

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE TOMATE PELO TESTE DE ESTRESSE HÍDRICO¹

SALVADOR BARROS TORRES²

RESUMO - Com o objetivo de estudar a eficiência do teste de estresse hídrico na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate industrial (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cinco lotes da cultivar IPA-5 foram analisados pelos testes de germinação, primeira contagem, de frio sem solo, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência em campo e comprimento das plântulas sob estresse hídrico nos potenciais de 0, -0,2, -0,4 e -0,6 MPa. Os trabalhos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes e no campo experimental do CPATSA, em Petrolina, PE. As determinações foram conduzidas com quatro repetições, em delineamento experimental inteiramente casualizado. Os resultados indicam que o teste de germinação sob estresse hídrico de -0,4 MPa pode ser usado para estimar o desempenho das sementes de tomate em situações desfavoráveis de disponibilidade hídrica no solo.

Termos para indexação: *Lycopersicon esculentum*, polietileno glicol, teste de vigor, sementes, qualidade fisiológica.

EVALUATION OF PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF TOMATO SEEDS BY THE HYDRIC STRESS TEST

ABSTRACT - This work had the objective to test the efficiency of the hydric stress test on the evaluation of the physiological quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds. Five seed lots of the cultivar IPA-5 were analysed by the following tests: germination, first count, cold without soil test, accelerated aging, electrical conductivity, field emergence, and seedling length under hydric stress at 0, -0.2, -0.4 and -0.6 MPa potentials. The trials were carried out at the Seed Lab and experimental fields of CPATSA, Petrolina, PE, Brazil, in a completely randomized design with four replications. The results showed that the germination test conducted at the -0.4 MPa level can be used to estimate the performance of tomato seeds under unfavourable water stress conditions.

Index terms: *Lycopersicon esculentum*, polyethylene glycol, vigor test, seeds, physiological quality.

¹ Aceito para publicação em 2 de junho de 1997.

² Eng. Agr., M.Sc., Embrapa/Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300-000 Petrolina, PE. E-mail: sbtorres@carpa.ciagri.usp.br

INTRODUÇÃO

A qualidade fisiológica é definida como a capacidade das sementes de desempenharem funções vitais, caracterizadas pela germinação, vigor e longe-vidade, rotineiramente avaliada pelo teste de germinação (Popinigis, 1985). Esse teste, porém, não oferece um indicativo confiável da qualidade de um lote para semeadura, pois as condições adotadas em laboratório não são encontradas em campo, causando discrepâncias nos resultados.

A constatação de que o teste de germinação era inadequado para estimar a emergência das plântulas em campo, motivou o desenvolvimento de conceitos de vigor e, conseqüentemente, de novos testes de avaliação com sensibilidade suficiente para estimar com maior precisão a qualidade das sementes, como o teste de frio em milho, e o envelhecimento acelerado, em soja (McDonald, 1975).

Outro teste citado pela Association of Official Seed Analysts (1983) é o de estresse osmótico, cujo método de avaliação fundamenta-se no princípio de que sementes mais vigorosas podem tolerar condições mais severas de estresse hídrico (Hadas, 1977). Segundo El-Sharkawi & Springuel (1977), a taxa de germinação e as emergências tanto da radícula como da plúmula são reduzidas, em condições de estresse de água. De

maneira geral, a redução progressiva do potencial hídrico do substrato provoca decréscimo no comprimento das plântulas e na porcentagem de germinação (Emmerich & Hardegee, 1991; Germu & Naylor, 1991).

O objetivo do presente trabalho foi o de estudar a eficiência do teste de estresse hídrico na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate industrial.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes e no campo experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), em Petrolina, PE, de novembro de 1995 a março de 1996. Foram utilizados cinco lotes de sementes de tomate industrial, cultivar IPA-5, provenientes de produtores dos municípios de Juazeiro, BA, e Petrolina, PE, localizados no Vale do São Francisco.

As sementes foram extraídas manualmente e submetidas a fermentação por três dias, sendo lavadas em água corrente e secadas à sombra (Cavariani et al., 1994). Durante a fase experimental, as sementes permaneceram armazenadas em sacos de papel sob condições controladas (10°C e 35% de umidade relativa). Para avaliar a qualidade fisiológica, as sementes foram submetidas aos seguintes testes:

Teste de germinação: este teste foi conduzido a 20-30°C, com 12 horas de luz na temperatura mais alta. A semeadura foi em papel mata-borrão, com quatro repetições de 50 sementes, seguindo os procedimentos previstos em Brasil (1992).

Primeira contagem de germinação: efetuado com o teste de germinação, determinou-se a porcentagem de plântulas normais no quinto dia após instalação, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Condutividade elétrica: selecionou-se e pesou-se quatro repetições de 25 sementes para cada lote; em seguida, foram imersas em 75 mL de água destilada por 24 horas à temperatura constante de 25°C. A leitura da condutividade elétrica da solução foi realizada em condutivímetro, marca Digimed, modelo CD-21, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}/\text{Sm}/\text{g}$ de sementes (Vieira, 1994).

Envelhecimento acelerado: foram utilizadas 200 sementes por lote, distribuídas sobre bandejas de tela de alumínio, fixadas no interior de caixas de plástico, tipo gerbox, a 42°C e 100% de umidade relativa, por 72 horas (Nascimento et al., 1993). Decorrido esse período, as sementes foram colocadas para germinar, seguindo-se as recomendações para o teste de germinação (Brasil, 1992). A avaliação das plântulas foi realizada cinco dias após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais.

Teste de frio em rolo de papel sem solo: foi conduzido conforme recomendações de Cícero & Vieira (1994), onde quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas em rolos de papel umedecido em quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. Após a semeadura, os rolos foram colocados no interior de sacos de plástico e vedados com fita adesiva, sendo mantidos em câmara regulada a 10°C, durante sete dias. Vencido esse período, os rolos foram retirados dos sacos e transferidos para um germinador à temperatura de 20-30°C, onde permaneceram por cinco dias; a seguir, foi contado o número de plântulas normais (Brasil, 1992).

Emergência das plântulas em campo: o teste foi realizado com quatro repetições de 100 sementes por lote. As sementes, de cada repetição, foram semeadas em canteiros no espaçamento de 1,0 m x 0,20 m e profundidade de 1,5 cm. A leitura foi feita aos 21 dias após a semeadura, computando-se as plântulas emergidas (Tillmann et al., 1994).

Teste de estresse hídrico: foi conduzido em quatro situações de disponibilidade hídrica, utilizando-se os potenciais de 0, -0,2 -0,4 e -0,6 MPa obtidos em soluções aquosas de polietileno glicol (PEG 6.000). O cálculo das quantidades de soluto baseou-se na equação sugerida por Michel & Kaufmann (1973) e Villela et al. (1991). As soluções foram aplicadas sobre papel, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso desse substrato.

Foram utilizadas quatro repetições de dez sementes por lote, semeadas equidistantemente sobre um traço horizontal demarcado no limite do terço superior da folha de papel. A seguir, após a superposição de mais uma folha de papel, o substrato foi enrolado no sentido do comprimento, embalado em sacos de plástico e levado para germinador, regulado à temperatura de 20-30°C, de maneira que as radículas ficassem voltadas para baixo.

O prazo de permanência das sementes em contato com as soluções foi de quatorze dias. No final desse período, foram feitas medições do comprimento total (mm) das plântulas normais presentes na repetição, obtendo-se um índice representado pela divisão do somatório dos comprimentos da população total de plântulas pelo número de sementes colocadas para germinar.

Os dados obtidos em cada teste foram analisados separadamente por meio da análise da variância e, conjuntamente, mediante análise de correlação. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Examinando-se a Tabela 1, observa-se que os testes não foram igualmente sensíveis para distinguir diferenças na qualidade fisiológica entre lotes.

Os testes de germinação, primeira contagem, frio e condutividade elétrica não se correlacionaram com o de emergência em campo, ao contrário do teste de envelhecimento acelerado, que apresentou correlação significativa (Tabela 2).

TABELA 1. Resultados dos testes de germinação, primeira contagem, teste de frio, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e emergência em campo de cinco lotes de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)¹.

Lote	Teste de germinação (%)	Primeira contagem (%)	Teste de frio (%)	Envelhecimento acelerado (%)	Condutividade elétrica (μs/Sm/g)	Emergência em campo (%)
1	89b ¹	68b	82bc	74b	33,168a	87a
2	94ab	85a	91ab	86a	27,559a	91a
3	97a	91a	94a	86a	32,216a	90a
4	94ab	88a	92ab	93a	44,068a	89a
5	80c	69b	79c	68b	39,115a	75b
CV (%)	5,32	5,66	7,49	6,98	28,40	5,05

¹ Médias dentro de cada teste, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

TABELA 2. Coeficiente de correlação simples (r) entre os resultados dos testes de laboratório e o de emergência em campo para sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Teste de laboratório x emergência em campo	r ¹
Germinação	0,3595ns
Primeira contagem	0,2956ns
Teste de frio	0,3946ns
Envelhecimento acelerado	0,5220*
Condutividade elétrica	-0,2045ns

¹ ns = não-significativo; * = significativo a 5%.

Os resultados do teste de germinação foram ligeiramente superiores aos de emergência em campo (Tabela 1). Esse fato deve-se às condições ótimas que, geralmente, conduzem à superestimativa do potencial fisiológico, dando origem a plântulas normais (Johnson & Wax, 1978; Yaklich & Kulik, 1979).

A fim de fornecer informações adicionais ao teste de germinação, têm sido utilizados testes de vigor. Sua escolha deve atender a objetivos específicos, sendo importante a identificação da característica avaliada e sua relação com o comportamento das sementes diante de uma determinada situação. Portanto, é conveniente a obtenção de informações fundamentadas nos resultados de mais de um teste, cujos princípios sejam aplicáveis aos objetivos desejados (Scott & Close, 1976).

Os testes de vigor de primeira contagem, de frio, de envelhecimento acelerado e de emergência em campo indicaram diferenciação de qualidade entre lotes, não ocorrendo o mesmo com o teste de condutividade elétrica. Os lotes 1, 2, 3 e 4 apresentaram desempenho superior ao do lote 5 (Tabela 1). Entre os testes de vigor, o que obteve correlação significativa com a emergência em campo foi o envelhecimento acelerado (Tabela 2). Esse teste é considerado pela International Seed Testing Association (1981), Association of Official Seed Analysts (1983) e Carvalho (1986), como um dos mais importantes na avaliação da qualidade fisiológica de sementes.

A utilidade do teste de envelhecimento acelerado em detectar diferenças na qualidade de sementes foi observada por Kulik & Yaklich (1982) e Caliaro & Marcos Filho (1990). Sua eficiência em refletir o potencial de emergência de plântulas em campo foi relatada por Grabe (1976).

Os resultados do teste de frio variaram de 79 a 94% de plântulas normais (Tabela 1). Esses valores estão de acordo com Grabe (1976), quando salienta que os lotes de qualidade adequada devem apresentar, no mínimo, 70 a 85% de plântulas normais como resultado do teste de frio, que também apresentaram desempenho superior no teste de emergência em campo.

O teste de estresse hídrico (Tabela 3) apresentou resultados diferentes, em função do potencial hídrico a que as sementes foram expostas durante a germinação, onde se observou que à medida em que diminuiu o potencial hídrico, houve redução no comprimento das plântulas. Essa relação entre o potencial hídrico e o comprimento das plântulas corrobora com os resultados de Germu & Naylor (1991) e Emmerich & Hardegree (1991). O maior crescimento das plântulas foi observado no potencial hídrico de 0 MPa; havendo redução progressiva com o decréscimo para -0,2 MPa, -0,4 MPa e -0,6 MPa. Segundo Rogan & Simon (1975) tal redução no comprimento das plântulas está associada ao estresse hídrico, que atrasa a divisão e a alongação celulares. As correlações entre o teste de estresse hídrico a 0 e -0,4 MPa e a emergência em campo foram significativas (Tabela 4).

TABELA 3. Valores médios de comprimento total de plântulas (mm) do teste de estresse hídrico, em cinco lotes de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)¹.

Lote	Potenciais hídricos (MPa)			
	0	-0,2	-0,4	-0,6
1	50,62ab	44,75a	14,75c	0,57ab
2	51,00ab	43,12a	33,00b	0,75a
3	56,37 ^a	51,50a	34,87ab	0,72a
4	50,62ab	41,12a	44,75a	0,25b
5	44,12b	29,25b	9,87c	0,67a
CV (%)	12,12	18,30	25,01	35,68

¹ Médias dentro de cada potencial, seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

TABELA 4. Coeficientes de correlação simples (r) entre os resultados do teste de estresse conduzido em laboratório e a emergência em campo, em sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Testes de laboratório x emergência em campo	r ¹
Estresse hídrico sob 0 MPa	0,5358*
Estresse hídrico sob -0,2 MPa	0,4152ns
Estresse hídrico sob -0,4 MPa	0,4468*
Estresse hídrico sob -0,6 MPa	0,1251ns

¹ ns = não-significativo; * = significativo a 5% de probabilidade.

Segundo Hadas (1977), sementes mais vigorosas têm condições de apresentar melhor desempenho em condições de déficit hídrico, fato constatado nesta pesquisa, até o limite de -0,4 MPa; a partir desse valor, os dados não permitiram interpretações consistentes quanto à avaliação da qualidade fisiológica dos lotes (Tabelas 3 e 4). De modo geral, o decréscimo progressivo no potencial hídrico de 0 para -0,6 MPa ocasionou redução no comprimento das plântulas, o que está em concordância com os estudos de Emmerich & Hardegree (1990), Emmerich & Hardegree (1991) e Germu & Naylor (1991).

O teste de estresse hídrico sob -0,4 MPa apresentou, de modo semelhante ao ocorrido com o teste de envelhecimento acelerado, correlação significativa em relação à emergência em campo (Tabelas 2 e 4), além de apresentar o mais alto coeficiente de correlação com o próprio teste de envelhecimento acelerado (Tabela 5).

No potencial hídrico a -0,6 MPa, o comportamento das sementes não obedeceu à ordem observada nos demais testes de vigor (Tabela 3), talvez em função de o nível de estresse ter sido forte para as sementes na germinação.

TABELA 5. Coeficientes de correlação simples (r) entre os resultados dos testes de laboratório e de campo e o teste de estresse hídrico (-0,4 MPa).

Testes x teste de estresse hídrico (-0,4 MPa)	r ¹
Germinação	0,5807**
Primeira contagem	0,8079**
Frio	0,6447**
Envelhecimento acelerado	0,8102**
Condutividade elétrica	-0,0409ns
Emergência em campo	0,4468*

¹ ns = não-significativo; * = significativo a 5% de probabilidade;

** = significativo a 1% de probabilidade.

CONCLUSÃO

O teste de germinação sob estresse hídrico de -0,4 MPa é indicado para estimar o desempenho das sementes de tomate em situações desfavoráveis de disponibilidade hídrica no solo.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed Vigor Test Committee. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 1983. 88p. (Contribution, 32).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.
- CALIARI, M.F.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.3, p.52--75, 1990.
- CARVALHO, N.M. Vigor de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coords.). **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.207-223.
- CAVARIANI, C.; PIANA, Z.; TILLMANN, M.A.A.; MINAMI, K. Métodos de remoção da mucilagem e qualidade fisiológica de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.15, n.1, p.43-46, 1994.
- CÍCERO, S.M.; VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1994. p.58-62.
- EI-SHARKAWI, H.M.; SPRINGUEL, I. Germination of some crop seeds under reduced water potencial. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.5, p.677-688, 1977.
- EMMERICH, W.E.; HARDEGREE, S.P. Polyethylene glycol solution contact effects on seed germination. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, p.1103-1107, 1990.
- EMMERICH, W.E.; HARDEGREE, S.P. Seed germination in polyethylene glycol solution: effects of filter paper exclusion and water vapor loss. **Crop Science**, Madison, v.31, p.454-458, 1991.
- GERMU, M.; NAYLOR, R.E.L. Effects of low water availability on germination of two sorghum cultivars. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.19, p.373--383, 1991.
- GRABE, D.F. Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, Springfield, v.1, n.2, p.18-31, 1976.
- HADAS, A.A. A suggested method for testing vigor under water stress in simulated arid conditions. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.5, p.519-525, 1977.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. Zurich, 1981. 72p.
- JOHNSON, R.R.; WAX, L.M. Relationship of soybean germination and vigor tests to field performance. **Agronomy Journal**, Madison, v.70, n.2, p.273-278, 1978.

- KULIK, M.M.; YAKLICH, R.W. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of accelerated aging, cold, sand bench and speed of germination tests to field performance. **Crop Science**, Madison, v.22, n.4, p.766-770, 1982.
- McDONALD, M.B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, Lansing, v.65, p.109-139, 1975.
- MICHEL, B.E.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of poliethylene glycol 6.000. **Plant Physiology**, Rockville, v.51, p.914-916, 1973.
- NASCIMENTO, W.M.; BARROS, B.C.G. de; PESSOA, H.B.S.V. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.251-253, 1993.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- ROGAN, P.G.; SIMON, E.W. Root growth and onset of mitosis in germination *Vicia faba*. **New Phytologist**, London, v.74, p.263-265, 1975.
- SCOTT, D.J.; CLOSE, R.C. An assessment of seed factors affecting field emergence of garden pea seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.4, p.287--300, 1976.
- TILLMANN, M.A.A.; PIANA, Z.; CAVARIANI, C.; MINAMI, K. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.2, p.260-263, 1994.
- VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.
- VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.11/12, p.1957-1968, nov./dez. 1991.
- YAKLICH, R.W.; KULIK, M.M. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of standard germination test, vigor classification, seedling length and tetrazolium staining, to field performance. **Crop Science**, Madison, v.19, p.247-252, 1979.