

X Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças

Brasília, 28 a 30 de julho de 2010

Análise de Sementes de Hortaliças

Andrielle Câmara Amaral Lopes

andrielle@cnph.embrapa.br

Embrapa Hortaliças

Warley Marcos Nascimento

wmn@cnph.embrapa.br

Embrapa Hortaliças

1. Introdução

A análise de sementes é o exame de uma amostra com o objetivo de estabelecer a qualidade das sementes de um lote, sendo a qualidade definida por parâmetros genético, físico, fisiológico e sanitário.

A análise de sementes teve início entre os anos de 1900 e 1920. No início, toda atenção estava voltada para o desenvolvimento de procedimentos, métodos e condições para testar a germinação das sementes. Ainda em 1920, como início da organização em níveis nacional e internacional da análise e comércio de sementes, os esforços foram se concentrando no refinamento e padronização dos procedimentos de análise.

A partir da década de 30, a análise de sementes, que havia iniciado para fornecer informações aos agricultores sobre a adequabilidade das sementes para semeadura, desenvolveu forte orientação comercial e regulatória, na qual a reprodutividade dos resultados dos testes era considerada essencial. Já a década de 50 foi um período bastante fértil para a análise de sementes. Procedimentos e métodos de análise foram refinados.

No Brasil, em 1967 o Ministério da Agricultura, atendendo ao que determinava a Lei nº 4727, de 13.07.1965, que dispõe sobre a fiscalização do comércio de sementes e mudas, oficializou as "Regras para Análise de Sementes - RAS", que determinava sua obrigatoriedade no comércio nacional de sementes.

Essas regras foram baseadas nas Regras adotadas pela Associação Internacional de Análise de Sementes (ISTA), juntamente com as Regras da Associação Norte-Americana de Analistas de Sementes, com a finalidade de melhor atender, tanto quanto possível, as possibilidades dos Laboratórios de Análise de Sementes existentes no país.

As Regras para Análise de Sementes especificam métodos padrões e definições para o comércio internacional sendo, por esse motivo, extremamente necessário um alto nível de acuidade e repetibilidade.

No processo de produção de sementes, a análise é realizada com dois objetivos principais: atender às exigências para a comercialização das sementes e controle de qualidade da produção. Nas 'RAS' estão indicados os procedimentos padrões para a obtenção de amostras e para a execução dos testes de pureza física, de verificação de espécies e cultivares, o exame de sementes nocivas, de germinação, de tetrazólio, de determinação do grau de umidade, de sanidade de sementes e outros, além das tolerâncias.

As RAS tiveram sua 1ª edição pelo Ministério da Agricultura, em 1967 e a partir de então foram publicadas outras atualizações. A última atualização ocorreu em 2009, substituindo a edição de 1992 e é composta de três volumes: Regras para Análise de Sementes, Manual de Análise Sanitária de Sementes (anexo ao Capítulo 9 – Teste de Sanidade de Sementes) e o Glossário Ilustrado de Morfologia.

1.1. Amostragem

O objetivo da amostragem é obter amostra em quantidade para as análises. Esta é a primeira etapa dentro do processo de análise de sementes e uma das mais importantes. A amostragem é estabelecida em função da quantidade de sementes do lote e do tipo de embalagem.

A quantidade de semente analisada no laboratório muitas vezes é pequena comparada com o tamanho do lote do qual representa. No caso de muitas hortaliças os lotes são pequenos em tamanho, mas com uma quantidade grande de sementes. Menores ainda serão os lotes quando se trata de material híbrido.

No entanto, maiores serão os cuidados na hora de realizar a amostragem de parte das sementes que serão analisadas, isso porque esse tipo de material apresenta valor agregado muito alto.

Para obter resultados uniformes e precisos na análise de sementes é essencial que as amostras simples, compostas e médias sejam obtidas e preparadas com cuidado e de acordo com os métodos prescritos nas 'RAS'. É importante também que todo esforço seja feito para assegurar que a amostra enviada ao laboratório de análise de sementes represente a composição do lote de semente em questão. Da mesma maneira, ao reduzir a amostra no laboratório, todo o cuidado deve ser tomado para se obter uma amostra de trabalho que seja representativa da amostra média.

Os resultados obtidos pela análise só terão validade se realizada em amostra representativa do lote. Se o lote não for homogêneo ou se houver erro na amostragem haverá informações incorretas, que poderão beneficiar ou prejudicar os interessados.

Além dos procedimentos gerais, é necessário seguir as indicações das 'RAS' com relação aos equipamentos, a frequência e intensidade da amostragem, a homogeneização, o peso das amostras, a embalagem e a identificação. Quando as análises objetivam o comércio internacional, a coleta de amostra tem que ser feita por pessoa credenciada (amostrador), associada ou não a um laboratório. Do lote são retiradas amostras simples, para o laboratório é enviada a amostra média e, para as análises, são obtidas as amostras de trabalho; também, é necessário manter uma amostra de arquivo.

1.2. Pureza

O objetivo da análise de pureza é determinar a composição da amostra em exame e, conseqüentemente, a do lote de sementes, e a identidade das espécies de sementes e das partículas inertes que constituem a amostra.

A análise de pureza das sementes de hortaliças é em geral mais difícil devido ao tamanho reduzido das sementes. Tanto nesse teste como na

determinação de sementes nocivas, mais penoso ainda, é o manuseio destas sementes quando tratadas.

A pureza física determina a composição da amostra e a proporção em que os componentes estão presentes; a indicação das sementes fisicamente puras é expressa em porcentagem pelo peso da amostra. Na amostra são consideradas:

- Sementes puras: (%) da espécie predominante e fragmentos maiores que $\frac{1}{2}$ do tamanho original da semente. São também sementes puras: as intactas, os fragmentos maiores que a $\frac{1}{2}$ do tamanho original da semente, as imaturas, enrugadas, em início de germinação e alteradas por microrganismos, desde que possam ser identificadas como sendo da espécie em análise.
- Outras sementes (por número): qualquer espécie diferente da semente pura;
- Material inerte: (%) sementes e outros materiais que não são definidos como sementes puras ou outras sementes.

Nas “RAS” atuais, para a caracterização da semente pura considera-se apenas a espécie, a identificação de cultivares é feita em análise separada. Outras informações que podem ser obtidas a partir da análise de pureza física são: conhecer melhor as condições de produção e a presença de sementes de plantas invasoras, inferir sobre a ocorrência de doenças, pragas e danos mecânicos, direcionar o beneficiamento, estabelecer preço das sementes, indicar causas de descarte de lotes, obter subsídios para estabelecer padrões e auxiliar na fiscalização do comércio.

O exame de sementes silvestres nocivas indica o número de sementes dessas espécies encontradas na amostra. A relação de sementes nocivas é definida pela legislação. As principais implicações da presença dessas sementes em um lote são: impedir a sua comercialização, introduzir ou aumentar a incidência dessas espécies em áreas de produção, promover a disseminação de microrganismos e aumentar o custo na produção olerícola.

Amostras de sementes podem ser submetidas à análise de identificação de cultivares para determinar a identidade do cultivar e o grau de pureza genética de

um determinado lote. A identificação de espécies e de cultivares é necessária, pois com a multiplicação das sementes podem ocorrer polinização indesejada, mistura mecânica, identificação incorreta de embalagens e outros eventos capazes de comprometer a identidade da semente desenvolvida pelo melhorista. É um parâmetro indicado pelo número de sementes por peso da amostra.

A determinação da pureza genética é de extrema importância, principalmente quando tratamos de híbridos de sementes de hortaliças, para garantir a identidade do lote de sementes. Esta poderá ser realizada através de características visuais (morfológicas e/ou anatômicas) nas sementes, plântulas ou plantas. Estes testes disponíveis apresentam limitações, pois detectam a presença de mistura, mas não as identificam. Esse problema decorre, principalmente, do lançamento de cultivares que apresentam características muito semelhantes. Essa análise deverá ganhar maior destaque com o lançamento de cultivares melhorados através da biotecnologia e o uso de sementes transgênicas, o que torna primordial o estabelecimento de testes bioquímicos e moleculares, como a eletroforese de isoenzimas e marcadores de DNA que identifiquem esses materiais.

1.3. Teste de Germinação

O teste de germinação tem como objetivo principal determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes de hortaliças, sendo os resultados deste teste usados para comparar a qualidade entre diferentes lotes, e, também estimar o valor da semente para o plantio.

O teste de germinação pode ser realizado tanto no laboratório quanto à campo. O teste sob condições de campo é normalmente insatisfatório, já que os resultados não podem ser repetidos com fidelidade. A grande vantagem desse teste ser realizado em laboratório é a possibilidade de repetibilidade. Métodos de laboratório têm sido desenvolvidos, para os quais, as condições externas são controladas para favorecer uma germinação mais regular, rápida e completa à maioria das amostras de uma dada espécie olerícola. As condições são então padronizadas para fornecer reprodutibilidade nos resultados dos testes dentro de

limites os mais próximos possíveis daqueles determinados pela variação aleatória das amostras.

A germinação de uma semente em um teste de laboratório corresponde a emergência e o desenvolvimento das plântulas, ou seja, a presença de aspectos nas suas estruturas essenciais que irão indicar a maior ou menor possibilidade de se desenvolver em uma planta satisfatória sob condições favoráveis no solo. A percentagem de germinação irá indicar a proporção do número de sementes que produziram plântulas normais sob condições e dentro do período padronizado, conforme especificado na Tabela 1.

O período de duração, o tipo de substrato utilizado, a umidade do substrato, a temperatura utilizada e cuidados especiais com frutos múltiplos variam de acordo com a espécie analisada. A dormência no período de pós-colheita pode ser acentuada e requerer cuidados especiais, especialmente em regiões ou períodos de temperaturas altas, pelo fato de dormência secundária em sementes de algumas espécies, como, por exemplo, em alface.

Tabela 1. Prescrições e recomendações relativas ao teste de germinação, para algumas espécies de sementes de hortaliças.

NOME COMUM	ESPÉCIE	SUBSTRATO	TEMPERATURA (°C)	PRIMEIRA CONTAGEM	CONTAGEM FINAL	Nº SEMENTES/G
Abóbora	<i>Cucurbita</i> ssp.	RP; EP; EA	20-30; 25	4	8	5
Agrião	<i>Nasturtium officinale</i>	SP; EP; SA	20-30;	4	14	4000-5170
Acelga	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cykla</i>	SP; PP; EA	20-30; 15-25; 20	4	14	55-60
Alface	<i>Lactuca sativa</i>	SP; EP; SA	20; 15	4	7	800-890
Almeirão	<i>Cichorium intybus</i>	SP	20; 30	5	14	700-940
Berinjela	<i>Solanum melogena</i>	SP; EP; RP; SA	20-30	7	14	230-250
Beterraba	<i>Beta vulgaris</i>	SP; PP; EA	20-30; 15-25; 20	4	14	55-60
Brócolo	<i>Brassica oleracea</i>	SP; EP; SA	20-30; 20	5	10	315-500
Cebola	<i>Allium cepa</i>	SP; EP	20; 15	6	12	340
Cenoura	<i>Daucus carota</i>	SP; EP	20-30; 20	7	14	700-825
Chicória	<i>Cichorium endyvia</i>	SP; AS	20-30; 20	5	14	600-940
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i>	SP; EP	20-30; 20; 15	7	21	70-90
Couve	<i>Brassica oleraceae</i>	SP; EP; EA	15-25; 20-30; 20	3	10	350-500
Feijão	<i>Phaseolus vulgaris</i>	RP; RO; EA	20-30; 25; 20	5	9	4

Vagem						
Grão de Bico	<i>Cicer arietinum</i>	RO; RP; EA	20-30; 20;	5	8	2-3
Ervilha	<i>Pisum sativum</i>	RP; RO; EA	20	5	8	3-4
Espinafre	<i>Spinaceae oleraceae</i>	SP; EP	15; 10	7	21	90-100
Jiló	<i>Solanum gilo</i>	SP	20-30; 20	6	14	-
Lentilha	<i>Lens culinaris</i>	RP; RO; EA	20	5	10	14-23
Maxixe	<i>Cucumis anguria</i>	RP; EA	20-30; 25; 32	4	8	154
Melancia	<i>Citrullus lunatus</i>	RP; EA	20-30; 25; 30	5	14	5-11
Melão	<i>Cucumis melo</i>	RP; EA	20-30; 25;	4	8	35-45
Milho-Doce	<i>Zea mays</i>	RP; RO; EA	20-30; 25; 30; 20	5	8	3
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	RP; EA	20-30; 25;	4	8	35-40
Pimentão	<i>Capsicum ssp.</i>	SP; EA; SA;	20-30	7	14	150-165
Quiabo	<i>Hibiscus sculentus</i>	RP; RO; EA	20-30; 20; 30;	4	21	19
Rabanete	<i>Raphanus sativus</i>	SP; EP	20-30; 20	4	10	75-120
Repolho	<i>Brassica oleracea</i>	SP; EP; SA	20-30; 20	5	10	315-500
Rúcula	<i>Eruca sativa</i>	SP; EP	20	4	7	550
Tomate	<i>Lycopersicon lycopersicum</i>	EP; SP	20-30	5	14	300-405

SP – Sobre papel

RO – rolo de pano

RP – Rolo de papel

EP – Entre papel

SA – sobre areia

EA – Entre areia

PP – Entre pregas de papel plissado

1.4. Teste de Tetrazólio

O teste de tetrazólio é um teste bioquímico que tem como finalidade determinar rapidamente a viabilidade de sementes, principalmente daquelas que apresentam dormência, das espécies recalcitrantes e as que germinam lentamente ou não germinaram ao final do teste de germinação. Também pode ser usado para avaliar o vigor, determinar a viabilidade das sementes após tratamentos pré-germinativos, danos por secagem, por insetos e por umidade bem como, para detectar danos mecânicos de colheita e/ou beneficiamento.

Esse teste baseia-se na coloração dos tecidos vivos da semente que reagem com o sal de tetrazólio. Há delimitação das áreas e, assim, é possível distinguir os tecidos vivos dos mortos e estabelecer o nível de viabilidade da semente.

Neste processo, os íons de H^+ liberados durante a respiração dos tecidos vivos são transferidos por um grupo de enzimas, particularmente, a desidrogenase

do ácido málico, e interagem com o tetrazólio, o qual é reduzido a um composto vermelho, estável e não difusível chamado de trifenil formazan. Como esta reação se processa no interior das células vivas e o composto não se difunde, há nítida separação dos tecidos vivos e coloridos que respiram, daqueles mortos e que não colorem. Neste caso, quando o teste de germinação é realizado, pode ocorrer uma alta porcentagem de sementes não germinadas.

Apesar das vantagens verificadas na sua utilização, não deve ser considerado como um substituto para o teste de germinação, pois os seus resultados não caracterizam as anormalidades e outros distúrbios das plântulas, a presença de microrganismos e a dormência das sementes.

1.5. Determinação da umidade

Durante a produção, geralmente, o controle do teor de água das sementes começa a ser realizado na fase de colheita. É em função do grau de umidade das sementes que se define o momento da colheita, a regulação de máquinas em culturas como a ervilha e o milho-doce, a necessidade de secagem, o tipo de embalagem e a manutenção da qualidade das sementes durante o beneficiamento, o armazenamento e a comercialização.

O conteúdo de umidade é um dos fatores mais importantes que afetam sementes e grãos e, conseqüentemente, a qualidade desses. Grãos e sementes secos e sadios podem ser mantidos sob armazenamento apropriado por muitos anos, mas quando úmidos podem se deteriorar rapidamente em poucos dias. Além disso, o conteúdo de umidade tem um efeito dominante no predomínio e na atividade de insetos e fungos, durante o armazenamento.

Os seguintes métodos são oficialmente estabelecidos pelas RAS para uso nos laboratórios de análise de sementes do país:

- Método de estufa a 105°C;
- Método de estufa a baixa temperatura 101-105°C;
- Método de estufa a alta temperatura 130-133°C.

O método utilizado de estufa a $150 \pm 3^\circ\text{C}$ é o utilizado pela maioria dos laboratórios para a determinação do teor de água das sementes. No entanto, não é indicado pelas Regras Internacionais de Análise de Sementes da International Seed Testing Association – ISTA. As recomendações destas regras prevêm a moagem da amostra, em função do teor de água das sementes e da espécie. Sementes grandes e sementes com tegumento que impedem a perda de água devem ser moídas antes da secagem a menos que seu alto conteúdo de óleo torne difícil esta ou sujeitas a ganhar peso por meio da oxidação do material moído. Para algumas espécies a moagem das sementes é obrigatória.

1.6. Teste de Sanidade

O objetivo do teste de sanidade é determinar o estado sanitário de uma amostra de sementes. A análise de sanidade permite identificar e quantificar os microrganismos associados às sementes, ou seja, presença ou ausência de agentes patogênicos, tais como fungos, bactérias, vírus, nematóides e insetos. Os fungos representam o maior grupo, seguido pelo das bactérias e, em menor proporção, pelo dos vírus e dos nematóides.

Esses microrganismos podem ser transportados aderidos à superfície da semente, no seu interior ou como parte do "material inerte" (em fragmentos vegetais, sementes de plantas invasoras, partículas do solo). Por isso, o teste de sanidade de sementes é importante, porque visa fornecer informações para o controle de patógenos por elas transmitidos, de modo a evitar a introdução desses agentes no campo ou diminuir suas fontes de inóculo.

Em sementes de hortaliças esse problema se torna ainda mais agravante. Muitas vezes os cultivos são realizados em casas de vegetação, onde, após a entrada de determinado patógeno, a estrutura se torna inviabilizada.

A avaliação sanitária possibilita a identificação de problemas ocorridos durante as fases de campo e de armazenamento, estabelecer métodos de controle, fornecer subsídios para a fixação de padrões e a fiscalização do comércio o que impediria o transporte de patógenos através das sementes. No entanto, existem poucos laboratórios nacionais para a realização dessa análise e

nem todos estão credenciados, sendo uma das maiores dificuldades o estabelecimento de padrões para devida análise.

Diferente das versões anteriores, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento na versão mais recente das Regras para Análise de Sementes, atualizada em 2009, dedica um volume inteiro para tratar de Sanidade de Sementes. O objetivo central deste manual é suprir o analista de laboratório com informações sobre os métodos mais comuns de detecção de fitopatógenos em sementes com protocolos simplificados e ilustrações fotográficas que visam facilitar as análises de rotina. A preocupação foi, portanto, disponibilizar ao sistema de controle de qualidade de sementes no país, um guia de consulta referencial, por ocasião das análises de rotina, procurando-se desta forma, cumprir os princípios de homogeneização e harmonização de informações neste tipo de atividade.

Existem vários testes que podem ser aplicados para a detecção de microorganismos associados às sementes. Esses testes variam quanto a sensibilidade e o objetivo, sendo que alguns métodos exigem incubação das sementes, enquanto que outros permitem a identificação do patógeno através de descolorações e anormalidades do tegumento das sementes, sem incubação prévia.

1.7. Análise de Sementes Revestidas

O recobrimento de sementes refere à disposição de materiais inertes ou não sobre as sementes, com o propósito de melhorar a semeadura e/ou o desenvolvimento ou sobrevivência de espécies cultivadas. Tem como característica básica a aplicação de materiais que tornam difícil a distinção entre sementes individuais e material inerte, algumas vezes em função da mudança de formato da semente.

A análise de sementes revestidas tem com finalidade adquirir informações reproduzíveis sobre o valor agrícola de sementes de hortaliças revestidas por material diferente daquele da semente, sem destruir as estruturas apresentadas

para a análise. Com este propósito, são indicadas técnicas e definições, já que as outras não são diretamente aplicáveis.

Uma ampla variedade de materiais podem ser utilizados para revestir as sementes de hortaliças: individualmente em unidades discretas como em peletes, espaçadas em tiras ou em lâminas, o que tem ajudado bastante o produtor de hortaliças, pois essas se tornam maiores facilitando o manuseio e com formatos regulares auxiliando o plantio mecanizado.

Para sementes que sofreram algum tipo de recobrimento são prescritas técnicas e definições específicas. No entanto, as sementes tratadas de maneiras tradicionais, somente com agrotóxicos, sem o revestimento, devem ser testadas de acordo com os métodos anteriores.

O método de amostragem para sementes peletizadas permanece o mesmo, apenas um cuidado maior deve ser dispensado para evitar danos ou modificações nas pelotas ou nas fitas durante a amostragem, manuseio e transporte.

A análise de pureza das sementes no interior das pelotas e fitas, não é obrigatória. Porém, se solicitada pelo requerente da amostra, a análise de pureza deve ser feita nas sementes removidas das pelotas ou fitas. Diferente da análise de pureza de sementes nuas, além do especificado anteriormente, deve-se levar em consideração como material inerte os peletes inteiros sem sementes e também os seus resíduos. E para determinação de sementes de outras espécies o pelete deverá ser removido.

O teste de germinação ocorrerá de mesma forma, sem modificações, a não ser que seja solicitado pelo remetente a retirada do pelete, fita ou lâmina. Devem ser usados os métodos, substratos, temperaturas, luz, tratamentos adicionais, período de avaliação e equipamentos descritos nas “RAS” para germinação de sementes de hortaliças não revestidas.

1.8. Raios X de Sementes de Hortaliças

A técnica de raios X é conhecida e intensamente utilizada na medicina, biologia e em determinadas indústrias. Atualmente ela foi incorporada às regras de

análise de sementes. Essa técnica tem sido amplamente utilizada na França para determinar o valor cultural de lotes de sementes de hortaliças.

O princípio da técnica de raios X é baseada na impressão de uma película sensível logo após sua exposição a uma fonte de radiação e na obtenção de uma imagem do objeto irradiado. Esta imagem pode ser também rapidamente obtida, conservada, reproduzida e examinada a qualquer momento. O método apresenta a particularidade de não destruir os objetos examinados, ser rápido, e permitir a avaliação morfológica das estruturas internas como o embrião e o endosperma, de uma semente intacta e, desta maneira determinar seu valor para semeadura. Está em condições de ser uma ferramenta útil para diferenciar sementes e/ou grãos cheios, vazios, danificados fisicamente ou com presença de ovos ou insetos vivos em seu interior.

As sementes são classificadas de acordo com a anatomia interna revelada pela radiografia nos seguintes tipos:

- Semente cheia: semente contendo todos os tecidos essenciais para a germinação;
- Semente vazia: semente contendo menos que 50% dos tecidos;
- Semente danificada por inseto: semente contendo inseto, larva de inseto, orifício ou mostrando outras evidências de danos causados por insetos afetando a capacidade do fruto-semente ou semente em germinar;
- Semente danificada fisicamente: semente cheia com o revestimento (tegumento, pericarpo, etc) rachado ou quebrado.

Testes de raios X foram eficientes na determinação do ponto de colheita e repouso dos

frutos do híbrido de abóbora 'Jabras' (*Curcubita maxima* x *C. moschata*), na produção de sementes. A visualização do comprimento do embrião e do enchimento da semente permite a detecção do melhor ponto de colheita e repouso dos frutos antes da extração e do beneficiamento das sementes.

1.9. Testes de Vigor em Sementes de Hortaliças

Os resultados de testes de vigor indicam quais os lotes com maior potencial para apresentar melhor desempenho em campo, na produção de mudas em bandejas ou durante o armazenamento, se as condições ambientais se desviarem das mais favoráveis.

Alguns testes de vigor simulam as condições de campo ou da casa de vegetação dentro ou fora do laboratório, como podemos citar: o teste de frio, velocidade ou porcentagem de emergência das plântulas, peso da matéria seca, crescimento das plântulas e teste de aquecimento para ervilha.

Para verificar diferenças de vigor em lotes de sementes de hortaliças, muitas empresas de sementes têm realizado testes de emergência em substrato sob condições de casa de vegetação, obtendo assim resultados mais próximos daqueles obtidos pelo produtor de mudas.

Outros métodos, no laboratório, procuram correlacionar seus resultados com o comportamento das plântulas em campo, com a resistência das sementes às condições de armazenamento, com o desenvolvimento das plântulas etc. Dentre estes testes podemos citar:

- Testes de resistência:
 - **Envelhecimento Acelerado:** sementes são expostas à temperatura e umidade relativa de 100% (água) ou de 76% (solução saturada de sal). O período de exposição e a temperatura são variáveis em função da espécie. A avaliação baseia-se no teste de germinação, com avaliação no dia indicado para a primeira contagem desse teste para a espécie em análise. O resultado é indicado em porcentagem de plântulas normais.
 - **De Frio:** sementes são expostas à temperatura baixa (geralmente, 10°C) e umidade alta. O período de exposição pode variar em função da espécie. A avaliação baseia-se no teste de germinação ou de emergência da plântula, o momento de avaliação é variável em função da espécie. O resultado é indicado em porcentagem de plântulas emersas.

- ❑ **Deterioração Controlada:** sementes, previamente umedecidas, são expostas à temperatura e umidade relativa altas. O período de exposição e a temperatura são variáveis em função da espécie. A avaliação baseia-se no teste de germinação, com avaliação no dia indicado para a primeira contagem desse teste para a espécie em análise. O resultado é indicado em porcentagem de plântulas normais.
- Testes bioquímicos:
 - ❑ **Condutividade Elétrica:** sementes previamente pesadas, são imersas em água destilada. O número de sementes, o tempo de imersão em água e a temperatura são variáveis em função da espécie. A avaliação é por meio da determinação da quantidade de lixiviados liberados pelas sementes. O resultado é indicado em $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$.
 - ❑ **Tetrazólio:** sementes são hidratadas em água e imersas em solução de tetrazólio (algumas sementes são seccionadas ou o tegumento é retirado para a absorção da solução de tetrazólio). Os períodos de hidratação e de imersão na solução de tetrazólio e as temperaturas de hidratação e de imersão das sementes são variáveis em função da espécie. A avaliação baseia-se nas características dos tecidos essenciais da semente. O resultado é indicado em porcentagem e, geralmente, as sementes são classificadas em: viáveis e vigorosas, viáveis e não vigorosas e não viáveis.
- Testes fisiológicos:
 - ❑ **Baseados na Avaliação dos Processos de Germinação da Semente e de Desenvolvimento da Plântula:** quantidade e velocidade de germinação; comprimento da plântula e, ou, de suas partes; massa de matéria seca; classificação do vigor da plântula.

A avaliação baseia-se no teste de germinação, com avaliação no dia indicado para a primeira contagem da desse teste para a espécie em análise. Os resultados são indicados em porcentagem de plântulas normais, índice e medidas de massa e de comprimento. Esses testes podem ser utilizados para qualquer espécie de semente, pois não exigem condições especiais para a execução. A avaliação de alguns desses testes pode ser efetuada também com o auxílio de técnicas de Análise de Imagens.

2. Referências Bibliográficas

- ANDRADE, R.N.; FORMOSO, A. Análise de sementes de hortaliças. *Palestras. Encontro sobre produção e qualidade de sementes de hortaliças*. Brasília, DF. p.113-123. 1991.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília, 1992, 365p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes – Ciência, tecnologia e produção*. Campinas, Fundação Cargill. 1983. 429p.
- FORMOSO, A.; ANDRADE, R.N. Qualidade de sementes de hortaliças. *Palestras. Encontro de hortaliças da região Sul*. Santa Maria, RS. p.73-80, 1988.
- ISTA, International seed testing Association. *Regras internacionais para análise de sementes*, Zurich: seed science and technology, 1996. 335p. (Supplement, 24).
- DELOUCHE, J.C. Germinação, deterioração e vigor da semente. *SeeNews*, novembro/dezembro, v.6, n.6, 2002.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. *Vigor em sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999, 218p.
- LUZ, M.L. Medidores de Umidade. *SeedNews*, Janeiro/Fevereiro, v.6, n.1, 2002.
- MACHADO, J.C. Patologia de sementes. *Fundamentos e aplicações*. Brasília, MEC/ESAL/FAEPE. 1988. 107p.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. da. *Avaliação da qualidade das sementes*. Piracicaba: ESALQ, 1987. 230p.

