

AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA AO ESTRESSE SALINO DURANTE GERMINAÇÃO DE GENÓTIPOS DE TOMATE CEREJA E SALADA

Data de aceite: 02/06/2023

Veronica Mendes Vial

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias /Departamento de Agronomia Alegre-ES

Alice de Freitas Braga

Universidade de São Paulo - Programa de Entomologia e Acarologia (ESALQ) Piracicaba-SP

Liana Hilda Golin Mengarda

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias /Departamento de Agronomia Alegre-ES

Rafael Fonseca Zanotti

Instituição Federal do Maranhão - Campus São Raimundo das Mangabeiras São Raimundo das Mangabeiras-MA

Paula Aparecida Muniz de Lima

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias /Departamento de Agronomia Alegre-ES

Simone de Oliveira Lopes

Faculdade Metropolitana São Carlos - Departamento de Medicina Bom Jesus do Itabapoana-RJ

Rodrigo Sobreira Alexandre

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias/Departamento de Ciências Florestais e da Madeira Jerônimo Monteiro-ES

José Carlos Lopes

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias /Departamento de Agronomia Alegre-ES

RESUMO: No Brasil, alguns tipos de solos apresentam elevadas concentrações de sais, os quais causam toxidez às plantas e afetam a germinação das sementes. As espécies e genótipos respondem de forma diferenciada as condições de estresse salino de forma que o estudo da resposta fisiológica da germinação sobre estresse salino pode gerar informações sobre genótipos de tomate potencialmente resistentes ao estresse. Assim, objetivou-se estudar a germinação e o crescimento inicial de plântulas de seis cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*): ‘Cereja Carolina’, ‘Cereja Samambaia’, ‘Cereja Laranja’, ‘Santa Clara’, ‘Especial para

Salada' e 'Gaúcho' sob estresse salino (NaCl). A sementeira foi realizada em rolos de papel germitest umedecidos com as soluções nas concentrações de: 0,0 (água destilada - controle) e NaCl -0,6 MPa, e mantidas em germinador à temperatura de 20-30°C e fotoperíodo de oito horas, por 14 dias. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, no arranjo fatorial 6 x 2 (lotes x potenciais osmóticos). Foram analisados: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de parte aérea e de raiz, e massa fresca e seca das plântulas. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando necessário o teste de Tukey *a posteriori* para comparação entre as médias dos tratamentos em nível de 5% de probabilidade. A solução de cloreto de sódio determinou decréscimo na qualidade fisiológica das sementes dos genótipos menos resistentes à salinidade. Os cultivares Cereja Carolina e Gaúcho apresentam maior vigor e maior tolerância ao estresse salino.

PALAVRAS-CHAVE: *Lycopersicon esculentum* Mill, germinação, potencial osmótico.

EVALUATION OF TOLERANCE TO SALINE STRESS DURING GERMINATION OF CHERRY TOMATO AND SALAD GENOTYPES

ABSTRACT: In Brazil, some types of soil have high concentrations of salts, which cause toxicity to plants and affect seed germination. Species and genotypes respond differently to saline stress conditions, so that the study of the physiological response of germination under saline stress can generate information on tomato genotypes potentially resistant to stress. Thus, the objective was to study the germination and initial growth of seedlings of six tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum*): 'Cereja Carolina', 'Cereja Samambaia', 'Cereja Laranja', 'Santa Clara', 'Especial para Salada' and 'Gaúcho' under saline stress (NaCl). Sowing was carried out in germitest paper rolls moistened with solutions at concentrations of: 0.0 (distilled water - control) and NaCl -0.6 MPa, and kept in a germinator at a temperature of 20-30°C and a photoperiod of eight hours, for 14 days. The design used was completely randomized, in a 6 x 2 factorial arrangement (lots x osmotic potentials). The following parameters were analyzed: germination, germination speed index, shoot and root length, and fresh and dry mass of seedlings. The data were subjected to analysis of variance using the F test and, when necessary, the Tukey test *a posteriori* for comparison between the means of the treatments at a 5% probability level. The sodium chloride solution determined a decrease in the physiological quality of the seeds of the less salinity resistant genotypes. The cultivars Cereja Carolina and Gaúcho have greater vigor and greater tolerance to saline stress.

KEYWORDS: *Lycopersicon esculentum* Mill, germination, osmotic potential.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo de tomate tem alto valor comercial. De acordo com dados da FAO, o Brasil ocupa a 9ª posição na produção de tomate em nível mundial (2,5%), liderado pela China, Índia e Estados Unidos. Dados recentes indicam que a área de cultivo no país somou 61,6 mil ha, rendimento próximo de 68,3 t./ha e produção de 4,2 milhões de toneladas (CONAB, 2016). Em termos de produção e consumo ocupa a segunda posição dentre as hortaliças, sendo que a maior parte da colheita se destina ao consumo *in natura* e o restante à agroindústria (FILGUEIRA, 2008), para produção de suco, molho, pasta ou

fruto desidratado. O tomate é rico em ácido fólico, vitaminas C, E e K, potássio e flavonóides e carotenóides, destacando-se o licopeno (FONTES; SILVA, 2005).

O Espírito Santo é tradicional produtor desta hortaliça, com utilização de duas épocas distintas de plantio: a “de verão”, realizada nas regiões de montanhas da área cultivada; e a “de inverno”, naturalmente realizada nas regiões quentes. Os cultivares mais plantadas são longa vida, italiano, cereja e salada (CEASA, 2013).

A salinização dos solos aráveis está aumentando em todo o mundo, e isso tem ameaçado a produtividade da maioria das espécies de plantas cultivadas nessas áreas (FAROOQ et al., 2017). As áreas de maior grau de degradação das terras, assim como as regiões semiáridas do Brasil, são classificadas como núcleos de desertificação (PEREZ-MARIN et al., 2012), os quais já englobam parte do território do norte do Estado do Espírito Santo (SILVA et al., 2016).

O alto nível de estresse hídrico e salino (especialmente induzido por NaCl) tem sido o fator ambiental mais importante limitando a produção de plantas em aproximadamente 20% das áreas de cultivo irrigadas em todo o mundo (SYTAR et al., 2017). Esta problemática está associada a protocolos inadequado de fertilização dos solos e à fertirrigação quando associadas à deficiência de sistema adequado para a drenagem.

A presença de cloreto de sódio (NaCl), é um dos mais importantes fatores de estresse abiótico, uma vez que afeta diversos aspectos da fisiologia e bioquímica das plantas e compromete seu crescimento (DEUNER et al., 2011). A salinização dos solos ocorre com o acúmulo de determinadas espécies iônicas, sendo o Na⁺ e Cl⁻ os íons mais frequentes; a predominância desses íons no meio de crescimento radicular pode causar toxidez quando eles se acumulam nos tecidos vegetais, e acarretar mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os íons necessários ao seu crescimento (NOBRE et al., 2010). Em grande parte, o sucesso no processo germinativo é dependente do movimento de água através dos tecidos que envolvem a semente. Logo, a presença de sais interfere no potencial hídrico do solo, reduzindo o gradiente de potencial entre o solo e a superfície da semente, restringindo a captação de água pela semente.

A redução do vigor é um dos primeiros sintomas de toxidez à salinidade (LOPES; MACEDO, 2008). Em condições de estresse salino, o acúmulo de NaCl a partir da embebição das sementes ocasiona o rompimento das camadas tegumentares e causa danos ao embrião, podendo levar à morte das sementes (FREITAS et al., 2013).

Estudo apontam a necessidade de desenvolver estratégias para neutralizar os graves problemas de salinidade e a lixiviação de sais no solo (DONG et al., 2018). Em paralelo, há um crescente interesse em investigar a resposta fisiológica diferencial das espécies, variedades e genótipos que apresentam maior tolerância ou plasticidade fenotípica em condições de estresses.

O estudo dos efeitos da salinidade na fisiologia dos vegetais fornece informações necessárias à seleção de plantas resistentes e o entendimento básico dos efeitos desse

estresse no crescimento e desenvolvimento das plantas (LIMA et al., 2004).

Em se tratando da fisiologia de sementes, testes de vigor podem ser usados para identificar diferenças no desempenho de lotes de sementes e, assim, destacar lotes com maior eficiência no estande sob ampla faixa de condições ambientais (MARCOS FILHO et al., 2009). O vigor avalia a uniformidade de germinação, o crescimento das plântulas, emergência em condições desfavoráveis - um lote vigoroso é capaz de germinar bem e apresentar um bom desempenho mesmo em condições ambientais desfavoráveis (ISTA, 2012). Ao considerar, portanto, o vigor de sementes de diferentes genótipos sob condição de estresse salino, podemos inferir sobre quais serão mais aptos ao plantio em condições ambientais adversas.

De modo geral, o estresse por salinidade no solo pode ser simulado artificialmente com a embebição de sementes em solução com potencial osmótico mais negativo, que induz à redução da velocidade e/ou porcentagem de germinação da formação de plântulas, e o aumento da porcentagem de sementes mortas (OLIVEIRA et al., 2014). Assim, a fim de gerar informações sobre genótipos de tomate potencialmente resistentes ao estresse salino, além do entendimento básico dos efeitos desse estresse na germinação, buscou-se avaliar o efeito da salinidade na germinação e o vigor de sementes de seis genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes do Departamento de Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre-ES, utilizando-se seis genótipos ('Cereja Carolina'; 'Cereja Samambaia', 'Cereja Laranja', 'Santa Clara', 'Especial para Salada' e 'Gaúcho') de tomate (*Lycopersicon esculentum*) em água (0,0 MPa) e sob estresse salino com NaCl (-0,6 MPa). O potencial osmótico da solução de NaCl foi calculado segundo a equação de Van't Hoff.

De acordo com Brasil (2009), foram avaliados:

Germinação - foi realizada em câmara de germinação do tipo BOD, sob temperatura de 25 °C e luz constante. A semeadura foi feita em rolos de papel tipo germitest umedecidos com quantidade de solução equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, com quatro repetições de 25 sementes. A contagem de sementes germinadas foi realizada diariamente, durante 14 dias (Brasil, 2009).

Índice de velocidade de germinação (IVG) - foi determinado concomitantemente com o teste de germinação, sendo computado diariamente o número de sementes que apresentarem protrusão da raiz primária com tamanho ≥ 2 mm. O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962).

Comprimento da parte aérea - foi avaliado após 14 dias da semeadura, com o auxílio de uma régua milimetrada, mediante a medição do comprimento entre o coleto e o ápice

apical do hipocótilo de cada plântula e o resultado expresso em cm planta⁻¹.

Comprimento da raiz - foi obtido pela medida tomada entre o coleto da plântula e o ápice radicular da maior raiz e os resultados foram expressos em cm planta⁻¹.

Massas seca das plântulas - foram determinadas após 14 dias da semeadura. As plântulas foram acondicionadas em sacolas de papel tipo Kraft, mantidas em estufa de convecção a 72 °C por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em dessecador com sílica e a seguir pesadas em balança analítica (0,0001 g), e os resultados expressos em mg planta⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 2 (genótipos x potenciais osmóticos), com quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando necessário o teste de Tukey *a posteriori* para comparação entre as médias dos tratamentos em nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o software R (R Core Team, 2022).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cultivares de tomate Cereja Carolina (G1), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6) apresentaram maiores médias de porcentagem de germinação tanto para o meio salino quanto embebidas em água, sendo mais tolerantes a salinidade durante a germinação (Tabela 1).

Genótipo	Água	NaCl (-0,6 MPa)
G1	96 aA	84 Aa
G2	67 bA	10 Cb
G3	52 bA	43 Ba
G4	27 cA	29 bA
G5	86 aA	76 aA
G6	89 aA	87 aA
CV%	13,75	

As médias seguidas por letras maiúscula na linha e as letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F e Tukey respectivamente em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1. Porcentagem de germinação (G%) de sementes de tomate das variedades Cereja Carolina (G1), Cereja Samambaia (G2), Cereja Laranja (G3), Santa Clara (G4), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6).

De forma geral as sementes sob condições de estresse apresentam o índice de velocidade de germinação (IVG) mais baixo, reduzindo assim seu vigor. Os cultivares Cereja Carolina (G1) e Gaúcho (G6), contudo, mantiveram-se vigorosas (Tabela 2). O teste de velocidade de germinação é usado como uma complementação dos resultados

obtidos na germinação, evidenciando melhor qualidade fisiológica da semente. A salinidade provoca redução do potencial hídrico do solo, reduzindo a baixa capacidade de absorção de água pelas sementes. O alto teor de sais, especialmente, de cloreto de sódio (NaCl), pode inibir a germinação devido à diminuição do potencial osmótico, ocasionando prejuízos às demais fases do processo (LIMA et al., 2005).

Genótipo	Água	NaCl (-0,6 MPa)	Média
G1	7,900	6,744	7,322 a
G2	3,350	3,282	3,316 c
G3	1,662	1,327	1,495 d
G4	2,125	2,280	2,203 cd
G5	6,301	5,409	5,855 b
G6	7,021	6,603	6,812 ab
Média	4,727 A	4,274 B	
CV%	16,79		

As médias seguidas por letras maiúscula na linha e as letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F e Tukey respectivamente em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Índice de velocidade de germinação de sementes de tomate das variedades Cereja Carolina (G1), Cereja Samambaia (G2), Cereja Laranja (G3), Santa Clara (G4), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6).

Para os genótipos de tomateiro avaliados, contudo, não houve diferença de comprimento da parte aérea entre as plântulas que germinaram em água (1,819 cm) e sob estresse por NaCl (1,984 cm). Observa-se, contudo, que novamente os cultivares Cereja Carolina (G1) e Gaúcho (G6) apresentaram melhor desempenho (Tabela 3).

Genótipo	Água	NaCl (-0,6 MPa)	Média
G1	2,875	2,830	2,853 a
G2	1,718	2,495	2,106 b
G3	0,625	0,790	0,708 c
G4	0,848	0,618	0,733 c
G5	2,150	2,270	2,210 b
G6	2,695	2,900	2,798 a
Média	1,819 A	1,984 A	
CV%	17,07		

As médias seguidas por letras maiúscula na linha e as letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F e Tukey respectivamente em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Comprimento parte aérea (cm) de sementes de tomate das variedades Cereja Carolina (G1), Cereja Samambaia (G2), Cereja Laranja (G3), Santa Clara (G4), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6).

Quanto ao desempenho do sistema radicular, observou-se o efeito negativo da salinidade no crescimento das raízes. Tanto em água quanto em meio salino, os cultivares Cereja Carolina (G1) e Gaúcho (G6) apresentaram melhor desempenho. As plântulas do genótipo 6 tiveram, inclusive, maior desenvolvimento da raiz sob salinidade (2,363 cm) em detrimento das plântulas que germinaram em água (1,758 cm) (Tabela 4).

Segundo Arruda et al. (2002) plantas cultivadas sob estresse salino podem ter o crescimento inibido devido aos efeitos tóxicos dos sais absorvidos ou pela baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura, que tendem a reduzir a quantidade de água e nutrientes absorvidos e como consequência, a capacidade das plantas crescerem e desenvolverem é afetada negativamente. Borsani et al. (2001) verificaram alta redução no crescimento da raiz de tomate quando expostas a salinidade durante dois dias. O modo o qual o estresse salino irá afetar a planta vai depender da tolerância de cada cultivar a salinidade. Segundo Guimarães et al. (2013), o efeito da salinidade sobre o desenvolvimento radicular se deve, em parte, ao fato das raízes ficarem em contato direto com os sais do meio.

Genótipo	Água	NaCl (-0,6 MPa)
G1	2,763 aA	1,605 aB
G2	0,585 cB	1,168 bcA
G3	0,47 cA	0,260 dA
G4	0,265 cA	0,198 dA
G5	0,58 cA	0,538 cdA
G6	1,758 bB	2,363 aA
CV%	35,84	

As médias seguidas por letras maiúscula na linha e as letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F e Tukey respectivamente em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Comprimento da raiz (cm) de plântulas oriundas de sementes de TOMATE das variedades Cereja Carolina (G1), Cereja Samambaia (G2), Cereja Laranja (G3), Santa Clara (G4), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6).

Com relação a massa seca das plântulas, os cultivares Cereja Carolina (G1) e Gaúcho (G6) apresentaram maior massa independente do estresse (Tabela 5). Agong et al. (2003), afirmou que a habilidade de um genótipo não apresentar diminuição extrema na produção de biomassa sob salinidade pode ser um critério importante para a avaliação da tolerância à salinidade. Desta forma, evidencia-se que tais genótipos apresentam sementes de maior vigor, e maior tolerância ao estresse salino para a germinação.

Genótipo	Água	NaCl (-0,6 MPa)	Média
G1	2,763	1,605	13,0 a
G2	0,585	1,168	10,6 ab
G3	0,470	0,260	03,5 c
G4	0,265	0,198	03,8 c
G5	0,580	0,538	09,8 b
G6	1,758	2,363	13,4 a
Média	0,0088 A	0,0092 A	
CV%	21,4		

As médias seguidas por letras maiúscula na linha e as letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F e Tukey respectivamente em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Massa seca (mg) de plântulas de tomate das variedades Cereja Carolina (G1), Cereja Samambaia (G2), Cereja Laranja (G3), Santa Clara (G4), Especial para Salada (G5) e Gaúcho (G6).

4 | CONCLUSÃO

Sementes dos cultivares Cereja Carolina e Gaúcho são mais vigorosas e mais tolerantes ao estresse salino durante a germinação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Espírito Santo pelo fornecimento de instalações e equipamentos disponibilizados à pesquisa; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas de doutorado; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro e bolsas de produtividade em pesquisa aos dois últimos autores e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).

REFERÊNCIAS

AGONG, S.G.; KINGETSU, M.; YOSHIDA, Y.; YAZAWA, S.; MATSUDA, M. Response of tomato genotypes to induced salt stress. **African Crop Science Journal**, v. 11, n. 2, p. 133-142, 2003.

ARRUDA, F. D.; ANDRADE, A. D.; SILVA, I. D.; PEREIRA, I. E.; GUIMARÃES, M. Efeito do estresse hídrico na emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo cv. CNPA 7H. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 21-27, 2002.

BORSANI, O.; CUARTERO, J.; FERNÁNDEZ, J. A.; VALPUESTA, V.; BOTELLA, M. A. Identification of two loci in tomato reveals distinct mechanisms for salt tolerance. **The Plant Cell**, v. 13, n. 4, p. 873-887, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CEASA - Centrais de Abastecimento do Espírito Santo. 2013, 14 de janeiro. **Preço do tomate no mercado da Ceasa/ES está favorável para o consumidor.** Disponível em <http://www.ceasa.es.gov.br/?p=2163>.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Compêndio de Estudos Conab / Companhia Nacional de Abastecimento. – v. 1 (2016). - Brasília: Conab, 2016- Irregular Disponível também em: <http://www.conab.gov.br> ISSN: 2448-3710 Companhia Nacional de Abastecimento. Compêndio de Estudos Conab / Companhia Nacional de Abastecimento. – v. 1 (2016-). - Brasília: Conab, 2016- Irregular Disponível também em: <http://www.conab.gov.br> ISSN: 2448-3710

DEUNER, C.; MAIA, M. S.; DEUNER, S.; ALMEIDA, A. S.; MENEGHELLO, G. E Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 711-720, 2011.

DONG, Q.; YANG, Y.; ZHANG, T.; ZHOU, L.; HE, J.; CHAU, H.; ZOU, Y.; HAO, F. Impacts of ridge with plastic mulch-furrow irrigation on soil salinity, spring maize yield and water use efficiency in an arid saline area. **Agricultural Water Management**, v. 2001, p. 268-277, 2018.

FAROOQ, M.; GOGOI, N.; HUSSAIN, M.; BARTHAKUR, S.; PAUL, S.; BHARADWAJ, N.; MIGDADI, H. M.; ALGHAMDI, S. S.; SIDDIQUE, K. H. M. Effects, tolerance mechanisms and management of salt stress in grain legumes. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 118, p. 199-217, 2017.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed.Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Cultura do tomate. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura**: teoria e prática. Viçosa: UFV, 2005. cap. 29, p. 457–475.

FREITAS, A. R.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T.; MENGARDA, L. H. G.; VENANCIO, L. P. CALDEIRA, M. V. W. Superação da dormência de sementes de jatobá. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 73, p. 01-05, 2013.

GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, F. N.; VIEIRA, F. E. R.; TORRES, S. B. Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, p. 137-142, 2013.

ISTA - International Seed Testing Association. 2012. **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zürich: ISTA, 117p.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 79-85, 2008.

LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; BACARIN, M. A. et al. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz, **Revista Bragantia**, v. 63, n.3, p. 84-87, 2004.

LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; ABREU, C. M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, p. 54-61, 2005.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, p. 102-112, 2009.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

OLIVEIRA, E. A. P. ZUCARELI, C.; PRETE, C. E. C.; ZAMUNER, D. Potencial osmótico do substrato na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de milho doce. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 4, p. 477-482, 2014.

PEREZ-MARIN, A. D.; CAVALCANTE, A. M. B.; MEDEIROS, S. S.; TINOCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parceria estratégica**, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012.

R CORE TEAM R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, 2022.

SILVA, I. A. S.; MARANHOLI, H. N.; SILVA, J. C. B. Bases conceituais e abordagens metodológicas sobre o processo de desertificação no Brasil. **REGNE**, v. 2, número especial, 2016.

SYTAR, O.; BRESTIC, M.; ZIVCAK, M.; OLSOVSKA, K.; KOVAR, M.; SHAO, H.; HE, X. Applying hyperspectral imaging to explore natural plant diversity towards improving salt stress tolerance. **Science of the Total Environment**, v. 578, p. 90-99, 2017.