

DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES E PLÂNTULAS DE TOMATEIRO SOB DIFERENTES TEMPERATURAS

Vânia Marques Gehling¹; André Oliveira de Mendonça^{1*}; Flávio Cunha dos Anjos²; Grégor D'Avila Allgayer²; Francisco Amaral Villela³; Tiago Zanatta Aumonde³

SAP 13647 Data envio: 23/02/2016 Data do aceite: 18/08/2016

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 1, jan./mar., p. 32-38, 2017

RESUMO - Objetivou-se avaliar o desempenho fisiológico de sementes e plântulas de tomateiro sob influência de diferentes temperaturas. O experimento foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes – FAEM, UFPel. Foram utilizadas sementes de tomateiro Gaúcho[®]. Os tratamentos consistiram de temperaturas constantes, sendo: 18; 20; 22; 24 e 26 °C. Para a determinação do desempenho fisiológico das sementes e plântulas foram empregadas as avaliações de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, teste de frio, comprimento de parte aérea e de raiz primária, massa da matéria seca de parte aérea e de raízes, emergência de plântulas aos 14 e 21 dias após a semeadura e índice de velocidade de emergência. Os resultados demonstraram que a germinação de sementes de tomateiro não é afetada de maneira marcante pelas temperaturas de 18 a 26 °C. A primeira contagem de germinação, o índice de velocidade de germinação e os valores de envelhecimento acelerado foram incrementados linearmente com o aumento da temperatura. Todavia, o teste de frio e de emergência, tanto aos 14 como aos 21 dias após a semeadura, foram influenciados positivamente até a temperatura aproximada de 22 °C. Deste modo, a expressão do vigor de sementes de tomateiro Gaúcho[®] é afetada negativamente pela redução da temperatura de desenvolvimento, sendo resultados marcantes obtidos nas temperaturas de 18 e 20 °C.

Palavras-chave: envelhecimento acelerado, estresse abiótico, *Solanum lycopersicon*, teste de frio.

PHYSIOLOGICAL PERFORMANCE OF SEED AND SEEDLING OF TOMATO UNDER DIFFERENT TEMPERATURES

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the physiological performance of seeds and seedlings of tomato under the influence of different temperatures. The experiment was conducted in the Didactic Laboratory of Seed Analysis – ERS, UFPel. Gaúcho[®] tomato seeds were used. Treatments consisted of the constant temperatures 18, 20, 22, 24 and 26 °C. To determine the physiological performance of the seeds and seedlings were employed germination assessments, first count, germination speed index, accelerated aging, cold test, shoot and primary root length, dry matter of roots and shoots, seedling emergence at 14 and 21 days after sowing, and emergence speed index. The results showed that tomato seed germination is not affected by the temperatures 18 to 26 °C. The first count, germination speed index and the accelerated aging values increased linearly with increasing temperature. However, the cold test and emergency, both at 14 and 21 days after sowing, were positively influenced to the approximate temperature of 22 °C. Thus, expression of Gaúcho[®] tomato seed vigor is adversely affected by temperature reduction, mainly at temperatures of 18 to 20 °C.

Key words: accelerated aging, abiotic stress, *Solanum lycopersicon*, cold test.

INTRODUÇÃO

O tomateiro, *Solanum lycopersicon* (= *Lycopersicon esculentum*) pertencente à família Solanaceae, é originário dos Andes, na América do Sul e atualmente é consumido em todo o mundo, por ser considerado importante fonte de β-caroteno, licopeno e vitamina C (BERGOUGNOUX, 2014). O cultivo desta espécie apresenta importância socioeconômica, principalmente em função do valor de comercialização

(SOUZA et al., 2010). No Brasil, na safra 2014, a produção de frutos foi superior a 4,3 milhões de toneladas, provenientes de uma área de 65 mil hectares (IBGE, 2015), sendo considerada a segunda hortaliça em importância econômica, dentre as cultivadas no país (AGRIANUAL, 2010; RONCHI et al., 2010).

A ampla comercialização desta hortaliça, segundo Gameiro et al. (2008), é devida à sua grande aceitação pelos consumidores. Contudo, a cadeia produtiva desta

¹Doutorando(a), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, UFPel, campus Universitário Capão do Leão, Caixa Postal 354, CEP 96 001-970, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: vaniagehling@hotmail.com; andre_mendonca@hotmail.com. *Autor para correspondência

²Graduando em Agronomia, UFPel. E-mail: flaviodos_anjos@hotmail.com; gallgayerlattes@hotmail.com

³Dr., Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel. E-mail: francisco.villela@ufpel.edu.br; tiago.aumonde@gmail.com

espécie envolve questões complexas, considerando a elevada demanda e a perecibilidade (GAMEIRO et al., 2008). Em função do grande número de tratos culturais que esta cultura exige, apresenta um retorno econômico significativo, além de ser uma atividade geradora de empregos, melhorando a renda dos trabalhadores rurais e produtores (LUZ et al., 2007; SOUZA et al., 2010).

Entre os diferentes fatores que afetam o desempenho fisiológico de sementes, a temperatura constitui um dos principais, podendo afetar negativamente a germinação e o desenvolvimento de plântulas no campo (DOUSSEAU, et al., 2008; NASCIMENTO, 2011). Neste sentido, existem temperaturas cardinais de germinação, sendo que a máxima e a mínima afetam negativamente a retomada do crescimento. Isto porque, a temperatura exerce influência na dinâmica de absorção de água, regula os processos bioquímicos e fisiológicos relacionados ao processo germinativo que afetam a velocidade de protrusão radicular (MARCOS FILHO, 2005; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A máxima germinação de sementes ocorre dentro de limites de temperatura, existindo uma faixa mais adequada a cada espécie (OSIPI; NAKAGAWA, 2005; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A temperatura ótima proporciona a máxima porcentagem de germinação em menor período de tempo, enquanto que, sob temperaturas máximas e mínimas as sementes apresentam pequenas porcentagens de germinação, podendo ocorrer até mesmo a morte do embrião (ABUD et al., 2010; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Para o tomateiro, as temperaturas recomendadas para a avaliação do potencial germinativo de sementes são de 20 e 30 °C, sendo as mesmas alternadas (BRASIL, 2009).

Para obterem melhores preços na hora da venda, diversos produtores têm adotado a antecipação da semeadura, visto que a colheita antecipada escapa dos períodos nos quais a oferta do produto é maior, podendo obter melhores cotações (YONEYA, 2010). Entretanto, em cultivos de verão, a semeadura antecipada é feita em condições de temperaturas mais baixas, principalmente na região Sul do país, o que pode acarretar problemas para o processo germinativo (EMBRAPA, 2007), pois o desempenho do genótipo é dependente das condições ambientais de desenvolvimento. O estresse ambiental, pode afetar negativamente o desempenho de plantas, contudo, cada genótipo apresenta capacidade distinta de resposta ao estresse imposto.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho fisiológico de sementes e plântulas de tomateiro expostas a diferentes temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes, pertencente à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. Foram utilizadas sementes de tomateiro Gaúcho®.

Inicialmente, foi determinado o grau de umidade das sementes utilizando o método de estufa à temperatura de 105 ± 3 °C por 24 horas, conforme proposto pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para

isto, foram utilizadas duas subamostras de 0,5 g de sementes e os resultados foram expressos em porcentagem de água. Adicionalmente, foi caracterizada a qualidade fisiológica inicial das sementes por meio do teste de germinação e primeira contagem de germinação, conforme recomendado para pimenta (BRASIL, 2009). Para tal finalidade, foram empregados os seguintes testes de vigor: índice de velocidade de germinação e de emergência de plântulas, envelhecimento acelerado, teste de frio, emergência de plântulas aos 14 e 21 dias após a semeadura, massa de matéria seca e comprimento de parte aérea e de raízes de plântulas. Os testes foram realizados em temperatura alternada de 20 – 30 °C, com fotoperíodo de 12 h.

Após a caracterização da qualidade inicial das sementes, foram estabelecidas as avaliações de desempenho fisiológico de sementes e plântulas sob diferentes temperaturas de desenvolvimento. Os tratamentos consistiram de temperaturas constantes de desenvolvimento, sendo: 18; 20; 22; 24 e 26 °C, sob fotoperíodo de 12 h. A temperatura mais baixa utilizada foi definida por meio de testes prévios. Para a determinação do desempenho fisiológico das sementes e plântulas foram empregadas avaliações relacionadas à retomada do crescimento do embrião e à expressão do vigor de sementes, conforme segue.

Teste de germinação (G): conduzido com quatro repetições de 200 sementes, subdivididas em quatro subamostras de 50 sementes. A semeadura foi realizada em caixas acrílicas do tipo “gerbox”, contendo como substrato papel mata-borrão previamente umedecido em água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após a semeadura, as caixas foram mantidas em germinador do tipo BOD, regulados nas diferentes temperaturas propostas e com fotoperíodo de 12 h. As avaliações foram efetuadas aos 14 dias após a semeadura, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Primeira contagem de germinação (PCG): avaliada conjuntamente ao teste de germinação, com a contagem de plântulas normais efetuada aos sete dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Índice de velocidade de germinação (IVG): montado conforme o teste de germinação. Os resultados foram obtidos pela contagem diária de sementes germinadas (protrusão radicular mínima de 2 mm) até a estabilização. Para a obtenção dos valores de índice de velocidade de germinação foi utilizada a equação proposta por Maguire (1962), dividindo-se o número de sementes germinadas pelos respectivos números de dias transcorridos desde a semeadura até a obtenção do número constante de sementes germinadas.

Teste de envelhecimento acelerado (EA): foram utilizadas caixas acrílicas do tipo “gerbox” dotadas de tela metálica. Foram adicionados 40 mL de água destilada ao fundo de cada caixa, sendo as sementes distribuídas de forma uniforme e em camada única, sobre a tela suspensa. Em seguida, as caixas, contendo as sementes, foram

tampadas e acondicionadas em BOD, a temperatura de 41 °C, pelo período de 48 h, conforme teste prévio. Decorrido o tempo, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, sendo avaliadas aos sete dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Teste de frio (TF): as sementes foram dispostas em caixas acrílicas, conforme relatado para o teste de germinação, e transferidas para câmara de germinação do tipo BOD à temperatura de 10 °C, pelo período de sete dias. Posteriormente, foram transferidas para germinador e mantidas nas mesmas condições do teste de germinação, sob as diferentes temperaturas. A avaliação foi realizada após sete dias da semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz primária (CR): determinado a partir de quatro subamostras de 10 plântulas para cada repetição. Para isso, a semeadura foi efetuada em rolo de papel para germinação do tipo “germitest”, umedecido 2,5 vezes a massa do papel seco. Em cada rolo, as sementes foram distribuídas desencontradas em duas linhas retas longitudinais e paralelas no terço superior do papel. Após, os rolos foram colocados em germinador do tipo BOD nas mesmas condições e temperaturas empregadas para o teste de germinação. A determinação do comprimento foi realizada aos sete dias após a semeadura. O comprimento da parte aérea foi obtido pela distância entre a inserção da porção basal da raiz primária ao ápice da parte aérea, enquanto, o comprimento da raiz primária mensurado pela distância entre a parte apical e o ponto basal da raiz primária. Os resultados foram expressos em milímetros por plântula (mm plântula⁻¹).

Massa da matéria seca de parte aérea (MMSPA) e de raízes (MMSR): após a medição do comprimento de parte aérea e de raiz, estas estruturas foram separadas e alocadas em envelopes de papel pardo, e mantidas em estufa de aeração forçada a 70 ± 2 °C, até massa constante. As mesmas foram utilizadas para a determinação da massa da matéria seca de parte aérea e de raízes. Os resultados foram expressos em miligramas por plântula (mg plântula⁻¹).

Emergência de plântulas aos 14 (EM14d) e 21 (EM21d) dias após a semeadura: foram utilizadas quatro repetições de 200 sementes, distribuídas em quatro subamostras de 50 sementes. A semeadura foi em caixas de acrílico do tipo “gerbox”, cada uma contendo 300 g de areia lavada, peneirada em peneira de 1,6 mm e autoclavada à 120 °C, pelo período de 60 min. Após a semeadura, as sementes foram cobertas com areia e o substrato mantido na capacidade de campo. As caixas foram transferidas para BOD, sob fotoperíodo de 12 h e nas diferentes temperaturas de desenvolvimento. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas.

Índice de velocidade de emergência (IVE): avaliado conjuntamente ao teste de emergência de plântulas, obtido pela soma do número de plântulas

emergidas a cada dia e dividida pelos respectivos números de dias transcorridos desde a semeadura (NAKAGAWA, 1999). Para a obtenção dos índices foi empregada a equação proposta por Maguire (1962).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Os dados foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade e, posteriormente, submetidos à análise de variância ($p < 0,05$). Sendo significativa a probabilidade “F”, os resultados foram expressos por regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes de tomateiro foi de 6,8%. Os demais resultados de caracterização da qualidade fisiológica inicial das sementes, estão descritos na Tabela 1. A germinação atingiu o padrão mínimo de 80%, recomendado para a comercialização. Sementes de alta qualidade, segundo Peske et al. (2012), possuem capacidade de germinar sob maior amplitude de temperatura, comparativamente àquelas de baixa qualidade.

Verificou-se diferença significativa para os dados de todas as variáveis analisadas, exceto para a germinação, em que apresentou médias de 73, 74, 75, 76 e 77% de plântulas normais nas temperaturas de 18, 20, 22, 24 e 26 °C, respectivamente. No que se refere à primeira contagem de germinação, observou-se incremento linear na ordem de 5,2 pontos percentuais para cada 2 °C (Figura 1A).

O índice de velocidade de germinação aumentou linearmente com o aumento da temperatura na ordem de 0,8% para cada unidade de temperatura testada (Figura 1B). Vale ressaltar que, o aumento da temperatura para o processo de germinação das sementes de tomateiro em 2 °C resultou no acréscimo de 10% nos valores de primeira contagem de germinação e de 24% no índice de velocidade de germinação, ao comparar as sementes das temperaturas de 18 e 20 °C.

O processo de germinação das sementes envolve, inicialmente, a absorção água e ativação dos processos bioquímicos, que resultaram na retomada do crescimento do embrião (ZIMMER, 2012). A temperatura afeta este processo, tanto em termos de porcentagem quanto de velocidade de germinação, pois controla a absorção de água e afeta as reações bioquímicas relacionadas ao processo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Quando as temperaturas de desenvolvimento são mantidas abaixo da ótima recomendada para germinação, a reorganização do sistema de membranas celulares pode se tornar mais lento, influenciando no vigor das sementes (ZUCARELI et al., 2011). O atraso na germinação em resposta à baixa temperatura se deve ao alongamento da Fase II do processo germinativo, fase em que ocorre a síntese de novos RNAm (ZIMMER, 2012). Tal fato pode explicar o reduzido desempenho fisiológico observado tanto em sementes e plântulas de pimenta quanto de tomateiro, quando mantidos na menor temperatura de desenvolvimento.

TABELA 1. Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (TF), emergência aos 14 (E14d) e 21 (E21d) dias após a semeadura, massa da matéria seca de parte aérea (MMSPA) e de raízes (MMSR), comprimento de parte aérea (CPA) e de raiz primária (CR), índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de tomateiro Gaúcho®.

Parâmetros avaliados	
PCG (%)	52
G (%)	80
EA (%)	40
TF (%)	68
EM14d (%)	66
EM21d (%)	70
MMSPA (mg pl ⁻¹)	0,97
MMSR (mg pl ⁻¹)	0,26
CPA (mm pl ⁻¹)	28,6
CR (mm pl ⁻¹)	38,4
IVG	11,136
IVE	6,116

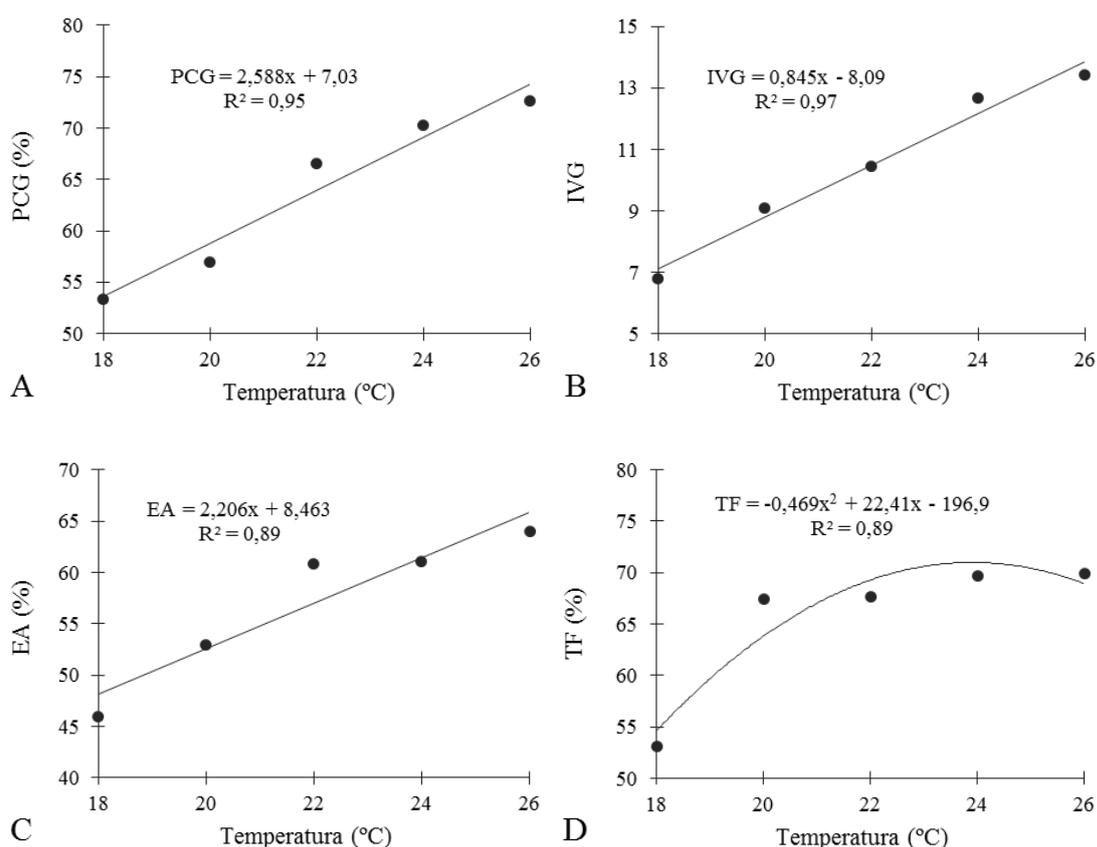


FIGURA 1 - Primeira contagem de germinação - PCG (A), índice de velocidade de germinação - IVG (B), envelhecimento acelerado - EA (C) e teste de frio - TF (D) de sementes de tomateiro Gaúcho®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015.

Para os dados de envelhecimento acelerado ocorreu resposta linear positiva, na ordem de 4,4 pontos percentuais para cada 2 °C. Entretanto, para os resultados do teste de frio, a elevação da porcentagem de plântulas

normais foi até a temperatura de 24 °C (Figuras 1C e 1D). Em média, na temperatura de 22 °C ocorreu superioridade de 22% na quantidade de plântulas normais, comparativamente à temperatura de 18 °C.

O comprimento de parte aérea e o comprimento de raiz primária apresentaram similaridade de resposta ao aumento da temperatura (Figuras 2A e 2B). Ocorreu

incremento linear na ordem de 4,4 mm para parte aérea e de 9,2 mm para raiz primária para cada 2 °C de aumento da temperatura.

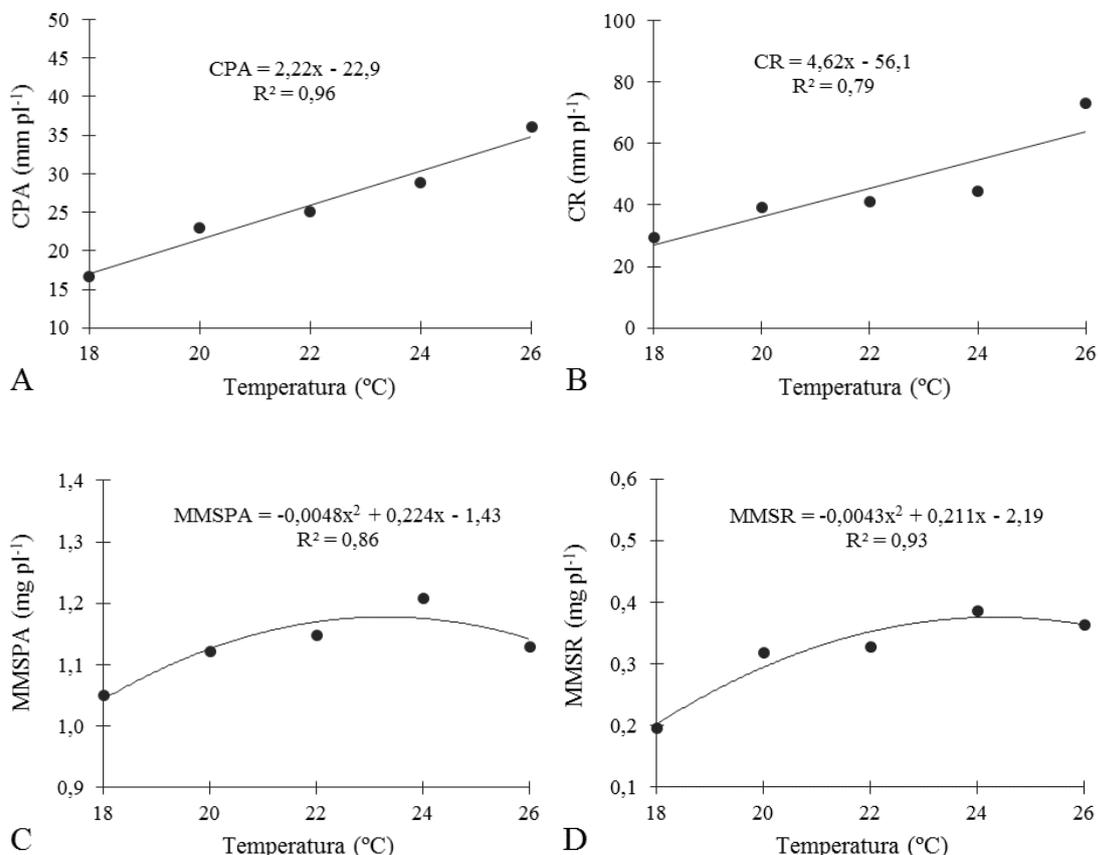


FIGURA 2 - Comprimento de parte aérea - CPA (A) e de raiz primária - CR (B), massa de matéria seca de parte aérea - MMSPA (C) e de raízes - MMSR (D) de plântulas de tomateiro Gaúcho[®], submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015.

O desempenho fisiológico de sementes é associado ao poder germinativo sob condições ambientais favoráveis, culminando em plântula normal. A capacidade das sementes de germinarem sob condições adversas é definida como vigor. A influência do vigor é marcante sobre todos os aspectos do processo germinativo, desde a velocidade de germinação até a alocação de massa seca nas plântulas (SIMONI et al., 2011). Sementes com maior qualidade fisiológica, segundo Munizzi et al. (2010), possuem maior eficiência na retomada de processos metabólicos que resultam na germinação mais rápida e uniforme.

Com relação à massa da matéria seca de parte aérea e de raízes, ambas as variáveis se ajustaram ao modelo quadrático (Figuras 2C e 2D). Os pontos de máxima resposta ocorreram nas temperaturas de 23 e 24 °C para parte aérea e para raízes, respectivamente. Ocorreu redução de 7,4% na matéria seca de parte aérea e de 30% na matéria seca de raízes de plântulas submetidas à temperatura de 18 °C, comparativamente àquelas sob temperatura de 20 °C.

O vigor das sementes de tomateiro, verificado a partir dos valores obtidos nos testes de emergência aos 14 e 21 dias após a semeadura, se ajustou a tendência

quadrática com máxima resposta na temperatura de 21 °C, para ambas as épocas de avaliação (Figuras 3A e 3B). Todavia, o índice de velocidade de emergência apresentou acréscimo linear na ordem de 0,5 para cada temperatura testada, tendo aos 26 °C atingido valor de 52%, comparativamente à temperatura de 18 °C (Figura 3C).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), a temperatura afeta a germinação, a velocidade de germinação e a uniformidade de germinação. As temperaturas acima da temperatura ótima reduzem o número de sementes que conseguem completar o processo germinativo (GUIMARÃES et al., 2006). Baixas temperaturas reduzem a velocidade de conversão das reservas em moléculas absorvíveis pelo embrião (YADAV, 2010). Esta ocorrência pode retardar a emergência em campo e ocasionar a redução da densidade de plantas (CRUZ et al., 2010). Por outro lado, o aumento da temperatura eleva a energia da água e aumenta a pressão de difusão, elevando a atividade metabólica e diminuindo o potencial interno da semente, propiciando maior absorção de água, acelerando o processo germinativo (CASTRO et al., 2004).

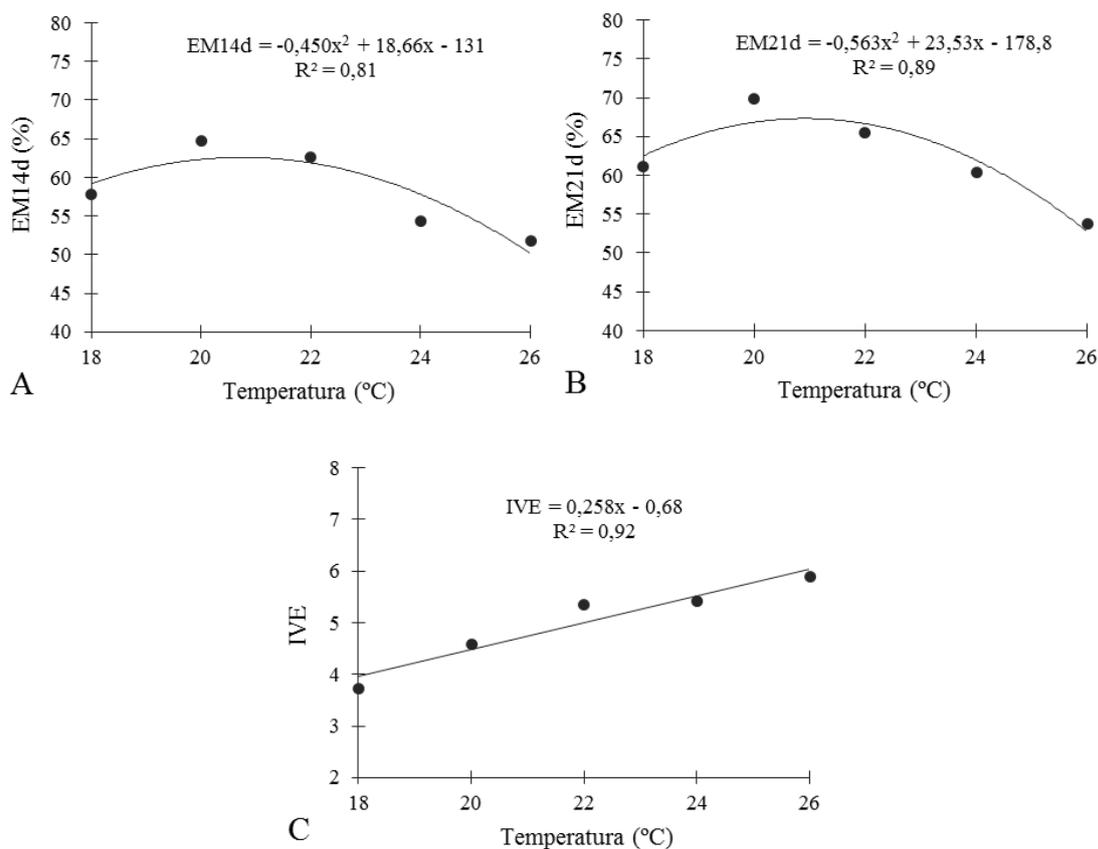


FIGURA 3 - Emergência de plântulas aos 14 - EM14d (A) e 21 - EM21d (B) dias após a semeadura e índice de velocidade de emergência - IVE (C) de plântulas de tomateiro Gaúcho[®], submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPEL, Capão do Leão, 2015.

Portanto, supõe-se que, em temperaturas mais elevadas, a germinação de sementes pode ser afetada positivamente (RIBEIRO; BORGHETTI, 2013). Contudo, temperaturas superiores à ótima, promovem a desnaturação de proteínas relacionadas ao processo germinativo e refletem sobre reações enzimáticas das sementes, reduzindo não só a porcentagem da germinação como também a velocidade da germinação (FERREIRA et al., 2008).

Conforme observado ao conduzir este trabalho, houve redução da emergência de plântulas nas maiores temperaturas de desenvolvimento. Contudo, cabe salientar que a redução da emergência de plântulas observada também pode ter ocorrido, devido ao aquecimento excessivo do substrato constituído por areia.

Ao avaliarem sementes de pimenta longa na temperatura de 25 °C, Bergo et al. (2010) observaram germinação mais rápida comparativamente a 20 °C. Em sementes de urucum, a temperatura de 25 °C é a que resulta em maior expressão do vigor (PICOLOTTO et al., 2013). Para milho, com diferentes níveis de vigor, sob diferentes temperaturas, Sbrussi e Zucarelli (2014), constataram que temperaturas baixas retardam a germinação das sementes, principalmente naquelas de baixo vigor. Todavia, Pinheiro et al. (2014), ao avaliarem três cultivares de cebola nas temperaturas de 15 a 35 °C, concluíram que a temperatura ótima para a germinação da

cebola variou de 15 a 22 °C, de acordo com a cultivar. Avaliando a germinação de diferentes lotes de sementes e o desenvolvimento de plântulas de *Ateleia glazioveana* nas temperaturas de 15 a 40 °C, Beltrame et al. (2013) observaram que nas temperaturas de 25; 30 e 35 °C, o acúmulo de massa da matéria seca em plântulas não difere entre temperaturas e os lotes utilizados.

CONCLUSÕES

A germinação de sementes de tomateiro não é afetada de maneira negativa pelas temperaturas de 18 a 26 °C. A expressão do vigor de sementes, conforme os testes, é afetada negativamente pela redução da temperatura, sendo resultados marcantes obtidos nas temperaturas de 18 e 20 °C.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo à Vânia Marques Gehling durante o curso de Mestrado, possibilitando a realização deste trabalho como parte da dissertação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, H.F.; GONÇALVES, N.R.; REIS, R.G.E.; PEREIRA, D.S.; BEZERRA, A.M.E. Germinação e expressão morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pilosocereus pachycladus* Ritter. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.41, n.3, p.468-474, 2010.

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2010. 520p.
- BELTRAME, R.A.; LOPES, J.C.; PAULÚCIO, M.C.; PAIVA, C.E.C.; MANHONE, P.R. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Ateleia glazioviana* Baill. em diferentes temperaturas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.17, p.1529-1538, 2013.
- BERGO, C.L.; SILVA, R.C.; OHLSON, O.C.; BIASI, L.A.; PARNOBIANCO, M. Luz e temperatura na germinação de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) e pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.3, p.170-176, 2010.
- BERGOUNOUX, V. The history of tomato: from domestication to biopharming. **Biotechnology Advances**, v.32, n.1, p.170-189, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária/MAPA/ACS, 2009. 395p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.149-162.
- CRUZ, R.P.; DUARTE, I.T.L.; CABREIRA, C. Inheritance of race cold tolerance at the seedling stage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.76, n.6, p.660-674, 2010.
- DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A.A.; ARANTES, L.O.; OLIVEIRA, D.M.; NERY, F.C. Germinação de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.438-443, 2008.
- EMBRAPA. **Pimenta (*Capsicum spp.*)**. Sistemas de Produção, Embrapa Hortaliças, v.eletrônica, Brasília, n.2, 2007. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/clima.html>. Acesso em: 20 ago. 2015.
- FERREIRA, E.G.B.S.; MATOS, V.P.; SALES, A.G.A.; PACHECO, M.V. Influência da temperatura e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de rúcula (*Eruca sativa* Mill.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v.3, n.3, p.209-212, 2008.
- GAMEIRO, A.H.; CAIXETA FILHO, J.V.; ROCCO, C.D.; RANGEL, R. Modelagem e gestão das perdas no suprimento de tomates para processamento industrial. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.15, n.1, p.101-115, 2008.
- GUIMARÃES, R.M.; OLIVEIRA, J.A.; VIEIRA, A.R. Aspectos fisiológicos de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.232, p.40-50, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, v.29, n.1, p.1-83, 2015.
- LUZ, J.M.Q.; SHINZATO, A.V.; SILVA, M.A.D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.2, p.7-15, 2007.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MUNIZZI, A.; BRACCINI, A.L.; RANGEL, M.A.S.; SCAPIM, C.A.; ALBRECHT, L.P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, n.1, p.176-185, 2010.
- NASCIMENTO, W.M. Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. Curso sobre tecnologia de produção de sementes de hortaliças, Porto Alegre, 2011. **Palestras... 1 CD-ROM**.
- OSIPI, E.A.F.; NAKAGAWA, J. Efeito da temperatura na avaliação da qualidade fisiológica de sementes do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.179-181, 2005.
- PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. (Eds.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3.ed. Pelotas, UFPel, 2012. 573p.
- PICOLOTTO, D.R.N.; THEODORO, J.V.C.; DIAS, A.R.; THEODORO, G.F.; ALVES, C.Z. Germinação de sementes de urucum em função de métodos de superação de dormência e temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.43, n.3, p.232-238, 2013.
- PINHEIRO, G.S.; ANGELOTTI, F.; SANTANA, C.V.; DANTAS, B.F.; COSTA, N.D. Efeito da temperatura sobre a germinação de sementes de cebola. **Scientia Plena**, Sergipe, v.10, n.11, p.1-6, 2014.
- RIBEIRO, L.C.; BORGHETTI, F. Comparative effects of desiccation, heat shock and high temperatures on seed germination of savanna and forest tree species. **Austral Ecology**, Malden, v.39, n.3, p.267-278, 2013.
- RONCHI, C.P.; SERRANO, L.A.L.; SILVA, A.A.; GUIMARÃES, O.R. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. **Planta Daninha**, Viçosa, v.8, n.1, p.215-228, 2010.
- SBRUSSI, C.A.G.; ZUCARELI, C. Germinação de sementes de milho com diferentes níveis de vigor em resposta à diferentes temperaturas. **Semin: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.1, p.215-226, 2014.
- SIMONI, F.; COSTA, R.S.; FOGAÇA, C.A.; GEROLINETO, E. Sementes de *Sorghum bicolor* L. - Gramineae, submetidas ao estresse hídrico simulado com PEG (6000). **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Paraíba, v.11, n.1, p.188-192, 2011.
- SOUZA, J.A.R.; MOREIRA, D.A.; FERREIRA, P.A.; MATOS, A.T. Avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. **Engenharia na Agricultura**, Espírito Santo do Pinhal, v.18, n.3, p.198-207, 2010.
- YADAV, S. K. Cold stress tolerance mechanisms in plants. *Agronomy for sustainable development*, Dijon, v.30, n.3, p.515-527, 2010.
- YONEYA, F. **Antecipar o plantio de feijão pode dar mais lucro**. O Estado de São Paulo – Estadão Geral, 2010. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,antecipar-o-plantio-de-feijao-pode-dar-mais-lucro-imp-,584066>>. Acesso em: 25 ago. 2015.
- ZIMMER, P.D. Fundamentos da qualidade da semente. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3ed. rev. e ampl., Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2012. p.105-160.
- ZUCARELI, C.; CAVARIANI, C.; OLIVEIRA, E.A.P.; NAKAGAWA, J. Métodos e temperaturas de hidratação na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.3, p.684-692, 2011.