

## TESTE DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SEMENTES DE MARACUJAZEIRO-AMARELO<sup>1</sup>

RAFAEL MARANI BARBOSA<sup>2</sup>, ÉRICA FERNANDES LEÃO<sup>2</sup>,  
CARLOS HENRIQUE CAPRIO<sup>3</sup>, ROBERVAL DAITON VIEIRA<sup>4</sup>

**RESUMO** - O teste de condutividade elétrica pode proporcionar informações importantes e complementares sobre o potencial fisiológico de sementes em período de tempo relativamente curto, visto que o teste de germinação se completa aos 28 dias para sementes de maracujá. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do teste de condutividade elétrica na avaliação do potencial fisiológico e padronizar a metodologia para sementes de maracujá-amarelo. Quatro lotes de sementes foram submetidos aos testes de germinação e vigor (primeira contagem, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de germinação e emergência de plântulas em casa de vegetação), incluindo o teste de condutividade elétrica, conduzido com 25 e 50 sementes imersas em 50 e 75 mL de água desionizada, e as leituras realizadas após três, seis, nove, 12 e 24 h de embebição. Somente o lote 2 apresentou comportamento de baixo vigor apontado pelos testes de primeira contagem, emergência de plântulas e condutividade elétrica. A determinação do vigor de sementes de maracujá-amarelo por meio do teste de condutividade elétrica pode ser realizada utilizando 50 sementes e 75 mL após 24 h de embebição.

**Termos para Indexação:** *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., testes de vigor, germinação, lixiviação, padronização.

## ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST FOR YELLOW PASSION FRUIT SEEDS

**ABSTRACT** - The electrical conductivity test can provide important and complementary information on the physiological potential of seeds in a relatively short period of time, unlike the germination test which is completed in 28 days for yellow passion fruit seeds. Thus, the objective of this study was to evaluate the efficiency of the electrical conductivity test and to standardize the methodology to be for seeds of yellow passion fruit. Four seed lots were tested for germination and vigor (first count, accelerated aging, speed germination index and seedling emergence in green-house) including the electrical conductivity test, conducted with 25 and 50 seeds immersed in 50 and 75 mL of dionized water and the readings taken after 3, 6, 9, 12 and 24 hours of soaking. Only lot 2 showed reduced vigor appointed by the first count test, seedling emergence and electrical conductivity test. The vigor determination of yellow passion fruit through the electrical conductivity test can be performed using 50 seeds in 75 mL of dionized water, with 24 hours of soaking.

**Index terms:** *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg., vigor tests, germination, leaching, standardization.

<sup>1</sup>(Trabalho 232-11). Recebido em: 30-09-2011. Aceito para publicação em: 17-05-2012.

<sup>2</sup>Eng. Agr., Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Departamento de Produção Vegetal, UNESP/FCAV, Jaboticabal-SP. E-mail: rmarani@gmail.com; erica.agronomia@hotmail.com

<sup>3</sup>Discente do curso de Agronomia. UNESP/FCAV, Jaboticabal-SP. E-mail: carloscaprio@hotmail.com

<sup>4</sup>Professor Titular, Departamento de Produção Vegetal. UNESP/FCAV, Jaboticabal-SP. E-mail: rdvieira@fcav.unesp.br

O maracujazeiro-amarelo, normalmente propagado por via sexuada, tem apresentado redução da longevidade de seus pomares, principalmente devido aos problemas fitossanitários que atingem o sistema radicular e a parte aérea (CAVICHOLI et al., 2011). Devido a estes problemas, embora seja uma cultura perene, a mesma tem sido cultivada em algumas situações, como anual, levando a renovações constantes da lavoura, ou até mesmo contribuindo para a migração da cultura para outras regiões. Dessa forma, a necessidade dos agricultores de garantir boa produtividade e qualidade elevada dos frutos tem feito das sementes de alto potencial um dos pilares para o sucesso do sistema de produção.

O teste de germinação, conduzido sob condições adequadas (oxigênio, temperatura e disponibilidade hídrica), nem sempre reflete o desempenho das plântulas em campo. Assim, os testes de vigor podem fornecer índices mais sensíveis sobre o potencial fisiológico, complementando as informações do teste de germinação (BAALBAKI et al., 2009).

Dentre vários testes, destaca-se o teste de condutividade elétrica, que avalia indiretamente a integridade dos sistemas de membranas celulares (MARCOS FILHO; VEIRA, 2009). Como a degradação das membranas celulares constitui-se no primeiro evento, em uma sequência hipotética da deterioração (DELOUCHE; BASKIN, 1973), os testes que avaliam a integridade das membranas seriam, teoricamente, os mais sensíveis para estimar o vigor de lotes de sementes (VIEIRA et al., 2002).

O teste de condutividade elétrica é recomendado para avaliar o vigor de sementes de várias culturas, mas para sementes de frutíferas tropicais, as pesquisas sobre o vigor ainda são incipientes no Brasil. Este teste proporciona informações consistentes e adicionais sobre o potencial fisiológico de sementes em período de tempo relativamente curto (VIEIRA et al., 2004), ao contrário do teste de germinação, que para sementes de maracujá-amarelo se completa em 28 dias (BRASIL, 2009).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do teste de condutividade elétrica e padronizar a metodologia a ser empregada em sementes de maracujá-amarelo.

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Produção Vegetal, UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Quatro lotes de sementes de maracujá-amarelo, obtidos junto às empresas ISLA Sementes (dois) e Feltrin Sementes (dois), após o recebimento no laboratório, foram retirados de suas embalagens originais, e amostrados para a realização das avaliações. No decorrer do período de realização das avaliações,

os lotes permaneceram acondicionados em sacos de papel multifoliado sob condições ambientais de laboratório (25 - 32 °C).

Para fins de comparação e diferenciação do potencial fisiológico dos lotes, antes do teste de condutividade elétrica, as sementes foram submetidas às seguintes avaliações: **Teor de água:** determinado pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 h. Foram utilizadas duas repetições com aproximadamente 2 g para cada lote, pesadas em balança com precisão de 0,01 g, e os dados, expressos em porcentagem (BRASIL, 2009). **Germinação:** foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes distribuídas em rolo de papel de germinação (tipo Germitest – CEL 065) umedecido com água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Posteriormente, os rolos foram mantidos em câmara de germinação a 25 °C. As avaliações foram realizadas no sétimo e 28º dia após a semeadura (BRASIL, 2009). **Vigor – Primeira Contagem:** foi realizada a determinação da porcentagem de plântulas normais no 14º dia após a instalação do teste de germinação (NAKAGAWA, 1999). **Vigor – Envelhecimento acelerado:** foram utilizadas 220 sementes para cada lote, distribuídas em camada única sobre tela de alumínio, colocadas no interior de caixas de plástico (11,0×11,0×3,5 cm), contendo 40 mL de água destilada. As caixas com as sementes foram mantidas à temperatura de 41 °C por 72 h, em câmaras de germinação (MARCOS FILHO, 1999). Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação (BRASIL, 2009), e as leituras, realizadas no 14º dia após a instalação do teste. **Emergência de plântulas em casa de vegetação:** foram semeadas quatro repetições de 50 sementes por lote, em sacos de plástico opaco de coloração negra, contendo em seu interior substrato areia, e as sementes, colocadas à profundidade de 2 a 3 cm. Também foi avaliado, conjuntamente, o índice de velocidade de germinação (IVG), realizado com leituras diárias entre o sétimo e o 30º dia (MAGUIRE, 1962). As leituras para a emergência de plântulas foram feitas aos 30 dias após a semeadura, computando-se as plântulas cujas folhas originárias do embrião (folhas simples) se apresentavam desenvolvidas e com margens não mais se tocando (NAKAGAWA, 1999).

Após a caracterização da qualidade inicial dos lotes de sementes, efetuou-se o estudo da padronização da metodologia para a condução do teste de condutividade elétrica, o qual foi realizado com quatro subamostras de 25 e 50 sementes por lote, pesadas com precisão de 0,01 g, e imersas em 50 e 75 mL de água desionizada em copos de plástico (capacidade de 200 mL). As sementes foram

mantidas a 25 °C, durante três, seis, nove, 12 e 24 h em câmaras de germinação. Após cada período, foi determinada a condutividade elétrica da solução de embebição, por meio de condutivímetro MCA 150, e os resultados, expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  (MARCOS FILHO; VIEIRA, 2009).

Os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade das variâncias e, posteriormente, submetidos à análise de variância (ANOVA). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, e para o teste de condutividade elétrica, os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial  $4\times 2\times 2$  (lotes  $\times$  quantidade de sementes  $\times$  volume de água), separadamente para cada período de avaliação. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, e análises de correlação linear de Pearson entre o teste de condutividade e emergência de plântulas (BANZATTO; KRONKA, 2006).

Conforme a Tabela 1, o teor de água das sementes dos quatro lotes apresentou padrão uniforme, em que a variação máxima entre os lotes não ultrapassou 0,5 ponto percentual (Tabela 1), conferindo maior segurança para a realização dos testes (MARCOS FILHO, 2005).

De modo geral, o lote 2 destacou-se como o de menor potencial fisiológico, pois apresentou baixa germinação e menor desempenho nos testes de primeira contagem e emergência de plântulas em casa de vegetação (Tabela 1). Por outro lado, este aspecto não foi evidenciado pelo teste de envelhecimento acelerado e pelo índice de velocidade de germinação, que apesar das menores médias não apresentaram diferenças significativas perante os demais lotes.

O teste de condutividade elétrica foi eficiente em destacar os lotes com baixo e alto vigor, de acordo com a classificação apontada anteriormente. Com a utilização de ambas as quantidades de sementes e volume de água estudados, observou-se aumento na quantidade de eletrólitos liberados pelas sementes com o decorrer do período de embebição, fato também verificado com sementes de outras espécies, como rúcula (ALVES; SÁ, 2009) e soja (VIEIRA et al., 2004). Verificou-se melhor definição para a separação dos lotes após seis e 24 h de embebição (Tabela 2); considerando-se que a realização das leituras pode ser feita com os dois períodos, tem-se a possibilidade, dependendo da quantidade de amostras, de adequar os trabalhos à rotina do laboratório, usando-se o período de 24 h, considerado mais usual no teste de condutividade elétrica (FESSEL et al., 2005), ou período de seis horas, se for necessária a obtenção rápida dos resultados, assim como ocorre no teste de condutividade elétrica de sementes de nabo

fornageiro (NERY et al., 2009).

O volume de 75 mL de água utilizado no teste conferiu maior diluição da solução de embebição quando comparado com igual quantidade de sementes, mas este fato não afetou a classificação dos lotes em níveis de vigor. O volume de água usado para embebição tem sido assunto de vários estudos e têm sido recomendados os 75 mL para várias espécies, como abóbora (DUTRA; VIEIRA, 2006), feijão (ARAÚJO et al., 2011) e soja (VIEIRA et al., 2004). Entretanto, tem-se verificado para outras espécies que esse volume não parece ser adequado e tem sido reduzido (FESSEL et al., 2005) ou aumentado (MACHADO et al., 2011). Essa divergência é consequência da quantidade de lixiviados liberados e que pode variar com a espécie (BAALBAKI et al., 2009).

O maior volume de água associado à utilização de 50 sementes apresentou correlação altamente significativa ( $r^2 = -0,991$ ) e classificação dos lotes de maneira proporcional (MARCOS FILHO, 2005) com a emergência de plântulas em casa de vegetação (Figura 1), indicando a melhor combinação para a execução do teste de condutividade elétrica para sementes de maracujazeiro-amarelo. Embora o uso de 25 sementes com 50 mL de água também tenha apresentado boa correlação, estudos com sementes de soja mostraram que o coeficiente de variação é menor quando se usa maior número de sementes (LOEFFLER et al., 1988), mesmo que a utilização de 25 sementes em 75 mL de água tenha proporcionado resultados coerentes para avaliar a maturação e a qualidade fisiológica de sementes de maracujá-amarelo (ARAÚJO et al., 2007).

O teste de condutividade elétrica é eficiente para avaliar o vigor de sementes de maracujazeiro-amarelo, quando conduzido com 50 sementes em 75 mL, e a leitura realizada após 24 h de embebição.

**TABELA 1** - Teor de água antes (TA), germinação (GE), primeira contagem (PC), envelhecimento acelerado (EA), emergência de plântulas em casa de vegetação (EP) e índice de velocidade de germinação (IVG) de quatro lotes de sementes de maracujazeiro-amarelo.

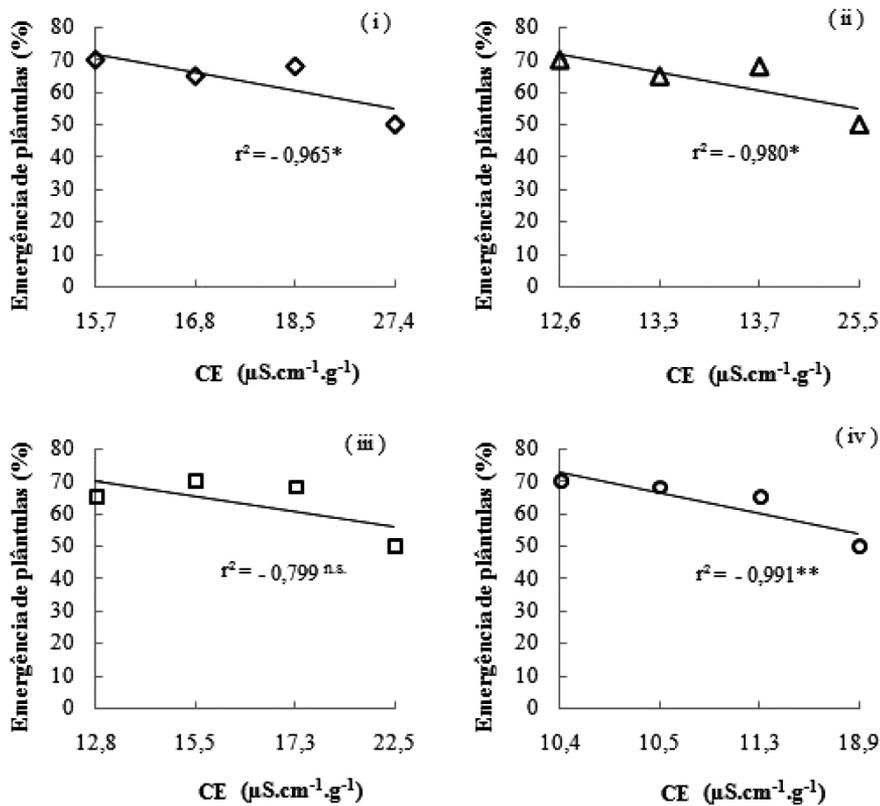
Lotes	TA	GE	PC	EA	EP	IVG
	----- % -----					-
1	7,6	62 a	38 a	34 a	65 a	1,18 a
2	7,5	47 b	23 b	28 a	50 b	0,95 a
3	7,1	56 ab	41 a	30 a	68 a	1,03 a
4	7,2	52 ab	42 a	29 a	70 a	0,97 a
CV (%)	-	13,2	17,6	12,5	13,6	13,7

<sup>1</sup>Médias seguidas na coluna por letras distintas diferem entre si, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey.

**TABELA 2** - Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de quatro lotes de sementes de maracujazeiro-amarelo em função do número de sementes, volume e período de embebição.

Número de sementes	Lotes	Períodos				
		3 h	6 h	9 h	12 h	24 h
		50 mL				
25	1	13,1 b	15,8 b	16,7 b	18,2 b	16,8 a
	2	16,3 c	19,6 c	20,8 c	23,4 c	27,4 b
	3	11,8 ab	14,8 b	15,9 b	17,8 b	18,5 a
	4	10,5 a	12,7 a	13,7 a	15,0 a	15,7 a
50	1	10,3 b	12,3 b	13,1 a	14,4 a	13,3 a
	2	15,2 c	17,9 c	19,4 b	21,7 b	25,5 b
	3	9,9 ab	11,6 ab	12,5 a	13,7 a	13,7 a
	4	8,7 a	10,3 a	10,9 a	12,1 a	12,6 a
CV (%)		6,25	7,15	7,37	8,36	11,51
		75 mL				
25	1	9,9 a	13,1 b	13,6 a	14,3 a	12,8 a
	2	13,7 b	15,4 c	17,9 b	19,8 b	22,5 c
	3	9,8 a	11,8 ab	13,7 a	15,1 a	17,3 b
	4	9,0 a	10,5 a	12,5 a	13,5 a	15,5 ab
50	1	8,7 b	9,7 b	11,4 b	12,1 b	11,3 a
	2	11,4 c	12,7 c	14,9 c	16,2 c	18,9 b
	3	7,7 ab	8,8 ab	10,0 ab	10,6 ab	10,5 a
	4	6,9 a	8,2 a	9,4 a	9,9 a	10,4 a
CV (%)		5,8	6,66	6,55	7,17	13,19

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey.



**FIGURA 1** - Correlação linear entre a emergência de plântulas de maracujazeiro-amarelo em casa de vegetação e o teste de condutividade elétrica (CE) conduzido com (i) 25 sementes em 50 mL de água; (ii) 50 sementes em 50 mL de água; (iii) 25 sementes em 75 mL de água; e (iv) 50 sementes em 75 mL de água durante o período de 24 h de embebição. \* e \*\* significativo ao nível de 5 e 1%, respectivamente, e <sup>n.s.</sup> não significativo, de acordo com o teste t.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, C.Z.; SÁ, M.E. Teste de condutividade elétrica na avaliação do vigor de sementes de rúcula. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n.1, p.203-215, 2009.
- ARAÚJO, E.C.; SILVA, R.F.; VIANA, A.P.; SILVA, M.V. Estádio de maturação e qualidade de sementes após repouso de frutos de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.3, p.67-76, 2007.
- ARAÚJO, R.F.; ZONTA, J.B.; ARAÚJO, E.F.; HERBELE, E.; ZONTA, F.M.G. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.33, n.1, p. 123-130, 2011.
- BAALBAKI, R.Z.; ELIAS, S.; MARCOS FILHO, J.; McDONALD, M.B. **Seed vigor testing handbook**. Ithaca: AOSA, 2009.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/DAS/ACS, 2009. 395p.
- CAVICHIOLO, J.C.; CORREA, L.S.; BOLIANI, A.C.; SANTOS, P.C. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.567-574, 2011.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v., n.2, p.427-452, 1973.
- DUTRA, A.S.; VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica para a avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.2, p.117-122, 2006.

- FESSEL, S.A.; SILVA, L.J.R.; SADER, R. Teste de condutividade elétrica para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.35-41, 2005.
- LOEFFLER, T.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.12, n.1, p. 37-53, 1988.
- MACHADO, C.G.; MARTINS, C.C.; SANTANA, D.G.; CRUZ, S.C.S.; OLIVEIRA, S.S.C. Adequação do teste de condutividade elétrica para sementes de *Pisum sativum* subsp. *Arvense*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.6, p.988-995, 2011.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination and in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.
- MARCOS FILHO, J.; VIEIRA, R.D. Seed vigor tests: Procedures - conductivity tests. In: BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS FILHO, J.; MCDONALD, M.B. (Org.). **Seed vigor tests handbook**. Ithaca: AOSA, p.186-200. 2009.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 2, p.1-24.
- NERY, M.C.; CARVALHO, M.L.M.; GUIMARÃES, R. M. Testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de nabo forrageiro. **Informativo Abrates**, Londrina, v.19, n.1, p.9-20, 2009.
- VIEIRA, R.D.; PENARIOL, A.L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1333-1338, 2002.
- VIEIRA, R.D.; SCAPA NETO, A.; BITTENCOURT, S.R.M.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.61, n.2, p.164-168, 2004.

