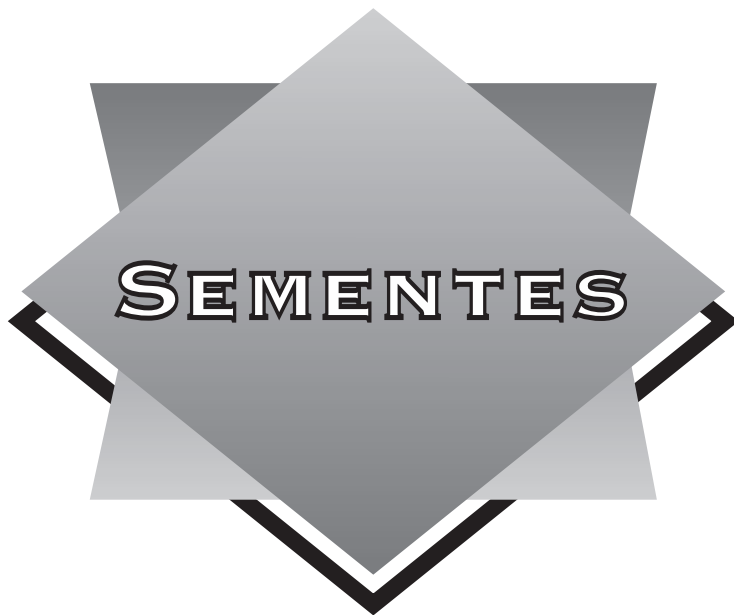


*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura e Pecuária*



O produtor pergunta, a Embrapa responde

*Antonieta Nassif Salomão
Izulmé Rita Imaculada Santos
Marcos Aparecido Gimenes
Denise Garcia de Santana
Taciana Barbosa Cavalcanti*

Editores Técnicos

Embrapa
*Brasília, DF
2023*

8

Conservação e Armazenamento



*Juliano Gomes Pádua
Solange Carvalho Barrios Roveri José
Antonieta Nassif Salomão
Izulmé Rita Imaculada Santos
Marcos Aparecido Gimenes*

392

Qual é a diferença entre conservação e armazenamento de sementes?

Tanto a conservação quanto o armazenamento de sementes têm por objetivo manter a integridade das sementes para fins específicos. O armazenamento é, geralmente, executado por curtos períodos, sendo o material destinado ao plantio da próxima safra, à comercialização ou à reserva de estoque. A secagem das sementes pode ser feita ao sol, à sombra, em galpões arejados, em secadores de ar forçado ou em estufas. As sementes são acondicionadas em recipientes como frascos plásticos e/ou de vidro, recipientes inox, sacos plásticos ou de papel, sacas de juta ou algodão, caixotes de papelão ou plástico, e mantidas em baixas temperaturas de refrigeradores e congeladores domésticos ou câmaras frigoríficas, em armazéns, galpões ou silos graneleiros. Em contraste, a conservação de sementes é feita por longo prazo (acima de 5 anos), com vistas à utilização futura. As sementes são dessecadas em condições controladas de temperatura e umidade relativa até que atinjam graus de umidade apropriados para sua manutenção em bancos ativos de germoplasma (+5 °C, ou +10 °C), bancos para conservação em longo prazo (-18 °C ou -20 °C) ou bancos criogênicos (-176 °C em vapor de nitrogênio e -196 °C em nitrogênio líquido). As sementes podem ser armazenadas em embalagens de papel semipermeáveis ou impermeáveis ou em tubos criogênicos com tampa rosqueada.

393

Por que se devem conservar recursos genéticos na forma de sementes?

A conservação de plantas na forma de sementes é uma das abordagens mais difundidas e importantes para a manutenção de genótipos. A conservação de sementes apresenta algumas vantagens, como a facilidade de armazenamento de grande quantidade de amostras com economia de espaço e a demanda de pouca mão de obra. Em geral, as condições de baixas temperaturas e umidade permitem que as sementes ortodoxas mantenham a viabilidade por longos períodos. Essas condições de conservação permitem:

- Manter genótipos de espécies de uso atual e potencial, cultivares, variedades, linhagens, ecotipos, parentes silvestres, variedades crioulas ou tipos primitivos.
- Manter o acervo genético destinado aos programas de melhoramento, recomposição vegetacional, reflorestamento, engenharia genética, pesquisas em genômica, proteômica, metabolômica, nanotecnologia, farmacologia, filogenia, entre outras.
- Promover a segurança alimentar do país e guardar material para outros fins.
- Proteger a diversidade intraespecífica e interespecífica procedentes de fitofisionomias vulneráveis, sobretudo em biomas tropicais.
- Resguardar genótipos valiosos de perdas por intempéries climáticas e outras catástrofes ambientais.
- Salvar espécies ameaçadas ou em perigo de extinção.

394

A tecnologia necessária para a conservação de sementes restringe seu uso apenas a instituições de pesquisa?

Não necessariamente. Os bancos de conservação de sementes tomam pouco espaço, porém seu funcionamento é caro, pois há custos elevados com a manutenção (preventiva e corretiva) das câmaras frias e de outros equipamentos, com o consumo de energia, sendo necessário mantê-los sob baixas temperaturas e com a realização periódica de testes de germinação, testes de crescimento e regeneração. Entretanto, sementes ortodoxas também podem ser facilmente conservadas em bancos comunitários de sementes, exigindo apenas que elas sejam mantidas secas, protegidas da umidade e do calor e em ambiente arejado.

395

Por que algumas sementes podem ser conservadas por longos períodos, enquanto outras morrem rapidamente?

No momento da dispersão ou da colheita, as sementes apresentam elevado conteúdo de água para conservação, mesmo

aquelas que vivenciaram a desidratação durante o processo de maturação. A manutenção das sementes nesses níveis de conteúdo de água, por um longo período, contribui para acelerar o processo de deterioração em função das atividades metabólicas, do consumo de reservas, da liberação de energia, além de favorecer o ataque de patógenos, afetando negativamente sua sanidade. Portanto, para que a conservação seja eficiente, é necessário que as sementes sejam mantidas com baixos conteúdos de água. Porém, sementes de algumas espécies são intolerantes à perda de água, porque durante sua maturação houve restrita perda de água e, por isso, não podem ser conservadas por longos períodos.

Na natureza, há uma correlação entre o comportamento das sementes durante o armazenamento e os grupos ecológicos aos quais pertencem. Características como germinação, dormência e armazenabilidade de sementes florestais tropicais relacionam-se aos mecanismos de regeneração natural das espécies, ou seja, com a sucessão de espécies. As sementes de espécies pioneiras necessitam de alta intensidade de luz para germinar; apresentam dormência, causada, principalmente, por possuírem tegumento impermeável; são longevas; compõem o banco de sementes no solo e, em condições artificiais, podem ser armazenadas durante longos períodos. As sementes de espécies secundárias iniciais e secundárias tardias compõem o banco transitório de sementes, geralmente, não são longevas, porém podem ser conservadas por longos períodos. As sementes de espécies clímax, que não necessitam de luz direta para a germinação, não são longevas e compõem o banco de plântulas. Nesse grupo podem ser encontradas as sementes classificadas como recalcitrantes.

396

Como identificar se uma semente é ortodoxa, intermediária ou recalcitrante?

O procedimento é bastante simples: faz-se o acompanhamento da germinação ou da viabilidade das sementes, de acordo com a redução do conteúdo de água e dos períodos de armazenamento. Um

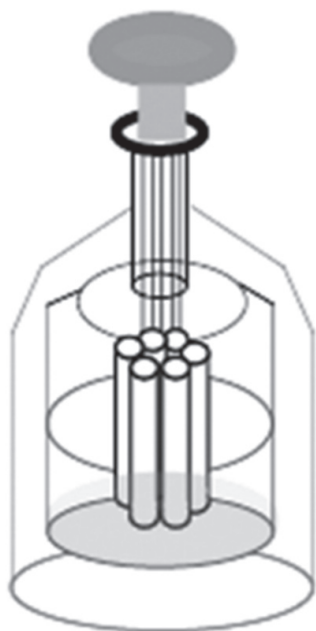
dos métodos descritos na literatura para classificação das sementes quanto ao comportamento para fins de conservação propõe as etapas descritas a seguir. Faz-se um teste de germinação com sementes frescas (sem secá-las) para avaliação de sua viabilidade. Em seguida, desidratam-se as sementes até 12% de umidade e avalia-se, novamente, sua germinabilidade. Se a maioria das sementes estiver morta, as sementes são classificadas como recalcitrantes. Se a amostra de sementes apresentar uma perda de 50% de germinabilidade inicial, pode ser que estas tenham comportamento intermediário. Nesse caso, as sementes devem ser congeladas com esse conteúdo de água (12%) e, após descongelamento, avalia-se sua germinabilidade. Caso haja morte da maioria das sementes, pode-se classificá-las como intermediárias. Ao contrário, se a maioria tiver sobrevivido, as sementes devem ser dessecadas novamente, até aproximadamente 5%, seguindo-se com o teste de germinação. Se a maioria das sementes permanecer viva, essas são armazenadas a -18 °C, por 90 dias, e após esse período repete-se o teste de germinação. Se a maioria das sementes germinar, as sementes são classificadas como ortodoxas.

397 Quais são as estratégias para a conservação de sementes?

Há algumas estratégias que são empregadas para a conservação de sementes. A conservação *in situ* objetiva a preservação de ecossistemas e habitat, bem como a manutenção e a recuperação de populações viáveis de espécies em suas áreas de ocorrência natural. Assim, os bancos de sementes do solo desempenham papel fundamental para a conservação *in situ*. O banco de sementes do solo é formado por espécies representativas da vegetação atual, espécies de etapas sucessionais anteriores e espécies que nunca estiveram presentes na área, mas que formam parte do banco. Agricultores, povos e comunidades tradicionais também exercem papel relevante na conservação de sementes, uma vez que eles praticam o manejo sustentável da diversidade genética de variedades agrícolas tradicionais localmente desenvolvidas, podendo estar

associadas a parentes silvestres, dentro de um sistema de cultivo agrícola. Essa maneira de se conservar sementes é denominada conservação on farm. A conservação ex situ é aquela realizada fora do local de ocorrência natural. As sementes são conservadas em condições ambientais controladas, em temperaturas amenas ou baixas, evitando-se umidade.

398 Como é realizada a conservação ex situ de sementes?



A conservação ex situ de sementes é realizada em bancos de germoplasma, sendo restrita às ortodoxas. Os bancos possuem uma infraestrutura adequada para manter as sementes em condições de baixas temperatura e umidade. Ao controlar esses dois parâmetros, é possível prolongar o tempo de vida das sementes, isto é, a sua longevidade. Geralmente, os bancos ativos de germoplasma conservam as sementes em temperaturas baixas, porém, positivas, entre 5 °C e 10 °C, oferecendo condições de conservação em médio prazo. A conservação em longo prazo é realizada em ambiente com temperaturas subzero, por exemplo, em câmaras a -18 °C ou em condições criogênicas,

usando-se nitrogênio líquido a -196 °C, ou em sua fase de vapor, a -176 °C. Periodicamente, são realizados testes para avaliar a viabilidade das sementes, ou seja, se elas ainda apresentam a capacidade de germinar. Ao se detectar uma perda significativa da porcentagem de germinação de um acesso ou uma amostra de sementes, é realizada sua regeneração. Se houver um número reduzido de sementes no acesso ou na amostra, independentemente de sua qualidade, é realizada sua multiplicação.

399

Quando é feita a regeneração ou a multiplicação de sementes conservadas?

Periodicamente, são conduzidos testes para avaliar a viabilidade e a germinabilidade das sementes conservadas em bancos de germoplasma convencionais e em bancos ativos de germoplasma. Ao se detectar uma queda significativa do percentual de germinação de sementes de um acesso ou uma amostra, é realizada sua regeneração. Nesse processo, as sementes são semeadas no campo, e as sementes colhidas com alta qualidade fisiológica e sanitária do acesso ou da amostra são reintroduzidas nos bancos de germoplasma ou nos bancos ativos, mantendo-se, assim, um estoque de sementes com alta qualidade e garantindo a conservação de uma população de plantas. Porém, ao se conduzir os testes para avaliar o acesso ou uma amostra com número reduzido de sementes, independente de apresentar alto poder germinativo ou não, é feita sua multiplicação. Os procedimentos são os mesmos conduzidos para a regeneração do acesso, mas com a finalidade de se reintroduzir nos bancos de germoplasma convencionais um número adequado de sementes do acesso. O material conservado em condições criogênicas não é avaliado com a mesma periodicidade daqueles conservados em bancos convencionais. Porém, os procedimentos para esse material, quanto à regeneração e à multiplicação, são igualmente adotados, quando necessário.

400

Qual a melhor estratégia para conservar sementes: in situ, on farm ou ex situ?

Não há uma estratégia melhor que a outra. Elas devem ser empregadas simultaneamente, de forma complementar. Enquanto a conservação in situ permite que as populações continuem seu processo evolutivo natural, a conservação ex situ conserva os alelos que estão presentes na população, no momento da coleta. Já na conservação in situ, por ser dinâmica, existe a probabilidade de perda

de alelos e de ganho de novos alelos quando plantas geneticamente distintas são introduzidas na área. Em áreas de conservação on farm, esse processo de ganho e perda de alelos também ocorre, mas por causas distintas. Tanto a conservação ex situ quanto a on farm permitem que sempre se tenha semente para uso, o que não é possível na conservação in situ.

401 Como é possível armazenar sementes em propriedades rurais?



As sementes devem ser armazenadas secas. Para isso, pode-se secá-las à sombra quando a umidade relativa do ar estiver baixa. Em época de elevada umidade relativa, isto é, no período chuvoso do ano, recomenda-se o uso de um dessecante. Colocam-se as sementes em um recipiente fechado junto com casca de arroz ou carvão, por exemplo. Estes têm a propriedade de absorver umidade, de forma que as sementes perderão água. Recomenda-se trocar, de tempos em tempos, o dessecante utilizado. Após o material estar seco, é preciso manter as sementes em embalagem impermeável (embalagem plástica grossa, garrafa PET vedada com cera, por exemplo), ao abrigo do calor, mas preferencialmente em geladeira ou congelador.

402 O que são sementes crioulas?

São aquelas sementes obtidas de variedades chamadas de crioulas, tradicionais, locais e mantidas pelos agricultores. Elas apresentam características únicas, obtidas via seleção ao longo do tempo e não foram submetidas a técnicas de melhoramento convencional. Alternativamente, uma variedade crioula pode

ter sido desenvolvida pelo cruzamento entre uma cultivar obtida pelo setor convencional de melhoramento de plantas e variedades tradicionais dos agricultores, tornando-se uma variedade diferente quando em comparação com a cultivar original. De forma genérica, uma variedade crioula pode apresentar uma ou mais das seguintes características: variedade distinta e reconhecível pelos agricultores; geneticamente heterogênea, no caso de espécies alógamas; localmente adaptada; associada a valores culturais, históricos ou religiosos locais; e associada a sistemas agrícolas tradicionais, como os das comunidades de indígenas, quilombolas, ribeirinhas, agricultores familiares e outras.

403 Qual é a importância de se conservar sementes crioulas?

Como as sementes crioulas foram selecionadas para condições específicas de um local, elas podem carregar características que as tornam únicas. Por isso, são importantes para a segurança alimentar e nutricional de povos e comunidades tradicionais e agricultores familiares, além de garantir a esses a soberania sobre as sementes. Como também estão associadas a costumes e hábitos locais, as sementes crioulas são um componente importante do ponto de vista sociocultural. Como são cultivadas localmente, há um considerável risco de perda desse germoplasma. Assim, conservar o germoplasma crioulo é ação de grande importância, não apenas pela conservação per se, mas também para manutenção da história sociocultural de uma região, além de propiciar o desenvolvimento de novas cultivares.

404 Por quanto tempo uma semente pode permanecer viva?

As sementes mais antigas que foram capazes de germinar foram encontradas na Sibéria, 38 m abaixo do pergelissolo (do inglês, *permafrost*: solo encontrado na região do Ártico, constituído por terra, gelo e rochas permanentemente congeladas). Essas sementes são do gênero *Silene*, uma planta nativa da Sibéria. A datação

por carbono-14 confirmou que as sementes tinham 32.000 anos. Entretanto, há sementes que perdem a viabilidade rapidamente, algumas horas após serem retiradas do fruto, como as sementes de ingás (*Inga spp.*), de cacau e de cupuaçu (*Theobroma spp.*), por exemplo. Vários fatores intrínsecos e extrínsecos às sementes atuam para que elas permaneçam vivas por mais ou menos tempo.

405 É possível prever por quanto tempo uma semente poderá permanecer viável?

Existem fórmulas matemáticas, desenvolvidas a partir da década de 1960, as quais são capazes de prever por quanto tempo um lote de sementes permanecerá viável quando armazenado em uma determinada condição ambiental, considerando-se umidade e temperatura.

406 Quais fatores afetam a longevidade das sementes?

Um conjunto complexo de fatores afeta a longevidade das sementes:

- O tipo de comportamento em condições de armazenamento da espécie em questão, sendo esse o fator mais importante, pois é determinado biologicamente. Sementes ortodoxas podem permanecer viáveis por centenas ou milhares de anos, enquanto sementes recalcitrantes perdem a viabilidade em horas, dias ou meses.
- As condições ambientais que mais afetam a conservação das sementes são a umidade relativa do ar e a temperatura, sendo que a umidade relativa é considerada a mais influente, por causa de sua relação direta com o grau de umidade das sementes, estando estreitamente associada à deterioração. A temperatura afeta diretamente a velocidade das reações químicas, acelera a respiração e o desenvolvimento de microrganismos, de modo que sua redução beneficia a conservação de sementes. Entretanto, a temperatura e a

umidade são interdependentes, de maneira tal que se a umidade aumenta, a temperatura deve diminuir. Importante atentar para o comportamento fisiológico das sementes da espécie em questão para definição desses parâmetros.

- A qualidade inicial das sementes ou a proporção das sementes que são viáveis no início do armazenamento.
- A espécie em questão: embora todas as sementes ortodoxas respondam à umidade relativa e à temperatura de armazenamento de forma semelhante, algumas espécies são mais longevas que outras.

407

Lotes contendo sementes com elevado percentual de germinação apresentam maior longevidade?

Não necessariamente. A longevidade de sementes está mais correlacionada às características de vigor que às de germinação. Por exemplo, podemos ter dois lotes de sementes com a mesma percentagem de germinação, mas apresentando velocidades de germinação distintas, que é uma medida de vigor. Quando conservados nas mesmas condições ambientais, o lote mais vigoroso, isto é, aquele que germina em menor tempo, tem maior probabilidade de apresentar maior longevidade. É importante salientar que a qualidade fisiológica inicial das sementes é fundamental para a manutenção da longevidade. Dessa forma, lotes de sementes de uma mesma espécie, conservados nas mesmas condições, poderão apresentar longevidades distintas. O lote que apresentar maior percentagem de germinação e maior vigor manter-se-á viável por mais tempo.

408

A conservação em temperaturas subzero pode aumentar a viabilidade das sementes?

A conservação em temperaturas subzero não reverte as condições de viabilidade, qualidade sanitária e integridade fisiológico-genética das sementes. A conservação tampouco confere maior

longevidade às sementes, uma vez que a longevidade é uma característica intrínseca da espécie como resultado da interação entre fatores genéticos, fisiológicos e ambientais. Sementes com baixa qualidade fisiológica, conservadas em banco convencional de germoplasma, tendem a perder a viabilidade mais prontamente. Isso, porque, às temperaturas de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, não há supressão total do metabolismo basal das sementes. Estima-se que em condições criogênicas as atividades biológicas sejam minimizadas ao extremo, o que pode reduzir a perda de viabilidade, sem, contudo, reverter esse processo, nem a qualidade sanitária, nem a integridade fisiológico-genética da semente.

409

A conservação em temperaturas subzero pode aumentar a germinabilidade das sementes?

Sementes de algumas espécies conservadas em banco criogênico podem apresentar aumento de percentual germinativo após determinado período de conservação. Há vários relatos na literatura sobre a promoção da germinação em sementes de algumas espécies conservadas em condições criogênicas. Isso pode ser atribuído à formação de uma rede de fissuras nas estruturas que envolvem as sementes ou os embriões, ou ao amolecimento dos tecidos dessas estruturas em decorrência da pressão do nitrogênio, do efeito das temperaturas ultrabaixas e das velocidades das taxas de congelamento e descongelamento. As fissuras e o amolecimento dos tecidos permitem que, durante o processo de germinação, haja um aumento de absorção de água pelas sementes ou pelos diásporos, resultando em seu melhor desempenho germinativo e, portanto, em maiores percentuais germinativos após a conservação em temperatura criogênica.

410

Por que a etapa de armazenamento pode causar tantos danos às sementes?

Porque as sementes precisam ser mantidas em condições adequadas de armazenamento para manter sua qualidade. As perdas



de material durante o armazenamento são causadas, principalmente, pela qualidade das sementes que chegam ao armazém, pela secagem inadequada, por ataque de insetos e outras pragas. A qualidade inicial das sementes começa no campo de produção, e o seu armazenamento não pode ser considerado somente a partir do seu beneficiamento, e sim, desde o ponto de maturidade fisiológica durante o desenvolvimento da semente até o período de plantio. Por isso, é importante adquirir sementes certificadas, produzidas dentro de um padrão de qualidade e com atestado de garantia.

411

Qual é o momento mais apropriado para coletar sementes para fins de conservação?

O momento mais difícil para o coletor de sementes é decidir se a população apresenta sementes com qualidade adequada e quantidade mínimas para a conservação. Sementes devem ser coletadas no seu estágio ótimo de desenvolvimento para maximizar sua longevidade durante a conservação em longo prazo. A maioria das sementes, em seu processo de dispersão natural, estão aptas para serem coletadas. Esse ponto coincide com o ponto de maturidade fisiológica das sementes. Sementes coletadas antes ou depois desse estágio podem não sobreviver por muito tempo quando conservadas.

412

Quais são as características que podem indicar se as sementes atingiram o ponto de maturidade fisiológica e já podem ser coletadas para fins de conservação?

Usualmente, as características morfológicas de frutos e sementes são as mais utilizadas para indicar se as sementes atingiram a maturação fisiológica. As características são:

- Mudanças na coloração dos frutos.
- Mudanças de cor na testa das sementes.
- Rachaduras ou abertura dos frutos.
- Barulho ao chacoalhar os frutos.
- Sementes que estão duras ou secas.
- Sementes já dispersadas.

413

Para fins de conservação, quais cuidados devem-se ter após a coleta das sementes?

Devem-se identificar as amostras com cuidado e executar os procedimentos para a secagem das sementes. Sementes maduras extraídas de frutos secos devem ser acondicionadas em embalagens de tecido ou em sacos de papel e sementes procedentes de frutos carnosos devem ser mantidas em embalagens de papel, para o transporte, e mantidas em local fresco e ventilado. Nunca se devem embalar as sementes coletadas em sacos plásticos. Mesmo quando as sementes estão maduras, seu conteúdo de água no momento da coleta pode estar alto o suficiente para que exista risco de deterioração por envelhecimento ou ação de microrganismos. Por isso, devem-se utilizar embalagens permeáveis, para que haja troca de umidade com o ambiente. Sementes secas podem necessitar ser protegidas à noite, ou em caso de ocorrência de chuvas, o que eleva a umidade relativa. Sementes úmidas precisam ser secas o mais rápido possível.

414

Como secar sementes em condições de campo?

Se as sementes estiverem em frutos frescos, deve-se remover a maior quantidade possível de polpa dos frutos, utilizando-se uma peneira e água corrente. Deixar as sementes secarem ao ar em uma peneira fina, ou em papel de filtro, antes de empacotá-las. Se as condições ambientais não forem apropriadas para a secagem, usar um dessecante, como sílica gel ou qualquer substância higroscópica (sementes secas de arroz ou milho, carvão). Se as sementes estiverem

muito úmidas, é melhor secá-las por 2–3 dias, em condições ambientais, antes de usar o dessecante. Isso pode ser feito mesmo em ambientes diurnos, com umidade relativa alta (70%–80%). Uma vez que uma grande massa de água tenha sido removida, transferir as sementes para um recipiente selado com o dessecante. Usar a uma proporção de 1:1 (sílica gel: sementes). Para secar sementes no mesmo nível, usando-se carvão, usar a taxa de peso de 1:3 (carvão: sementes).

415

Podem-se armazenar sementes tratadas com produtos químicos?

O efeito do tratamento químico sobre as sementes armazenadas é bastante controverso. Alguns produtos, quando aplicados isoladamente ou em combinação, podem, em determinadas situações, ocasionar redução na qualidade fisiológica das sementes, por causa do efeito de fitotoxicidade. A resposta ao tratamento depende da cultivar e do período de armazenamento. O potencial de armazenamento das sementes tratadas também pode ser reduzido em sementes trincadas, que apresentam uma maior sensibilidade ao tratamento químico.

416

Quais são os tratamentos químicos permitidos em sementes que serão conservadas em temperaturas subzero?

Os bancos de germoplasma têm por finalidade garantir, por médio ou longo prazos, a integridade fisiológica e genética do germoplasma. Há evidências de que sementes previamente tratadas com compostos químicos sofrem mutação gênica durante a conservação. Um tratamento permitido é a fumigação ou o expurgo com gás de fosfina. Entretanto, a fumigação com o gás de brometo de metila não é aconselhável, por causar danos fisiológicos, como perda de germinabilidade e vigor das sementes.

417 No que consiste o expurgo ou a fumigação das sementes?

A operação de expurgo consiste em colocar as sementes em ambiente hermético, no qual é introduzido o fumigante para controlar tanto o inseto adulto quanto as formas jovens (ovo, larva e pupa). O fumigante não deve ser fitotóxico para não prejudicar o poder germinativo e o vigor das sementes. A fosfina tem tido bastante eficiência no controle de insetos, possibilitando seu uso em sementes com conteúdo de água variado, e não tem causado prejuízo ao potencial fisiológico das sementes.

418 Quais são os prejuízos que os insetos causam às sementes durante o armazenamento?

Os insetos consomem os tecidos de reserva e o embrião das sementes, provocando a perda de matéria seca indispensável a seu metabolismo. Além disso, podem transportar os microrganismos que vão contaminar as sementes armazenadas.

419 Sementes de acessos conservados podem apresentar maior incidência fúngica na monitoração do que na avaliação inicial?

Verifica-se que as condições de conservação que mantêm as sementes viáveis são igualmente favoráveis à manutenção da viabilidade dos fungos. Pode ocorrer a seguinte situação: na avaliação inicial do acesso, antes de sua conservação, as condições adotadas para o teste de germinação podem não ter sido adequadas à esporulação e ao desenvolvimento de fungos associados às sementes. Porém, durante a monitoração, as condições do teste de germinação podem ter sido propícias à esporulação e ao desenvolvimento fúngico. Nesse caso, a incidência fúngica será maior na monitoração que no teste inicial de germinação.

420

Por que o germoplasma-semente deve ser acondicionado em embalagem que garanta a impermeabilidade e a hermeticidade?

A impermeabilidade da embalagem impede a absorção de umidade pelas sementes. O aumento do conteúdo de água das sementes durante a conservação acelera o processo de degradação. O ambiente anóxico criado durante a selagem hermética das embalagens confere condições de impermeabilidade ao oxigênio. A presença de níveis variáveis de oxigênio, durante a conservação, acelera a perda de viabilidade das sementes por processos oxidativos.

421

Como escolher a embalagem a ser utilizada para acondicionar sementes para o armazenamento?

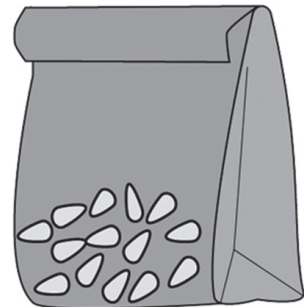
A decisão sobre o tipo de embalagem deve levar em consideração alguns aspectos, como: as condições climáticas sob as quais as sementes vão permanecer armazenadas até a época da semeadura; a modalidade de comercialização da semente em questão e as características mecânicas da embalagem e sua disponibilidade no comércio. Para a comercialização das sementes, a embalagem deve conter as características do produto e informações para sua utilização.

422

Como são classificadas as embalagens utilizadas para acondicionar as sementes?

As embalagens são classificadas de acordo com o grau de permeabilidade ao vapor de água que apresentam, podendo ser:

- Porosas: aquelas permeáveis à umidade, permitindo uma livre troca de vapor de água entre a se-



mente e o ambiente circundante. Como exemplos, citam-se todas as modalidades de armazenamento a granel; embalagens de pano (algodão, juta), de polipropileno trançado e de papel.

- Semipermeáveis ou semiporosas: aquelas que permitem alguma troca de umidade entre a semente e o ambiente. São constituídas de papel multifoliado, polietileno, laminados de papel e asfalto, de papel e polietileno ou de papel revestido com material ceroso.
- Impermeáveis ou à prova de umidade: não permitem troca de umidade com o meio ambiente. Materiais como plásticos, vidros, alumínio são empregados para fabricar esses tipos de embalagem.

423

Quais as vantagens da utilização de *big bags* no setor sementeiro?

Os *big bags* são sacos industriais feitos com polipropileno, material flexível para transportar produtos em grandes volumes a granel. Proporcionam mais agilidade em todo o processo comercial e operacional, e seu uso ganha destaque em alguns setores, como no agronegócio, principalmente para transporte de sementes e insumos. Transportam volumes de 800 kg a 1.000 kg de sementes. Entre as vantagens dos *big bags*, há a possibilidade de reaproveitamento dessas embalagens, além de reduzir o número de embalagens a serem descartadas. Esse tipo de embalagem é uma tendência de mercado, porque facilita a compra de sementes por hectare, economiza na mão de obra e evita desperdícios no plantio.

424

Como ocorre o processo de secagem, tão importante para que as sementes sejam armazenadas de forma segura?

A secagem pode ser entendida como sendo o processo promotor do deslocamento de uma determinada quantidade de

água, segundo as diferenças de potencial hídrico existente, de um dado sistema para outro. Assim, ao se tratar tecnologicamente da secagem de sementes, subentende-se essa massa biológica como doadora de água e a atmosfera como receptora, ou seja, as sementes perdem água para o ambiente.

Durante a secagem, a retirada da água é obtida por sua movimentação, decorrente de uma diferença de pressão de vapor d'água entre a superfície da semente e o ar que a envolve. A condição para que um produto seja submetido ao processo de secagem é que a pressão de vapor sobre a superfície do produto semente (P_g) seja maior do que a pressão do vapor d'água no ar de secagem (P_a). Sendo assim:

- Se $P_g > P_a$: ocorrerá secagem do produto.
- Se $P_g < P_a$: ocorrerá umedecimento do produto.
- Se $P_g = P_a$: ocorrerá o equilíbrio higroscópico.

A predominância do fluxo hídrico se dará do sistema que se encontra com maior potencial para o que se encontra com menor grandeza nessa propriedade. A remoção da umidade deve ser feita a um nível tal que o produto fique em equilíbrio com o ar do ambiente onde será armazenado, a fim de preservar a viabilidade da semente.

425

Quais são os métodos de secagem que podem ser utilizados antes do armazenamento ou da conservação de sementes?

A secagem pode ser “natural”, em que as sementes são secadas essencialmente pela ação do calor do sol e do vento, como também pode ser “artificial”, com a utilização de aparelhos mecânicos, de produtos químicos, elétricos e/ou eletrônicos. O processo de secagem natural é dependente das condições climáticas e, apesar de apresentar baixo custo, é um método lento, podendo aumentar a incidência de microrganismos nas sementes. Para pequenos volumes de sementes e quando as condições climáticas permitem que haja a perda de umidade das sementes, esse método tem sido bastante utilizado. Já a secagem artificial apresenta as vantagens de permitir

a dessecação de grandes quantidades de sementes com controle da temperatura, do fluxo do ar de secagem e do tempo de exposição das sementes a essas condições, fatores fundamentais para garantir a eficiência do processo.

426

Quais são os danos de dessecação que podem ocorrer em sementes ortodoxas?

A dessecação de sementes de algumas espécies com conteúdos de água até $\leq 3\%$ (com base na massa fresca) pode resultar em danos moleculares que, geralmente, são mediados por radicais livres, sobretudo, as espécies reativas de oxigênio (*reactive oxygen species* – ROS). Há um desencadeamento de danos e lesões, iniciando-se quando as ROS atacam os ácidos graxos insaturados das membranas fosfolipídicas, o que pode provocar o processo de envelhecimento, a peroxidação lipídica que altera a permeabilidade seletiva das biomembranas do tonoplasto e do plasmalema, a redução na taxa de crescimento do eixo embrionário e a perda de germinabilidade. Em ausência de água, as sementes não conseguem reativar o sistema antioxidante, como o reparo de enzimas, o que gera o estresse oxidativo. Quando as lesões e os danos causados pela dessecação são intensos e cumulativos, há perda de viabilidade das sementes durante a conservação. Entretanto, quando as lesões e os danos não são intensos, estes podem ser revertidos por mecanismos de reparo durante a etapa de embebição do processo germinativo.

427

O que é grau de umidade da semente e como é feito seu cálculo?

O grau de umidade é a quantidade de água contida na semente em relação a sua massa total. O valor desse fator é geralmente expresso em porcentagem ou em grama com base na massa fresca (bmf) ou com base na massa seca (bms) da semente. O método-padrão para a estimativa do conteúdo de água é o da estufa a

105 °C ± 3 °C. Devem-se pesar as sementes frescas (P_i) e mantê-las em estufa a 105 °C ± 3 °C por período de 17 a 24 horas e registrar o peso obtido (P_f).

O grau de umidade da semente com base na massa fresca é estimado pela seguinte fórmula:

$$U_{mf} (\%) = [(P_i - P_f) / P_i] \times 100$$

Em que:

U_{mf} = teor de água (bmf).

P_i = peso inicial da semente.

P_f = peso final da semente.

O grau de umidade da semente com base na massa seca é estimado pela seguinte fórmula:

$$U_{ms} (\%) = [(P_i - P_f) / P_f] \times 100$$

Em que:

U_{ms} = teor de água (bms).

P_i = peso inicial da semente.

P_f = peso final da semente.

A conversão do grau de umidade (bmf) em grau de umidade (bms) é feita mediante a seguinte fórmula:

$$U_{ms} = [U_{mf} / (100 - U_{mf})] \times 100$$

A conversão do grau de umidade (bms) em grau de umidade (bmf) é feita adotando-se a seguinte fórmula:

$$U_{mf} = [U_{ms} / (100 + U_{ms})] \times 100$$

428

Como determinar o grau de umidade ideal para o armazenamento e a conservação de sementes?

O grau de umidade é a característica da semente que mais está associada à deterioração. De maneira geral, as sementes devem

ser mantidas com 10% a 13% de umidade para o armazenamento por aproximadamente 8 meses, e, para espécies com sementes lipídicas, os valores são mais baixos. Mesmo para sementes ortodoxas, existem limites de conteúdos de água, abaixo dos quais a deterioração também é acentuada. Para as sementes recalcitrantes, a maioria é armazenada com teor de água superior a 30%.

Segundo as recomendações adotadas mundialmente por bancos convencionais de germoplasma, as sementes devem estar com conteúdo de água que varia de 3% a 7% (com base na massa fresca). Tais recomendações restringem-se às espécies agrícolas, hortícolas, frutíferas, ornamentais tradicionalmente cultivadas. Entretanto, não há recomendações específicas para sementes de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas não domesticadas, sobretudo aquelas de origem tropical. Mesmo que a tolerância à dessecação varie entre espécies e genótipos da mesma espécie, tem sido observado que há uma faixa de conteúdo de água apropriada ($\leq 7\%$ a $\leq 10\%$) para a conservação de sementes de espécies tropicais não domesticadas, independentemente da temperatura subzero a que são expostas.

Para determinar o grau de umidade ideal para a conservação de sementes, recomenda-se fazer a curva de desidratação das sementes acompanhada por teste de germinabilidade ou de viabilidade para cada grau de umidade obtido e para cada temperatura de conservação desejada. Dessa forma, é possível estabelecer o conteúdo crítico de água em que se inicia o decréscimo marcante da germinabilidade ($\geq 50\%$), o conteúdo letal de água caracterizado pela perda total da viabilidade e o conteúdo ideal de água ou a faixa ideal do conteúdo de água para o congelamento das sementes em temperaturas subzero.

429 Quais são os princípios básicos da criopreservação?

Os princípios básicos da criopreservação visam assegurar maior sobrevivência às estruturas congeladas. Assim, tem-se como primeiro princípio em que a proporção de danos de

congelamento depende da quantidade de água livre no sistema e da capacidade de cristalização dessa água durante o congelamento e o descongelamento. Como segundo princípio, observa-se que, para cada tipo de célula ou sistema multicelular complexo, há um conjunto de fatores intrínsecos e extrínsecos para a conservação eficiente e exitosa.

430

Quais são os danos de congelamento em temperatura de $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Os danos de congelamento estão associados ao conteúdo de água da semente e à taxa de congelamento inapropriados. Há uma sequência de danos mecânicos, moleculares e metabólicos que alteram as estruturas da célula, podendo resultar em sua morte. O principal dano é a formação de cristais de gelo. Durante a formação desses cristais, progressivamente, aumentam as concentrações dos solutos celulares. A água extracelular é removida e, como consequência, verificam-se aumento das concentrações de sais, cristalização dos tampões salinos, mudanças do potencial iônico celular e do sistema coloidal intracelular. Ocorrem desequilíbrio osmótico e desidratação celular com retração dos componentes das membranas fosfolipídicas do plasmalema alterando suas conformações, seguindo-se pela ruptura dessas membranas e finalizando com a morte celular. Tais tipos de danos têm sido evidenciados também quando há formação de cristais de gelo intracelulares.

431

Quais são os danos de descongelamento em sementes conservadas em temperatura de $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Os danos de descongelamento estão associados ao conteúdo de água da semente e à taxa de descongelamento inapropriados. Durante o descongelamento, a água livre presente nas células pode congelar-se, antes que o equilíbrio entre a temperatura da semente e a temperatura ambiente seja alcançado. Com o aumento da

temperatura da semente, os cristais de gelo de tamanho inócuo, formados durante o congelamento, podem crescer causando rompimento de membranas celulares e destruição das células. De maneira geral, o descongelamento rápido evita a cristalização. Entretanto, a velocidade de descongelamento é específica para cada espécie.

432

Como saber se o local escolhido é adequado para armazenar as sementes?

Conhecendo os mecanismos de transferência de umidade entre as sementes e o ambiente onde ela se encontra. O grau de umidade final alcançado pelas sementes num determinado ambiente se chama grau de umidade de equilíbrio e está diretamente relacionado a sua secagem e a seu armazenamento, permitindo determinar se o produto ganhará ou perderá umidade, segundo as condições de temperatura e umidade relativa do ar. Sendo assim, dependendo da umidade relativa do ar e da temperatura do ambiente, as sementes vão perder ou ganhar umidade até atingir a umidade de equilíbrio. Assim, é necessário saber se essa umidade de equilíbrio estará adequada para conservar essas sementes.

433

É possível armazenar as sementes em condições naturais, ou seja, não refrigeradas?

Sim, é possível, mas vai depender das condições climáticas da região. Por exemplo, na região de Brasília, existe a possibilidade de armazenamento em condições naturais por alguns meses por apresentar temperaturas médias menores que 25 °C. Porém, a partir do mês de outubro, época que inicia o período das chuvas, há a elevação da umidade relativa do ar, contribuindo para a aceleração do processo deteriorativo das sementes. No entanto, deve-se atentar para as variações climáticas entre os anos, mesmo em regiões com estação fria e seca bem definida.

434 Como armazenar as sementes até o momento do plantio?

Dependendo da região, mesmo tendo uma estrutura razoável, atentar para as condições climáticas quando as sementes chegarem a sua propriedade. Geralmente a época de plantio coincide com a época das chuvas, ocasião em que a temperatura e a umidade do ar são mais elevadas. Se não tiver como armazenar as sementes em condições climatizadas, não as deixe por muito tempo no seu galpão. Caso o ambiente não seja climatizado, o ideal seria que o ambiente da sua propriedade fornecesse condições de umidade relativa do ar até 70% e temperatura em torno de 25 °C. O galpão deve ser ventilado, isento de insetos e roedores. As sementes, independentemente de como foram embaladas, não devem ser colocadas diretamente no chão e nem encostadas nas paredes do galpão, para permitir circulação do ar e evitar contaminação por patógeno. Em locais sem controle de umidade e temperatura, não acondicione as sementes em locais que ela não consiga respirar, como sacos e caixas plásticas, lonas e outros materiais semipermeáveis ou impermeáveis.

435 Refrigeradores domésticos podem ser utilizados para o armazenamento das sementes?

Sim. Refrigerador doméstico (geladeira) pode ser utilizado para armazenar as sementes. Normalmente, se a temperatura permanece a 10 °C, a umidade relativa do ar deverá estar a 40%. Na falta de um refrigerador, as sementes devem ser armazenadas em local fresco e seco.

436 Quais são os tipos de estruturas utilizados para o armazenamento de sementes?

O tipo de estrutura de armazenamento a ser utilizado vai depender da espécie e de sua importância, de quanto tempo essas

sementes vão ficar armazenadas e da disponibilidade financeira. Consideradas a variação climática brasileira e, principalmente, as regiões naturalmente desfavoráveis ao armazenamento das sementes, o ideal seria o fornecimento de condições artificiais adequadas ao armazenamento. Assim, são encontrados os seguintes tipos de estruturas de armazenamento:

- Armazenamento a granel: a armazenagem de sementes a granel é feita, preferencialmente, em silos cilíndricos metálicos. Essas unidades armazenadoras a granel devem possuir ventiladores para resfriar a massa de sementes.
- Armazenamento em sacos: as sementes permanecerão ensacadas durante seu armazenamento em pilhas, em locais conhecidos como armazéns, que são, geralmente, de alvenaria, mas, caso seja de ferro galvanizado ou de zinco, atentar para o isolamento térmico.
- Armazenagem sob condições de ambiente controlado: as condições ambientais podem ser modificadas por meio de um sistema de refrigeração e/ou desumidificação, permitindo o armazenamento das sementes a baixas temperaturas e/ou baixa umidade relativa do ar, respectivamente.

437

Quais fatores bióticos e abióticos podem influenciar no armazenamento das sementes?

Entre os fatores bióticos, podem ser citados os insetos pertencentes às ordens Coleoptera (besouros) e Lepidoptera (traças) e os fungos de armazenamento dos gêneros *Penicillium* spp. e *Aspergillus* spp., que proliferam com maior frequência. A infestação de grãos, frequentemente iniciada no campo, pode encontrar condições propícias ao desenvolvimento de traças e gorgulhos nos armazéns. As inspeções de galpões ou armazéns devem ser periódicas, pois a descoberta, em tempo hábil, da presença de insetos é importante para o controle da praga. Em climas temperados, durante os meses mais quentes, e em climas tropicais, durante todo o ano, são

necessárias inspeções a cada 2 semanas, a fim de descobrir as infestações em estágio incipiente.

Com relação aos fatores abióticos, a umidade e a temperatura são bastante importantes. A manutenção das sementes com conteúdo de água elevado causa aumento na atividade respiratória, que, influenciada pela temperatura, contribui para a aceleração do processo deteriorativo, por causa da aceleração da atividade metabólica, determinando acréscimo do consumo de reservas das sementes e liberação de calor e água.

438

Quais produtos naturais podem ser usados para evitar a presença de insetos e microrganismos durante o armazenamento?

Em recipientes como garrafas PET, frascos de vidro e outros vasilhames contendo sementes ou grãos, colocam-se pimenta-malagueta seca (*Capsicum frutescens* L.), pimenta-do-reino moída (*Piper nigrum* L.), cravo-da-índia [*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M.Perry], canela em pau (*Cinnamomum verum* J. Presl.), alecrim seco (*Rosmarinus officinalis* L.) ou outra planta medicinal, casca seca de laranja ou laranja-cravo (*Citrus* spp.), ou dentes de alho (*Allium sativum* L.), pois tais produtos impedem o desenvolvimento de insetos e a proliferação bacteriana ou fúngica, durante o armazenamento. Esses produtos são misturados quando as sementes e os grãos são acondicionados nos recipientes para o armazenamento. Em seguida, os recipientes devem ser bem vedados e mantidos em condições usuais de armazenamento.