

COMPORTAMENTO DE SEMENTES DE TOMATE SOB DÉFICIT HÍDRICO

Sara Silva Clemente Frade¹
Daiana Aparecida Fernandes Queiroz¹
Rafael Macedo de Oliveira²
Alice de Souza Silveira³

dssalice@gmail.com

ÁREA DE CONHECIMENTO: Ciências Agrárias

RESUMO

No período de germinação em campo as sementes acabam enfrentando condições climáticas adversas. Muitos fatores afetam o processo germinativo das sementes, sendo a água considerada um dos mais limitantes. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do déficit hídrico induzido por soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) no desempenho fisiológico de sementes de tomate das variedades Santa Cruz Kada (Paulista) e San Marzano. O experimento foi conduzido no laboratório da Faculdade Vértice-UNIVÉRTIX, campus Matipó. As sementes das variedades foram submetidas à restrição hídrica simulada com soluções de PEG 6000 nos potenciais hídricos 0,0; -0,1; -0,2 e -0,3 MPa. Foram realizados os seguintes testes: teste de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, relação parte aérea/raiz. O déficit hídrico afetou o desenvolvimento das sementes de ambas as variedades. As sementes da variedade San Marzano se mostraram mais tolerantes a situações de déficit hídrico comparadas as sementes da variedade Santa Cruz kada.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum L.*; polietilenoglicol; vigor, germinação; déficit hídrico.

1. INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças desempenha papel fundamental para o campo, aumentando a renda das famílias, evitando o êxodo rural e proporcionando o desenvolvimento econômico das regiões produtoras (VILELA *et al.*, 2012).

A produção de mudas de qualidade e conseqüentemente de plantas saudáveis e vigorosas depende da obtenção de sementes com qualidade física, sanitária, genética e fisiológica (MARCOS FILHO, 2001). Quanto mais rápido e uniforme for o estabelecimento de plântulas de hortaliças no campo maior é a garantia de estande

¹ Acadêmicas do 10º período do curso de Agronomia da Univértix.

² Engenheiro Agrônomo UFV - Doutor em Fitotecnia UFV – Professor da Faculdade Univértix.

³ Engenheira Agrônoma UFV - Mestre em Fitotecnia UFV – Professora da Faculdade Univértix.

final adequado, resultando em boa produtividade (NASCIMENTO, DIAS & SILVA, 2011).

No período de germinação em campo, as sementes acabam enfrentando condições climáticas adversas (NASCIMENTO, DIAS & SILVA, 2011). Um dos fatores mais limitantes no processo germinativo é a água, que ao ser absorvida reativa a atividade metabólica da semente iniciando a germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). Para o seu desenvolvimento, a semente necessita de uma série de fatores favoráveis e situações de déficit hídrico limitam o seu crescimento (GARCIA *et al.*, 2012).

Sementes com baixa qualidade fisiológica possuem uma sensibilidade maior a variações ambientais contribuindo para a ocorrência de queda na emergência das plântulas em campo, culminando em aumento dos custos da produção, devido à necessidade de replantio pelas falhas das mudas que não se desenvolvem (GUEDES *et al.*, 2009).

Segundo Hamayoun *et al.* (2011), o estresse hídrico é classificado como fator externo que mais limita o crescimento e a produtividade vegetal. Também podem ocorrer situações em que o solo apresenta salinidade elevada interferindo no condicionamento osmótico afetando diretamente a porcentagem de germinação e desenvolvimento das plântulas (LOPES *et al.*, 2014). De todos os estresses sofridos pelas plantas, podendo ser abióticos e bióticos, o estresse hídrico é o mais prejudicial para a sustentabilidade da agricultura (CHAVES *et al.*, 2009).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito do estresse hídrico induzido por soluções de polietilenoglicol (PEG 6000) no desempenho fisiológico de sementes de tomate das variedades Santa Cruz Kada (Paulista) e San Marzano.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Importância socioeconômica do tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Originário da região Andina, o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) disseminou-se pela América Central onde foi domesticado e melhorado, consolidando-se como uma das hortaliças mais importantes para a economia mundial (ALVARENGA, 2004). Pertencente à família Solanaceae é uma planta herbácea e perene, com folhas alternadas e divididas em folíolos, apresenta crescimento simpodial em que à medida que cresce desenvolve gemas que darão forma à sua estrutura final (FONTES & SILVA, 2005). Suas flores apresentam coloração amarelada de porte

pequeno, os frutos são do tipo baga podendo ser bilocular ou plurilocular (ALVARENGA, 2013).

Além de apresentar um considerável teor vitaminas A e C, o tomate ainda possui elementos antioxidantes como o licopeno e várias outras substâncias benéficas para a saúde, podendo ser obtido no fruto fresco ou processado, o que contribui para a prevenção de cânceres, como por exemplos os relacionados ao aparelho digestivo e o seu consumo in natura proporciona baixos níveis calóricos (ALVAREGA, 2004; CARVALHO & PAGLIUCA, 2007; KAMEL, 2013).

No Brasil a cultura desempenha importante papel socioeconômico, gerando empregos e renda para muitas famílias, sendo ela umas das principais hortaliças consumidas no país. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), a área plantada com tomate na safra de 2018 foi de aproximadamente 59,7 mil hectares, sendo a produção de 4,1 milhões de toneladas. Para a safra de 2019, ocorreu uma queda na área plantada (57,7 mil hectares) e conseqüentemente uma leve redução da produção (4,0 milhões de toneladas).

2.2. Semente de tomate

O tomate é propagado de modo sexuado através de sementes, na maioria das vezes sementes híbridas tem uma qualidade superior, o que acarreta um custo mais elevado, porém, garante melhor desenvolvimento em relação às demais sementes (NADAI *et al.*, 2015).

O comércio de sementes de hortaliças no Brasil têm valor considerável, movimentando cerca de R\$ 800 milhões/ano. O tomate contribui com 25% desse mercado, o que significa dizer que gera R\$ 200 milhões para as empresas envolvidas.

Dentre os atributos buscados nas sementes estão a resistência a doenças, boas características de mesa, sabor e vida pós-colheita. O seu custo de produção fica em torno de 5 a 6 % do total gasto na lavoura. Quando se trata de uma semente de qualidade, sua produção pode atingir de 10 a 12 mil quilos de tomate por hectare (ANUÁRIO BRASILEIRO DO TOMATE, 2016).

Atualmente cerca de 40% da área total do país é cultivada com o uso de sementes híbridas, sendo 84% da produção de tomate cultivada através de híbridos, segundo a ABCSEM. Sua utilização garantem benefícios como, capacidade de resistência a pragas e ganho na produtividade, além de somar as características do

pós-colheita como textura, cor e sabor. Para tomate a produtividade ganhou destaque devido ao uso dos híbridos, atualmente a produtividade alcança de 7 a 10 Kg/planta onde não passava de 3 a 4 Kg/planta (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS, 2019).

Para que uma semente germine são necessárias condições favoráveis, dentre elas a água é fundamental. O processo do fluxo hídrico entre semente e meio externo é composto por três etapas: primeiro pela diferença de potencial hídrico entre as semente e meio externo ocorrendo rápida absorção de água. Em sequência por equilíbrio entre os mesmo há um decréscimo nesse fluxo de água, e por fim, a terceira fase que compreende a retomada da absorção de água junto à ativação das atividades metabólicas e produção de substâncias osmóticas que reduzirem outra vez o seu potencial (BEWLEY *et al.*, 2013). A temperatura em que estão acondicionadas as sementes interfere na velocidade de germinação influenciando na dinâmica de absorção de água, na velocidade das reações bioquímicas e nos processos fisiológicos em que esta ocorre (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005).

2.3. Déficit hídrico

Muitos fatores afetam o processo germinativo das sementes, dentre eles pode-se citar a temperatura, disponibilidade de água, oxigênio e luminosidade, sendo a água considerada o mais limitante (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

O déficit hídrico é considerado uma pequena perda de água que ocasiona o fechamento dos estômatos e a redução das trocas gasosas, fazendo com que o metabolismo da planta fique reduzido (OLIVEIRA; ALENCAR; GOMÉS-FILHO, 2013).

Segundo Duarte (2012), todo o metabolismo é afetado quando exposto ao regime hídrico desde mudanças em sua anatomia à expansão celular, comprometendo o desenvolvimento das plântulas. De acordo com Demuner *et al.* (2017), essa condição leva à má formação e desenvolvimento das raízes e parte aérea e em casos extremos até à morte do embrião. Do mesmo modo, o excesso também traz consequências como baixa na capacidade de oxigenação retardando ou paralisando todo o processo germinativo.

Todas as culturas, de modo geral, expressam grandes produtividades quando sua demanda hídrica é suprida, ao contrário de quando há falta da mesma, sendo

assim capaz de alterar aspectos fisiológicos na planta levando a grandes perdas (DEMUNER *et al.*, 2017). No tomateiro, o déficit hídrico compromete diretamente sua produtividade. Em ocasiões de falta ou manejo defeituoso de irrigação, também afetam a produtividade das plantas devido ao abortamento de flores (SILVA *et al.*, 2013; BRITO *et al.*, 2015).

O sucesso da produção está ligado diretamente aos fatores climáticos encontrados em campo. Há tempos a restrição hídrica têm-se tornado assunto devido à escassez de água, alterando o regime de irrigação em função dos impactos ocasionados por ela (RODRIGUES, 2017).

Diversos métodos de condicionamento de sementes vem sendo estudados, através do uso de soluções salinas onde os íons presentes adentram ou não (inerte) nas sementes. Alguns exemplos dos solutos mais utilizados são o polietilenoglicol (PEG 6000), manitol, glicerol, nitrato de potássio (KNO₃), cloreto de sódio (NaCl), responsáveis pelo ajuste do potencial osmótico (NASCIMENTO, 2004).

O polietilenoglicol (PEG 6000) é polímero inerte, atóxico para as sementes e raízes de plantas, por ser agente osmótico vem sendo utilizado para condicionamento de sementes simulando uma deficiência hídrica (STANTON *et al.*, 2012). De acordo Bansal *et al.* (1980), utilizando os potenciais osmóticos negativos, pode-se diminuir a porcentagem e a velocidade de germinação.

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no laboratório da Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX campus Matipó-MG, utilizando sementes adquiridas no comércio local das variedades Santa Cruz Kada (Paulista) tipo salada com taxa de germinação e San Marzano germinação. Na descrição dos pacotes, a taxa de germinação da variedade Santa Cruz Kada é de 87% e da variedade San Marzano de 97%.

As sementes foram submetidas à restrição hídrica através do uso de soluções de polietilenoglicol (PEG 6000), cujos potenciais hídricos foram 0,0; -0,1; -0,2 e -0,3 MPa, preparados conforme a metodologia de Villela *et al.* (1991), sendo o tratamento zero o controle, constituído apenas de água destilada.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo composto por 2 variedades e 4 potenciais (tratamentos).

3.1. Teste de germinação

O teste constituiu de quatro repetições de 50 sementes por tratamento, dispostas em caixas do tipo *gerbox*, sobre duas folhas de papel Germitest[®], umedecidas com três vezes o peso do papel seco com água ou PEG 6000, conforme o tratamento. As sementes foram mantidas em câmara do tipo B.O.D. (*Biological Oxigen Demand*), sob temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 8 horas de luz e 16 horas de escuro. As avaliações foram realizadas no décimo quarto dia após o início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

3.2. Primeira contagem de germinação

Foi conduzida juntamente com o teste de germinação consistindo na porcentagem de plântulas normais obtidas no sétimo dia após o início do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

3.3. Índice de velocidade de germinação (IVG)

Conduzido juntamente com o teste de germinação, as avaliações foram realizadas diariamente até que o número de plântulas se estabilizasse. Foi considerada germinada as sementes que apresentavam radícula com 2 mm de comprimento. O IVG foi calculado segundo a fórmula de Maguire (1962).

3.4. Comprimento de parte aérea e raiz

Foi realizado conforme descrito para o comprimento de plântulas. Porém nesse caso, foram feitas as medições dos comprimentos de parte aérea e de raiz das plântulas normais separadamente. Os resultados foram expressos em centímetros (cm.plântula⁻¹).

3.5. Relação parte aérea/raiz

Foi determinada por meio da razão entre os resultados obtidos dos comprimentos de parte aérea e raiz, separadamente.

3.6. Análises estatísticas

As médias foram comparadas por meio de análise de regressão, utilizando o programa estatístico R (R, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado uma diminuição na porcentagem plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação em função do potencial hídrico para as duas variedades de tomate (Figura 1 a, b). A variedade Santa Cruz (a) apresentou na primeira contagem uma porcentagem de plântulas normais menor que 10%, enquanto a variedade San Marzano, manifestou 65% de plântulas normais (b) sob as mesmas condições.

A condição de déficit hídrico, com baixa disponibilidade hídrica faz com que as sementes necessitem de mais dias para germinarem. Em campo esse atraso não é desejável, pois as sementes estarão em maior exposição a ataque de doenças e insetos-praga. Essa relação entre o tempo de germinação e a disponibilidade hídrica do ambiente é uma variável importante para o desenvolvimento das plântulas (KAPPES *et al.*, 2010).

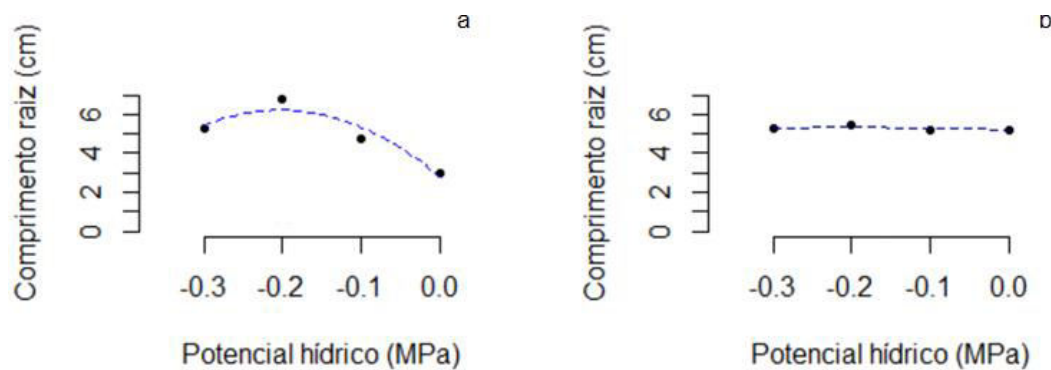


Figura 1: Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem da germinação em função do potencial hídrico, (a) Santa Cruz (b) San Marzano.
 Fonte: Os autores (2019)

O mesmo comportamento foi observado na germinação final em relação a porcentagem de plântulas normais em função do potencial hídrico, ou seja, há diferença de comportamento entre as variedades se manteve (Figura 2 a, b).

Para a variedade Santa Cruz, a diferença na porcentagem de plântulas normais entre a primeira contagem e a contagem final do teste de germinação em relação aos potenciais hídricos demonstrou-se mais acentuada, no qual, a segunda contagem de germinação foi ligeiramente superior a primeira contagem e o potencial -0,3 MPa menor que os potenciais -0,2 e -0,1 MPa, porém menor que 0,0 MPa. O comportamento da variedade San Marzano, apesar de semelhante entre os testes de primeira e contagem final de germinação, apresentou-se superior na última e à

medida que foi reduzido o potencial hídrico nas sementes reduziu-se tanto o número de plântulas germinadas e normais. Além disto, no geral a variedade San Marzano apresentou melhor porcentagem final de germinação do que a Santa Cruz (Figura 2 a, b).

Silva Junior *et al.* (2014) trabalhando com sementes de duas cultivares de tomate submetidos a estresse hídrico simulado com PEG 6000 com os potenciais 0; -0,2; -0,4 e -0,6 MPa, também verificaram efeito negativo da restrição hídrica na porcentagem final de germinação, variando de acordo com a concentração e cultivar.

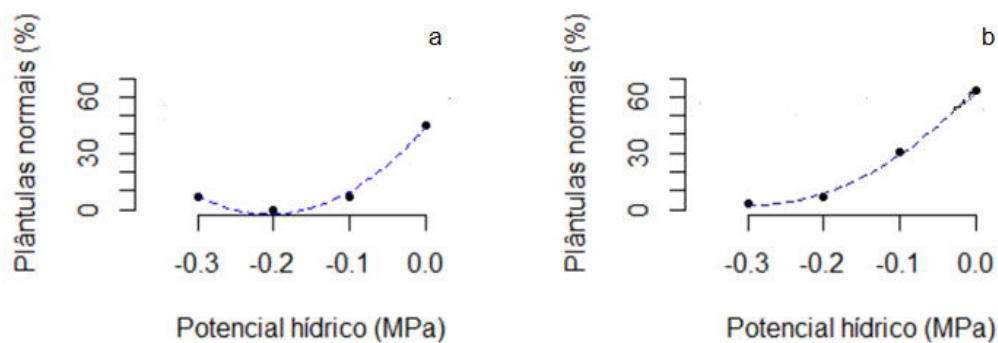


Figura 2: Porcentagem de plântulas normais na segunda contagem da germinação em função do potencial hídrico, (a) Santa Cruz (b) San Marzano.
 Fonte: Os autores (2019)

Para a característica comprimento da parte aérea, somente para a variedade Santa Cruz houve ajuste da curva de regressão. Para tal variedade observa-se uma tendência de aumento da parte aérea à medida que a disponibilidade o potencial hídrica foi reduzido (Figura 3a). Para a variedade San Marzano, não houve efeito dos diferentes potenciais hídricos no desenvolvimento da parte aérea, demonstrando que a variedade consegue desenvolver-se mesmo sob condições de estresse hídrico (Figura 3b).

Segundo Dell'Aquila (1992) a redução do desenvolvimento das plântula deve-se a restrição hídrica em que foi submetida e essas variações são devido à mudanças na turgescência celular que reduz a síntese de proteína nas condições de estresse em que se encontram. De acordo com Taiz & Zeiger (2004), um dos primeiros efeitos ao estresse hídrico é a redução no crescimento, causas da diminuição da expansão celular.

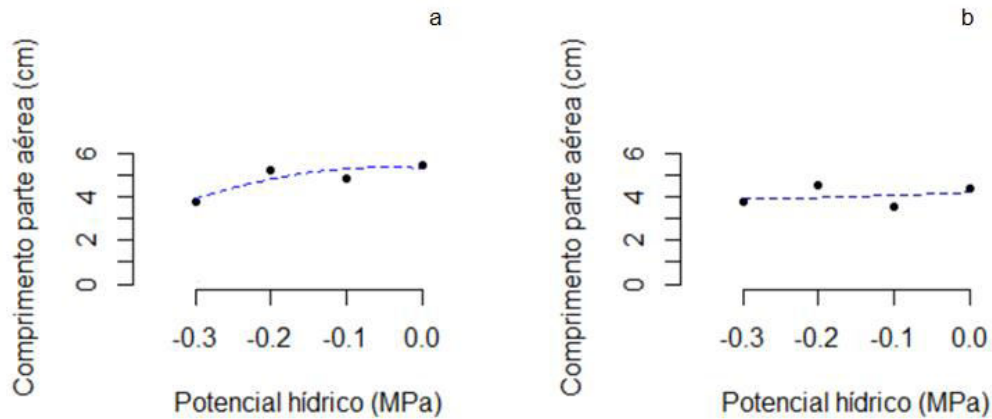


Figura 3: Comprimento da parte aérea de plântula de tomate em função do potencial hídrico, (a) Santa Cruz (b) San Marzano.
 Fonte: Os autores (2019)

O comprimento de raiz manteve a mesma tendência do comprimento de parte aérea, sendo que para a variedade Santa Cruz houve maior comprimento da raiz à medida que a restrição hídrica aumentou. O mesmo não foi observado para a variedade San Marzano (Figura 4 a,b). O aumento do sistema radicular está ligado a uma resposta adaptativa das plântulas em buscar ocupar maior volume de solo para capturar maior quantidade de água e conseguir superar a restrição hídrica. De acordo com Ludlow & Muchow (1990) a redução de água no solo provoca mudanças na distribuição e desenvolvimento radicular das plantas. De acordo com Correia & Nogueira (2004) essa redução do crescimento da parte aérea, é uma resposta da planta para diminuir a área de evapotranspiração, e o aumento no desenvolvimento radicular é resposta da planta ao déficit hídrico para auxiliar na abrangência das raízes no solo para uma maior absorção de água.

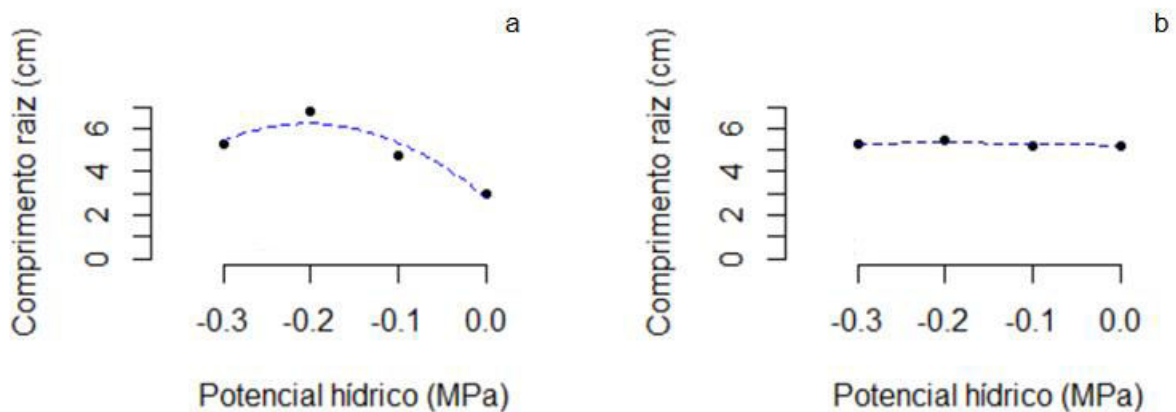


Figura 4: Comprimento da raiz de plântula de tomate em função do potencial hídrico, (a) Santa Cruz (b) San Marzano.

Fonte: Os autores (2019)

Maior desenvolvimento do sistema radicular em detrimento da parte aérea é observado na Figura 5 (a,b), devido a relação parte aérea/raiz decrescer à medida que a restrição hídrica aumenta. O aumento do desenvolvimento da raiz em relação à parte aérea foi observado somente para a variedade Santa cruz, demonstrando que a variedade San Marzano mesmo sob condições de restrição hídrica irá manter a relação parte aérea/raiz igual a 1.

A planta utiliza métodos fisiológicos para evitar a seca, para aumentar sua capacidade de absorção de água ela aumenta sua profundidade radicular, um dos mecanismos importantes para sua adaptação ao meio (LIU *et al.*, 2005).

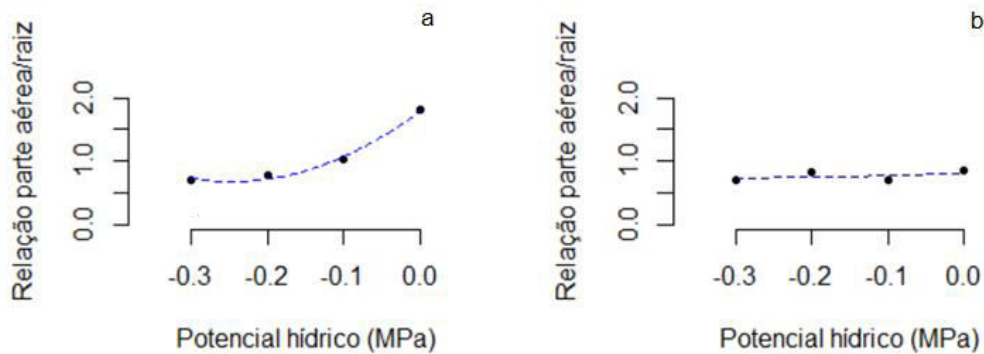


Figura 5: Relação da parte aérea/raiz de plântula de tomate em função do potencial hídrico, (a) Santa Cruz (b) San Marzano.
 Fonte: Os autores (2019)

Por fim, avaliando o índice de velocidade de germinação das duas variedades de tomate em função de restrição hídrica, observa-se uma diminuição para ambas variedades à medida que a restrição hídrica aumentou. A variedade San Marzano apresentou maior índice para todos os potenciais comparada com a variedade Santa Cruz (Figura 6 a,b).

De acordo Bansal *et al.* (1980), utilizando os potenciais osmóticos negativos, pode diminuir a porcentagem e a velocidade de germinação, especialmente no início da imersão.

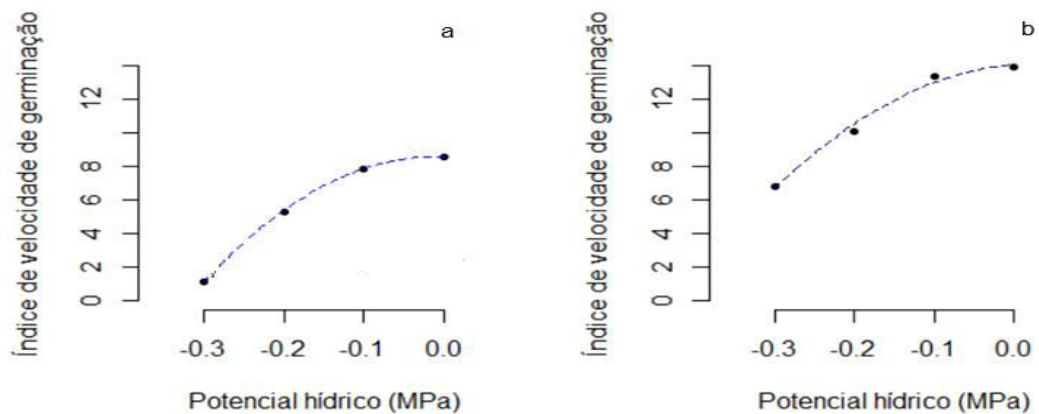


Figura 6: Índice de velocidade de germinação de sementes de tomate em função do potencial hídrico, (a) Santa Cruz (b) San Marzano.
Fonte: Os autores (2019)

De acordo com Ferreira e Borghette (2004) o IVG tem influência direta no vigor das sementes. Quando o IVG se encontra em baixa, o vigor também diminui, pois é referente o número de sementes germinadas por dia.

Algumas espécies selvagens conexas ao tomateiro, possuem um alto nível de tolerância ao déficit hídrico e a salinidade (*S. cheesmaniae*; *S. pimpinellifolium* e *S. pennellii*). Feito uma comparação entres elas, pode identificar fatores genéticos associados à domesticação, envolvidos também por genes com tolerância ao estresse abiótico (ATARÉS *et al.*, 2011). Atualmente não se encontra genótipos comerciais de tomateiro que aliam características agronômicas favoráveis e tolerância a estresse hídrico (MACIEL *et al.*, 2017).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da realização deste estudo, foi possível observar que o déficit hídrico afetou o desenvolvimento das sementes das variedades Santa Cruz Kada e San Marzano.

As sementes da variedade San Marzano se mostraram mais tolerantes a situações de estresse hídrico, quando comparadas às sementes da variedade Santa Cruz Kada.

6. REFERÊNCIAS

ALVAREGA, M. A. R. **Tomate:** Produção em campo, casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400p.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. 2 Ed. rev. e ampl. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013.

ANUÁRIO BRASILEIRO DO TOMATE. **Anuário brasileiro do tomate** 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMERCIO DE SEMENTES E MUDAS. ABCSEM. **Híbridos Ganham o Mercado**. Disponível em: <<https://www.abcsem.com.br/noticias/71/hibridos-ganham-o-mercado>>. Acesso em: 05 dez. 2019.

ATARÉS, A. *et al.* An insertional mutagenesis programme with an enhancer trap for the identification and tagging of genes involved in abiotic stress tolerance in the tomato wild-related species *Solanum pennellii*. **Plant Cell Rep.**, Heidelberg, v. 30, n. 10, p. 1865-1879, 2011.

BANSAL, R. P.; BHATI, P. R.; SEM, D. N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Praha, v. 22, n. 2, p, 1980.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ASC, 2009. 399p.

BEWLEY, J. D. *et al.* **Seeds**: Physiology of development, germination and dormancy. 3. ed. New York; Springer, 2013. 392p.

BRITO, M. E. B. *et al.* Crescimento e Formação de Fitomassa do Tomateiro Sob Estresse Hídrico nas Fases Fenológicas. **Irriga**, Botucatu v.20, n.1, p.139-153, janeiro-março, 2015.

CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. Tomate, um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**. P. 6-14. Junho de 2007.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4. Ed. FUNEP: Jaboticabal, 2000. 588 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 5º Ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, p. 551–560, 2009

CORREIA, K. G.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.4, n.2, p.102-109, 2004.

DELL'ÁQUILLA, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under osmotic stress of polyethylene glycol. **Annals of Botany**, Camberra, v. 69, n. 2, p. 167-171, 1992.

DEMUNER, A. P. V. *et al.* Emergência de plântulas de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) em diferentes tensões de retenção de água no solo. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 4, p. 14-24, 2017.

DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e o valor nutritivo das plantas forrageiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, Jul-Dez 2012.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed). **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed,2004. P. 252-262.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. da. Cultura do Tomate. *In*: FONTES, P. C. R. (Org.). **Olericultura teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2005.p. 457-470.

GARCIA, S. H.; ROZZETO, D. S.; COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F. Simulação de estresse hídrico em feijão pela diminuição do potencial osmótico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages-MG, v. 11, n. 1, 2012.

HAMAYOUN, H.; DALIRI, M. S.; MEHRABI, P. Study of PEG stress effects on wheat (*Triticum aestivum*) cultivars atgermination stage. **Middle-East Journal of Scientific Research**, v. 9, n. 1, p. 71-74, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE - **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2019. Disponível: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>> Acesso em: 05 dez. 2019.

KAMEL, S. M. Effect of microwave treatments on some bioactive compounds of parsley (*Petroselinum Crispum*) and dill (*Anethum graveolens*) leaves. **Food Processing & Technology**, v. 4, n. 6. 2013.

KAPPES, C. *et al*. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 2, março-abril, 2010, p. 125-134.

LIU, F.; CHRISTIAN, R.; SHAHANZARI, J. A.; ANDERSEN, M. N.; JACOBSEN, E. E. ABA regulated stomata control and photosynthetic water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) during progressive soil drying. **Plant Science**, v. 168, n. 3, p.831-836, 2005.

LOPES, K. P.; NASCIMENTO, M. DAS G. R.; BARBOSA, R. C. A. & COSTA, C. C. Salinidade na qualidade fisiológica em sementes de *Brassicás oleracea* L. var. itálica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 35, n. 5, p. 2251-2260, 2014.

LUDLOW, M. M.; MUCHOW, R. C. A critical evaluation of trits for improving crop yields in water-limited environments. **Advance in Agronomy**, San Diego, v. 43, p. 107-153, 1990.

MACIEL, G. M.; BERENQUER, A. F.; DA SILVA, E. C.; FRAGA JUNIOR, E. F.; ROCHA, D. K.; DA ROCHA, J. P. R. Déficit hídrico induzido por manitol para seleção de genótipos de tomateiro. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 60, n. 4, p. 315-321, out./dez. 2017

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. 1962. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/2/2/CS002002016>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

MARCOS-FILHO, J. Pesquisa sobre vigor de sementes de hortaliças. **Informativo Abrates**, v. 11, n. 3, p.63-75, 2001.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

NASCIMENTO, M. W.; DIAS, D. C. F. S.; SILVA, P. P. Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. *In: XI Curso sobre Tecnologia de Produção de Sementes de Hortaliças*. Porto Alegre/RS - 16 a 18 de novembro de 2011

NASCIMENTO, M. W. **Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa, p.12, 2004.

NADAI, F. B. *et al.* Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista, v. 9, n. 3, p. 261, 2015.

OLIVEIRA, A.B.; ALENCAR, N.L.M.; GOMÉS-FILHO, E. Comparison between the water and salt stress effects on plant growth and development. *In: AKINCI, S. (Ed.) Responses of organisms to water stress*. INTECH, 2013, p. 67-94.

PELEGRINI, L L. *et al.* Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, Manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata Benth.* **Ciência Florestal**, Santa Maria - RS, v. 23, n. 2, p. 513-521,2013.

R Development Core Team R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2009, Vienna, Austria. Available from: <http://www.R-project.org/> . Acesso em: 10 out. 2019.

RODRIGUES, L. N. Quantidade de água utilizada na agricultura irrigada: certeza e incertezas nas estimativas. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, v. 114, n. 1, p. 47-53, 2017.

SILVA, J. M. da *et al.* Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição de evapotranspiração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2013.

SILVA JUNIOR, J. F.; KLAR, A. E.; TANAKA, A. A.; FREITAS E SILVA, I. P., CARDOSO, A. E. I.; PUTTI, F. F. Tomato seeds vigor under water or salt stress. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. v. 8, n. 1. p. 65-72, 2014.

STATON, R.; WU, H.; LEMERLE, D. Factors affecting silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*) germination. **WeedScience**, Cambridge, v. 60, p.42-47, 2012.

TAIZ, E.; ZEIGER, L. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p

TALAMANI, V.; LIMA, N. S.; MENEZES, M. S.; SILVA, A. M. F.; SOUSA, R. C. de; SILVA, L. M. da. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) produzidas por agricultores familiares em Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010.

VILELA, N. J., MELO, P. C. T., BOITEUX, L.S.; CLEMENTE, F. M. V. T. Perfil socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil. p. 17-27. *In*: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Eds.), **Produção de tomate para processamento industrial**. Embrapa, Brasília, 2012.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, L. L. Tabela de potencial osmótico em função, da concentração de polietilene glicol 6.000 e da, temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 12, p.1957-1968, 1991.