

CORRELAÇÃO ENTRE TESTES DE VIGOR EM SEMENTES DE CENOURA ARMAZENADAS POR DIFERENTES PERÍODOS

ROSA NELI B. de ANDRADE¹, DORA SUELI B. dos SANTOS², BENEDITO G. dos SANTOS FILHO³, VERA D.C. MELLO⁴

RESUMO – Sementes de cenoura (*Daucus carota* L.), cv. Brasília, durante 4 anos consecutivos, foram coletadas, beneficiadas, analisadas quanto ao grau de umidade e ao poder germinativo e posteriormente armazenadas com 6% de umidade, (15°C, 45% de umidade relativa). Os lotes de sementes foram avaliados através dos testes de germinação e vigor (emergência a campo, envelhecimento precoce por períodos de 24, 48 e 72 horas e condutividade elétrica após meia hora e 4 horas de lixiviação de soluto). Este trabalho discute procedimentos para os testes de germinação e vigor os quais mostram associações significativas com alguns parâmetros de vigor e podem ser adotados como métodos alternativos. O teste de germinação conduzido com papel toalha em rolo, como forma de substrato e com avaliação no 4º dia, apresentou correlação significativa com os testes de emergência a campo, envelhecimento precoce e condutividade elétrica. Correlações significativas também foram observadas entre: envelhecimento precoce 48 horas e condutividade elétrica meia hora ($r = 0,97$); emergência a campo e envelhecimento precoce - 72 horas ($r = 0,83$). O teste de condutividade elétrica é o mais indicado para estimar o vigor devido à facilidade de execução, objetividade e rapidez para a sua realização.

Palavras-chave: semente de cenoura, vigor de semente, tecnologia de semente.

CORRELATION AMONG VIGOR TESTS ON CARROT SEED FOR DIFFERENT PERIODS

ABSTRACT – Carrot seeds lots (*Daucus carota* L.) cultivar Brasília were collected during four consecutive years processed, analyzed, for the moisture content and germinability. Thereafter seeds were stored with 6% moisture content at 15°C and 45% of relative humidity. The seed quality was evaluated by germination and vigor tests. (field emergence, accelerated ageing for a period of 24, 48 and 72 hours and electrical conductivity an half hour and 4 hours of solutes leaching). This paper discusses some procedure for germination and vigor tests, which could be adopted as alternative methods. The germination test using the rolled towels as substrate and evaluated at the 4th day shows significant correlation with field emergence and electrical conductivity. Significant levels of correlation were also observed among accelerated ageing 48 hours and electrical conductivity an half hour ($r = 0,97$); field emergence and accelerated ageing 72 hours. ($r = 0,83$). The electrical conductivity test is most indicated to estimation of seed vigor due to the practical use, objectivity and rapidity for its performance.

Key words: carrot seed, seed vigor, seed technology

INTRODUÇÃO

As propriedades da semente que determinam seu potencial para a emergência no campo, rápida e uniforme, em condições ambientais variadas, têm sido definidas como vigor (CANTLIFFE, 1981). A emergência rápida constitui um fenômeno de escape das plantas às condições adversas de clima, solo, ao ataque de patógenos e à competição com espécies invasoras (HALMER e BEWLEY, 1984; TOMER e MAGUIRE, 1990).

No caso de sementes de espécies olerícolas, a uniformidade na emergência é de grande im-

portância devido ao alto custo das sementes e a mão de obra exigida durante o seu cultivo (GLOBIRSON, 1981). Na cultura da alface, a desuniformidade na emergência resulta em sucessivas colheitas, aumento de mão-de-obra e irregularidade de tamanho do produto comercial (GRAY, 1976; WURR e FELLOUS, 1983).

As condições ambientais irão determinar o vigor de um lote de sementes, primeiro durante o seu desenvolvimento, e posteriormente, durante o beneficiamento e o armazenamento. As informações acerca da influência destas condições na qualidade fisiológica das sementes têm sido avaliadas principalmente, através do teste de germinação. Segundo TOMER e MAGUIRE (1990), em sementes de trigo, quando as condições ambientais são favoráveis, a emergência no campo apresenta uma boa correlação com este teste; entretanto quando são adversas, as sementes de baixo vigor são mais sensíveis que as de alto vigor.

Em várias espécies têm sido observado que

1. Biól., M. Sc – FEPAGRO, Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS

2. Biól., Dra – Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, 96001-070 Pelotas, RS

3. Engº Agrº, Dr. – Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, 96001-070 Pelotas, RS

4. Engº Agrº, M. Sc. – Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, 96001-070 Pelotas, RS

Recebido para publicação em 06/03/1995.

as sementes podem apresentar problemas durante o desenvolvimento, mesmo quando possuem alta germinação inicial, evidenciando que é durante a fase de crescimento das plântulas que as diferenças de vigor se manifestam de forma mais acentuada (HALMER e BEWLEY, 1984). Pequenas diferenças nos resultados do teste de germinação podem não ser entendidas como uma diferença significativa entre os lotes de sementes, entretanto, o mesmo não acontece quando se utiliza testes de vigor. Segundo ELLIS e ROBERTS (1980), uma pequena diferença na queda do vigor representa uma grande diferença no processo de deterioração. O nível de vigor pode indicar o começo de um processo deteriorativo e determinar sua extensão (TOMER e MAGUIRE, 1990).

Nos últimos dez anos, as atividades de pesquisa em análise de sementes têm conduzido estudos permanentes no estabelecimento de procedimentos para os testes de vigor, com ênfase para espécies de grandes culturas. Esta pode ser a principal causa da carência de informações específicas quanto aos procedimentos analíticos para o estabelecimento de testes de vigor em espécies olerícolas.

Testes de referências têm demonstrado alguns problemas na reprodutibilidade dos resultados. MELLO e TILLMANN (1987) revisaram as condições do teste de envelhecimento precoce aplicado em sementes de arroz, feijão e soja. A desuniformidade encontrada nas recomendações de cada uma das espécies estudadas mostra a dificuldade para a reprodução dos resultados. Segundo as autoras, este fato restringe a sua utilização e torna difícil até o momento da sua padronização. Os resultados deste levantamento vêm ao encontro com as idéias de HAMPTON e COOLBEAR (1990), de que, cada laboratório de sementes deve avaliar a aplicabilidade dos testes de vigor para suas cultivares e condições locais, e sugerem que os estudos devem ser concentrados numa menor quantidade de testes sem visar a padronização internacional.

Testes rápidos, seguros e reproduzíveis têm sido pesquisados pelo Comitê de Vigor da Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes – ABRATES e pelo Comitê International Seed Testing Association – ISTA. Um dos objetivos do Comitê de Vigor da ABRATES é o de avaliar vários testes através de diferentes metodologias e de padronizar alguns destes (MELLO e TILLMANN, 1987).

Alguns, dos testes recomendados pelo Manual da Associação Oficial de Análise de Sementes (Association Official Seed Analysts – AOSA, 1986) são de fácil execução e podem ser considerados como uma extensão das atividades de rotina no laboratório de análise de sementes, desde que sejam determinados procedimentos para as espécies e cultivares locais, fato já considerado por outros pesquisadores. Dos oito testes recomendados pelo manual da OASA, resultado de 40 anos de pesquisa e debates, somente o teste de condutividade elétrica em sementes de ervilha tem condições de ser aceito universalmente. Este teste tem sido usado como rotina em vários laboratórios de análise de semente na Alemanha e Inglaterra, conduzido paralelamente com o de germinação. Para HAMPTON e COOLBEAR (1990), os testes de condutividade elétrica e o de envelhecimento precoce, combinados entre si, parecem ser os mais promissores para estudos futuros.

Em trabalhos conduzidos por BLADON e BIDDLE (1992), durante 3 anos, foram observadas correlações significativas entre os testes de condutividade elétrica e o de germinação. O teste de condutividade elétrica foi o que melhor se correlacionou com a emergência a campo no ano de 1988, entretanto, nos anos de 1989 e 1990, foi o teste de germinação que apresentou maior nível de correlação. Isto mostra que, independentemente do grau de correlação, outros fatores podem interferir no desempenho da cultura em condições de campo, entretanto, esses resultados não invalidam a capacidade de alguns testes em estimar a qualidade de um lote, desde que se tenha consciência de sua relatividade. CHING (1973), expressa muito bem o significado dessa relatividade, “o vigor é uma característica das sementes que envolve muitos fatores endógenos e inúmeras influências exógenas”.

Esta pesquisa objetivou avaliar a qualidade fisiológica de lotes de sementes de cenoura armazenados nas mesmas condições por diferentes períodos, através de procedimentos analíticos adotados nos testes de germinação e vigor e determinar o nível de correlação entre os mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida no Laboratório de Tecnologia de Sementes – LTS da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO, Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Botânica do Instituto de

Biologia da Universidade Federal de Pelotas e na propriedade particular do Sr. Antônio Mucrecia, no município de Rio Grande-RS, no período de 1989 a 1993.

Obtenção do material experimental: O trabalho foi realizado com sete lotes de sementes de cenoura (*Daucus carota L.*), cultivar Brasília, fornecidos por produtores comerciais do município de Bagé-RS, coletados nos meses de dezembro de 1989 a 1993. Apenas para o lote 7 foi feito o acompanhamento desde a semeadura até a colheita, realizando-se também todas as operações de secagem e de beneficiamento. Após a colheita do lote 7, as umbelas foram acondicionadas em sacos de rafia, em condições protegida e aerada por um período de 7 dias. Nessas condições, o conteúdo de umidade das sementes foi reduzido de 19% para 12% ($\pm 2\%$). Após esse período, as sementes foram retiradas das umbelas, limpas e colocadas sobre uma lona de tecido ao sol, no intervalo entre 10 e 15 horas, durante 4 dias. A seguir as sementes foram avaliadas quanto ao grau de umidade e armazenadas em câmara seca (15°C e 45% de umidade relativa-ur) até serem realizadas as demais avaliações. O conteúdo de umidade das sementes armazenadas permaneceu em torno de 6,0% a 6,5%. A partir do mês de julho de 1992, foram realizados todos os testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, excetuando o lote 7, recém-colhido, que foi avaliado em janeiro de 1993.

Avaliação da qualidade física e fisiológica das sementes: A análise de pureza e o peso de 1000 sementes foram determinados de acordo com as Regras para Análise de Sementes-RAS (BRASIL, 1993).

Para a determinação do grau de umidade foram tomadas amostras de 10 gramas, as quais foram homogeneizadas em um divisor de "solo", separadas em 2 repetições que foram acondicionadas em cápsulas metálicas, previamente pesadas e colocadas para secar em estufa a 105°C (± 3) por 24 horas. O grau de umidade foi determinado com base no peso úmido.

Teste de Germinação (G): O teste de germinação foi conduzido em substrato de rolo de papel "Germitest", com duas folhas de base e uma de cobertura, previamente umedecida com água destilada na proporção de uma vez o peso do papel para duas porções de água. Utilizou-se 8 repetições estatísticas, sendo que cada repetição constou de 2 unidades experimentais de 25 sementes as quais foram distribuídas equidis-

tantes no substrato. Além das contagens prescritas pelas regras nacionais de análise de Sementes (BRASIL, 1993) e internacionais (International Seed Testing Association - ISTA, 1985) no 7º e 14º dia, também foi realizada uma avaliação no 4º dia.

Teste de Envelhecimento Precoce (E.P.): Amostras de 30 gramas de sementes foram colocadas em câmara seca (15°C e 45% de UR) para uniformização do grau de umidade por um período de 48 horas, após este período as sementes atingiram um grau de umidade entre 9,0 e 9,7%. Oito repetições de 6,0 gramas foram condicionadas em sacos de náilon, marca "Volta-ao-Mundo", medindo 12cm x 6cm. As embalagens contendo as sementes foram suspensas em um suporte metálico e colocados no interior da câmara de envelhecimento a $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e 100% UR. Ao final dos períodos de 24, 48, e 72 horas de envelhecimento, parte das sementes foram submetidas ao teste de germinação conduzido em rolo de papel, com avaliação no 7º dia e a temperatura de 25°C e o restante das sementes foi dividida em duas repetições para determinação do grau de umidade.

Teste de Condutividade Elétrica (C.E.): Oito repetições de 25 sementes, com umidade entre 9,0 e 9,7% foram pesadas e colocadas para embeber em 75 ml de água deionizada a 20°C , durante meia hora e 4 horas. A condutividade elétrica foi medida em condutivímetro DIGI-MED-CD-21 e os resultados foram expressos em microsiemens/cm por grama de sementes ($\mu\text{s/cm/g}$ de semente), conforme metodologia descrita por ANDRADE et al. (1993).

Teste de Emergência a Campo (E.C.): Oito repetições de 100 sementes foram semeadas em condições de campo, na segunda semana do mês de abril de 1992 em uma propriedade particular localizada no município de Rio Grande-RS. A profundidade de semeadura foi de 2cm e os espaçamentos foram de 2 cm na linha e 5cm entre linhas. As plântulas emergidas foram avaliadas aos 21 dias após a semeadura.

Análise Estatística: O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Para análise do teste de envelhecimento precoce utilizou-se um arranjo fatorial 7 x 4 (sete lotes x quatro períodos de envelhecimento precoce) e para avaliar efeito dos períodos de envelhecimento, aplicou-se a análise de regressão polinomial. Os dados obtidos, em cada teste, foram analisados através da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de DMS - Tukey,

ao nível de 1% e 5%. O grau de associação entre os resultados das variáveis obtidas em cada teste foi analisado através da técnica de correlação simples. Todos os valores percentuais foram transformados segundo LOG (x+100), com exceção daqueles apresentados na Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as características físicas e fisiológicas das sementes de cenoura, logo após a colheita. De um modo geral, os lotes apresentaram um percentual elevado de germinação, considerando o padrão mínimo (65%) estabelecido pela Portaria nº 439, do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1988), para a comercialização desta espécie.

Teste de germinação: Na tabela 2, observa-se que lotes de mesma idade (1 e 2, com 30 meses de armazenamento; 5 e 6 com 6 meses) mostraram diferenças quanto à percentagem média de germinação nos três períodos de avaliação: 4º, 7º, 14º dia. Esses resultados estão de acordo com as citações de POPINIGIS (1985) com relação às características do processo de deterioração, mais precisamente com respeito à variabilidade de respostas que ocorrem entre lotes de mesma espécie, armazenadas por períodos e condições iguais. Segundo o autor, a velocidade de deterioração varia entre lotes de sementes da mesma espécie e cultivar, armazenadas sob as mesmas condições. Diferentes lotes de sementes da mesma espécie e cultivar podem apresentar diferenças na velocidade da dete-

TABELA 1 – Caracterização da qualidade física e fisiológica de lotes de sementes de cenoura logo após a colheita (Dados não transformados)

CARACTERÍSTICAS	LOTES						
	1	2	3	4	5	6	7
Armazenamento (meses)	30	30	18	18	6	6	0
Ano de colheita	1989	1989	1990	1990	1991	1991	1992
Grau de Umidade (%)	6,0	6,3	6,1	6,7	6,3	6,5	7,5
Pureza física (%)	99,5	98,3	96,8	87,0	92,5	94,4	98,5
Germinação (%)	89,0	83,0	89,0	88,0	85,0	87,0	95,0
Peso (g) de 1.000 sementes	1,69	1,85	1,39	1,65	1,63	1,95	2,70

rioração, dependendo do que aconteceu a cada lote, anteriormente ao armazenamento.

Conjuntamente com o teste de germinação, conduziu-se avaliações diárias. As diferenças entre os lotes com relação à percentagem de germinação, é detectável a partir do 3º dia de germinação das sementes até o 5º dia, sendo que no 4º, as estruturas que caracterizam uma plântula normal se apresentam melhor definidas.

Esses resultados confirmam as observações de GRAY et al. (1991), quando afirmam que as maiores diferenças na germinação são detectadas nos primeiros estádios de desenvolvimento.

Para as três contagens de germinação, 4º, 7º e 14º dia, apenas os lotes 6 e 7 mostraram resultados equivalentes, o que pode ser atribuído à pouca idade das sementes. Para os demais lotes, os resultados das avaliações realizadas no 7º e 14º dia foram equivalentes, mas significativamente diferente daqueles obtidos nas contagens realizadas no 4º dia, indicando haver interação entre os fatores idade e velocidade de germinação para os lotes 1, 2, 3, 4 e 5.

No geral, a contagem no 4º dia apresentou-

se como um indicador da qualidade dos lotes. Observa-se que a amplitude entre os valores de germinação, para os três períodos de contagem, foi reduzido progressivamente até que no 14º dia estabilizou-se ou tornou-se um valor constante.

Estes resultados mostram que o teste de germinação, conduzido com algumas modificações, com relação à forma de utilização do substrato e aos períodos de avaliação, pode, além de predizer a qualidade de um lote para uso em condições de ambiente favorável, também estimar o seu vigor ou mostrar diferenças entre lotes, justificando plenamente a realização da primeira contagem no 4º e a segunda no 7º dia para o teste de germinação. Estes resultados são comparáveis aos de GRAY et al. (1991), sugerindo que o período para a realização do teste de germinação prescrito pelas Regras de Análise, para sementes de cenoura, necessita ser revisado. As Regras de Análise de Semente editadas em 1980 e as internacionais em 1985 apresentam diferentes recomendações quanto ao período de duração do teste de germinação para sementes de cenoura. As RAS nacionais (BRASIL, 1980),

TABELA 2 – Porcentagem média de plântulas normais observadas no teste de germinação e emergência a campo em lotes de sementes de cenoura, armazenados nas mesmas condições por diferentes períodos

TESTE DE GERMINAÇÃO							
DIAS DE CONTA- GEM	LOTES						
	1	2	3	4	5	6	7
4	34 eB	50 dB	57 cB	56 cB	51 dB	64 bA	74 aA
7	51 cA	61 bA	67 bA	62 bA	58 cA	67 bA	75 aA
14	51 dA	62 bA	67 bA	62 bA	59 cA	68 bA	77 aA
EMERGÊNCIA A CAMPO							
DIAS DE CONTA- GEM	LOTES						
	1	2	3	4	5	6	7
21	18f	25e	28dc	30cd	33c	45b	68a

Nas colunas, as médias seguidas por letras maiúsculas e nas linhas, as médias seguidas por letras minúsculas não diferem significativamente entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

recomendam que a primeira contagem do teste de germinação seja realizada no 6º dia e a segunda, no 21º, enquanto que as RAS internacionais (ISTA, 1985) prescrevem o 7º e o 14º dia para a primeira e segunda contagens, respectivamente. As Regras para Análise de Sementes (1993) que foram revisadas e atualizadas, prescrevem o 7º e o 14º dia para as avaliações do teste de germinação para esta espécie, mas não recomendam o rolo de papel como forma de substrato. Entretanto, pesquisas realizadas com sementes de *Allium cepa* (ANTONIOLLI et al., 1986) e *Pennicetum americanum* (GIARETTA et al., 1983) demonstram as inúmeras vantagens na utilização desta forma de substrato. Segundo as autoras, o uso de papel toalha em rolo se apresenta como um método alternativo e vantajoso para realizar o teste de germinação, porque proporciona melhor desenvolvimento das plântulas, menor contaminação entre elas e facilita a visualização das estruturas, fatos que também foram comprovados nesta pesquisa.

Outro aspecto é com relação ao padrão mínimo de germinação de 65%, estabelecido para a comercialização dessa espécie em função de sua baixa qualidade (BRASIL, 1988). Em levantamentos prévios, na Seção de Tecnologia de Sementes da FEPAGRO, verificou-se que os lotes de sementes de cenoura analisados nos últimos dez anos apresentavam germinação em torno de 80% na ocasião de sua avaliação. Estes resultados concordam com as observações de LIBERAL (1976), de que a qualidade fisiológica das sementes de cenoura tem melhorado gradativamente. Já nesta época, a autora constatou que 68,3% das amostras analisadas apresentavam poder germinativo superior a 70%.

Emergência a Campo: Nas condições do Estado do Rio Grande do Sul, região Sul, a semeadura é realizada entre os meses de dezembro e março, quando as temperaturas do solo se apresentam elevadas, em torno de 28°C durante o dia. Para atingir uma elevada germinação, a semente de cenoura exige que a temperatura do solo esteja em torno de 25 a 30°C (YAMAGUCHI, 1983). O fato desse experimento ter sido conduzido no mês de abril, quando a temperatura do solo se apresentava mais baixa, em torno de 15°C, pode ser uma das causas da baixa emergência observada, mesmo nos lotes de alto vigor (Tabela 2).

Nas pesquisas em geral, a emergência a campo vem sendo conduzida sob condições que diferem daquelas adotadas para fins comerciais com relação à densidade e profundidade de semeadura. Em lavouras comerciais, que visam à produção de raízes, a semeadura é mecânica ou a lanço sobre sulcos com uma profundidade que varia entre 0 e 5cm e a densidade entre 4 e 6g/m².

Em semeaduras comerciais são usadas altas densidades, visando à produção de raízes no tempo mínimo. Nessas condições, somente as sementes mais vigorosas originarão plântulas capazes de vencer a competição, desenvolvendo mais o sistema radicular do que a parte aérea. Enquanto que, em cultivos conduzidos com baixa densidade, como o realizado no teste de emergência, as exigências quanto à qualidade das sementes podem ser menores, já que são compensadas pela ausência da competição tanto ao nível por radiação luminosa quanto por nutrientes presentes no solo.

O teste de emergência a campo, da forma como vem sendo conduzido, muitas vezes se

assemelha ao de germinação em solo, comumente utilizado em laboratórios, diferindo com relação às condições de fotoperíodo e temperatura. Para que o mesmo possa apresentar uma melhor correlação com o desempenho da cultura em condições adversas no campo, alguns aspectos com relação à densidade, espaçamento e profundidade de semeadura bem como as condições climáticas durante o teste necessitam ser observados.

Assim, a emergência a campo poderá melhor estimar o desempenho da cultura em condições variadas no campo, se conduzida conforme os métodos adotados para a obtenção do produto comercial.

Teste de Envelhecimento Precoce: Os valores médios de germinação, para os 4 níveis de envelhecimento precoce, bem como o grau de umidade atingido nos respectivos períodos, dos 7 lotes de sementes de cenoura, são apresentadas na Tabela 3.

Em média o grau de umidade inicial para cada lote foi estabelecido em torno de 9%, apresentando um acréscimo de 14%, 17,1% e 21%, para os períodos de 24, 48 e 72 horas respectivamente. A suscetibilidade ao teste de envelhecimento precoce cresce na medida em que aumenta o grau de umidade e a idade das sementes.

Segundo MATTEWS (1985), no teste de envelhecimento precoce, inicialmente ocorre um declínio na percentagem de germinação das se-

mentes, seguida da redução do tamanho das plântulas e por último, o aumento da incidência de plântulas anormais. Nessa pesquisa, observou-se que estas etapas ocorrem em sementes de cenoura, mas que dependem do período de exposição e varia com a idade dos lotes. Inclusive no lote 7, foi observada ocorrência de plântulas anormais, sem a parte aérea, para os períodos entre 24 e 72 horas de envelhecimento, enquanto que para os demais lotes, isso não foi constatado e sim uma alta percentagem de sementes mortas.

De acordo com a revisão de MARCOS FILHO (1992), para as espécies em geral, esta situação pode ser explicada por uma atuação mais drástica dos fatores adversos sobre as sementes mais fracas de cada lote, associada a intensidade de estresse que a espécie pode suportar.

Nos resultados apresentados na Tabela 3, observa-se que as diferenças entre os lotes diminui à medida que se prolonga o período de envelhecimento precoce. O nível de deterioração atingido varia entre os mesmos em função da idade das sementes e do grau de suscetibilidade às condições adversas.

Nos lotes 1 e 2, o período de exposição das sementes apresentou maior associação com as características de cada lote, do que com a idade das sementes, mostrando que, lotes de mesma idade e armazenados nas mesmas condições, podem apresentar respostas diferenciadas. Daí

TABELA 3 – Valores de germinação, grau de umidade e dos coeficientes de variação (CV%), determinação (R^2) e de regressão (CR) para o teste de envelhecimento precoce, em sementes de cenoura, armazenadas por diferentes períodos de armazenamento

LOTES	PERÍODOS DE ENVELHECIMENTO PRECOCE (HORAS)				COEFICIENTES		
	0	24	48	72			
	UMIDADE (%)						
	9,3	23,3	27,1	30,3	CV%	R ²	CR
1	51dA	7dB	0dC	0eC	15,6	0,94	-4,40
2	62bcA	42cB	31cC	0eD	7,3	0,98	-1,06
3	66bA	51bB	37bC	0eD	5,1	0,98	-1,16
4	62bcA	41cB	36bC	8dD	7,8	0,95	-0,97
5	59cA	52bB	44aC	28cD	12,2	0,95	-0,68
6	68bA	51bB	43aC	16bD	5,6	0,96	-1,02
7	77aA	66aB	45aC	39aD	3,1	0,94	-0,81

Nas colunas, as médias seguidas da mesma letra minúscula e nas linhas, as médias seguidas da mesma letra maiúscula, não diferem entre si significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

a importância de se considerar além do genôma e procedimentos adotados durante as operações de colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento; os fatores ambientais que ocorrem durante o seu desenvolvimento.

O Comitê de Pesquisa da Association Official Seed Analysts (AOSA, 1986), realizou um levantamento dos testes de vigor mais utili-

zados para sementes de hortaliças, nos Estados Unidos. Para cenoura foi apresentado o teste de envelhecimento precoce, por um período de 72 horas a 41°C, como sugestão. Esses resultados demonstram que para a cultivar Brasília, o período sugerido pelo referido Comitê, foi muito drástico para os lotes armazenados por mais de 12 meses (1, 2, 3 e 4). Provavelmente este perío-

odo não possa ser adotado para todas as situações, devido às variações entre os materiais usados nos diferentes trabalhos, ou na metodologia utilizada tais como: idade e/ou grau de umidade das sementes; diferenças entre as câmaras de vigor ou a combinação entre esses e outros fatores.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados da análise de regressão, a qual permitiu estimar as reduções na germinação dos lotes, para os períodos compreendidos entre os limites de 0 a 72 horas de envelhecimento.

Para os períodos de envelhecimento precoce foi determinado o coeficiente de regressão para cada lote. Os lotes 1, 2, 3, 4 e 6 mostraram os maiores valores do coeficiente de regressão, indicando que a queda na germinação foi maior em função dos períodos de envelhecimento e da idade das sementes, enquanto que, os lotes 5 e 7 apresentaram os menores valores de coeficiente de regressão. Os valores de regressão indicam o grau de suscetibilidade dos lotes ao teste de envelhecimento precoce, e a estes podem ser associados os níveis de vigor.

Segundo MARCOS FILHO (1992), não há ainda consenso, entre os pesquisadores, quanto ao período de envelhecimento precoce mais adequado para sementes de várias espécies, apesar de inúmeros estudos terem sido conduzidos. Há também carência de informações para várias espécies de importância econômica.

Teste de Condutividade Elétrica: Os valores de condutividade elétrica dos solutos lixiviados nos lotes de sementes de cenoura apresentados, na Tabela 4, são provenientes de duas leituras realizadas após meia hora e 4 horas de embebição.

A velocidade de lixiviação de solutos foi mais rápida após meia hora de embebição, apresentando uma média geral de 233 $\mu\text{s/cm/g}$ de semente comparado com 335 $\mu\text{s/cm/g}$ de semente após 4 horas. Resultados semelhantes foram relatados por SIMON e MILLS (1985) para sementes de ervilha, quanto à velocidade do processo de lixiviação.

A lixiviação de solutos para os dois perío-

dos considerados, apresentaram variações, cuja significância aumentou com a idade das sementes e em função do grau de deterioração.

Segundo SIMON e MATHAVA (1986), a cenoura pertence ao grupo de sementes que completam o período de embebição e de lixiviação em 1 hora, entretanto, ANDRADE et al. (1993) verificaram que a lixiviação de solutos, para a mesma espécie, se prolonga por 24 horas.

Tomando como base os estudos realizados por ABDUL-BAKI e ANDERSON (1973) e CHING (1973), sobre os aspectos bioquímicos do vigor e sua relação com as mudanças que ocorrem a nível de organelas e membranas, os resultados podem ser melhor interpretados. A ocorrência dos baixos valores de solutos lixiviados pode estar associada a melhor condição de integridade das membranas, enquanto que para os valores altos, estes estariam relacionados com as mudanças na permeabilidade das membranas de uma ou mais organelas, acarretando a redução do vigor das sementes.

De um modo geral, os resultados do teste de condutividade elétrica apresentaram correlação negativa com os de germinação, isto é, aos maiores valores de lixiviação de solutos corresponderam os menores de germinação, mostrando ser este teste um bom parâmetro para avaliar a germinação.

Comparando os resultados de germinação aos 4 dias, apresentados na Tabela 2 com os de condutividade elétrica por 4 horas de embebição, entre os lotes 6 e 3; 4 e 2, verifica-se que há equivalência para os valores de germinação e diferenças significativas para os de condutividade. Assim que os resultados do teste de condutividade elétrica mostraram uma melhor relação com o nível de deterioração das sementes que o teste de germinação, considerando a diferença de idade dos lotes.

Embora os resultados alcançados demonstrem que há correlação significativa, entre os períodos de embebição e diferenças entre as médias dos lotes, estas podem estar associadas com o grau de deterioração, em função da idade das sementes e/ou das características do lote.

TABELA 4 – Valores Médios de lixiviação de solutos nos períodos de 1/2 hora e 4 horas em lotes de sementes de cenoura com diferentes períodos de armazenamento. ($\mu\text{s/cm/g}$ de semente)

HORAS DE EMBEBIÇÃO	LOTES							Média
	1	2	3	4	5	6	7	
0,5	409a	263b	215c	257b	163d	178d	149e	233
4	586a	541b	286c	291c	256c	196d	190d	335

Nas linhas, as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Entretanto, há necessidade de se definir uma faixa de valores que delimitem os diferentes níveis de vigor.

Análise de Correlação: Todas as variáveis foram correlacionadas entre si nesta análise. O grau de associação entre elas, em cada teste, indica as melhores perspectivas de sua adoção (Tabela 5).

Em função do número de repetições, esse estudo considerou o coeficiente de correlação, mínimo significativo para $p < 5\%$, o valor de 0,70 e de 0,83 para $p < 1\%$.

Correlações significativas foram observadas entre os valores de germinação do 4º e o 14º dia com os demais testes, entretanto, o 4º dia apresentou maior nível de significância do que a avaliação realizada no 14º dia. Estes resultados indicam que a avaliação do teste de germinação no 4º dia, caracterizou melhor os níveis de vigor dos lotes do que a realização da primeira contagem no 7º dia. Além disso, a contagem de germinação no 7º dia e no 14º dia mostraram uma associação altamente significativa (0,90), indicando que o teste de germinação pode ser realizado com 7 dias sem prejuízo significativo de subestimar os resultados dos lotes considerados.

Para as combinações dos períodos de envelhecimento precoce foi observada a maior correlação entre os períodos de 24 e 48 horas (0,93) e estes se correlacionaram significativamente com o teste de condutividade elétrica com leitura após meia hora e 4 horas de embebição respectivamente. O coeficiente de correlação de 0,97 entre o envelhecimento precoce por 48 horas e o teste de condutividade meia hora de embebição, foi o maior índice observado nesta análise, mostrando que estes dois testes podem ser promissores para

uso em rotina de análise de sementes. HAMPTON e COOLBEAR (1990), fizeram constatações semelhantes para sementes de ervilha.

O teste de emergência a campo mostrou correlação significativa com os dois períodos de envelhecimento precoce, 24 e 72 horas, ao nível de 5% e 1% de significância respectivamente. Os resultados mostraram que o período de 72 horas de envelhecimento, embora seja drástico para os lotes de mais idade, apresentou maior grau de correlação com o teste de emergência a campo. Esta estreita relação entre os dois testes pode ser explicada em função da baixa emergência observada em condições de campo apresentada na Tabela 2. A emergência a campo também foi correlacionada significativamente com o teste de condutividade elétrica meia hora e 4 horas, confirmando mais uma vez, que a condutividade, independente do período de leitura, está entre os testes mais promissores. Além disso, o coeficiente de correlação entre os dois períodos de condutividade elétrica foi de 0,86 indicando correlação significativa entre os dois períodos avaliados, demonstrando que ambos foram eficientes para caracterizar os diferentes níveis de deterioração das sementes.

As associações significativas analisadas nesse trabalho, indicam que alguns testes são mais promissores que outros, em função do grau de correlação existente entre eles e/ou indicam que alguns podem ser usados como alternativa. Entretanto, se forem consideradas as características desejáveis para adoção de um teste de vigor ao nível de rotina de laboratório de sementes, o teste de condutividade parece ser o mais indicado devido à facilidade na execução, objetividade e o tempo necessário para a sua reali-

TABELA 5 – Coeficientes de correlação simples (r) entre as variáveis analisadas nos testes da avaliação da qualidade fisiológica das sementes de cenoura

	G7	G14	EC	EP24	EP48	EP72	CE0,5	CE4
G4	0,80	0,83	0,82	0,88	0,83	0,55	0,83	0,80
G7		0,90	0,67	0,68	0,54	-0,33	-0,57	-0,54
G14			0,71	0,76	0,72	-0,06	-0,71	-0,65
EC				0,76	0,69	0,83	0,71	0,70
EP24					0,93	0,48	-0,96	-0,82
EP48						0,62	0,97	0,88
EP72							0,69	0,57
CE0,5								0,86

$r > 0,70$ e $r < 0,83$ indicam significância para $P = 0,5$

$r > 0,83$ indicam significância para $P = 0,1$

G4, G7 e G14 = germinação no 4º, 7º e 14º dia

EC = emergência a campo aos 21 dias

EP24, EP48 e EP72 = envelhecimento precoce por 24, 48 e 72 horas.

CE 0,5 e CE24 = condutividade elétrica meia hora e 24 horas

zação. Outra alternativa seria o teste de envelhecimento precoce o qual apresentou correlação significativa com o de condutividade.

Não obstante, os resultados obtidos neste trabalho, terem sido bastante significativos e possam ser comparados aos de vários autores citados na revisão da literatura, acredita-se que a escolha do teste vai depender da finalidade da pesquisa, o que é de fundamental importância, para que este possa realmente estimar o desempenho das sementes em condições variadas no campo podendo mostrar reflexos na produtividade. Entende-se que há necessidade de estabelecer-se qual a generalidade de tais resultados, avaliando-se outras cultivares.

CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu avaliar a qualidade fisiológica dos lotes de sementes de cenoura, armazenadas por diferentes períodos e destacar as seguintes conclusões:

- o maior nível de correlação é observado entre os testes de envelhecimento precoce, por um período de 48 horas, e a condutibilidade elétrica dos de solutos após meia hora de embebição;

- o envelhecimento precoce por um período de 72 horas e a germinação avaliada no 4º dia são os testes que apresentam os maiores níveis de correlação com a emergência a campo;

- a avaliação da primeira e segunda contagem do teste de germinação no 4º e 7º dia respectivamente e a utilização do rolo de papel como forma de substrato, possibilitam estimar o vigor no 4º dia e finalizar o teste no 7º dia, reduzindo assim o período para a sua realização;

- o teste de condutividade elétrica é o mais indicado para estimar o vigor devido à facilidade de execução, objetividade e rapidez para sua realização.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ABDUL-BAKI, A. A.; ANDERSON, J. D. Vigor determination in soybean seed multiple criteria. *Crop Science*, Madison, v. 13, p. 630-633, 1973.
- ANDRADE, R. N. B.; IWASAKY, K.; ANDRADE A. P.; SANTOS, D. S. B.; SANTOS FILHO, B. G.; MELLO, V. D. C. Produtividade e qualidade fisiológica das sementes de cenoura cv- TAITC-Original, obtida através do método com e sem poda. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília D. F., v. 15, n. 1, p. 43-48, 1993.
- ANTONIOLLI, Z. I.; GIARETTA, H.; ANDRADE, R. N. B. Alternativa para substrato no teste de germinação de sementes de cebola (*Allium cepa*). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, D. F., v. 8, p. 25-29, 1986.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. *Testing handbook*: contribution. Zurich, 1983, 88 p.
- BLADON, F. L. B.; BIDDLE, A. J. A three-years study of laboratory germination, electrical conductivity and field emergence in combining peas. *Seed Abstracts*, Walbingford, v. 15, n. 8, p. 17, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 439, *Diário Oficial* 29 de agosto de 1988. Brasília, DF, 1988.
- . Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal – Divisão de Sementes e Mudanças. *Regras para a análise de sementes*. Brasília, DF, 1980. 88p.
- . Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal – Divisão de Sementes e Mudanças. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF, 1993. 365p.
- CANTLIFFE, D. J. Vigor in vegetable seed. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 111, p. 219-226, 1981.
- CHING, T. M. Biochemical aspects of seed vigor. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 1, p. 73-88, 1973.
- ELLIS, R. H.; ROBERTS, E. H. Towards a rational basis for testing seed quality. HEBBLETHWAITE, P. D. (Ed.). *Seed Production*. London: Butterworths, 1980. p. 605-635.
- GIARETTA, H.; ANDRADE, R. N. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Alternativa para substrato no teste de germinação de sementes de pasto italiano (*Pennisetum americanum* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 5., p. 145-150, 1983.
- GLOBIRSON, D. The quality of lettuce seed harvested at different times after anthesis. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 9, p. 861-866, 1981.
- GRAY, D. The effect of time to emergence on head weight and variation in head weight at maturity in lettuce (*Lactuca sativa*). *Annals Applied Biology*, Warwickshire, v. 82, p. 569-575, 1976.
- . STECKEL, J. R. A.; DREW, R. L. K.; KEEFE, P. D. The contribution of seed characters to carrot plant and root size variability. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 19, p. 655-664, 1991.
- HALMER, P.; BEWLEY, J. D. A physiological perspective on seed vigor testing. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 12, p. 561-575, 1984.
- HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance, can vigor testing provide an answer. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 18, p. 215-228, 1990.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International Rules for seed Testing proceedings of the International Seed Testing Association. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 13, n. 2, p. 520, 1985.
- LIBERAL, O. H. T. Padrões de germinação em sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) *Revista Semente*, v. 1, n. 2, p. 28-32, 1976.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. IN: CURSO: Testes de Vigor em sementes. FCAV/UNESP/Jaboticabal-São Paulo. p. 45-57. 1992.
- MATTEWS, S. Physiology of seed ageing. *Outlook on Agriculture*, Berkshire, v. 14, p. 89-94, 1985.
- MELLO, V. D. C.; TILLMANN, M. A. A. O teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, DF, v. 9, n. 2, p. 93-102, 1987.
- POPINGIS, F. Fisiologia de sementes. Brasília, DF, Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1985. 228 p.

- SIMMON, E. W.; MILLS L. K. Recent advances in phytochemistry. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 17, p. 7-17, 1985.
- . MATHAVA, S. The time-course of leakage from imbibing seeds of different species. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 14, p. 9-13, 1986.
- TOMER, R. P. S.; MAGUIRE, J. D. Seed vigour studies in wheat. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 18, p. 383-392, 1990.
- WURR, D. C. E.; FELLOUS, J. R. The effect of time of seedling emergence of crisp lettuce on the time of maturity. *Journal of Horticultural Science*, London, v. 58, n. 4, p. 561-566, 1983.

YAMAGUCHI, M. *World vegetables*. University of California, 1983. 415 p.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos em especial à pesquisadora Heloisa C. Sfoggia de Souza pelo apoio e sugestões durante a condução dos testes de envelhecimento precoce.