor e perda da capacidade germinativa das sementes.

O processo de deterioração é progressivo, embora ainda não se tenha elucidado as suas causas e consequências. Sabe-se que, uma sequência de eventos ocorre nas sementes após a maturidade fisiológica, antes da perda completa da sua viabilidade. A sequência proposta por Delouche & Baskin, em 1973 (Figura 8.3) é a mais aceita na literatura (MARCOS FILHO, 1999).

Durante o armazenamento, a deterioração das sementes não pode ser impedida, todavia a velocidade do processo pode ser minimizada por meio de procedimentos adequados de produção, colheita, secagem, beneficiamento, transporte e armazenamento. O processo de deterioração em sementes compreende uma sequência de alterações bioquímicas e fisiológicas iniciadas logo após a maturidade fisiológica, que acarretam redução de vigor, culminando na perda da capacidade de germinação (VILLELA e MENEZES, 2009).

O processo deteriorativo que inicia imediatamente após a maturidade fisiológica prossegue enquanto as sementes permanecem no campo, durante a colheita, no processamento e no armazenamento das sementes. Tanto a intensidade quanto a velocidade desse processo dependem de fatores genéticos e ambientais e estão relacionadas como manejo dos lotes de sementes (MARCOS FILHO, 1999). Delouche, (1973) caracterizou

a deterioração das sementes como sendo um processo inexorável, ou seja, todo ser vivo deteriora-se e finalmente morre, o processo seria também irreversível e progressivo, e variável entre populações de sementes, seja entre espécies, entre cultivares, entre lotes da mesma espécie e cultivar ou entre sementes de um mesmo lote.

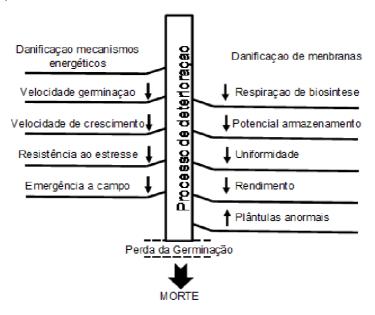


Figura 8.3. A sequência proposta por Delouche & Baskin, em 1973, para o processo de deterioração.

O termo deterioração é usado para indicar declínio no vigor e na viabilidade das sementes, de forma que vigor de sementes e deterioração estão fisiologicamente ligados, ou seja, aumento na deterioração implica em redução no vigor da semente. Frequentemente, observa-se que lotes de sementes apresentando germinação semelhante exibem comportamentos distintos no campo e, ou, no armazenamento.

Tais diferenças podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos, associadas à deterioração, geralmente ocorrem antes que o declínio na capacidade germinativa seja verificado (DELOUCHE & BASKIN, 1973), (Figura 8.4). A perda da

germinação é um indicativo importante da perda de qualidade, mas é a última consequência do processo de deterioração. Dessa forma, a diminuição no vigor precede à da germinação, de modo que lotes com germinação semelhante podem diferir quanto ao nível de deterioração e, portanto, quanto ao vigor e potencial de desempenho no armazenamento e no campo.

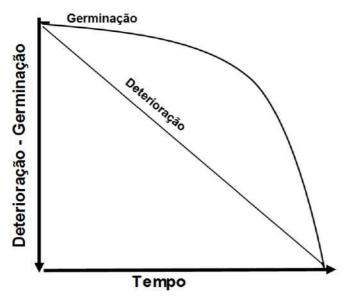


Figura 8.4. Relação entre deterioração e germinação de sementes. Delouche (2002).

Para as hortaliças, as informações sobre vigor são ainda mais relevantes, uma vez que essas sementes geralmente apresentam elevado valor comercial e, além disso, devido a menor quantidade de reservas armazenadas, as sementes de diversas hortaliças possuem maior suscetibilidade à deterioração após a maturidade fisiológica. Outra peculiaridade das sementes espécies é que possuem período de armazenamento relativamente longo, principalmente para espécies que apresentam grande variação no volume de produção de sementes por safra,

produzindo mais em determinados anos do que em outros, enquanto a demanda por sementes no mercado permanece estável (RAMOS et al., 2004).

Quanto ao aspecto fisiológico, às manifestações da deterioração das sementes também descritas estão relacionadas com a redução na taxa e uniformidade de germinação, baixa resistência às condições adversas e redução no número de plantas normais (VAN PIJLENet al., 1995).

Em culturas de ciclo curto, como muitas hortaliças, o período de tempo compreendido entre a semeadura e a emergência das plântulas representa uma das fases críticas do ciclo das plantas, de modo que a uniformidade e a porcentagem de emergência assumem grande importância na produção e qualidade final do produto.

No estádio de plântula, acredita-se que a qualidade da semente exerça efeito direto sobre o desenvolvimento da plântula (TEKRONY & EGLI, 1991), no entanto, ao atingir o estádio de planta, a influência do vigor da semente não seria tão definida, podendo este fator afetar ou não a produção, dependendo do órgão da planta explorado comercialmente e do estádio em que é efetuada a colheita (TEKRONY & EGLI, 1991; CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Nessas culturas onde o produto comercial se origina diretamente da parte vegetativa, como por exemplo, diversas hortaliças produtoras de raízes (cenoura, nabo, rabanete), de bulbos (cebola) e de folhas (alface, repolho) o efeito do vigor das sementes na produção é mais evidente. Kryzanowski & França Neto (2001), também enfatizam a importância da qualidade da semente para as espécies olerícolas, sobre a qualidade comercial do produto quanto à sua apresentação. No entanto, Rodo & Marcos Filho, (2003) observaram que o vigor das sementes de cebola não

persistiu durante o desenvolvimento vegetativo das plantas e não houve efeito na produção de bulbos. Entretanto, a utilização de sementes de alto vigor é justificável para assegurar o estabelecimento de estande adequado sob diferentes condições ambientais.

A variação da qualidade da semente se refletirá durante o período de armazenamento e na época da semeadura, durante a emergência das plântulas, resultando em desuniformidade na população no campo, ou mesmo, limitando o seu estabelecimento. Além de estande adequado, a uniformidade e rapidez na emergência são de grande importância, pois permite o desenvolvimento das plantas sob as condições mais favoráveis de ambiente e reduz o nível de exposição a fatores adversos. A qualidade fisiológica, mais precisamente o vigor das sementes no início do armazenamento é um fator de grande importância, pois afeta diretamente o potencial de conservação. Assim, lotes de sementes vigorosas geralmente mantêm sua qualidade fisiológica durante período de tempo prolongado.

O nível de qualidade das sementes a serem armazenadas retrata todo o seu histórico durante a fase de produção e processamento póscolheita. Neste aspecto, a qualidade da semente pode ser influenciada por diversos fatores, que podem ocorrer no campo antes e durante a colheita. Tais fatores envolvem o estado nutricional das plantas, a alta umidade relativa do ar ou flutuações desta, alta temperatura, ocorrência de microrganismos e insetos etc. Assim, o manejo da cultura, as condições climáticas, a colheita, as técnicas de secagem e beneficiamento influenciam a qualidade inicial das sementes e consequentemente a sua capacidade de conservação.

Na maturidade fisiológica as sementes atingem o máximo vigor. Entretanto, as condições adversas ocorridas entre esse estádio e a colheita podem contribuir para aumentar a velocidade do processo deteriorativo das sementes. Dessa forma, para que um lote de sementes expresse a sua máxima qualidade, é necessário que a colheita seja realizada o mais próximo possível da maturidade fisiológica. No entanto, essa prática nem sempre é possível.

Em melancia, constatou-se que o estádio de maturação das sementes na colheita foi o principal fator determinante da qualidade das sementes, e além disso, as sementes colhidas maduras mantiveram sua capacidade germinativa por um período de dez anos de armazenamento a 10°C e 45% de umidade relativa do ar, já as sementes colhidas imaturas apresentaram decréscimos na germinação após 5-6 anos, nas mesmas condições de armazenamento (NERSON, 2002).

O efeito da maturidade das sementes sobre a qualidade das mesmas é evidente em culturas de crescimento indeterminado. Em brássicas, por exemplo, o florescimento ocorre da base para o ápice de uma inflorescência individual, ou múltiplas inflorescências são produzidas em períodos diferentes. Dessa forma, sementes de diferentes estádios de desenvolvimento estão presentes na mesma planta. Similarmente, na cultura de cenoura, as umbelas de diferentes ordens apresentam maturação de sementes em épocas cronologicamente diferentes, iniciando pelas umbelas primárias seguidas pelas secundárias e terciárias. Nesses casos, o efeito da maturidade sobre a qualidade das sementes é ainda mais acentuado. Assim, o atraso na colheita pode levar a perda da qualidade das sementes que se desenvolveram num primeiro estádio ou mesmo desprendimento dessas da planta mãe, como pode ocorrer em sementes de cebola. Por outro lado, colheita antecipada resulta em colheita de sementes imaturas.

Dessa forma, em espécies de crescimento indeterminado, como algumas hortaliças, ou que apresentem desuniformidade de maturação entre plantas, a realização de colheitas parceladas favorece positivamente a

qualidade das sementes colhidas. Nesse caso, deve-se realizar a coleta de frutos, deixando-os em um período de repouso pós-colheita, por tempo variável, isso vai depender da espécie e da cultivar, para completar a maturação. Posteriormente, realiza-se a extração das

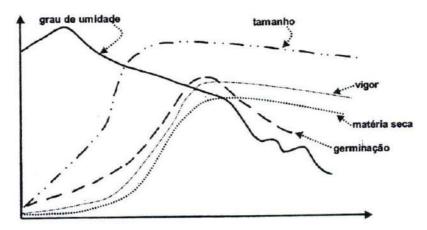


Figura 8.5. Modificações em algumas características da semente durante o processo de maturação (Carvalho & Nakagawa, 2000).

É importante conhecer e entender o processo de desenvolvimento e maturação das sementes bem como as principais mudanças que ocorrem desde a formação até a maturidade fisiológica se constitui em importante suporte para que os problemas típicos desta fase da vida da semente possam ser contornados e as sementes colhidas apresentem elevado padrão de qualidade (DIAS, 2001).

Isso porque a qualidade máxima da semente está associada ao acúmulo de peso máximo, também chamado como maturidade fisiológica (Figura 8.5) (CASTRO et al., 2004). O acompanhamento do desenvolvimento das sementes é feito com base em modificações como tamanho, teor de água, conteúdo de matéria seca, germinação e vigor (DIAS, 2001). Dentro de um mesmo lote de sementes, por exemplo, sementes consideradas pequenas podem apresentar menor emergência de

plântulas e vigor do que as sementes consideradas médias e grandes (OLIVEIRA et al., 2005). Carvalho & Nakagawa (2000) mencionam que, de modo geral, as sementes de maior tamanho armazenam maior quantidade de substâncias de reserva durante a fase de desenvolvimento, o que proporciona embriões mais desenvolvidos, sendo consideradas sementes de maior vigor. A maior quantidade de reserva aumenta a probabilidade de sucesso no estabelecimento da plântula (LORENZI, 2008), pois permite a sobrevivência por maior tempo em condições ambientais desfavoráveis.

Durante o armazenamento, regiões que sofreram injúrias mecânicas podem servir como centro para infecções acelerando o processo deteriorativo. Injúrias na parte vital do eixo embrionário ou próximo ao ponto de inserção dos cotilédones também intensificam a perda da viabilidade. Temperaturas altas durante a secagem ou secagem rápida ou excessiva pode também reduzir a viabilidade drasticamente (BEWLEY & BLACK, 1994). Para Wilson & Trawatha (1991), o baixo vigor das sementes de milho-doce é resultado, em grande parte, de danos pela secagem. Temperaturas elevadas na secagem, geralmente não causam redução imediata no poder germinativo, mas podem refletir no vigor que, frequentemente, se manifesta durante o período de armazenamento ou na emergência das plântulas sob condições ambientais adversas.

O sucesso da produção de inúmeras culturas dependerá, dentre outros aspectos, de um aceitável estabelecimento de plântulas no campo, fator este diretamente relacionado com a qualidade das sementes. Sementes de baixa qualidade tendem a originar campos desuniformes e problemáticos, com baixo padrão tecnológico e com baixos níveis de produtividade e de qualidade da produção pretendida. Dessa forma, sementes de alta qualidade e condições que permitam uma máxima

germinação em um menor tempo possível, com uma máxima uniformidade de plântulas, é, sem dúvida alguma, uma busca constante daqueles envolvidos na cadeia produtiva de sementes.

Sejam para aquelas culturas onde se realiza a semeadura direta, ou naquelas transplantadas, a utilização de sementes de alta qualidade deve ser enfatizada e utilizada pelo produtor e dentro deste contexto, a qualidade das sementes é representada pela soma dos atributos genético, físico, fisiológico e sanitário.

Qualidade genética

A qualidade genética é determinada por aquelas características da planta que resultam do potencial genético da semente, como produtividade, resistência a pragas e doenças, ciclo, arquitetura da planta e características organolépticas do produto, dentre outras. Este conjunto de características é demasiadamente importante para o produtor na tomada de decisões como, por exemplo, para a melhor época de semeadura.

Em milho-doce, a maioria dos híbridos produzidos atualmente e que contém o gene *sh2* apresentam grande aceitação do mercado consumidor, pelo seu elevado conteúdo em açúcares, porém têm a grande desvantagem de apresentarem sementes de baixo vigor, que produzem plântulas muito frágeis e altamente suscetíveis a problemas de *damping-off*, especialmente sob condições de baixas temperaturas do solo.

Em ervilha, as cultivares de sementes rugosas são mais susceptíveis ao ataque de fungos de solos e estas cultivares exsudam maior quantidade de açúcares durante o processo de germinação, que ao se difundirem no solo, estimulam o crescimento de microrganismos, provocando a morte de sementes e plântulas.

Qualidade física

A qualidade física é determinada por aquelas características da semente relacionadas com o grau de umidade, e com a presença de impurezas e outras sementes dentro do lote. Sementes quebradas, por exemplo, podem apresentar baixa germinação e consequentemente diminuição da emergência em campo. Impurezas juntamente com o lote de sementes dificultam a semeadura além de trazerem contaminantes, como sementes de plantas daninhas e patógenos.

Qualidade sanitária

A qualidade sanitária está relacionada com a presença de pragas e microrganismos, os quais afetam o estabelecimento das plântulas no campo, além de veicularem patógenos para diferentes áreas. A utilização de sementes isentas de microrganismos, bem como sementes tratadas minimizam a ocorrência de tombamento e consequentemente melhoram o estabelecimento de plântulas.

Durante o armazenamento, a microflora fúngica é altamente dependente do teor de água das sementes. Os principais fungos de armazenamento pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* desenvolvem-se em sementes com teor de água em equilíbrio com umidade relativa do ar de acima de 65%. Nesse sentido, é importante incluir entre os cuidados a obtenção de lotes com os menores níveis de danos mecânicos possíveis, em cada etapa do processo produtivo das sementes (VILLELA & MENEZES, 2009).

Qualidade fisiológica

Alta germinação e vigor são pré-requisitos para se alcançar um bom estabelecimento de plântulas e consequentemente alta produtividade. A Association of Official Seed Analysts (AOSA) define vigor como sendo "aquelas propriedades das sementes que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e um desenvolvimento de plântulas normais sob diferentes condições de campo".

O tamanho da semente, em muitas espécies, é indicativo de qualidade fisiológica. Assim, dentro de um mesmo lote, as sementes pequenas apresentam menor germinação e vigor que as sementes de tamanho médio e grande. Entretanto, esta relação pode variar entre espécies, cultivares e mesmo entre lotes de sementes. Em muitos dos casos, aquela porcentagem de germinação indicada no rótulo da embalagem de um determinado lote de sementes, nem sempre irá corresponder a emergência das plântulas em campo obtida pelo produtor, e isto se deve ao fato de que as sementes foram analisadas em laboratório sob condições ótimas de germinação. Outros fatores externos também poderão influenciar a germinação das sementes e consequentemente a emergência das plântulas em campo.

Após a minimização dos fatores que reduzem a qualidade das sementes na fase de campo (adversidades após a maturação fisiológica e antes da colheita) e durante as operações de colheita, secagem e beneficiamento, a preservação da qualidade dependerá então das condições de armazenamento da semente (POPINIGIS, 1985). Nesse caso, durante o período de armazenamento, a temperatura e a umidade relativa do ar são os principais fatores físicos que afetam a manutenção da

qualidade das sementes. Desses dois fatores, a umidade relativa é considerada mais importante, dada a sua relação direta com o grau de umidade das sementes, uma vez que aumento no teor de água da semente eleva a sua atividade metabólica. Entretanto, a temperatura contribui significativamente, afetando a velocidade dos processos bioquímicos (DELOUCHE et al.,1973) e interfere indiretamente no teor de água das sementes. Consequentemente, o período de viabilidade da semente pode ser aumentado não somente pela redução da umidade, mas também pela redução da temperatura de armazenamento.

Segundo Bewley & Black (1994) flutuações na umidade relativa do ar, em certos casos, são mais prejudiciais à conservação das sementes do que os extremos dessa oscilação. Entretanto, aumentos na temperatura como fator isolado e ocasionalmente durante o armazenamento em condições de baixa temperatura, não necessariamente afeta a viabilidade das sementes.

Para Carvalho & Nakagawa (2000), é indiferente referir-se à umidade relativa do ar ou ao teor de água das sementes, uma vez que as sementes são higroscópicas, podendo ganhar ou perder umidade para entrar em equilíbrio com o ar ambiente, estando, portanto, o seu teor de água diretamente relacionado com a umidade relativa do ar.

O conteúdo de equilíbrio ou equilíbrio higroscópico é atingido quando a pressão de vapor de água da semente for igual à pressão de vapor de água do ar. Diferentes espécies podem ter diferentes umidades de equilíbrio para uma dada umidade relativa.

Esse ponto de equilíbrio pode também variar de acordo com a temperatura, cultivar, grau de maturação da semente e com a condição

física da semente (STUMPF, 1993). Quanto maior o grau de umidade da semente armazenada, maior o número de fatores adversos à conservação da sua qualidade. Normalmente a baixa umidade relativa do ar é um dos mais importantes fatores na manutenção da germinação e vigor das sementes, uma vez que quanto menor o grau de umidade das sementes, menor será a atividade dos agentes deterioradores.

No entanto, o conteúdo de água muito baixo pode também danificar severamente as sementes, visto que a água além de conferir estabilidade estrutural às membranas e às proteínas, participa ativamente dos processos metabólicos. Quando é removida abaixo do limite suportado pela célula, pode ocorrer aumento da concentração de solutos, aceleração de reações degenerativas, desnaturação de proteínas e a perda da integridade das membranas.

É importante ressaltar, contudo, que o efeito da umidade durante o armazenamento não pode ser analisado independentemente da temperatura. As propostas de alguns autores indicam claramente que a temperatura e a umidade das sementes durante o armazenamento são os principais fatores que afetam a sua viabilidade. Dessa forma, as sementes ortodoxas se mantêm viáveis em condições específicas de armazenamento conforme as regras de Harrington (CARVALHO & VON PINHO, 1997):

➤ Para cada 1% que se diminui no grau de umidade da semente, duplica-se o potencial de armazenamento. Esta regra é válida para graus de umidade entre 5 e 14%. Sementes armazenadas com umidade acima de 14% apresentam uma elevação na taxa respiratória, aquecimento e o desenvolvimento de fungos, nesse caso, a perda da viabilidade é maior do que a indicada na regra e, abaixo de 5% de umidade, a taxa de deterioração pode aumentar

devido a autoxidação de certas substâncias de reserva;

- ➤ Para cada 5°C de decréscimo na temperatura do ambiente de armazenamento, o tempo de viabilidade da semente é duplicado, esta afirmativa é válida para temperaturas entre 0 e 50°C;
- A soma aritmética da temperatura (°C) de armazenamento com a umidade relativa do ar (%) não deverá exceder 55,5.

Assim, o teor de água da semente e a temperatura estão interrelacionados, de forma que alta temperatura acelera o processo deteriorativo de semente com alto grau de umidade, devido ao aumento na atividade metabólica da semente. No entanto, em sementes com baixo teor de água, a alta temperatura exerce efeito mínimo no processo deteriorativo. Tem sido mostrado que sementes com baixo grau de umidade armazenam bem em temperaturas acima de 25°C. Embora a temperatura e a umidade relativa interajam na preservação da qualidade das sementes, o controle da umidade relativa e o seu efeito sobre o grau de umidade das sementes é mais crítico do que a temperatura de armazenamento (COPELAND & MCDONALD, 1995).

REFERÊNCIAS

ABDALLA, F.H.; ROBERTS, E.H. The effect of seed storage conditions on the growth and yield of barley, broad beans, and peas. **Annals of Botany**, v.33, p.169-184, 1969.

AGRAWAL, V.K.; SINCLAIR, J.B. **Principles of seed pathology**.2. ed. CRC Press, 1997. 539p.

ALMEIDA, F. J. **Comercialização de sementes**. Curso de especialização por tutoria à distância – ABEAS. (Universidade Federal de Pelotas – UFPEL). MODULO 10, Brasília, 2011.

BEE, R.A.; BARROS, A.C.S.A. Sementes de abóbora armazenadas em condições de vácuo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, p.120-126, 1999.

BEWLEY, J.D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: McDONALD JR., M.B.; NELSON, C.J. (Eds.) **Physiology of seed deterioration**. Madison, EUA: Crop Science Society of America, 1986. p.27-45.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994, 445p.

BEZERRA, A.M.E.; ASSUNÇÃO, M.V. Efeitos do local de armazenamento, da embalagem e do tempo de estocagem na qualidade das sementes de coentro. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 1995, Foz do Iguaçu. Resumos. Horticultura Brasileira, 1995. v.13, p.70.

BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A. Mecanismos de deterioração das sementes: aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES**, v.11, p.10-15, 2001.

CANEPPELE, M.A.B.; SILVA, R.F.; ALVARENGA, E.M.; CAMPELO JÚNIOR, J.H.; CARDOSO, A.A. Influência da embalagem, do ambiente e

do período de armazenamento na qualidade de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.17. p.249-257, 1995.

CARVALHO, M.L.M.; CAMARGO, R. Aspectos bioquímicos da deterioração de sementes. **Informativo ABRATES**, v.13, p.66-88, 2003.

CARVALHO, M.L.M.; VON PINHO, E.V., **Armazenamento de sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997, 67p.

CARVALHO, N.M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R.D.& NAKAGAWA, J. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.1-30.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CHERRY, J.H.; SKADSEN, R.W. Nucleic acid and protein metabolism during seed deterioration. In: McDONALD, M.D.; NELSON, C.J. **Physiology of seed deterioration**. Madison, CSSA, 1986, p.65-87.

CHIU, K.Y.; WANG, C.S.; SUNG, J.M. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated aging and hydration of watermelon seeds differing in ploidy. **Physiologia Plantarum**, v.94, p.441-446, 1995.

COOLBEAR, P. Mechanisms of seed deterioration. In: BASRA, A.S. (Ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1995. p.223-277.

COOLBEAR, P.; McGILL, C.R.; SKUNNARAK, N. Susceptibility of pea seeds to acetone toxicity: interactions with seed moisture content and ageing treatments. **Seed Science and Technology**, v.19, p.519-526, 1991.

COOLBEAR, P.; SLATER, R.J.; BRYANT, J.A. Changes in nucleic acid levels associated with improved germination performance of tomato seeds after low-temperature pre-sowing treatment. **Annals of Botany**, v.65, p.187-195, 1990.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 3. ed. New York: Chapman and Hall, 1995. 409p.

CNA. Confederação da agricultura e pecuaria do Brasil. Agronegócio e Balanços 2013 e perspectivas 2014.

DADLANI, M.; AGRAWAL, P.K. Effects of dry permeation on the germinability of seeds during storage. **Seed Science and Technology**, v.13, p.795-802, 1985.

DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed News**, v.6, p.24-31, 2002.

DELOUCHE, J.C. Precepts of seed storage. Proceedings of the Mississippi State Seed Processors short course, 1973. p.93-122.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v.1, p.427-452,1973.

DELOUCHE, J.C.; MATTHES, R.K.; DOUGHERTY, G.M.; BOYD, A.H. Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. **Seed Science and Technology**, v.1, p.671-700, 1973.

DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da sementes. **SeedNews**, 2002.

DIAS, D.C.F. Maturação de sementes. SeedNews, 2001.

DHINGRA, O.D. Prejuízos causados por microrganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**. v.7, p.139-145, 1985.

ELLIS, R.H. The viability equation, seed viability monographs, and practical advice on seed storage. **Seed Science Technology**, v.16, p.29-50, 1988.

FUJIKURA, Y.; KARSEN, C.M. Effects of controlled deterioration and osmopriming on protein synthesis of cauliflower seeds during early germination. **Seed Science Research**, v.2, p.23-31, 1992.

GEORGE, R.A.T. **Vegetable seed production**. New York: Longman Inc., 1985, 318p.

GOEDERT, C.O. Conservação de germoplasma: tipos de sementes para armazenamento a longo prazo. In: Simpósio de Recursos Genéticos Vegetais. Sessão 1 - Bancos de Ativos de Germoplasma. 1980, Brasília. Anais... EMBRAPA/CENARGEM/EMBRAPA/DID, 1980.p.30-32.

GORECKI, R.J.; HARMAN, G.E. Effects of antioxidants on viability and vigour of ageing pea seeds. **Seed Science and Technology**, v.15, p.109-117, 1987.

HALMER, P.; BEWLEY, J.D.A physiological perspective on seed vigor testing. **Seed Science and Technology**, v.12, p.561-575, 1984.

HARMAN, G.E.; MATTICK, L.R. Association of lipid peroxidation with seed ageing and death. **Nature**, v.260, p.323-324, 1976.

HUNG, P.E.; FRITZ, V.A.; WATERS JR., L. Infusion of *shrunken-2* sweet corn seed with organic solvents: Effects on germination and vigor.**HortScience**, v.27, p.467-470, 1992.

JAMES, E. Preservation of seed stocks. **Advances in Agronomy**.v.19, p.87-106, 1967.

KALOYEREAS, S.A.; MANN, W.; MILLER, J.C. Experiments in preserving and revitalizing pine, onion and okra seeds. **Economic Botany**, v.15, p.213-217, 1961.

KHAN, A.A. Preplant physiological seed conditioning.**Horticultural Reviews**, v.13, p.131-181, 1992.

KRZYANOSWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de sementes. **Informativo ABRATES**, v.11, p.81-84, 2001.

MARCOS FILHO, J. Testes vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap.1. p.1-21.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO MAPA, SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA, Portaria SDA nº 51, de 2 de março de 2011.

McDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, v.27, p.177-237, 1999.

NASCIMENTO, W.M. Vigor em sementes de hortaliças. **Informativo ABRATES**, v.11, p.10-15, 2001.

NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.S.; FREITAS, R.A.; BLUMER, L.; MUNIZ, M.F.B. Colheita e armazenamento de sementes de coentro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.14, p.1793-1801, 2006.

NERSON, H. Effects of seed maturity, extraction practices and storage duration on germinability in watermelon.**Scientia Horticulturae**, v.93, p.245-256, 2002.

OLADIRAN, J.A.; AGUNBIADE, S.A. Germination and seedling development from pepper (*Capsicum annum* L.) seeds following storage in different packaging materials. **Seed Science and Technology**, v.28, p.413-419, 2000.

PERSSON, B. Enhancement of seed germination by plant growth regulators infused via acetone. **Seed Science and Technology**, v.16, p.391-404, 1988.

POPINIGIS, F. Fisiologia de sementes. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

RAMOS, N.P.; FLOR, E.P.O.; MENDONÇA, E.A.F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.26. p.98-103, 2004.

ROBERTS, E.H. Loss of viability, ultrastructural and physiological aspects. **Seed Science and Technology**, v.1, p.529-545, 1973a.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, p.499-514, 1973b.

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Onion seed vigor in relation to plant growth and yield. **Horticultura Brasileira**, v.21, p.220-226, 2003.

ROOS, E.E. Induced genetic changes in seed germplasm during storage. In: KHAN, A.A. (Ed.) **The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination**. Amsterdam: Elsevier Biochemedical Press, 1982. p.409-434.

ROOS, E.E. Physiological, biochemical, and genetic changes in seed quality during storage. **HortScience**, v.15, p.781-784, 1980.

SEEDNEWS.A produção de grãos e a dinâmica do mercado de sementes, 2013.

STUMPF, C.L. Potencial de armazenamento de sementes de cebola enlatadas com baixos teores de umidade. (Dissertação de mestrado), Universidade Federal de Pelotas, 1993. 77p.

STUMPF, C.L.S.; PESKE, S.T.; BAUDET, L. Storage potential of onion seeds hermetically packaged at low moisture content. **Seed Science and Technology**, v.25, p.25-33, 1997.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, v.31, p.816-822, 1991.

TORRES, S.B.; SILVA, M.A.S.; RAMOS, S.R.; QUEIRÓZ, M.A. Qualidade de sementes de maxixe armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, p.539-544, 2002.

VAN PIJLEN, J.G.; KRAAK, H.L.; BINO, R.J.; DE VOS, C.H.R. Effects of ageing and osmopriming on germination characteristics and chromosome aberrations of tomato (*Licopersicon esculentum* Mill). Seeds. **Seed Science and Technology**, v.23, p.823-830, 1995.

VILLELA, F.A; MENEZES, N.L. O Potencial de Armazenamento de Cada Semente. **SeedNews**, 2009.

WILSON, D.O.; McDONALD, M.B. The lipid peroxidation model of seed ageing. **Seed Science and Technology**, v.14, p.269-300, 1986.

WILSON, D.O.; TRAWATHA, S.E. Physiological maturity and vigor in production of 'Florida Staysweet' shrunken-2 sweet corn seed. **Crop Science**, v.13, p.1640-1647, 1991.

9

Patologia de sementes

PATOLOGIA DE SEMENTES

Bruno Adelino de Melo Francisco de Assis Cardoso Almeida Vicente de Paula Queiroga

9.1. INTRODUÇÃO

A qualidade sanitária das sementes é um dos aspectos que mais tem merecido atenção nos sistemas produtivos e comércio agrícola, considerando os reflexos negativos que a associação de patógenos com sementes pode gerar.

Como a semente é um insumo básico para a produção da maioria das espécies vegetais de interesse humano sua qualidade é um aspecto que exige maior atenção e extremo cuidado por parte dos sistemas de certificação. O estabelecimento de padrões sanitários apresenta-se como o melhor caminho para a definição de índices regionais de ocorrência de um determinado patógeno nas sementes, acima dos quais as perdas causadas pelo uso desse lote são inaceitáveis.

A importância da patologia de sementes reside no fato de que aproximadamente 90% das culturas utilizadas para a alimentação são propagadas por semente. Dentre essas, nove são consideradas de importância primordial: soja, trigo, arroz, milho, feijão, amendoim, sorgo, cevada e beterraba açucareira. Todas essas culturas podem ser afetadas por patógenos muito agressivos transmitidos através da semente.

9.2. TERMINOLOGIA E CONCEITOS

A partir do momento em que a Patologia de Sementes passa a ocupar um espaço mais destacado no sistema de produção e uso de sementes, surge à necessidade de se definir com mais clareza alguns termos e expressões que, por força de origem, foram mantidos em algumas disciplinas que formam a base para a nova ciência.

Sementes: É definida como a unidade de propagação de plantas superiores, resultante do processo sexuado. Em patologia de sementes, nessa conceituação botânica, incluem-se também os frutos cujo pericarpo encontra-se intimamente aderido à semente, como é o caso de aquênios e cariopses.

Doença infecciosa: Quando é causada por um agente, seja, fungo, bactéria, vírus ou nematoide, sendo a condição danosa transmissível de alguma forma, pelo contágio natural ou dirigido, de um indivíduo a outro, em uma dada população.

Patógeno: Agente causal de uma doença infecciosa

Inoculo: é todo ou parte de um patógeno, capaz de iniciar crescimento ou multiplicação.

Transporte e transmissão: Devem ser empregados em relação a patógenos e não a doenças. O transporte de um patógeno por sementes não assegura, necessariamente, a sua transmissão à progênie. A transmissão tem alta probabilidade de ser consumada caso o patógeno estieja no embrião da semente.

Contaminação: Quando o patógeno se encontra em mistura ou aderido à sua superfície (semente).

Infecção: Quando o patógeno se encontra alojado no interior de seus tecidos (semente).

9.3. PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR SEMENTES

Potencialmente, todos os organismos fitopatogênicos podem ser transportados pelas sementes, embora a transmissão de inúmeros deles, dessa maneira, não seja conhecida.

Entre os organismos que podem ser transmitidos pelas sementes, o grupo dos fungos é o mais numeroso, seguido de bactérias, vírus e alguns nematoides. Alguns dos mais importantes fungos e seus principais hospedeiros estão contidos na Tabela 9.1.

Tabela 9.1. Principais fungos associados a sementes das principais culturas.

ĜŒŮŇÕĬ	ĢŎŒŐÑŇÑŒĬĎ	
Ĩ ÑДОÕÕŒÕДМО МОŒÞДОМ	Ĭ ŎÓM	
Ĩ ÕVCË ČŐVÁMOVÕZEÑŇÕ	ĠÒ ŹMŒŎ Õ	
Ĭ Ń ũ ĐÁČCEĞÁMCIĞÁYJCÒ	ĭ ŏ¢nyŏ	
Ę ŎŖŹŔŎĆOŎŹĮMPOÑŎŊŹŎÖ MÑ	Ė ÕYŎŇÜŎ	
FŎŎŎŇPŎŖŹĬŎĬĊĿŸÖ ŎŎŌŇŇÖĿPOŎMŌĿÖ	ĞÑŒŎŎ	
G ÖĞ ÖĞN ÒM Ö MŘ N ÒŒ	ìōōoŏ	
Ę ŎŰŎ ŨŊĴŒIJĔ ĴŰŎŌ Ō ŌŊŌM	i áðnyŏ	
Grechslera oryzae	ĖÓÓÓŖ	
Ĭ ŃÃŨĢŐPÒP Ö ĢŐŐĢŒÒ	Ė Ö ÑŌŇŎŎŎ	

Dentre as bactérias patogênicas transmissíveis por sementes, o maior número de espécies conhecidas pertence aos gêneros *Xanthomonas*, *Pseudomonas* e *Corynebacterium*. Do grupo dos vírus, apenas cerca de 20% é transmitido por sementes de plantas hospedeiras. Dentro dessa parcela estão incluídos vírus dos mais importantes, entre eles os vírus causadores dos mosaicos comuns em leguminosas, alface, cucurbitáceas, fumo, tomate, etc. O menor número relativo de espécies transmitidas por sementes entre os organismos patogênicos a plantas pertence ao grupo dos nematoides. Um exemplo histórico é *Anguina tritici*, em sementes de trigo. Outro exemplo de bastante expressão é a transmissão de *Apbelenchoides*

besseyi por sementes de arroz. Abaixo estão imagens de sementes, das principais culturas, atacadas por patógenos.



Figura 9.1. Colletotrichum lindemuthianum em feijão (A); Peronospora manshurica (B) e Cercospora kikuchii (C) em soja; Bipolaris sorokiniana em trigo (D). [Fotos de Prof. J.C. Machado-UFLA]

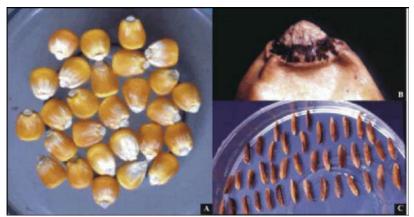


Figura 9.2. Sintomas de *Fusarium verticillioides* (A) e *Colletotrichum graminicola* (B) em milho; *Drechslera oryzae* em arroz (C). [Fotos cedidas por Prof. J.C.Machado-UFLA]



Figura 9.3. A) Escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* ao redor de sementes de feijão; B) e em soja em incubação pelo método de Rolo de papel. [Fotos de Prof. J.C.Machado-UFLA].

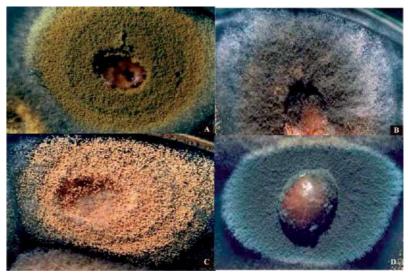


Figura 9.4. Crescimento de fungos de armazenamento no meio de cultura salina: *Aspergillus flavus* (A) *Aspergillus glaucus* (B), *Aspergillus ochraceus* (C) e *Penicillium* sp. (D). [Fotos de Prof. J.C.Machado-UFLA].

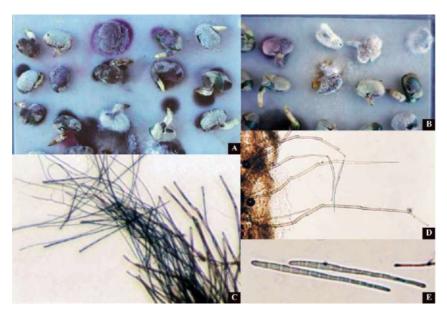


Figura 9.5. *Cercospora kikuchii* em sementes de soja (A e B) e conídios em preparações microscópicas (C, D e E). [Fotos de Prof. J.C.Machado-UFLA).

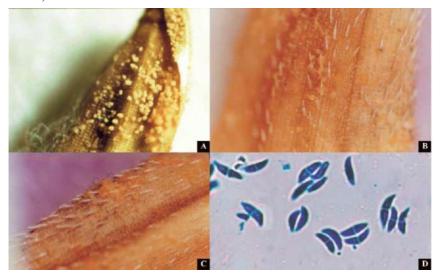


Figura 9.6. *Gerlachia oryzae* em sementes de arroz (A, B e C) e conídios em lâminas de microscópios (D).[Fotos de Prof. J.C.Machado – UFLA].

9.4. O TRANSPORTE DE PATÓGENOS PELAS SEMENTES

De modo geral o transporte de patógenos por sementes pode ser efetuado de três maneiras:

- 1. O patógeno, separado ou não, encontra-se em mistura com as sementes, fazendo parte da fração impura do lote. Exemplo dessa associação é o transporte de escleródios de *Sclerotinia sclerotio-rum*, junto a sementes de soja.
- 2. Certos patógenos podem ser transportados pelas sementes aderidos passivamente à superfície destas. Exemplos típicos são *Puccinia antirrbini*, em *Antirrbinum*.
- 3. Caracterizada pela presença de inoculo no interior das sementes, seja nas camadas externas ou no embrião. Essa é à maneira de transporte mais comum entre os agente transmitidos por sementes. Como exemplo desse tipo de associação podem ser citados espécies de *Ustilago*, em cereais, *Alternaria*, *Phomopsis*, *Septoria*, *Colletotrichum*, *Drechslera*, *Bipolaris*, *Cercospora*, *Fusarium*, em diversos hospedeiros

Um exemplo clássico de transmissão de fungo localizado no embrião da semente, transmitindo-se para a planta de forma sistêmica, é o do carvão do trigo, ilustrado na Figura 9.7. Parte-se de uma espiga infectada, onde várias sementes são destruídas pelo fungo (1), havendo a formação de uma massa de coloração preta, composta por milhares de teleosporos (esporos de fungo), os quais são disseminados para as plantas e espigas sadias, na fase inicial de formação (2). Uma vez localizado no primórdio floral da espiga sadia, o teleosporo inicia sua germinação penetrando na semente (3) e fixando-se no embrião da mesma, onde permanecerá na forma de micélio dormente (4) até o início da germinação dessa semente. Após a semeadura e início da germinação, o micélio do fungo também inicia seu desenvolvimento, acompanhando sistematicamente todo o ciclo vegetativo da planta, sem causar qualquer tipo de sintoma. O fungo se localizará na nova espiga (5), fazendo com que as novas sementes não se formem, surgindo no lugar dessas a massa de teleosporos (1), os quais irão infectar novas espigas sadias.



Figura 9.7. Esquema da transmissão de fungo localizado no embrião da semente, transmitindo-se para a planta de forma sistêmica.

9.5. SIGNIFICADO DA ASSOCIAÇÃO DE PATÓGENOS COM SEMENTES

A importância da associação de patógenos com sementes pode ser analisada sob diferentes ângulos.

1. Considerações econômicas — A dimensão econômica da associação de patógenos com sementes deve ser avaliada tomando-se como base a própria expressão econômica de cada

doença envolvida, em particular. Neste sentido, a abordagem não pode ser restrita à semente como vítima do ataque de patógenos, mas também no papel potencial que a sementes contaminada ou infectada representa do ponto de vista epidemiológico. Isto faz com que a avaliação quantificada da dimensão econômica da associação de patógenos com sementes seja uma tarefa das mais complexas em Proteção de Plantas, sendo, por isso, pouco relatada na literatura.

2. Tipos de danos causados por patógenos associados a sementes – Para análise, é necessário considerar-se primeiro que patógenos causam danos às plantas através da interferência em diferentes mecanismos biológicos. Basicamente, esse tipo de interferência

ocorre através de:

- Consumo do conteúdo celular do hospedeiro, provocando o seu enfraquecimento;
- 2. Morte celular ou distúrbio de seu metabolismo, através de secreção de toxinas, enzimas e reguladores de crescimento por parte dos patógenos;
- 3. Bloqueio do transporte de alimentos, nutrientes minerais e água dos tecidos condutores.
- 3. Implicações epidemiológicas da associação de patógenos com sementes A preocupação com a presença de patógenos em sementes não reside apenas nos danos que esses agentes podem causar de imediato, considerando-se tão somente a planta individualizada. A disseminação de patógenos por sementes, comparada com outros meios de disseminação, apresenta características inerentes das quais algumas são consideradas a seguir.
 - 1. A semente como meio de sobrevivência de patógenos a associação de patógenos com sementes é uma das maneiras que favorecem a sobrevivência e disseminação destes agentes, uma vez que as sementes são propágulos que apresentam um maior potencial de viabilidade no tempo, em comparação com outras partes vegetais de propagação.

- 2. A semente como meio de introdução e acumulo de inoculo em áreas de cultivo Sementes contaminadas ou infectadas são um dos meios mais eficientes de introduzir e acumular inoculo de patógenos em áreas de cultivo. A distribuição de tais sementes é aleatória e propicia focos primários de infecção no campo a fase mais inicial da cultura. Vale salientar que uma única semente, germinada ou não, pode carregar várias espécies de patógenos, concomitantemente.
- 3. A semente como meio de disseminação de patógenos a longas distâncias Não existem barreiras geográficas para o intercâmbio de sementes entre regiões de qualquer parte do mundo. Uma vez que as sementes podem conter patógenos no seu interior, o transporte das mesmas a longas distâncias é, sem dúvida, um meio importante na disseminação desses agentes infecciosos. Historicamente, muitos patógenos tiveram sua introdução assegurada em diferentes partes do mundo por meio de sementes.
- 4. A patologia de sementes em programas de certificação A contribuição da Patologia de Sementes nos programas de certificação de sementes dá-se tanto em nível de campo, através de aplicação de uma série de medidas sanitárias, seguidas de inspeções periódicas programadas, como também na fase de laboratório, em que testes de sanidade são importantes no controle da qualidade de sementes. O estabelecimento de níveis de tolerância de plantas enfermas no campo e de patógenos em lotes de sementes é uma providencia que deve ser cuidadosamente considerada em cada programa.
- 5. A patologia de sementes e quarentena Do ponto de vista da Defesa Fitossanitária, significa uma das medidas de exclusão de maior importância para se controlar o movimento internacional de patógenos e pragas de sementes. Um exemplo histórico destacado, diz respeito à introdução de *Tilletia caries*, via sementes, da Austrália para os Estados Unidos, em meados do século passado. Exemplo de interceptação de patógenos via quarentena, referidos

na literatura, são *Puccinia antirrhini*, em sementes de *Antirrhinum majus* no percurso entre os EUA e Grã-Bretanha para a Nova Zelândia.

Na prática não é possível proibir a entrada, em um determinado território, de sementes portadoras de qualquer organismo inexistente em tal território, pois uma medida muito radical poderia provocar uma grave perturbação no comércio internacional e resultaria ineficaz na maioria dos casos. Muitos desses organismos resultaram inócuos em tal território em razão de suas características ecológicas; alguns serão impossíveis de detectar, em exames sanitários normais, por sua baixa presença nas amostras avaliadas. Finalmente, muitos organismos podem introduzir-se por outros meios menos controlados que as sementes. Entre estes meios cabe citar todos os produtos agrícolas normais, alguns dos quais como os grãos de cereais, leguminosas e oleaginosas, que são também sementes, mesmo que não se destinem a semeadura.

Para efeito de quarentena, os patógenos associáveis às sementes são classificados em seis tipos epidemiológicos:

- 1. Patógenos que dependem exclusivamente ou quase exclusivamente da semente para sua disseminação;
- 2. Patógenos invasores de solo e de resíduos vegetais;
- 3. Patógenos para os quais vetores assumem um papel primordial;
- 4. Patógenos cuja fase perfeita constitui uma importante fonte para inoculo disseminado pelo ar;
- Patógenos com potencial para uma rápida distribuição epidemiológica;
- 6. Patógenos que quase sempre atacam sistemicamente seus hospedeiros e em geral sem produção de sintomas

9.6. MECANISMOS E DINÂMICA DA TRANSMISSÃO DE PATÓGENOS POR SEMENTES

9.6.1 O processo de contaminação e infecção de sementes

Em um sistema de produção de sementes, duas etapas são claramente distintas do ponto de vista de sanidade. A primeira caracterizase pela ocorrência de doenças no campo de cultivo e a segunda envolve implicações do manejo de sementes até o uso destas por parte do agricultor.

Em princípio, a constatação de plantas enfermas no campo faz com que seja levantada uma expectativa sobre a eventual contaminação ou infecção das sementes de modo proporcional a incidência e a severidade de ocorrência da doença nas referidas plantas.

Do ponto de vista anatômico, várias são as possibilidades ou vias pelas quais os patógenos podem introduzir-se no interior das sementes. Para a maioria dos fungos, bem como para as nematóides, a padrão de acesso às sementes, partindo de uma planta enferma, é caracterizado em maior ou menor intensidade pela via direta, com atuação ativa sobre as tecidos dos frutos ou da própria semente.

Duas outras maneiras possíveis de estabelecimento de patógenos no interior das sementes são através do sistema vascular de plantas atacadas e através de órgãos fertilizadores, como grão de pólen, contaminados ou infectados. Já a contaminação de sementes por patógenos é comumente concretizada pela mistura mecânica do inoculo por ocasião da manipulação de plantas durante a colheita.

Vale ressaltar também que a operação de tratamento de sementes via úmida ou seca, tendo outros objetivos que, não o controle de patógenos, são também uma maneira de transferir inóculo de semente a semente. Da mesma forma, as máquinas e os equipamentos utilizados no beneficiamento podem constituir-se em importantes fontes de contaminação entre lotes de sementes.

9.6.2 A transmissão de patógenos da semente à planta

A concretização da transmissão de patógenos à progênie no

campo, a partir da semente, pode ocorrer de diferentes maneiras em função da posição dos patógenos nas sementes e da natureza de atuação desses agentes nos hospedeiros correspondentes. O padrão de transmissão de patógenos por sementes é bastante variável, mesmo em se tratando de um único patógeno. Três padrões podem ser distinguidos:

- **a. Primeiro:** a infecção ocorre a partir de patógenos em mistura com as sementes. Nestas condições, tanto pode ocorrer à infecção imediata da plântula, por atuação ativa e direta do patógeno.
- **b. Segundo:** é iniciado pelo patógeno passivamente localizado na superfície das sementes. O início do processo pode também desenrolar-se de maneira análoga ao primeiro padrão descrito, porém as chances de infecção imediata da planta são maiores, em se tratando de parasitas facultativos.
- c. Terceiro: O terceiro padrão parte do inoculo presente no interior das sementes. Neste caso, a íntima associação do patógeno com as sementes faz com que a probabilidade de infecção seja extremamente elevada. O desenvolvimento do patógeno na planta, estando o mesmo alojado nas camadas mais externas ou no embrião das sementes, pode acontecer também de forma sistêmica ou localizada, conforme o patógeno.

9.6.3 Fatores que afetam a transmissão de patógenos a partir de sementes

Ao lado de fatores do solo, tais como umidade, temperatura, acidez, nutrientes minerais e orgânicos, o potencial de inoculo, a microflora do solo e da semente e o próprio tipo de germinação são alguns dos fatores que podem afetar o estabelecimento do patógeno em uma cultura a partir da semeadura.

De maneira geral, qualquer circunstância desfavorável ao desenvolvimento de um hospedeiro, sem que haja interferência drástica no desenvolvimento do patógeno, faz com que a doença causada por este seja mais severa.

9.7. CONTROLE DE PATÓGENOS ASSOCIADOS ÀS SEMENTES

9.7.1 Métodos de controle em campos de sementes

a. Seleção de cultivares

O uso de cultivares resistentes ou tolerantes a patógenos, sempre que possível, é uma das medidas prioritárias da qual deve-se lançar mão em termos de doenças de plantas. É bom lembrar que a resistência de cultivares é condicionada a variabilidade dos patógenos em termos de raças virulentas e agressivas.

b. Seleção de Áreas

A escolha de áreas onde o patógeno é incapaz de se estabelecer ou tenha um desenvolvimento tolerável é uma medida dos mais eficazes para se produzir sementes livres de patógenos. Neste sentido, regiões com baixo regime pluviométrico, típicas de áreas semiáridas com facilidade de irrigação, são recomendadas para a produção de sementes de várias plantas.

c. Práticas culturais

Com base no conhecimento do patógeno e do tipo epidemiológico da doença que ele causa é possível, através do manejo de práticas culturais, restringir ou evitar a atuação de inúmeras doenças.

O uso de sementes sadias é uma providência básica e que deve constituir-se em ponto de partida para o controle preventivo de qualquer patógeno. Entre algumas práticas, que podem favorecer ou restringir a incidência e o desenvolvimento de doenças de importância econômica, podem ser citadas: tipo de aração, profundidade de plantio, densidade de plantas, tipo e população de vetores, tipo de irrigação, época de plantio e

colheita, eliminação de plantas hospedeiras, rotação de culturas, entre outras.

O uso de fungicidas em partes aéreas de plantas é uma das maneiras convencionais de se controlar com eficiência algumas doenças em campo de sementes. Na ausência de outras medidas eficientes o uso de defensivos químicos é ainda uma das poucas medidas disponíveis para controle de muitas doenças.

d. Inspeções de campo

Do ponto de vista sanitário, as inspeções de campo devem ser conduzidas com base em conhecimentos sólidos sobre a ocorrência e a desenvolvimento das doenças que podem comprometer a qualidade das sementes.

9.7.2 Métodos de controle em sementes (fase pós-colheita)

Uma vez postos em prática esquemas adequados de controle integrado de doenças no campo, é de se esperar que as sementes produzidas estejam livres de agentes fitopatogênicos. Porém, os imprevistos circunstanciais que podem ocorrer no transcurso da condução de um campo de sementes fazem com que a eficiência das medidas de controle nem sempre seja completa e o uso de sementes com patógenos em níveis aceitáveis é a opção de que se dispõe.

a. Eliminação durante o beneficiamento

O inoculo de certos patógenos, seja na forma de estruturas de resistência(escleródios, galhas, cistos, etc.), ou na forma dormente, associado a sementes defeituosas e fragmentos de hospedeiro, partículas de solo, sementes e pedaços de plantas invasoras e insetos, pode ser eficientemente eliminado na fase de secagem e limpeza, seja esse processo eletrônico ou gravitacional.

b. Inativação de inoculo durante o armazenamento

Quando a armazenagem de sementes faz com que a viabilidade do patógeno entre em declínio em períodos em que o poder germinativo das sementes ainda se mantém satisfatório.

c. Indexação de sementes

A indexação como medida de controle é valiosa no sentido de orientar em decisões de aceitação ou rejeição de um lote de sementes, ou em casos de recomendação o tipo de tratamento.

d. Tratamento direto de sementes

O tratamento direto é aplicável quando se visa à erradicação de patógenos associados às sementes e/ou à proteção dessas contra patógenos no solo por ocasião da germinação, e patógenos da parte aérea nos primeiros estádios de crescimento. Através desse tipo de tratamento é também possível assegurar-se a qualidade das sementes durante o período de armazenamento.

Métodos biológicos: A atuação de alguns patógenos no solo ou outro substrato por ocasião da germinação de sementes pode ser impedida ou limitada pela ação de organismos antagônicos presentes na própria semente. Isto faz com que a incorporação artificial desses organismos as sementes signifique uma maneira altamente vantajosa do ponto de vista do controle integrado de inúmeras doenças.

Métodos físicos: Através do uso controlado de calor é possível eliminar, do interior de sementes, patógenos que, por outros métodos, no seriam eliminados com a mesma eficiência.

O tratamento químico de sementes: O tratamento químico de sementes

tem-se tornado um importante procedimento na produção agrícola, por diversas razões. A primeira delas é que através deste tipo de tratamento muitos dos fitopatógenos presentes não só na semente, como no solo, e em alguns casos, na parte aérea das plantas, podem ser eficientemente controlados.

De maneira geral, o tratamento químico de sementes é um procedimento mais direcionado para o controle de fungos e, em menor escala, de bactérias e nematóides. Basicamente, os produtos para o tratamento de sementes são comercializados em formulações de pó seco, pó molhável e emulsão. A aplicação de produtos através de pasta fluida é conseguida por emulsões ou com o produto na forma de pó molhável. Neste caso, um pequeno volume de água ou outro veículo é adicionado às sementes antes do fungicida ou em mistura com o mesmo. Para as sementes com línter de algodão, inicialmente são submetidas ao processo de deslintamento químico na proporção de 1 litro de ácido sulfúrico para 7 kg de sementes, e, em seguida, são tratadas com os fungicidas carboxin e thiran 200 Sc e com o inseticida pirimiphos methyl. Em termos de equipamentos para o tratamento químico de sementes, nota-se que há uma variação relativamente grande entre os modelos existentes (Figura 9.8).

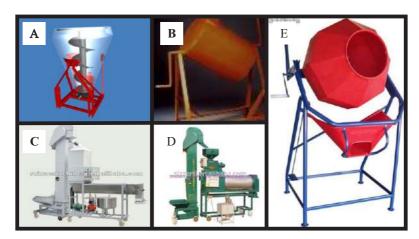


Figura 9.8. Equipamentos utilizados para tratamento de sementes. (A) Tratador tipo disco rotatório; (B) tambor giratório; (C) e (D) tratador por fluxo continuo; (E) tratador do tipo betoneira.

9.8. PATOLOGIA EM RELAÇÃO AO VIGOR DE SEMENTES

É preciso que seja esclarecido que patógenos, transmissíveis ou não por sementes, podem afetar-lhes o vigor em condições de campo. Esse efeito é ainda mais pronunciado quando se tratam de organismos que colonizam os tecidos internos das sementes. Por outro lado, o baixo vigor de sementes, decorrente de fatores não infecciosos pode predispor essas estruturas à ação mais severa dos patógenos.

Constatando-se que as causas do baixo vigor não são de natureza patogênica, a conveniência do tratamento de sementes com defensivos químicos, ou organismos antagônicos, tem como principal objetivo protegê-las contra patógenos de solo, durante o período inicial de desenvolvimento.

É fundamental conhecer através de testes, detalhes sobre as causas de baixo vigor. Entre essas causas é preciso distinguir danos mecânicos, como também sintomas resultantes de condições ambientais adversas e ferimentos provocados por insetos. Dependendo da origem do dano, os sintomas podem variar desde morte em pré-emergência a lesões necróticas ou deformações nas plantas resultantes.

9.9. REFERÊNCIAS

BRASIL. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009, 395p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Funep. 2000, 588p.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. Embrapa Soja, 2004, 51p.

PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos, 1 ed., Rua, 2003, 415p.

10

Análise da qualidade de sementes

ANÁLISE DA QUALIDADE DE SEMENTES

Francisco de Assis Cardoso Almeida Thárcia Kiara Beserra de Oliveira Bruno Adelino de Melo Chirlaine Cristine Gonçalves

10.1. INTRODUÇÃO

Um dos preceitos fundamentais da ciência e tecnologia de sementes é que sementes de alta qualidade têm melhor desempenho do que as de menor qualidade. Entretanto, qualidade e desempenho de sementes, apesar de relacionadas e vinculadas, não são o mesmo aspecto das sementes. Semanticamente, a qualidade é um atributo ou propriedade que conota superioridade ou excelência. Desempenho, por outro lado, é um aspecto dinâmico que deixa implícita a execução de uma atividade, conclusão de uma ação, cumprimento de uma reclamação, etc. Enquanto se concebe que o termo qualidade de semente teve um significado muito amplo, abrangendo essencialmente todos os atributos genéticos, fisiológicos, e físicos das sementes, pelo que alguns aspectos ou atributos das sementes de grande importância na produção de lavoura excedem os limites da qualidade e são mais bem descritos e compreendidos em termos de desempenho (DELOUCHE, 2005). Esta temática, não diminui a importância da qualidade da semente, pelo contrário, gera expectativas com relação às amostras que estão além da faixa de qualidade.

Para o controle de qualidade das sementes, todas as fases do processo de produção possuem valores significantes de importância, cujo delicado controle de qualidade é Atestado de Garantia de Semente (AGS). Esse documento transcreve as informações oficiais das análises de qualidade da semente, atestando pureza física, fisiológica e sanitária, podendo identificar o nível de qualidade das sementes com maior precisão (DENARDIN, 2010).

O conceito de qualidade de sementes não se restringe apenas a capacidade que a semente tem em germinar no solo, com o avanço de

novas tecnologias, esse conceito vem sendo ampliado e aprimorado. Sabese que o sucesso de qualquer cultura, assim como o lucro do produtor está relacionado com a escolha da semente, por ser a semente o veículo para plantas vigorosas e produtivas de maneira uniforme e com menor tempo para colheita.

Conhecer a qualidade de uma semente antes da semeadura tornase o caminho mais adequado para o sucesso do plantio e seguro para evitar possíveis prejuízos decorrentes da falha do conhecimento da semente, com isso, a análise de semente vem sendo cada vez mais aperfeiçoada e idealizada para grandes e pequenos produtores (NEGRELLE et al., 1999).

O beneficiamento de sementes é considerado uma das etapas essenciais para aquisição de sementes de elevado desempenho, visto que, precisa ser manuseada de forma adequada, para não pôr em risco os esforços que antecedem o mesmo (FESSEL, 2003).

Os benefícios de um programa de sementes com boa margem de qualidade incluem fatores indispensáveis como:

- a) aumento de produção e produtividade;
- b) otimização de fertilizantes, irrigação e pesticidas, devido a maior uniformidade e vigor das plântulas;
- c) menores problemas com plantas daninhas, doenças e pragas do solo;

A qualidade da semente é avaliada por um somatório de índices determinados pela análise de uma amostra representativa de um lote de semente. O laboratório de análise de sementes é o centro de controle de qualidade onde, através dos diferentes testes realizados, podem obter informações sobre a mesma para as diferentes culturas quando em multiplicação, produção ou, ainda, por ocasião da colheita, secagem, beneficiamento, tratamento e armazenamento. Essas informações são de grande valia na aferição da tecnologia empregada e/ou identificação de problemas e suas possíveis causas.

As Regras para análise de sementes (BRASIL, 2009) prescrevem procedimentos para identificação de qualidade de pelo menos 200 espécies de sementes. Para essas análises alguns passos devem ser adotados. Ante-

cedendo os testes se tem a obtenção da amostra que se torna fundamental para que se tenha a representação de um determinado lote.

10.2. AMOSTRAGEM

A amostragem das sementes é a pratica que consiste em obter-se uma porção representativa de um lote de sementes, objetivando-se o conhecimento de sua qualidade. Como toda análise é realizada em uma amostra, sua obtenção é fundamental para que os resultados possam, efetivamente, indicar a qualidade do lote de sementes, para isso cuidados são necessários para que se tenham resultados uniformes.

Uma amostragem incorreta leva há uma decisão incorreta, pode levar a resultados desastrosos e insucesso de empreendimentos, podendo descartar produtos de alta qualidade e valorizar produtos de qualidade inferior.

Entende-se como lote a quantidade definida de sementes, identificada por letra, número ou ambos, sendo homogêneo e uniforme para as informações contidas para sua identificação (BRASIL, 2009).

A amostra, utilizada para a identificação do lote é pequena em relação ao tamanho do mesmo, pelo que exige análise criteriosa para representar fielmente o lote da qual foi retirada. Desta forma a amostragem tem como fim a obtenção de um número de sementes adequadas para os testes e as análises a serem realizados (LOPES& NASCIMENTO, 2009)

Para fins de classificação, a amostra poderá ser apresentada pelo interessado, o qual deverá seguir a metodologia, os critérios e os procedimentos estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) legalmente pela representatividade da amostra a pessoa física ou jurídica que a coletou.

Caberá ao detentor da semente à responsabilidade pela sua movimentação, de forma a propiciar as condições adequadas à sua correta amostragem. LOPES & NASCIMENTO (2009) alertam para a importância do tamanho dos lotes quando afirmam da possibilidade deles serem heterogêneos na medida em que aumenta o seu tamanho. Logo a retirada de amos-

tras deve ser efetuada corretamente de modo a representar com segurança a qualidade do produto a que se referem (Tabela 10.1).

Cuidados necessários para uma boa amostragem:

- Boa homogeneização para posterior subdivisão;
- Amostra bem embalada, identificada e conservada;
- Evitar danos de exposição à temperatura e umidades.

Tabela 1. Peso máximo do lote, amostra média é amostra de trabalho (amostra enviada a Laboratório de Análise de Sementes)

ĜŒŰŃĎĬĘŎPÛŌĎÍM	i MÖ MŌOŎì	ÙŔÖÖ Ö ÑŎ I ŎPÑ ĂÔŊÅ	ĖÖ ŎOBÁM	ĖŌÙÕÕĐĒŨ
			Média (g)	Pureza (g)
ĖÖÑŌŇŎŎ		ĊĆBĆĆĆ	Ĉ ĸ ĆĆ	Ĉ B ĆĆĆ
ĖÕŊŎŇÜŎ		ČDBĆĆĆ	ĈŒĆĆ	ĊDĆ
ĖØØÕŖ		ĊĆBĆĆĆ	Ĉ ĸ ĆĆ	ÐĆ
ČÚĎŰĎ		ĊĆBĆĆĆ	ĈŒĆĆ	ĐĆĆ
Ġ Ŏ MŒŎÕ		ĊĆBĆĆĆ	ĈŒĆĆ	čćć
ì òãoŏ		ÇĆBĆĆĆ	ĈŒĆĆ	EĆĆ
ĬŎΌM		ĊĆBĆĆĆ	ĈŒĆĆ	DĆĆ
i óðnyŏ		ĊĆBĆĆĆ	ĈŒĆĆ	ĉčć

Fonte: BRASIL (2009)

10.2.1 Tipos de amostras

- ✓ **Amostra Simples:** é uma pequena porção de sementes retirada de um ponto do lote, por meio de aparelho mostrador ou manualmente, de diferentes recipientes ou pontos do lote. As porções devem ser iguais;
- ✓ Amostra Composta: formada pela mistura das amostras simples retiradas do lote. Por ser geralmente maior que a necessária para as diferentes análises, necessita ser reduzida antes de ser enviada ao laboratório.

- ✓ Amostra Média: é apropria amostra composta ou subamostra desta, recebida pelo laboratório para ser submetida à análise e deve ter os pesos, especificados nas RAS. É geralmente resultante da homogeneização e redução da amostra composta, podendo ser a própria quando os pesos estiverem de acordo como exigido.
- ✓ **Amostra Duplicada:** é a amostra obtida da amostra composta e nas mesmas condições da amostra média, identificada como *Amostra Duplicata*. É obtida para fins de fiscalização da produção e do comércio de sementes, no caso da necessidade de uma reanálise.
- ✓ **Amostra de Trabalho:** é a amostra obtida no laboratório, por homogeneização e redução da amostra média, até os pesos mínimos requeridos e nunca inferiores para os testes prescritos nas RAS.
- ✓ **Sub-amostra:** é a porção de uma amostra obtida pela redução da amostra de trabalho sendo utilizada como replicatas (repetições) nos testes. Para sua obtenção emprega-se um dos equipamentos e métodos de divisão descritos nas RAS.

O responsável pela amostragem deverá seguir rigorosamente as normas e procedimentos estabelecidos pela RAS (RASIL, 2009), quanto aos percentuais do lote a serem amostrados em função do tipo de armazenamento e acondicionamento.

10.2.1 Procedimentos e cuidados na amostragem

10.2.2.1. Homogeneização e redução

No momento que a amostra média chega ao laboratório ela necessita ser reduzida para se obter a amostra(s) de trabalho. Para isto, primeiramente, essa amostra passar por um processo de homogeneização, para em seguida ser dividida. É de fundamental importância que essa homogeneização e redução sejam realizadas com bastante delicadeza e cuidado, com a finalidade de que a(s) amostra(s) de trabalho sejam realmente representativas da amostra média, e consequentemente, do lote

de sementes que será analisado.

Para realização da homogeneização são utilizados métodos mecânicos e manuais.

Os métodos mecânicos:

- ✓ São de homogeneização mais precisa;
- ✓ São indicados, principalmente, para sementes que deslizam com mais facilidade;
- ✓ Atentar para a limpeza do aparelho antes de cada operação;
- \checkmark Passar as sementes, no mínimo, duas vezes para ser homogeneizada.

Métodos manuais:

- ✓ Deve ser utilizado quando não se tem o método mecânico;
- ✓ Utiliza um tabuleiro ou uma mesa e a divisão é realizada com auxilio de uma régua;
- ✓ As sementes são homogeneizadas e divididas sucessivamente, separando sempre uma metade da outra.

10.2.2.2. Instrumentos de amostragem e seu uso

Os principais instrumentos empregados na obtenção de amostra para análise de sementes são:

- ✓ I calador ou amostrador do tipo simples ou amostrador Nobbe;
- ✓ II calador ou amostrador do tipo duplo;
- ✓ III por meio da amostragem manual.

Amostrador simples: Apresenta-se como um cilindro afilado suficientemente longo para alcançar o centro da embalagem. São metálicos utilizados para a retirada de amostras em sacaria através de simples furação dos sacos. Deve ser utilizado apenas para coletar amostra de sementes que estejam armazenadas em sacos. O cumprimento total deste equipamento é

de 50 cm, incluindo o cabo de 10 cm e a ponta de 6 cm. Ademais, o diâmetro interno mínimo do cilindro deve ser de 1,5 cm para cereais, 2,0 para milho e, 1,0 cm para trevos e sementes de tamanho semelhantes (Figura 10.1). Quando da retirada das sementes o calador deve ser inserido cuidadosamente de baixo para cima ate o centro do saco com a abertura voltada para baixo, formando um ângulo com a horizontal de 30° e, depois rotacionar em 180°, ficando a abertura voltada para cima, para em seguida ser retirado com velocidade cada vez menor a fim de que a quantidade de semente seja aumentada durante o percurso. Se o calador atingir toda a extensão do saco este deve ser retirado com velocidade constante.

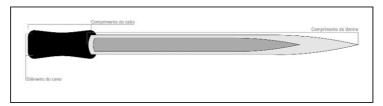


Figura 10.1. Representação de um amostrador do tipo simples

Amostrador do tipo duplo: O calador ou amostrador do tipo duplo consiste de dois cilindros ocos de metal, os quais se encaixam um dentro do outro, com uma extremidade sólida e afilada, sendo que ambos os cilindros são providos de janelas idênticas que podem ser justapostas por meio da rotação do cilindro interno (Figura 10.2), seguindo a coleta da mesma forma que caladores do tipo simples. Pode ser usado tanto em sementes armazenadas em sacos como também a granel. Esses caladores variam em comprimento, diâmetro e número de aberturas de acordo com as diferentes espécies de sementes e com os vários tamanhos dos recipientes.



Figura 10.2. Amostrador do tipo duplo.

Amostragem manual: Em algumas situações, como no caso de sementes de gramíneas e tantas outras que não deslizam com facilidade, a amostragem manual é o método mais indicado. Quando necessário devese homogeneizar a massa de sementes, agitando-se os sacos antes da amostragem. A coleta deve ser realizada em diferentes pontos retirando-se as mãos cheias de sementes, ao acaso, tomando o cuidado de coletar em todos os pontos da embalagem. Por este método é difícil obter amostra representativa a mais de 40 cm de profundidade. Quando for necessário obtê-las, o responsável deve solicitar o esvaziamento de alguns sacos para facilitar a amostragem.

10.2.3 Intensidade de amostragem

A Instrução Normativa nº 9, 02/06/2005 (MAPA) estabelece normas e especifica como exigência mínima as seguintes intensidades de amostragem e o número de Amostras Simples que devem ser retiradas de cada lote de sementes (Tabela 10.2).

Tabela 10.2. Lotes de sementes acondicionadas em recipientes com capacidade de mais de 100 kg e número de amostragem necessária para realização de testes.

Números de Recipientes	Quantidade de Amostras		
1- 4 recipientes	2 amostras simples de cada recipiente		
5 a 8 recipientes	2 amostras simples de cada recipiente		
9 – 15 recipientes	1 amostra de cada recipiente,		
16 – 30 recipientes	15 amostras simples no total		
31 – 59 recipientes	20 amostras simples no total		
60 ou mais	30 amostras simples no total		

BRASIL (2009).

10.2.4 Recepção, embalagem e armazenamento das amostras

No momento que o técnico recebe a amostra média no laboratório, deve-se ter atenção para as condições de embalagem. Caso apresente embalagem rompida, sem as especificações necessárias ou é inadequada para a espécie, o material deve ser recusado. Não havendo nenhuma anormalidade, a amostra é devidamente identificada e protocolada com

todos os detalhes.

Amostras destinadas a teste de germinação não pode ser acondicionados em embalagens totalmente fechadas, pois, pode haver alteração fisiológica e alterar o resultado; já aquela que forem destinadas a determinação de umidade e peso volumétrico, devem ser armazenadas em embalagem impermeável e separadas.

O responsável pela tomada das amostras deve remetê-las, o quanto antes, ao Laboratório de Análise de Sementes. Quando as sementes forem tratadas quimicamente com fungicidas e/ou inseticidas, o nome do produto, do ingrediente ativo e a dosagem utilizada devem ser fornecidos junto à amostra.

Para maiores informações sobre **Amostragem**, deve-se consular o capitulo 1 das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

10.3. ANÁLISE DE PUREZA

A análise de pureza de semente surgiu para regulamentar o comercio de sementes. Criando a necessidade de que todos os esforços realizados na obtenção de uma variedade melhorada sejam traduzidos em benefícios para a produção agrícola.

Na maioria das vezes as sementes não estão em condições adequadas para o armazenamento, a comercialização e a semeadura devido à presença de materiais indesejáveis, em quantidade apreciável, que precisam ser removidos (SCHUSTER et al., 2004).

Sementes de boa qualidade sem impurezas são responsável pelo sucesso do plantio, sementes puras leva a uma uniformidade de plantas no campo com alto vigor.

São consideradas puras todas as sementes e/ou unidades de dispersão pertencentes à espécie em exame, declarada pelo requerente, ou como sendo a predominante na amostra e deve incluir todas as variedades botânicas e cultivares da espécie (BRASIL, 2009).

10.3.1 Procedimento

Para realizar análise de pureza a amostra de trabalho é separada em três componentes: Semente Pura, Outras Sementes e Material Inerte. Quando do peso inicial (PI) da amostra média forem removidas impurezas (IM) consideravelmente diferentes, o seguinte cálculo deverá ser realizado para porcentagem de semente pura (SP), de material inerte (MI) e de outras sementes (OS):

✓ Semente Pura: São todas as sementes pertencentes à espécie em exame ou declarada pelo requerente.

$$SP_2$$
 (%) = $SP_1x \frac{PI - IM}{PI}$

✓ Outras Sementes: Está relacionada à semente que não está identificada na amostra.

$$OS_2$$
 (%) = $OS_1 \times \frac{PI - IM}{PI} + D_2$

✓ Material inerte: Está relacionado às sujidades encontradas no material analisado que são indicados em porcentagem por peso da amostra de trabalho.

$$MI_2$$
 (%) = $MI_1 \times \frac{PI - IM}{PI} + D_1$

Em que:

$$D_1 = \frac{IM_1}{PI} \times 100$$
 e, $D_2 = \frac{IM_2}{PI} \times 100$

D: impurezas indevidas (%);

PI: peso inicial da amostra (g);

Im₁: peso das impurezas (g) removidas e classificadas como material inerte;

Im₂: peso das impurezas (g) removidas e classificadas como outras sementes.

Nota:
$$SP_2 + MI_2 + OS_2 = 100\%$$

De acordo com a RAS quando ocorrer um dano no tegumento ou pericarpo deve-se decidir se a parte remanescente da unidade de dispersão é maior do que a metade do tamanho original das sementes, vez que sementes que se encontrem quebradas ou danificadas e cujos fragmentos sejam iguais ou inferiores à metade do tamanho original da semente são consideradas material inerte.

Após as análises e separação das sementes puras das outras sementes e material inerte, soma o peso das três frações para obter o peso da amostra final e compara com o peso da amostra inicial, caso aja diferença entre os pesos de 3% deve-se fazer uma nova análise.

10.3.1 Informação dos resultados

O boletim de análise de pureza de sementes deve ser escrito de forma resumida e objetiva, não pode possui rasuras e as análises são expressas em porcentagem com uma casa decimal e a porcentagem de todos os componentes deve totalizar 100,0%. Componentes com menos de 0,05% devem ser informados com "traço" ou conforme normas e padrões de qualidade estabelecidos. Se o resultado de um componente for nulo, este deve der informado com "0,0" no espaço apropriado. Quando se tratar de uma mistura de sementes, a palavra MISTURA deverá constar destacadamente e, cada espécie deverá ser citada separadamente em ordem

de preponderância de sua participação como semente pura e com uma casa decimal.

Nota: As definições de sementes puras, outras sementes e material inerte devem ser as determinadas nas RAS.

10.4. TESTE DE GERMINAÇÃO

10.4.1 Condições para germinação

O teste de germinação tem como principal objetivo determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, obter informações sobre o valor das sementes e fornecer dados que possam ser usados para comparar diferentes lotes e também estimar o valor para a semeadura em campo.

A metodologia empregada pelos laboratórios é padronizada, onde condições controladas de alguns ou de todos os fatores externos permitem a obtenção de uma germinação mais rápida, regular e completa dentro do menor período de tempo para a maioria 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 pelas RAS. Assim, GERMINAÇÃO, em teste de laboratório, é a emergência e o desenvolvimento da plântula a um estádio onde o aspecto de suas estruturas essenciais indica se a mesma é ou não capaz de se desenvolver posteriormente em uma planta normal, sob condições favoráveis de campo. Deste modo, o resultado de germinação, relatado no Boletim de Análise, corresponde à porcentagem de sementes que produziram plântulas normais.

A interpretação do teste de germinação consiste em fazer a separação do mesmo em plântulas normais, anormais, sementes duras, sementes dormentes e sementes mortas. Segundo a RAS para que uma

plântula possa continuar seu desenvolvimento até tornar-se uma planta normal deve apresentar sistema radicular com raiz primaria e em certos gêneros raízes seminais, parte aérea com hipocótilo, epicótilo, mesocótilo e coleóptilo em **Poaceae**, gemas terminais e cotilédones.

Plântulas normais

- ✓ **Plântulas intactas:** plântulas com todas as estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias. Uma plântula intacta depende da espécie que está sendo testada.
- ✓ **Plântulas com pequenos defeitos:** plântulas apresentando pequenos defeitos em suas estruturas essenciais, desde que mostrem um desenvolvimento satisfatório e equilibrado, quando comparadas com uma plântula intacta do mesmo teste.
- ✓ Plântulas com infecção secundária: plântulas atacadas por fungos ou bactérias, mesmo que seriamente infeccionadas, se for evidente que a própria semente não é a causa da infecção (infecção secundária) e as mesmas apresentem todas as estruturas essenciais presentes e normais.

Plântulas anormais

- ✓ **Plântulas danificadas**: são consideradas aquelas que apresentarem danificações como: ausência de cotilédones, lesões profundas afetando os tecidos condutores, ausência de raiz primária (quando essa estrutura é essencial), ou sem raiz primária e com as secundárias ou adventícias muito fracas.
- ✓ Plântulas deformadas: em decorrência do desenvolvimento geral fraco e desequilibrado das estruturas essenciais, tais como plúmulas, hipocótilos torcidos em espiral ou atrofiados, hipocótilo e/ou coleóptilos curto e engrossado, plúmulas fendidas ou pouco desenvolvidas (menos da metade do tamanho do coleóptilo), coleóptilo vazio, plântulas hialinas ou vítreas.

✓ **Plântulas deterioradas**: com uma ou todas as estruturas essenciais infeccionadas ou apodrecidas, obviamente por causas internas (infecção primária).

De um modo geral, a ocorrência de anormalidades em plântulas pode ser causada por danos mecânicos, ataque de microorganismos ou insetos, vitalidade em declínio (deterioração), danos por produtos químicos, danos por geadas, toxidez de substrato, contaminação do equipamento (uso de bandeja de cobre soldadas com ácido durante os testes) e outras deficiências própria das sementes.

✓ **Sementes múltiplas**: são unidades de sementes capazes de produzir mais de uma plântula.

Sementes não germinadas

✓ Sementes duras: são as sementes que permanecem sem absorver água por um período mais longo que o normal e se apresentam, portanto, no final do teste com aspecto de sementes recémcolocadas no substrato, isto é, não intumescidas. Comum em determinadas espécies, principalmente em Fabaceae e Malvaceae, mas também podem ocorrer em outras famílias. Este fenômeno é motivado pela impermeabilidade do tegumento das sementes a água, sendo, portanto, um tipo de dormência. As sementes que permanecerem duras até o final do teste de germinação deverão ficar no substrato por um período adicional de sete dias juntamente com as intumescidas ou em estado inicial de germinação. As plântulas normais encontradas no final do período adicional serão incluídas na porcentagem de germinação, e as sementes que permanecerem duras serão informadas em local apropriado.

Quando solicitado pelo interessado, o laboratório poderá usar um dos tratamentos específicos para superar a dureza das sementes.

✓ **Sementes dormentes**: são as sementes que embora viáveis não germinam, mesmo quando colocadas nas condições especificadas

para a espécie em teste. Algumas dessas sementes são capazes de absorver água e intumescer, mas não germinam nem apodrecem até o final do teste. Nem todas as sementes classificadas como dormentes no final do teste de germinação são viáveis, podendo haver entre elas sementes mortas. A viabilidade das sementes dormentes pode ser verificada pelo teste de tetrazólio.

- ✓ Sementes mortas: são as sementes que no final do teste não germinam, não estão duras, nem dormentes, e geralmente, apresentam-se amolecidas, atacadas por microorganismos e não apresentam nenhum sinal de início de germinação.
- ✓ Outras categorias de sementes não germinadas: em algumas circunstâncias, sementes não germinadas podem ser classificadas como: sementes vazias, sementes sem embrião e sementes danificadas por insetos. Os testes para estas categorias de sementes somente são realizados quando solicitados.

Nota: todas os detalhes necessários para a avaliação das plântulas e sementes dos itens acima referenciados acham-se descritos no capítulo 5 da RAS, páginas 148 a 155.

A germinação de sementes é influenciada por alguns fatores como: temperatura, luz, disponibilidade de água e de oxigênio ao substrato, os quais influenciam a porcentagem, velocidade e uniformidade da germinação (NASSIF et al., 2004).

A água é fundamental para estabelecer o equilíbrio fisiológico da semente, porem o seu excesso prejudica a respiração promove atraso ou até mesmo paralisação do seu desenvolvimento originando plantas anormais. A temperatura deve estar entre a mínima e a máxima ideal, considerando temperatura ótima de germinação. Quanto à luz deve-se oferecer iluminação de um período mínimo de 8hs seguindo o que recomenda a RAS e não se esquecendo de que há sementes que germinam apenas na presença da luz; outra apenas requer um breve período de luz para germinar; as que germinam somente no escuro e as que são indiferentes à luz.

10.4.2. Materiais e equipamentos

10.4.2.1. Substrato

Para a escolha do substrato algumas considerações devem ser analisadas, como o tamanho da semente, sua exigência à quantidade de água, sua sensibilidade à luz, a facilidade que o mesmo oferece para a realização das contagens e para a avaliação das plântulas. Os substratos mais utilizados são papel e areia.

Papel: Toalha, chupão (mata-borrão) ou filtro são os mais comuns. Devese ter cuidado com a composição, absorção, pH, retenção de água, resistência e textura.

Areia: A areia é um substrato usado alternativamente para confirmar a avaliação de plântulas em caso de dúvidas, quando apresentarem sintomas fitotóxicos ou quando recomendado. Apresenta-se lavada, esterilizada e peneirada. A areia pode ser usada no lugar do papel, mesmo se a RAS oriente a utilização de papel.

10.4.2.2. Procedimentos

Todo teste de germinação é realizado com 400 sementes, podendo ser com quatro repetições de 100 sementes, oito repetições com 50 sementes ou dezesseis repetições com 25 sementes.

Antecedendo o início do teste de germinação deve-se:

- ✓ Calibrar a estufa;
- ✓ Verificar qual substrato será utilizado no teste;
- ✓ Realizar análise de pureza.

10.5 TESTE DE TETRAZÓLIO

10.5.1 Princípios gerais

O teste de tetrazólio (Tz) estima a viabilidade das sementes em menos de 24 horas, com base na alteração da coloração, baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases no processo de respiração da semente, usa-se uma solução aquosa de 0,05% a 1,0% de concentração do sal 2, 3, 5 trifenil cloreto ou brometo de tetrazólio (BRASIL, 2009) e, o pH deve estar dentro da faixa de 6,5-7,5, do contrario o sal de tetrazólio deverá ser dissolvido em uma solução tampão de fosfato de potássio (solução 1) e uma outra de fosfato monoácido de sódio bi-hidratado (solução 2), as quais deverão ser preparadas seguindo as recomendações da RAS. Para preparar um litro da solução tampão, misturar 400 mL da solução 1 com 600 mL da solução 2.

A concentração de 1% da solução de tetrazólio é obtida com a dissolução de 10 g do sal de tetrazólio em 1,0 mL da solução tampão ou água destilada. Para concentrações menores, coloca-se o sal nesta solução tampão de acordo com a concentração desejada.

A velocidade com que o sal tetrazólio é absorvido pelo tecido da semente corresponde com as barreiras que são enfrentadas. É um teste bastante rápido e possui grande importância para a análise da qualidade de sementes, porque, além da viabilidade, o mesmo pode informar sobre o vigor e ainda identificar diversos problemas que afetam o desempenho das sementes. A metodologia do teste vem sendo aperfeiçoada constantemente, de modo que existe manuais que indicam a execução para várias espécies, a concentração da solução varia para cada tipo de semente, tais como a soja, milho, trigo, feijão, algodão e amendoim (NERY; CARVALHO; OLIVEIRA, 2007).

No teste se houver ação do sal no tecido da semente formando o composto vermelho, houve atividade respiratória nas mitocôndrias, significando que há viabilidade celular e do tecido. Os tecidos não viáveis não reagem e, consequentemente, não são coloridos, dessa forma o tecido vivo apresenta cor vermelha e o tecido morto não colore, pois não houve respiração, com isso também é possível observar áreas vivas e áreas mortas

facilitar absorção da solução de TZ e proporcionar nitidez de coloração.

Em algumas espécies é necessário expor os tecidos do embrião para permitir melhor absorção da solução de tetrazólio e facilitar a avaliação. Exemplos: Remoção do tegumento (amendoim); Corte (ex: milho); Sem preparo (ex: soja)

No teste de tetrazólio é importante que as sementes estejam completamente cobertas com a solução de tetrazólio e que não sejam expostas à luz, uma vez que a ação da luz ocasiona a redução do sal (BRASIL, 2009).

10.5.4 Limitação do teste

- ✓ Resposta rápida comparada com outros testes, porem tem-se maior consumo de horas de trabalho;
- ✓ E necessário conhecimento técnico e treinamento intensivo do analista, requerendo treinamento especial sobre a estrutura embrionária da semente e sobre técnicas de interpretação;
- ✓ Não mostra a eficácia de tratamentos químicos, nem as injúrias que estes possam causar;
- ✓ Não identifica sementes dormentes e não detecta presença de microorganismos.

10.4 DETERMINAÇÕES ADICIONAIS

10.6.1 Peso de mil sementes

Um dos testes que também pode fornecer um bom indicativo de

na mesma semente. A Figura 10.3 mostra sementes intactas, de coloração uniforme, indicando bom vigor (a) e, também, sementes com áreas afetadas (b) já que não apresenta coloração uniforme.



Fonte: http://www.seednews.inf.br/portugues/seed106/artigocapa106.shtml

10.5.2 Utilidade do teste

O teste de tetrazólio é utilizado com o objetivo principal de:

- ✓ Avaliação rápida da viabilidade das sementes
- ✓ Verificar se houve danos durante a operação de colheita
- ✓ Avaliar o beneficiamento das sementes
- ✓ Fazer análise durante o armazenamento das sementes

10.5.3 Condução do teste

Para realização do teste utiliza-se amostras de sementes puras. O teste deve ser realizado em 400 sementes, subdivididas em quatro repetições de 100 sementes ou oito repetições de 50 quantidades sugeridas pela RAS, em sementes grandes esse número pode ser reduzido pela metade.

Para facilitar a absorção da solução de tetrazólio, realiza-se um pré-umedecimento que é necessário para algumas espécies e altamente recomendado para outras. O pré-umedecimento é necessário para hidratação da semente, reativação do metabolismo, permitir o preparo e

qualidade de sementes é o peso de mil sementes, por gerar informações para calcular a densidade de semeadura dando ideia do tamanho das sementes, assim como de seu estado de maturidade e de sanidade.

Para a determinação do peso de mil sementes é necessário utilizar a porção de "sementes puras", isto é, faz-se com as sementes advindas da análise de pureza (sementes puras), e como a amostra varia de acordo com o teor de água das sementes é recomendado realizar a determinação do grau de umidade.

Pode ser calculado com toda a amostra de trabalho ou conta-se ao acaso (manualmente ou com contadores mecânicos) oito repetições de 100 sementes cada. Logo em seguida, cada repetição de sementes é pesada e calcula-se o coeficiente de variação entre as repetições.

10.6.1.1 Cálculos e informação do resultado

Para toda a amostra de trabalho usa-se o seguinte cálculo: Peso de mil sementes (PMS)= $\frac{Peso\ da\ amostra\ x\,100}{N^\circ\ Total\ de\ sementes}$

Para cálculo com oito repetições de 100 sementes, obtidas da porção "Semente Pura", calcula-se a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos das pesagens:

Variância =
$$\frac{n(\sum p^2) - (\sum p)^2}{n(n-1)}$$

Desvio Padrão (S) = √variância

$$CV\% = \frac{s}{x} \times 100$$

Onde: p = peso de cada repetição

n = número de repetições

 \sum = somatório

X = peso médio de 100 sementes

O resultado da determinação é calculado multiplicando-se por 10 o peso médio obtido das repetições de 100 sementes. Se o coeficiente de variação exceder a 6% para as sementes palhentas (sementes que não deslizam com tanta facilidade, pois, apresentam na sua estrutura pelos e aristas.Ex: Andropogon, Brachiaria, Panicum), ou a 4% para as demais sementes, o teste deverá se repetido.

Peso de mil sementes deve ser utilizado como auxiliar no entendimento da porcentagem de germinação. Os resultados são expressos em gramas com o número de casas decimais correspondentes às utilizadas nas pesagens.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, C. Z. R; SMIDERLE, O. J; ALVES, J. M. A; VILARINHO, A. A; SEDIYAMA, T; Qualidade de sementes de soja BRS Tracajá, colhidas em Roraima emfunção do tamanho no armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 73-80, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para Análise de Sementes. Mapa/ACS, Brasília, 2009.

CARVALHO,N. M;NAKAGAWA,J. **Sementes:** ciências tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 429p.

DELOUCHE, J.C. Qualidade e desempenho da semente. **Revista SEED News**, ano, IX n. 5, p. 1-7, 2005.

DENARDIN, N. D'Á. Fixação biológica de nitrogênio em interação com produtos fitos sanitários, químicos e biológicos, por leguminosas. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, p. 62-69, 2010

FANAN, S.; MEDINA, P. F.; CAMARGO, M. P.; RAMOS, N.P. Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica a de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 31, n. 1, p. 150-159, 2009.

FESSEL, S. A; SADER, R; PAULA, R.C; GALLI, J. A; avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento.**Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p.70-76, 2003.

KIMATI, H. Doenças da mamoneira. In: GALLI, F. Manual de fitopatologia. 2 ed. São Paulo: **Agronômica Ceres**, v.2, p. 347-351. 1980.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. Amostragem de Sementes para Análise em Laboratório. **Circular Técnica Embrapa.** Brasília, DF Novembro, 2009.

MACHADO, J. C. Tratamento de semente de feijão. In: **Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes II**. Resumos Campinas: Fundação Cargill, 1986.

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

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO—MAPA. Instrução Normativa n.25, de 16/12/2005. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO—MAPA. Instrução Normativa n. 9, de 02/06/2005.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. Disponível em: http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.html>.

NASSIF, S.M.L.; VIEIRA,I.G.; FERMANDES,G.D.FATORES Externos (ambientais) que Influenciam na Germinação de Sementes. **Informativo Sementes IPEF** - Abril 1998.

NEGRELLE, R. B; DONI, M. E; OHLSON, O. C; HERR, S., Tecnologia de produção de sementes de espinheira - SANTA (*Maytenus ilicifolia*Mart.ex Reiss. - CELASTRACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 76-81, 1999.

NERY, M. C; CARVALHO, M. L. M; OLIVEIRA, L. M. O. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de melancia. **Semina:Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 365-372, 2007.

OLIVEIRA, J. A; CARVALHO, M. L. M; VIEIRA, M. G. G. C; PINHO, E, V, R, V. Efeito do método de colheita na qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 200-206, 1997.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de Myracrodruon urundeuva fr. all. (anacardiaceae). **Revista Árvore**, v.30, n.3, p.359-367, 2006.

SCHEEREN, B. R; PESKE, S. T; SCHUCH, L. O. B; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de Sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3 p. 35-41, 2010.

SCHUSTER, I; QUEIROZ, V. T; TEIXEIRA, A. I; BARROS, E. G; MOREIRA, M. A. Determinação da pureza varietal de sementes de soja com o auxílio de marcadores moleculares microssatélites. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.3, p.247-253, 2004.

SILVA, G. C; GOMES, D. P; KRONKA, A. Z; MORAES, M. H. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do estado de Goiás. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 29-34, 2008.



Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Sergipe Reitoria: Avenida Jorge Amado, 1551 - Loteamento García Bairro Jardins - Aracaju / Sergipe CEP.: 49025-330 - CNPJ: 10.728.444/0001-00 TEL: 55 (79) 3711-3222

