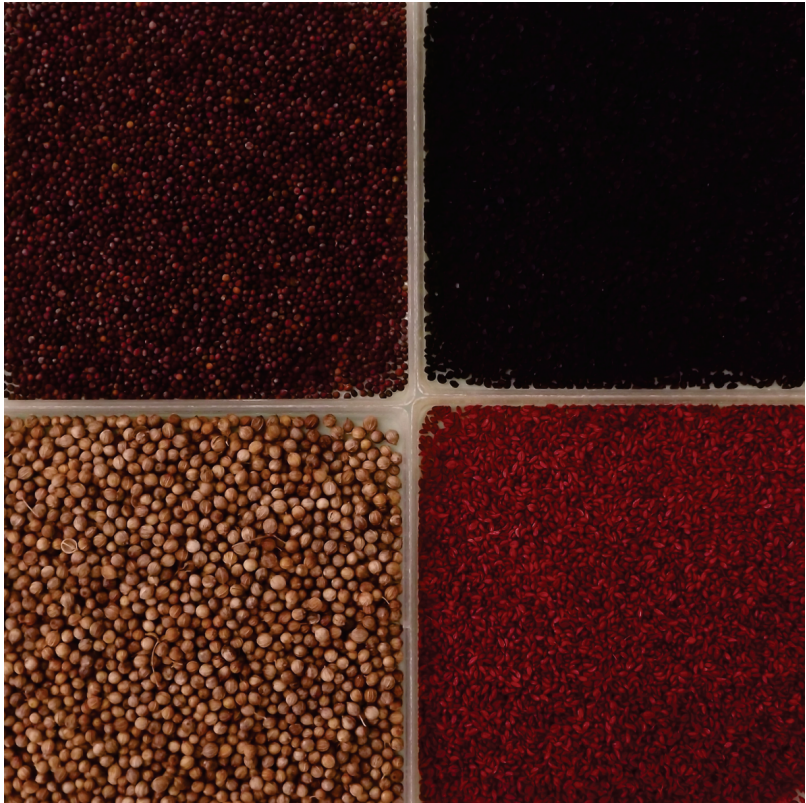


Deterioração e Armazenamento de Sementes de Hortaliças



ISSN 1516-8840

Dezembro, 2012

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

Documentos 355

Deterioração e Armazenamento de Sementes de Hortaliças

Caroline Jácome Costa

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96010-971- Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 – 3275-8221
Home Page: www.cpact.embrapa.br
e-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior
Secretária - Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia
Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.
Suplentes: Isabel Helena Verneti Azambuja e Beatriz Marti Emygdio.

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê
Revisão de texto: Ana Luiza Barragana Viegas
Normalização bibliográfica: Fábio Lima Cordeiro
Editoração eletrônica: Manuela Coitinho (estágaria)

1ª edição
1ª impressão (2012): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

Costa, Caroline Jácome.

Deterioração e armazenamento de sementes de hortaliças / Caroline Jácome Costa.
Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012.
30 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 355).

ISSN 1516-8840

Hortaliça – Semente – Conservação– Qualidade fisiológica. I. Título. II. Série

Autor

Caroline Jácome Costa

Engenheira agrônoma, Dra. em
Ciências e Tecnologia de Sementes,
pesquisadora da Embrapa Clima
Temperado, Pelotas, RS,
caroline.costa@embrapa.br.

Apresentação

O armazenamento de sementes objetiva a conservação de sua qualidade fisiológica e sanitária pelo maior período possível, o que depende do conhecimento prévio do comportamento fisiológico das sementes durante o armazenamento, da escolha adequada das embalagens para o seu acondicionamento e do monitoramento constante das condições ambientais predominantes no ambiente de armazenamento.

O armazenamento adequado das sementes é fundamental para viabilizar a produção agrícola e também em programas de produção de mudas destinadas à recuperação de áreas degradadas, além de representar um dos pilares para a conservação do patrimônio genético vegetal em bancos de germoplasma.

A presente publicação destina-se ao público interessado em conhecer aspectos elementares referentes ao armazenamento de sementes, apresentando conceitos básicos sobre o assunto e informações sobre o armazenamento de sementes de hortaliças. Desejamos uma boa leitura.

Clenio Nailto Pillon
Chefe Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Deterioração de sementes	9
Armazenamento de sementes	10
Comportamento fisiológico das sementes durante o armazenamento	11
Sementes ortodoxas	11
Sementes recalcitrantes	13
Sementes intermediárias	14
Fatores que afetam a conservação das sementes durante o armazenamento	15
Qualidade inicial das sementes	15
Condições de armazenamento	17
Embalagens	18
Presença de insetos e microorganismos	20
Armazenamento de sementes revestidas e osmoticamente condicionadas	22
Armazenamento de sementes de hortaliças em bancos de germoplasma	23
Considerações finais	25
Referências	26

Deterioração e Armazenamento de Sementes de Hortaliças

Caroline Jácome Costa

Introdução

A partir do momento em que atinge a maturidade fisiológica, a semente entrará em um processo gradual e progressivo de deterioração natural, que será mais ou menos pronunciado dependendo da sua constituição genética e condição fisiológica, das condições ambientais, da ação de pragas e microrganismos e outros estresses aos quais ela poderá estar sujeita. Tal processo envolve um conjunto de transformações degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física, influenciado pela interação entre fatores bióticos e abióticos, que culminam na redução gradativa do potencial de armazenamento das sementes, bem como da velocidade e uniformidade de germinação e emergência das plântulas, até causarem a perda completa da viabilidade.

Estima-se que perdas econômicas significativas no processo de produção agrícola são devidas à deterioração de sementes, notadamente em regiões nas quais elevadas temperaturas e umidades relativas prevalecem durante os períodos da maturação e do armazenamento de sementes. A deterioração manifesta-se como redução da velocidade de emergência, crescimento e vigor das plântulas, maior suscetibilidade à incidência de microrganismos e às condições desfavoráveis do ambiente durante a germinação e

o desenvolvimento inicial das plântulas, decréscimo do potencial de armazenamento, desuniformidade no estande e, finalmente, perda do poder germinativo e morte (DELOUCHE; BASKIN, 1973).

Apesar de os mecanismos de deterioração das sementes não estarem completamente elucidados, sabe-se que entre as suas manifestações metabólicas e bioquímicas estão a perda da permeabilidade seletiva das membranas celulares, a redução da atividade respiratória das sementes e, conseqüentemente, da síntese de ATP, a inativação ou redução da atividade de enzimas-chave nos processos biossintéticos, a decomposição das reservas nutritivas, o acúmulo de metabólitos tóxicos e a ocorrência de danos ao material genético celular (COOLBEAR, 1995; McDONALD, 1999).

Uma vez que a deterioração é um processo inevitável, seu progresso deve ser retardado até que as sementes sejam utilizadas para a instalação dos futuros cultivos. Dessa forma, a partir da maturidade fisiológica, todas as providências devem ser tomadas para que a redução da viabilidade e do vigor das sementes seja minimizada. Isso envolve decisões relacionadas à escolha do momento e dos métodos para a colheita e secagem, da seqüência de beneficiamento e das condições adequadas para o armazenamento das sementes.

Armazenamento de Sementes

O período de armazenamento das sementes varia conforme a finalidade de seu uso. Assim, para grande parte dos agricultores não há necessidade de armazená-las por mais de uma ou duas safras agrícolas; para um melhorista de plantas, as sementes devem ser armazenadas por vários anos até o lançamento das novas cultivares ou híbridos, ao passo que, em bancos de germoplasma, as sementes devem permanecer armazenadas pelo maior período possível antes de serem multiplicadas. Mas, em qualquer uma das situações, o que se deseja é que a qualidade das sementes seja preservada pelo maior

período possível, retardando o processo deteriorativo ao qual estão sujeitas.

A qualidade das sementes não pode ser melhorada pelo armazenamento, mas pode ser mantida com mínima deterioração, utilizando-se armazenamento adequado. A conservação da qualidade das sementes é influenciada, dentre outros fatores, pela sua qualidade fisiológica inicial, teor de água, vigor da planta-mãe, condições climáticas durante a maturação, danos mecânicos, condições de secagem, umidade relativa e temperatura do ar do ambiente de armazenamento, ação de fungos e insetos, tipos de embalagens, disponibilidade de oxigênio e período de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Comportamento fisiológico das sementes durante o armazenamento

A tolerância à dessecação é uma das mais importantes propriedades da semente, fundamental como estratégia de adaptação, por permitir a sobrevivência durante o armazenamento e sua disseminação.

Dependendo de sua maior ou menor tolerância à dessecação e ao armazenamento sob baixas temperaturas, as sementes podem ser classificadas em ortodoxas, recalcitrantes ou intermediárias. A seguir, são relacionadas as principais características das sementes em relação ao comportamento durante o armazenamento.

Sementes ortodoxas

Sementes ortodoxas, em geral, apresentam elevada longevidade, podendo ser secas até baixos teores de água (entre 5% e 7%) e armazenadas em ambientes com baixas temperaturas por longos períodos. De acordo com Harrington (1972), considerando-se teores de água entre 5% e 14% e temperaturas de armazenamento entre 0 °C e 50 °C, alguns preceitos gerais relativos à manutenção da viabilidade

ao longo do armazenamento podem ser aplicados:

- Cada redução de 1% no teor de água das sementes duplica o período de viabilidade;
- Cada decréscimo de 5,6 °C na temperatura de armazenamento duplica o período de viabilidade.

Deste modo, pode-se afirmar que a temperatura e o teor de água são fatores determinantes para a manutenção da viabilidade de sementes ortodoxas ao longo do armazenamento, uma vez que exercem influência sobre vários processos biológicos. No caso do teor de água, existem determinados níveis críticos acima dos quais processos importantes são desencadeados. Em geral, teores de água acima de 40% favorecem a germinação. Já teores de água entre 18% e 30% desencadeiam processos de deterioração das sementes, ao passo que sementes armazenadas com teores de água situados entre 18% e 20% tendem a apresentar intensa atividade respiratória, que, em contrapartida, gera calor e potencializa o processo de deterioração. Por outro lado, abaixo de 10% de umidade, o metabolismo e a atividade de insetos são sensivelmente reduzidos e sementes armazenadas com teores de água abaixo de 4% a 5% são imunes ao ataque de insetos e fungos de armazenamento (BEWLEY; BLACK, 1994). Deve-se notar, entretanto, que maiores reduções no teor de água das sementes podem desencadear processos de auto-oxidação de lipídios e, conseqüentemente, formação de radicais livres que, por serem muito reativos, podem inativar enzimas e alterar a integridade das membranas celulares, além de comprometer o material genético celular, causando danos irreparáveis e redução na viabilidade das sementes (HARRINGTON, 1972). Além disso, a redução dos teores de água abaixo dos limites de tolerância das células pode desencadear o aumento da concentração de solutos, acelerar reações degenerativas e desnaturar proteínas (FREITAS, 2009). A Tabela 1 resume alguns eventos metabólicos e fisiológicos associados ao teor de água das sementes.

Muitas sementes ortodoxas apresentam tegumento impermeável à água, o que facilita a manutenção de baixos teores de água durante o armazenamento, após a sua secagem (HARRINGTON, 1972). Outras características que distinguem sementes ortodoxas são o tamanho reduzido (HONG et al., 1996) e seu baixo conteúdo de água no momento da dispersão dos frutos (DAVIDE et al., 2001).

A maioria das sementes de hortaliças são classificadas como sementes ortodoxas (GOEDERT, 1980).

Sementes recalcitrantes

Sementes recalcitrantes, em geral, apresentam tamanho relativamente grande e são caracterizadas por não sofrerem dessecação natural na planta-mãe ao longo do processo de maturação, sendo dispersas com elevados teores de água que, se reduzidos a um nível considerado crítico, levarão à rápida perda da viabilidade e até a morte (ROBERTS, 1973).

De acordo com Berjak et al. (1993), as espécies que apresentam sementes recalcitrantes geralmente são originárias de habitats que permitem o estabelecimento rápido após sua dispersão da planta-mãe, como ambientes aquáticos ou muito úmidos, o que representa uma adaptação evolutiva dessas espécies.

Estas sementes não toleram a secagem pelos métodos tradicionalmente empregados em sementes ortodoxas, apresentando redução da viabilidade em curto período, mesmo quando armazenadas com elevados teores de água (BEWLEY; BLACK, 1994). Os mecanismos fisiológicos e bioquímicos responsáveis pela intolerância à dessecação nessas espécies ainda não estão completamente elucidados, o que dificulta o estabelecimento de métodos adequados ao armazenamento e conservação.

Tabela 1. Relações entre o teor de água (base úmida) e a atividade fisiológica em sementes (MARCOS FILHO, 2005).

TEOR DE ÁGUA (%)	EVENTOS
> 41	Maturidade fisiológica de dicotiledôneas Início do metabolismo para germinação de dicotiledôneas Germinação
30 a 40	Biossíntese durante a maturação e germinação Mecanismos de reparo de membranas e DNA Conservação de sementes recalcitrantes durante o armazenamento Alta sensibilidade ao congelamento
18-20 a 30	Intensa atividade respiratória Deterioração acelerada Intensa atividade de microrganismos Sementes recalcitrantes não sobrevivem com a remoção de água abaixo desses níveis
12-14 a 18-20	Deterioração durante o armazenamento Atividade de fungos e insetos de armazenamento
10 a 13	Redução da velocidade de deterioração Possibilidade de armazenamento em embalagens permeáveis ou semipermeáveis
< 10	Redução drástica ou paralisação da atividade de insetos Favorável ao armazenamento em embalagens herméticas
4 a 8	Baixa atividade respiratória Favorável ao armazenamento em embalagens herméticas Remoção adicional de água pode acelerar a deterioração

Sementes intermediárias

Sementes desse grupo apresentam pequena resistência a baixas temperaturas, porém certa tolerância à dessecação, apresentando comportamento intermediário entre as ortodoxas e as recalcitrantes. Neste caso, as sementes toleram a desidratação até teores de água entre 7% e 10% e não toleram temperaturas baixas por períodos prolongados (ELLIS et al., 1990).

Apesar de a maioria das sementes de hortaliças serem classificadas como sementes ortodoxas, ocorrem variações no seu comportamento ao longo do armazenamento, dependendo da espécie. Assim, por exemplo, sementes de quiabo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.], ervilha (*Pisum sativum* L.) e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) apresentam elevada longevidade natural, ao passo que sementes de beterraba (*Beta vulgaris* L.), cenoura (*Daucus carota* L.), espinafre (*Spinacia oleracea* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.) e melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. e Nakai] são consideradas de longevidade intermediária e sementes de cebola (*Allium cepa* L.) e pimentão (*Capsicum annuum* L.) são de curta longevidade. Nesse caso, é provável que a constituição química das sementes exerça influência no seu potencial de armazenamento. Assim, é possível que sementes que apresentam elevado teor de óleo, por exemplo, possam sofrer processos de peroxidação de lipídios e a consequente ação de radicais livres durante o armazenamento, os quais afetam consideravelmente a sua conservação, como ocorre em sementes de cebola.

Fatores que afetam a conservação das sementes durante o armazenamento

Qualidade inicial das sementes

Sementes saudáveis, íntegras, bem formadas e colhidas no momento adequado preservam sua qualidade por mais tempo do que aquelas atacadas por pragas e patógenos, fisicamente danificadas e imaturas.

No momento da maturidade fisiológica das sementes, estas atingem sua máxima qualidade, expressa em maiores níveis de vigor e germinação. Dessa forma, dependendo do histórico de produção no campo, e, posteriormente, das condições predominantes durante as etapas de colheita e pós-colheita, os lotes de sementes serão mais ou menos vigorosos, tolerando mais ou menos as condições impostas durante o seu armazenamento até a semeadura.

Nesse sentido, fatores como o estado nutricional das plantas, condições climáticas e presença de pragas e doenças durante a produção, assim como as condições de colheita, secagem e beneficiamento das sementes, serão fundamentais na determinação da qualidade inicial dos lotes no momento do armazenamento.

No caso de sementes de hortaliças provenientes de plantas com hábito de crescimento indeterminado, esses fatores são ainda mais críticos, dada a desuniformidade de maturação no momento da colheita. Plantas de cenoura, por exemplo, ao mudarem da fase vegetativa para a fase reprodutiva, emitem uma haste ou pendão floral que termina em uma inflorescência do tipo umbela, denominada umbela central, primária ou de primeira ordem. A partir desta, surgem ramificações que terminarão em umbelas secundárias ou de segunda ordem e, destas, novas ramificações, que serão as umbelas terciárias ou de terceira ordem, e assim sucessivamente. Isso implica em maturação desuniforme das sementes produzidas, que se inicia pelas umbelas primárias, seguida pelas secundárias, terciárias e quaternárias (HAWTHORN et al., 1962). Alguns estudos demonstram que há diferenças na qualidade das sementes produzidas nas umbelas de diferentes ordens (NASCIMENTO, 1991; BARBEDO et al., 2000), sendo que, em geral, as sementes das umbelas primárias e secundárias apresentam maior massa, poder germinativo e vigor do que as sementes das demais umbelas. Dessa forma, recomenda-se a realização de colheitas escalonadas como forma de maximizar a qualidade fisiológica das sementes produzidas. A colheita deve ser realizada quando as umbelas modificam a sua cor, passando do verde-claro ao marrom-claro, o que indica boa qualidade fisiológica e sanitária das sementes. Em brássicas, o florescimento progride da base para o ápice de uma inflorescência individual ou múltiplas inflorescências são produzidas em períodos distintos, o que também deve orientar a estratégia de colheita das sementes.

O momento da colheita é particularmente importante no caso de sementes provenientes de frutos carnosos, nas quais a maturação

geralmente continua após a colheita dos frutos, como ocorre, por exemplo, em solanáceas e cucurbitáceas. Nesse caso, a qualidade fisiológica das sementes pode ser influenciada por períodos de repouso pós-colheita dos frutos, antes da extração das sementes. Acredita-se que, nesses casos, o processo de transferência de fotoassimilados dos frutos para as sementes continua mesmo após a colheita. Para essas espécies, tem-se observado que sementes provenientes de frutos imaturos podem apresentar qualidade fisiológica comparável às de frutos maduros, desde que aqueles sejam convenientemente armazenados, conforme observado em abóbora (COSTA et al., 2006), tomate (VIDIGAL et al., 2006) e pimentão (PEREIRA, 2009). Isso é particularmente útil em espécies com hábito de crescimento indeterminado, pois permite a redução do número de colheitas, colhendo-se frutos em diferentes estádios de maturação, extraindo-se as sementes dos frutos maduros e submetendo-se os demais a períodos variáveis de armazenamento pós-colheita (VIDIGAL et al., 2006).

Condições de armazenamento

Os fatores ambientais que mais afetam a conservação das sementes durante o armazenamento são a umidade relativa do ar e a temperatura, sendo que, dada a característica de higroscopicidade das sementes, a umidade relativa do ar é o fator mais crítico. Nesse sentido, sementes ortodoxas mantêm por mais tempo a qualidade fisiológica quando armazenadas com baixos teores de água, visto que elevados teores de água nas sementes aceleram o processo de deterioração em razão da intensificação da atividade respiratória, consumo de reservas, liberação de calor e proliferação de microrganismos. Sementes recalcitrantes, por outro lado, são geralmente caracterizadas por não sofrerem dessecação natural na planta-mãe ao longo do processo de maturação, sendo dispersas com elevados teores de água que, se reduzidos a um nível considerado crítico, levarão à rápida perda da viabilidade e até a morte (ROBERTS, 1973).

O aumento da temperatura, por sua vez, afeta a velocidade das reações metabólicas nas sementes, acelerando a respiração e o desenvolvimento de microrganismos, de modo que sua redução beneficia a conservação de sementes ortodoxas. As sementes recalcitrantes não toleram redução acentuada da temperatura durante o armazenamento.

Embalagens

O tipo de embalagem a ser utilizado para o armazenamento é outro fator que poderá prolongar a conservação das sementes, por protegê-las do contato com o ambiente e contra o ataque de insetos e animais, além de facilitar o manuseio e otimizar o aproveitamento do espaço no armazenamento.

Em relação à permeabilidade das embalagens às trocas de vapor de água entre as sementes e o ambiente, estas podem ser classificadas em permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis.

As embalagens permeáveis não oferecem obstáculo à troca de vapor de água entre as sementes e o ambiente, sendo recomendadas apenas para o armazenamento por curtos períodos ou para sementes ortodoxas muito úmidas. Como embalagens permeáveis citam-se os sacos de papel, papelão, de polipropileno entrelaçado, os sacos plásticos perfurados e os sacos de algodão e juta.

As embalagens semipermeáveis oferecem certa resistência às trocas de vapor de água entre as sementes e o ambiente, podendo-se citar as embalagens de papel multifoliado laminado com polietileno e as embalagens de polietileno com espessura de 100 a 250 micras.

As embalagens impermeáveis não permitem trocas de vapor de água entre as sementes e o ambiente, incluindo o vidro, envelopes aluminizados (envelopes trifoliados de polietileno-alumínio-polietileno seláveis a calor) e latas de alumínio. São embalagens herméticas e as

sementes a serem acondicionadas neste tipo de embalagem devem apresentar teores de água reduzidos (entre 4% e 8%), sendo, portanto, indicadas apenas para o armazenamento de sementes ortodoxas. As embalagens impermeáveis permitem a conservação das sementes por longos períodos, desde que estas sejam convenientemente secas e as embalagens sejam mantidas sob baixas temperaturas.

A maioria das sementes de hortaliças são secas até teores de água entre 5% e 7%, dependendo da sua constituição química (CHADHA, 1993), e armazenadas em embalagens impermeáveis, como envelopes aluminizados, latas, sacos de papel multifoliados e baldes plásticos (NASCIMENTO, 2001). Entretanto, a escolha adequada do tipo de embalagem para o acondicionamento das sementes deve levar em consideração o período de armazenamento, o teor de água das sementes e as condições ambientais predominantes. Assim, sementes de cebola secas até 6% de umidade, acondicionadas em diferentes tipos de embalagem (embalagem de algodão, lata de alumínio e envelopes de polietileno e poli-laminados) e mantidas sob condições não controladas de ambiente apresentaram comportamento variável ao longo de 21 meses de armazenamento. De modo geral, observou-se que as sementes armazenadas em embalagens com algum grau de impermeabilização apresentaram germinação superior ao longo do período considerado (Figura1).

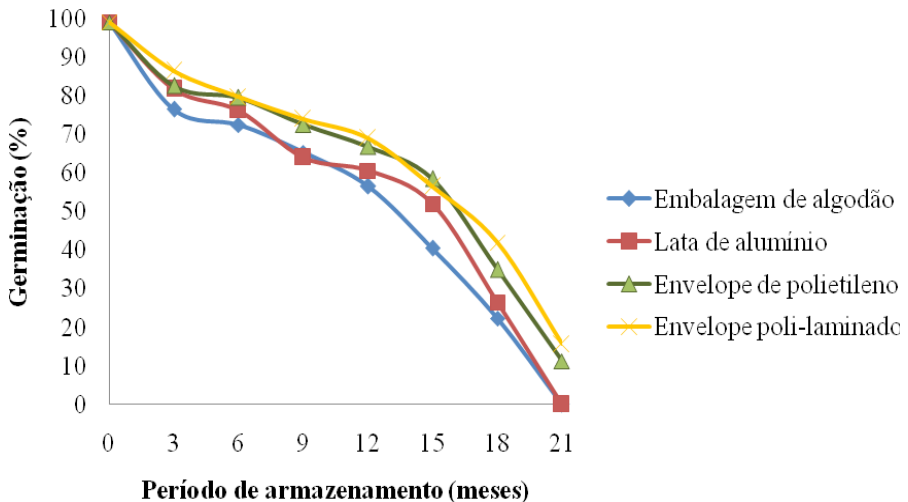


Figura1. Efeito do tipo de embalagem na germinação de sementes de cebola ao longo do armazenamento (RAO et al., 2006).

Presença de insetos e microrganismos

Os principais insetos responsáveis por causarem danos às sementes durante o armazenamento pertencem aos gêneros *Sitophilus*, *Acanthoscelides*, *Zabrotes*, *Sitotroga* e *Araecerus* (MARCOS FILHO, 2005). São os gorgulhos, carunchos e traças, que geralmente são polívoros, disseminam-se facilmente e apresentam infestação cruzada (FREITAS, 2009).

Os insetos consomem os tecidos de reserva das sementes e atacam o embrião, reduzindo seu potencial germinativo, além de promoverem efeitos indiretos sobre a sua deterioração, ao transportarem microrganismos que colonizam as sementes armazenadas e causarem aquecimento das sementes, devido ao aumento da intensidade respiratória. A atividade dos insetos pode ser reduzida, reduzindo-se a temperatura e a umidade relativa do ambiente de armazenamento, visto que sua ação intensifica-se em ambientes com temperaturas superiores a 25 °C e quando o teor de água das sementes é superior a 13% (MARCOS FILHO, 2005). Além disso, pode-se recorrer à aplicação

de produtos químicos apropriados nos locais de armazenamento (expurgo) ou mesmo ao tratamento com inseticidas de efeito residual.

Entre os microrganismos que podem estar associados às sementes, os fungos compreendem o grupo de maior importância, podendo associar-se em todas as etapas de produção, causando redução da qualidade sanitária e fisiológica das sementes, dispersão de patógenos a longas distâncias e transmissão de patógenos das sementes para as futuras plantas, com reflexos negativos na produção.

Os principais fungos que ocorrem associados às sementes durante o armazenamento são pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. O crescimento e a proliferação dos mesmos são favorecidos por umidades relativas do ar superiores a 65% (HALLOIN, 1986). Em geral, os fungos reduzem a qualidade das sementes devido ao aquecimento provocado pela respiração e à produção de enzimas e toxinas prejudiciais. Entre as enzimas produzidas, as mais importantes são as celulases, pectinases, amilases, lipases, proteases e nucleases (HALLOIN, 1986), responsáveis por alterarem a composição química e estrutural das sementes, levando ao consumo das reservas nutritivas, aumento da concentração de ácidos graxos livres e danos às proteínas e ácidos nucleicos. As toxinas, por sua vez, podem afetar direta ou indiretamente a integridade das membranas celulares, intensificando a exsudação de solutos, e causar a descoloração e necrose de tecidos. Todas essas alterações provocadas pela associação entre fungos e sementes culminam com a inibição ou redução da germinação e vigor e, conseqüentemente, com a sua capacidade de armazenamento.

A eliminação ou redução da incidência de fungos nas sementes pode ser obtida pelo ajuste nas condições de armazenamento, principalmente reduzindo a temperatura e a umidade relativa durante o armazenamento ou recorrendo ao tratamento das sementes, através da adoção de diferentes agentes de controle, como calor (termoterapia), fungicidas ou agentes de controle biológico.

Armazenamento de sementes revestidas e osmoticamente condicionadas

Apesar dos benefícios associados ao recobrimento de sementes de hortaliças, sabe-se que, para algumas espécies e dependendo do material utilizado para o recobrimento, esta técnica reduz seu potencial de armazenamento. Assim, sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) recobertas com diferentes materiais e armazenadas sob condições ideais ($T=5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $UR=40\%$) apresentaram redução significativa na germinação (ROOS; MOORE, 1975). Por outro lado, Valdes e Bradford (1987) observaram que, independentemente do material de recobrimento, sementes recobertas de alface germinaram bem após cinco meses de conservação a 5°C , mesmo sob temperaturas elevadas. Da mesma forma, melhorias no desempenho de sementes peletizadas de pimenta e berinjela (*Solanum melongena* L.), empregando diferentes materiais, após seis e doze meses de armazenamento, respectivamente, em diferentes tipos de embalagens, já foram relatadas (JERLIN et al., 2008; KUMAR et al., 2008). Isso ressalta a importância da escolha adequada dos materiais e aditivos a serem empregados para o revestimento das sementes, bem como suas dosagens, e do monitoramento das condições de armazenamento e tipos de embalagens para o acondicionamento dessas sementes, visando à manutenção da sua qualidade fisiológica.

No caso de sementes osmoticamente condicionadas, há indícios de que os efeitos benéficos do tratamento possam ser revertidos pelo armazenamento (Figura 2), conforme observado em tomate, aipo (*Apium graveolens* L.), milho-doce (*Zea mays* L.) e alface (TANNE ; CANTLIFFE, 1989; ALI et al., 1990; CHANG; SUNG, 1998; NASCIMENTO; CANTLIFFE, 1998; FESSEL et al., 2002). Sementes de melão (*Cucumis melo* L.) osmoticamente condicionadas também apresentaram deterioração mais intensa durante o armazenamento, em relação àquelas não tratadas (NASCIMENTO, 2002). Todavia, há casos em que os benefícios do condicionamento osmótico podem ser mantidos mesmo após a secagem e o armazenamento, enfatizando

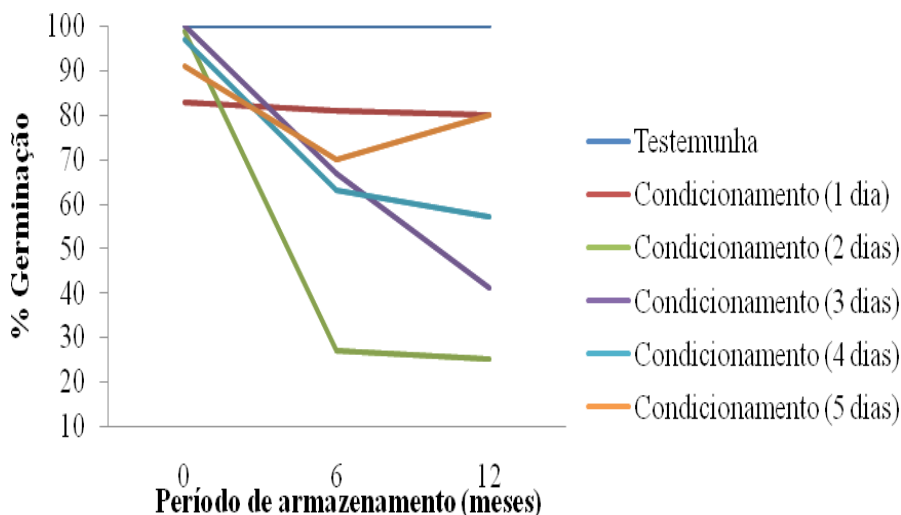


Figura 2. Germinação de sementes de alface, cultivar Dark Green Boston, após serem submetidas a diferentes períodos de condicionamento e armazenamento (NASCIMENTO e CANTLIFFE, 1998).

Armazenamento de sementes de hortaliças em bancos de germoplasma

Para o sucesso do armazenamento de sementes em bancos de germoplasma, dois aspectos são fundamentais: a manutenção da integridade genética dos materiais preservados e da longevidade das sementes pelo maior período possível. Da mesma forma que no armazenamento convencional, a longevidade das sementes mantidas em bancos de germoplasma é afetada principalmente por dois fatores: a qualidade inicial das sementes e as condições predominantes durante o armazenamento, sobretudo a umidade relativa e a temperatura nas câmaras de conservação.

A conservação da viabilidade de sementes ortodoxas por longos períodos é possível através de sua secagem até teores de água em torno de 3% a 7% e seu acondicionamento em embalagens

herméticas, sob baixas temperaturas (-18 °C), o que possibilita a manutenção de sua viabilidade por várias décadas (FAO/IPGRI, 1994). Nesse sentido, Doijode (2010) observou que sementes de rabanete (*Raphanus sativus* L.), com 99% de germinação, secas até 6,5% de umidade e acondicionadas em diferentes tipos de embalagens, sob temperaturas variáveis, conseguiram manter a viabilidade após 25 anos de armazenamento, dependendo da interação entre o tipo de embalagem utilizada e da temperatura de armazenamento. Sementes armazenadas em embalagens permeáveis (papel tipo Kraft) apresentaram 28% de germinação após serem mantidas a 5°C, ao passo que aquelas acondicionadas em embalagens semipermeáveis (polietileno) e impermeáveis (envelopes aluminizados) apresentaram 79% e 89% de germinação, respectivamente, após o mesmo período. Quando as sementes foram mantidas a -20 °C, apenas aquelas acondicionadas em embalagens impermeáveis foram capazes de manter a viabilidade após 25 anos de armazenamento.

Nos casos em que a manutenção de temperaturas negativas for difícil, como ocorre na maioria das regiões tropicais, é possível manter a viabilidade das sementes por longos períodos através de sua secagem até teores de água inferiores a 4-5%, em equilíbrio com umidades relativas em torno de 10% a 12%, a 20 °C, seguida de seu acondicionamento em embalagens herméticas, sob temperatura ambiente ou inferior (ELLIS et al., 1989). Nesse caso, os benefícios da manutenção da qualidade devem ser contrabalançados com a possibilidade de ocorrerem danos às sementes, em função da secagem excessiva. Nesse sentido, há relatos de que a viabilidade de sementes de couve-chinesa (*Brassica campestris* L. var. *pekinensis*), pepino, cebolinha-verde (*Allium fistulosum* L.) e pimenta (*Capsicum frutescens* L.), armazenadas por três anos a 40 °C, pode ser preservada pela secagem das sementes até teores de água inferiores a 5%, mas há indícios de que a secagem até teores inferiores a 2% ou 3%, dependendo da espécie, possa ser prejudicial à qualidade fisiológica das sementes (SHEN; QI, 1998).

A recomendação geral é de que as condições de armazenamento nos bancos de germoplasma permitam a manutenção da viabilidade das sementes acima de 65% após períodos de 10 a 20 anos (INTERNATIONAL, 1992). Isso exige o criterioso monitoramento das condições de temperatura e umidade relativa no interior das câmaras de conservação, bem como da viabilidade das sementes armazenadas ao longo do tempo. Recomenda-se a multiplicação dos acessos quando a germinação das sementes se reduzir a 85% da germinação inicial (INTERNATIONAL, 1992).

Considerações finais

A maioria das hortaliças cultivadas comercialmente é propagada por sementes, em sistemas cada vez mais tecnificados, que estabelecem a qualidade fisiológica e sanitária como pré-requisito para o sucesso dos empreendimentos e retorno econômico dos investimentos. Como muitas vezes a produção de sementes de hortaliças ocorre em regiões diferentes das áreas de produção, o armazenamento de sementes constitui etapa obrigatória e fundamental.

Sabe-se que o armazenamento, por mais eficiente que seja, não será capaz de deter o processo de deterioração ao qual as sementes estão sujeitas, pois é um processo natural, inevitável e progressivo. Todavia, o armazenamento adequado pode retardar esse processo, mantendo as sementes armazenadas com elevado potencial germinativo, vigor e qualidade sanitária, por períodos relativamente prolongados. Para isso, aspectos relacionados à qualidade inicial das sementes, escolha dos métodos de secagem e das embalagens para o seu acondicionamento, assim como o monitoramento rigoroso das condições ambientais do local de armazenamento (sobretudo temperatura e umidade relativa) e da incidência de pragas e microrganismos, são críticos para que o armazenamento seja bem-sucedido.

Como as hortaliças compreendem grande variedade de espécies vegetais, as particularidades de cada uma delas devem ser levadas em consideração no estabelecimento da forma mais segura para o armazenamento de suas sementes. Nesse sentido, a desuniformidade de maturação, comum em espécies que apresentam hábito de crescimento indeterminado, como ocorre em cenoura e nas brássicas, e a influência do repouso pós-colheita dos frutos, como observado em espécies de cucurbitáceas e solanáceas, devem definir a melhor estratégia para colheita dos frutos, que resulte na obtenção de sementes com a maior qualidade fisiológica possível, como forma de garantir que os cuidados adotados ao longo do armazenamento sejam direcionados para sementes de elevada qualidade. Da mesma forma, não se deve deixar de reconhecer que, mesmo classificadas como de comportamento ortodoxo ao longo do armazenamento, cada espécie de semente de hortaliça apresenta uma longevidade natural intrínseca, que não deve ser menosprezada no momento da definição da melhor estratégia para sua conservação.

Referências

- ALI, A.; SOUZA, M.V.; HAMILL, A.S. Osmoconditioning of tomato and onion seeds. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.43, p.213-224, 1990.
- BARBEDO, A.S.C.; CÂMARA, F.L.A.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, C.J. População de plantas, método de colheita e qualidade de sementes de cenoura, cultivar Brasília. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.35, n.8, p.1645-1652, 2000.
- BERJAK, P.; FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W.; VERTUCCI, C.W.; WESLEY-SMITH, J. Current understanding of desiccation sensitive (recalcitrant) seeds: development, stages of water and responses to dehydration and freezing. In: *INTERNATIONAL WORKSHOP ON SEEDS: BASIC AND APPLIED ASPECTS OF SEED BIOLOGY 4.*, 1993, Angers. *Proceedings...* Paris: ASFIS, 1993. v.3. p.705-714.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. 2 ed. NewYork: Plenum Press, 1994. 445p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429p.

CHADHA, M.L. Techniques handling storing vegetable seeds. In: ASIAN VEGETABLE RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER. Germplasm collection, evaluation, documentation, and conservation. Shanhua:AVRDC, 1993. p. 62-68.

CHANG, S.M.; SUNG, J.M. Deteriorative changes in primed sweet corn seeds during storage. Seed Science and Technology, Zurich, v.26, p.613-626, 1998.

COOLBEAR, P. Mechanisms of seed deterioration. In: BASRA, A.S. (Ed.). Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications. NewYork: Food Products Press, 1995. p.223-277.

COSTA, C.J.; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W.M. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. Revista Brasileira de Sementes, Brasília-DF v.28, n.1, p.127-132, 2006.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, Zurich, v.1, n.3, p.427-452, 1973.

DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R.; TONETTI, O.A. O. Levantamento do grau de umidade de sementes de espécies florestais após o beneficiamento. Informativo ABRATES, Brasília-DF, v.11, p.285-287, 2001.

DOIJODE, S.D. Long-term seed storage studies in radish (*Raphanussativus* L.). Journal of Horticultural Sciences, Tokyo, v.5, n.1, p.61-63, 2010.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. A comparison of the low-moisture-content limit to the logarithmic relation between seed moisture and longevity in twelve species. *Annals of Botany, London*, v.63, p.601-611, 1989.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H.; TAO, K.L. Low moisture content limits to relations between seed longevity and moisture. *Annals of Botany, London*, v.65, p.493-504, 1990.

FAO/IPGRI. Gene bank standards. Rome, 1994. 13p.

FREITAS, R.A. Deterioração e armazenamento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. (Ed.). *Tecnologia de sementes de hortaliças*. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. p.155-182.

GOEDERT, C.O. Conservação de germoplasma: tipos de sementes para armazenamento a longo prazo. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS, 1980, Brasília, DF. *Anais...* Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1980. p.30-32.

HALLOIN, J.M. Microorganisms and seed deterioration. In: McDONALDJUNIOR., M.B.; NELSON, C.J. (Ed.). *Physiology of seed deterioration*. Madison: CSSA, 1986. p.89-99.

HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. *Seed biology: insects, and seed collection, storage, testing, and certification*. New York: Academic Press, 1972. v.3. p.145-245.

HAWTHORN, L.R.; TOOLE, E.H.; TOOLE, V.K. Yield and viability of carrot seeds as affected by position of umbel and time of harvest. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science, Geneva*, v.80, p.401-407, 1962.

HONG, T.D.; LININGTON, S.; ELLIS, R.H. *Seed storage behaviour: a compendium*. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 104p. (Handbooks for Genebanks, 4).

INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. Annual Report 1992. Rome: IBPGR, 1992. 92p.

JERLIN, R.; PONNUSWAMY, A.S.; PRABAKAR, K.; SRINIVASAN, M.R. Seed pelletization for enhancing seed vigour and storability of chillies Cv. K 1. Madras Agricultural Journal, Madras, v.95, n.7-12, p.486-490, 2008.

KUMAR, S.; GOWDA, B.; SHEKHAR, S.P. Influence of storage containers and seed pelleting on seed quality in brinjal (*Solanum melongena* L.) during storage. Journal of Horticultural Sciences, Tokyo, v.3, n.2, p.146-149, 2008.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

McDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology, Zurich, v.27, n.1, p.177-237, 1999.

NASCIMENTO, W.M. Efeito da ordem das umbelas na produção e qualidade de sementes de cenoura. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, DF, v.13, n.2, p.131-133, 1991.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J. Germination of primed lettuce seeds after storage. Proceedings of the Florida State Society for Horticultural Science, Tallahassee, v.111, p.96-99, 1998.

NASCIMENTO, W.M. Vigor em sementes de hortaliças. Informativo ABRATES, Brasília, DF, v.11, p.10-1, 2001.

NASCIMENTO, W.M. Germinação de sementes de melão osmoticamente condicionadas durante o armazenamento. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, DF, v.24, n.1, p.158-161, 2002.

PEREIRA, C.O. Qualidade fisiológica de sementes de pimentão em função do estágio de colheita, período de repouso de frutos e armazenamento. 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.

RAO, R.G.S.; SINGH, P.M.; RAI, M. Storability of onion seeds and effects of packaging and storage conditions on viability and vigour. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.110, p. 1-6, 2006.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science & Technology*, Zurich, v.1, p.499-514, 1973.

ROOS, E.E.; MOORE, F.D. Effect of seed coating performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount Vernon, v.100, p.573-576, 1975.

ROOS, E.E.; DAVIDSON, D.A. Record longevities of vegetable seeds in storage. *HortScience*, Alexandria, v.27, n.5, p.393-396, 1992.

SHEN, D.; QI, X. Short- and long-term effects of ultra-drying on germination and growth of vegetable seeds. *Seed Science Research*, v.8, Supplement 1, p.47-53, 1998.

TANNE, I.; CANTLIFFE, D.J. Seed treatments to improve rate and uniformity of celery seed germination. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, Lake Alfred, v.102, p.319-322, 1989.

VALDES, V.M.; BRADFORD, K.J. Effects of seed coating and osmotic priming on the germination of lettuce seeds. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount Vernon, v.112, p.153-156, 1987.

VIDIGAL, D.S.; DIAS, D.C.F.S.; NAVEIRA, D.S.P.C.; ROCHA, F.B.; BHERING, M.C. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v.28, n.3, p.87-93, 2006.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

