UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes

Dissertação

Desempenho fisiológico de sementes e plântulas de pimenta e de tomateiro sob diferentes temperaturas

Vânia Marques Gehling

Pelotas, 2015

Vânia Marques Gehling

Desempenho fisiológico de sementes e plântulas de pimenta e de tomateiro sob diferentes temperaturas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde

Coorientador: Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

Pelotas, 2015

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

G311d Gehling, Vânia Marques

Desempenho fisiológico de sementes e plântulas de pimenta e de tomateiro sob diferentes temperaturas / Vânia Marques Gehling ; Tiago Zanatta Aumonde, orientador ; Francisco Amaral Villela, coorientador. — Pelotas, 2015.

40 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Capsicum spp.. 2. Solanum lycopersicon. 3. Estresse abiótico. 4. Envelhecimento acelerado. 5. Teste de frio. I. Aumonde, Tiago Zanatta, orient. II. Villela, Francisco Amaral, coorient. III. Título.

CDD : 631.521

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Vânia Marques Gehling

Desempenho fisiológico de sementes e plântulas de pimenta e de tomateiro sob diferentes temperaturas

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 03 de setembro de 2015.

Banca examinadora:

_____
Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde (Orientador)
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

_____
Profa. Dra. Emanuela Garbin Martinazzo
Doutora em Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Pelotas

_____
Dr. Tiago Pedó
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

_____
Dra. Vanessa Nogueira Soares
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico este trabalho ao meu esposo e a minha mãe, que com carinho, sabedoria e dedicação sempre estiveram ao meu lado me apoiando, incentivando e fortalecendo.

Agradecimentos

À Deus, por me guiar ao longo desta caminhada e me amparar nos momentos difíceis;

Ao meu esposo e colega André Oliveira de Mendonça, por todo amor, carinho e dedicação, por participar de todas etapas desta pesquisa, sempre me auxiliando com incansável comprometimento, por sonhar, acreditar e lutar todos os dias ao meu lado. Motivo do sorriso e da paz que carrego comigo;

À minha mãe Sônia Rejane Rodrigues Marques, por me conceder a vida, educar, aconselhar e incentivar, por seu amor incondicional e sua presença em todos os momentos da minha vida. Meu verdadeiro exemplo de força;

Ao meu pai Volni Pedro Gehling (*in memorian*), por ter me ensinado a nunca desistir, manter sempre a fé em Deus e pelo seu pedido de que eu nunca deixasse de estudar, pedido este que serviu de base para que eu chegasse até aqui;

Ao meu orientador Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde, por me acolher, incentivar, orientar e estar sempre presente para esclarecer qualquer dúvida, não apenas nesta pesquisa, mas em todas etapas durante o mestrado;

Ao meu coorientador Prof. Dr. Francisco Amaral Villela, por todo apoio e conhecimentos transmitidos, que contribuíram não apenas para este trabalho, mas também para minha formação profissional;

Aos estagiários Grégor D'Avila Allgayer e Flávio Cunha dos Anjos, pela colaboração, dedicação e comprometimento durante a execução desta pesquisa, permitindo que a mesma fosse realizada com todos os cuidados necessários para o seu sucesso;

Aos colegas, funcionários e professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da UFPel, que direta ou indiretamente contribuíram para que esta etapa fosse concluída;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Aos demais amigos e familiares, pelo apoio e compreensão durante esta caminhada.

Resumo

GEHLING, Vânia Marques. **Desempenho fisiológico de sementes e plântulas de pimenta e de tomateiro sob diferentes temperaturas**, 2015. 40f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico de sementes e plântulas de pimenta e de tomateiro sob influência de diferentes temperaturas. Foram conduzidos, separadamente, dois experimentos no Laboratório Didático de Análise de Sementes – FAEM - UFPel. No primeiro experimento foram utilizadas sementes de pimenta *Cayenne* Long Slim®, e no segundo experimento foram empregadas sementes de tomateiro Gaúcho®. Em ambos os experimentos, os tratamentos consistiram de temperaturas constantes, sendo: 18; 20; 22; 24 e 26ºC. 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 pimenta não é afetada de maneira marcante pelas temperaturas de 18 a 24ºC, assim como sementes de tomateiro sob temperatura de 18 a 26ºC, que não apresentaram diferença significativa na germinação. 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, em pimenta e tomateiro. 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 22ºC, para ambas as culturas. Deste modo, a expressão do vigor de sementes, de ambas as espécies, é afetada negativamente pela redução da temperatura de desenvolvimento, sendo resultados marcantes obtidos nas temperaturas de 18 e 20ºC.

Palavras–chave: *Capsicum* spp.; *Solanum lycopersicon*; estresse abiótico; envelhecimento acelerado; teste de frio

Abstract

GEHLING, Vania Marques. **Physiological performance of seeds and pepper and tomato seedlings under different temperatures**, 2015. 40f. Dissertation (Master of Science and Seed Technology) - Post Graduate Program in Science and Seed Technology, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2015.

The objective of this study was to evaluate the physiological performance of seeds and pepper and tomato seedlings under the influence of different temperatures. They were conducted separately in two experiments in the Didactic Laboratory of Seed Analysis - FAEM - UFPel. In the first experiment pepper seeds were used Cayenne Long Slim®, and in the second experiment Gaúcho® tomato seeds were employed. In both experiments, the treatments consisted of constant temperatures, as follows: 18; 20; 22; 24 and 26ºC. To determine the physiological performance of the seeds and seedlings were employed germination assessments, first count, germination speed index, accelerated aging, cold test, shoot length and primary root mass of dry matter air and root, seedling emergence at 14 and 21 days after sowing and emergence speed index. The results show that the pepper seed germination is not affected markedly by the temperature from 18 to 24ºC, as well as tomato seeds at a temperature of 18 to 26ºC, which showed no significant difference in germination. The first count, germination speed index and the accelerated aging values were increased linearly with increasing temperature in pepper and tomato. However, the cold test and emergency, both at 14 and at 21 days after sowing, were influenced positively to the approximate temperature of 22°C, for both crops. Thus, the expression of seed vigor of both species is adversely affected by reducing the growth temperature, with remarkable results obtained at temperatures of 18 to 20ºC.

Keywords: *Capsicum* spp.; *Solanum lycopersicon*; abiotic stress; accelerated aging; cold test

Lista de Figuras

Figura 1 Germinação (A), primeira contagem de germinação (B) e índice de velocidade de germinação (C) de sementes de pimenta *Cayenne* Long Slim®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015 22

Figura 2 Envelhecimento acelerado (A) e teste de frio (B) de sementes de pimenta *Cayenne* Long Slim®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015 23

Figura 3 Comprimento de parte aérea (A) e de raiz primária (B), massa da matéria seca de parte aérea (C) e de raízes (D) de plântulas de pimenta *Cayenne* Long Slim®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015 24

Figura 4 Emergência de plântulas aos 14 (A) e aos 21 (B) dias após a semeadura e índice de velocidade de emergência (C) de plântulas de pimenta *Cayenne* Long Slim®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015 25

Figura 5 Primeira contagem de germinação (A), índice de velocidade de germinação (B), envelhecimento acelerado (C) e teste de frio (D) de sementes de tomateiro Gaúcho®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015 26

Figura 6 Comprimento de parte aérea (A) e de raiz primária (B), massa de matéria seca de parte aérea (C) e de raízes (D) de plântulas de tomateiro Gaúcho®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015 27

Figura 7 Emergência de plântulas aos 14 (A) e 21 (B) dias após a semeadura e índice de velocidade de emergência (C) de plântulas de tomateiro Gaúcho®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015 28

Lista de Tabelas

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 pimenta *Cayenne* Long Slim® e de tomateiro Gaúcho® 21

Sumário

1 Introdução 10

2 Referencial Teórico 12

3 Material e Métodos 18

4 Resultados e Discussão 21

5 Considerações Finais 30

Referências 31

1 Introdução

No Brasil, em 2012, o cultivo de hortaliças atingiu a produção aproximada de 19 milhões de toneladas, ocupando a área de 800 mil hectares (EMBRAPA, 2013). Dentre as principais hortaliças de importância socioeconômica no país e no mundo, estão a pimenta e o tomate. Entre os segmentos do setor de hortaliças frescas, condimentos, conservas e temperos, destaca-se aquele composto por pimentas (RUFINO e PENTEADO, 2006).

A pimenta (*Capsicum* spp.) pertence à Família Solanaceae, destaca-se como importante condimento, sendo seu uso crescente na agroindústria e na produção de fármacos (BRAGA et al., 2013). Na alimentação, as pimentas podem ser consumidas frescas, na forma de molho, conserva seca ou ainda, em pó ou em flocos. Frutos dessa espécie também são incorporados à biscoitos, doces, licores e chocolates (BARBIERI et al., 2011). Esta espécie, apresenta importância mundial, sendo cultivada em países tropicais e subtropicais. No Brasil, no ano de 2013, a produção aproximada de pimentas foi de 42 mil toneladas, em uma área aproximada de 18 mil hectares (FAO, 2013).

A família Solanaceae engloba também o tomateiro (*Solanum lycopersicon*), que 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).

Para obterem melhores preços na hora da venda, diversos produtores têm adotado a antecipação da semeadura, visto que a colheita antecipada escapa dos períodos onde a oferta do produto é maior, podendo obter melhores cotações (YONEYA, 2010). Entretanto, em cultivos de verão, a semeadura antecipada será 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. Toda situação estressora de ambiente, pode afetar negativamente

o desempenho de plantas, contudo, cada genótipo apresenta capacidade distinta de resposta ao estresse imposto.

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 (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2005).

A máxima germinação de sementes ocorre dentro de limites de temperatura, existindo uma faixa mais adequada a cada espécie (OSIPI e NAKAGAWA, 2005; CARVALHO e 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 e NAKAGAWA, 2012). Para as culturas da pimenta e do tomateiro, as temperaturas recomendas para a avaliação do potencial germinativo de sementes são de 20ºC e 30ºC, sendo as mesmas alternadas (BRASIL, 2009).

Entretanto, na região Sul do Brasil durante o período de formação das mudas destas espécies, a temperatura nem sempre é favorável ao desempenho fisiológico das sementes. Tanto a pimenta quanto o tomateiro são culturas de verão, que podem ser cultivadas em outras épocas do ano, desde que em ambiente controlado, pois a baixa temperatura constitui um dos estresses abióticos mais drásticos para estas culturas, por ser prejudicial ao seu estabelecimento inicial. Torna-se necessário o conhecimento do comportamento fisiológico de sementes e plântulas destas espécies quando submetidas a diferentes temperaturas de desenvolvimento, visando a possível adoção da prática de antecipação de semeadura e da colheita em regiões do Sul do Brasil, com clima subtropical úmido (classificação de Köppen-Geiger: Cfa), que apresenta frio em determinadas épocas do ano.

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

2 Referencial Teórico

A pimenta pertence ao gênero *Capsicum* spp. e à família Solanaceae, sendo originária das Américas, (REIFSCHNEIDER, 2000; RIBEIRO et al., 2008). Esta espécie foi amplamente cultivada e utilizada pelos indígenas neste continente, antes da chegada de Cristovão Colombo (PERRY et al., 2007). Existem registros arqueológicos, segundo Reifschneider (2000), que indicam seu cultivo há cerca de nove mil anos em regiões do México e a mais de seis mil anos no Equador.

A utilização de frutos de pimenta na alimentação humana tem se destacado devido às suas propriedades funcionais relacionadas a presença de compostos fenólicos, carotenoides e a capsaicina, vitaminas A, C e E, e outras substâncias antioxidantes (HOWARD et al., 2000; MARÍN et al., 2004; CONFORTI et al., 2007; EGGINK et al., 2012; GIUFFRIDA et al., 2013). Estas substâncias constituem componentes importantes na dieta humana, devido a ação sobre doenças degenerativas (MENICHINI et al., 2009).

No Brasil as pimentas do gênero *Capsicum* são cultivadas em grande parte do território nacional, possuindo uma enorme variedade de cores, sabores, tamanhos e de pungência (RIBEIRO et al, 2008). Os principais estados produtores desta espécie são Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul, que devido à crescente demanda do mercado, vêm aumentando a área cultivada e o estabelecimento de agroindústrias (CARVALHO et al., 2005; RUFINO e PENTEADO, 2006). Com exceção da espécie *C. pubescens*, cuja produção de frutos depende da altitude e do fotoperíodo, as demais espécies de pimenta podem ser cultivadas em todo o território nacional (BIANCHETTI e CARVALHO, 2005).

As pimentas do gênero *Capsicum* são classificadas como sendo da divisão Spermatophyta, da classe dicotiledônea e da ordem solanales (BOSLAND e VOTAVA, 2000). Este gênero é composto por aproximadamente 35 táxons, classificados de acordo com o nível de domesticação das espécies, sendo cinco táxons domesticados, cerca de 10 semidomesticados e 20 silvestres (BIANCHETTI e CARVALHO, 2005; POZZOBON et al., 2006; MOSCONE et al., 2007; BARBOZA et al., 2011). As cinco espécies do gênero *Capsicum* que apresentam domesticação são: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (REIFSCHNEIDER, 2000).

As importações brasileiras de pimenta do gênero *Capsicum*, no ano de 2007, alcançaram 1,5 mil toneladas e resultaram no montante de 3,2 milhões de dólares

(VILELA et al., 2008). O aumento na produção desta hortaliça é atribuído, em parte, ao seu elevado valor comercial e a sua plasticidade de aclimatação a diferentes sistemas de cultivo (MOREIRA et al., 2009), que proporcionam condições ambientais mais adequadas, resultando em ganho na produtividade (ARAÚJO et al., 2007; EL-BASSIONY et al., 2010).

O tomateiro, *Solanum lycopersicon* (= *Lycopersicon esculentum*), pode ser cultivado em diferentes latitudes geográficas, em campo ou cultivo protegido, sendo considerado a segunda hortaliça de maior importância econômica no Brasil e no mundo (RONCHI et al., 2010). Esta espécie, é classificada como sendo da divisão Antofila, da classe dicotiledônia e assim como a pimenta, da ordem solanales (FEAGRI, 2010).

O gênero *Solanum* é composto por nove espécies de tomateiro, entretanto, apenas a espécie *S*. *lycopersicon*, é cultivada (ALVARENGA, 2004). O centro de origem do tomateiro corresponde o perímetro que envolve desde o Equador até o norte do Chile e a costa do Pacífico até a Cordilheira dos Andes (SANTIN, 2012). No final do século XIX, o tomateiro foi introduzido no Brasil pelos imigrantes europeus e se comportou como exigente em temperatura (FILGUEIRA, 2003).

No País, apresenta importância do ponto de vista econômico e social (BARROS et al., 2014). 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).

A produção brasileira aproximada de tomate, na safra 2013, foi de 4 milhões de toneladas (IBGE, 2014). A ampla comercialização desta hortaliça, segundo Gameiro et al. (2008), é devida a sua grande aceitação pelos consumidores. Contudo, a cadeia produtiva desta espécie, envolve questões complexas, considerando a elevada demanda e a perecibilidade (GAMEIRO et al., 2008).

Atualmente, a maioria das lavouras brasileiras de tomate para processamento são ocupadas por cultivares híbridas, as quais geraram ganhos para diversas características de interesse agronômico, como produtividade, número de sementes por fruto e índice de colheita, além de permitem a maior uniformidade nas lavouras (BOITEUX et al., 2012).

Para a maioria das espécies de hortaliças, o sistema de produção envolve a produção de mudas e posterior transplante para o local definitivo. Neste sistema,

vários aspectos, como qualidade das sementes, fatores climáticos, nutrição, substratos, qualidade da água e manejo da irrigação, tratos culturais, controle de pragas e doenças, idade para transplante, dentre outros, devem ser considerados (NASCIMENTO et al., 2011).

A qualidade dos frutos de hortaliças está relacionada ao adequado desenvolvimento das plantas, o qual, é dependente da ação conjunta de fatores genéticos e ambientais. Neste sentido, o estresse constitui qualquer fator de influência externa ao vegetal, que pode ser biótico ou abiótico e que ocasione prejuízos à planta ou a alguma de suas estruturas (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os diferentes estresses ambientais podem afetar negativamente a produtividade das culturas ou restringir o cultivo de determinada espécie, entre eles, as altas ou as baixas temperaturas, a salinidade, a restrição ou o excesso hídrico e ataques de pragas (SONG et al., 2005). O estresse térmico é àquele relacionado ao aumento ou a diminuição da temperatura do ar acima de um ponto crítico, e por um período de tempo suficientemente longo para originar danos irreversíveis ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas (SOUZA et al., 2011).

As baixas temperaturas do ar podem resultar no estresse por frio, sendo as plantas caracterizadas pelo nível intrínseco de tolerância às baixas temperaturas (BEVILACQUA et al., 2013). O estresse por frio pode reduzir a taxa metabólica e também ocasionar danos ao aparelho fotossintético e as clorofilas (RODRIGUES et al., 2014). Ainda, o frio afeta o estabelecimento inicial de plantas, a taxa de crescimento diário das folhas e a altura da planta (RODRIGUES et al., 2014).

No período reprodutivo, a baixa temperatura, prejudica o desenvolvimento dos grãos de pólen e resulta na esterilidade de flores, comprometendo a produtividade (LARROSA et al., 2009). Quanto a retomada do crescimento do embrião, o estresse ocasionado pode afetar negativamente a reorganização do sistema de membranas celulares ou ainda, prolongar a fase II do processo de embebição de água, durante a germinação de sementes (SBRUSSI e ZUCARELI, 2014), logo, pode afetar a expressão do vigor, o crescimento inicial e o estabelecimento de plantas no campo.

O processo germinativo inicia com a embebição e a retomada das atividades metabólicas das sementes, sendo para isto, necessárias condições ambientais favoráveis (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Entre os fatores que afetam o desempenho fisiológico de sementes, a temperatura se destaca, por manter relação com reações bioquímicas que ocorrem desde a germinação até o desenvolvimento

das plântulas no campo (MARCOS FILHO, 2005; NASCIMENTO, 2011). A temperatura em que ocorre a maior germinação no menor período de tempo, é conhecida como ótima ao desenvolvimento (NASCIMENTO, 2005).

A temperatura, segundo Marcos Filho (2005), afeta a velocidade e a uniformidade de germinação. Durante a embebição das sementes, este fator ambiental, pode influenciar na absorção de água, na reorganização e na estabilidade do sistema de membranas celulares, na disponibilização de reservas e na estrutura de proteínas (ZUCARELI et al., 2011; ZIMMER, 2012; TAIZ e ZEIGER, 2013; SBRUSSI e ZUCARELI, 2014).

Em estudo realizado com sementes de arroz expostas ao frio durante o desenvolvimento inicial, Mertz et al. (2009) verificaram alterações fisiológicas e constataram que o estresse ocasionado pelas baixas temperaturas provoca prejuízos à germinação, indiferentemente da cultivar avaliada. Segundo Facin et al. (2014), as baixas temperaturas alteram a expressão isoenzimática e resultaram na redução da expressão do vigor de sementes e no menor crescimento inicial de plântulas de feijão. Guerra, et al. (2014) ao estudarem a influência da temperatura na fotossíntese de plantas de cana-de-açúcar, no início do desenvolvimento, concluíram que baixas temperaturas reduzem a eficiência fotossintética das plantas.

Os primeiros sinais de efeitos por estresse devido a altas ou baixas temperaturas podem ser observados na germinação das sementes e emergência das plântulas. Temperaturas muito elevadas influenciam na mobilização das reservas, suprimindo os nutrientes para o embrião, afetando a capacidade de germinação, ocasionando a redução da germinação e prejudicando o estabelecimento das plântulas (ESSEMINE et al., 2010). Enquanto, baixas temperaturas tornam o processo germinativo mais lento, ocasionando desuniformidade no estande de plântulas (NASCIMENTO et al., 2011).

Os estresses, sejam bióticos ou abióticos, podem afetar diretamente ou indiretamente a qualidade das sementes. O efeito direto do estresse ocorre quando o referido danifica a estrutura da semente, enquanto o efeito indireto, é resultado do dano do estresse sobre a planta matriz. Assim, indiferentemente da natureza, o estresse pode ocasionar modificações fisiológicas, bioquímicas e morfológicas que afetam o desenvolvimento da planta e reduzem a produtividade (LANGRIDGE et al., 2006).

As plantas possuem mecanismos de resposta ao estresse e que visam a eliminação de substâncias tóxicas produzidas em tal condição. Estes mecanismos são ativados a partir da percepção do estresse e podem resultar na aclimatação à situação adversa encontrada (ABREU, 2013). A defesa da planta, conforme o tipo de estresse, pode ser estrutural ou metabólica (SOARES e MACHADO, 2007). A defesa estrutural é constituída pela formação de tricomas ou ceras que recobrem a superfície de caules e/ou frutos (SOARES e MACHADO, 2007). Os aminoácidos não protéicos, alcalóides, fenóis, lectinas, glucanases, flavonóides, estão relacionados à defesa química (DE-WIT, 2007).

O peróxido de hidrogênio pode atuar em plantas, no início do estresse, como molécula sinalizadora para o desencadeamento de mecanismos de defesa. Os níveis destes compostos, em nível celular, devem apresentar proporcionalidade entre a sua produção e a degradação, sendo que o acúmulo frente a ineficiência de remoção, resulta em estresse oxidativo e em dano celular. Níveis subletais destes compostos podem resultar em menor crescimento (STANGARLIN et al., 2011).

Para a avaliação do desempenho fisiológico de sementes é utilizado o teste de germinação em condições adequadas de ambiente com o objetivo de determinar o máximo potencial de germinação, podendo este valor, ser utilizado para comparar a qualidade de diferentes lotes e estimar o valor de semeadura no campo (ISTA, 1993). Porém, no campo as condições nem sempre são favoráveis e ocasionam variação neste parâmetro, quando testes de vigor apresentam forma mais consistente de avaliação do potencial de desempenho de sementes (LOPES e ALEXANDRE, 2010). Sendo assim, a avaliação do vigor de semente é importante ferramenta e seus resultados possuem relação próxima ao desempenho de sementes a campo (KIKUTI e MARCOS FILHO, 2012).

A germinação determina a qualidade fisiológica das sementes e a avaliação deste processo por meio de teste sob condições controladas de ambiente, objetiva determinar o máximo potencial de germinação das sementes, podendo ser empregado para estimar o valor de semeadura no campo (PESKE et al., 2012). O vigor envolve a capacidade de reorganização do sistema de membranas celulares, a hidrólise e a translocação de reservas para o embrião e pode ser avaliado pelos testes de envelhecimento acelerado, de frio e emergência a campo, pois sementes mais vigorosas toleram melhor condições adversas (MENDONÇA et al., 2015).

No envelhecimento acelerado as sementes são submetidas ao envelhecimento artificial sob alta temperatura e umidade relativa, as quais, contribuem para acelerar o processo de deterioração. Desse modo, sementes mais vigorosas possuem após o envelhecimento maior germinação (MARCOS FILHO, 2011). No teste de frio, a condução é efetuada sob baixa temperatura de 10°C e o ambiente é ambiente úmido. Esta condição dificulta a reorganização do sistema de membranas celulares, prejudicando a germinação. As sementes mais vigorosas atingem maior germinação após o estresse (MARCOS FILHO, 2011).

A avaliação do vigor de sementes também pode ser efetuada por testes de velocidade de retomada do crescimento ou pela contagem do número de sementes germinadas por unidade de tempo, a exemplo da velocidade e do índice de velocidade de germinação. Aliado a isto, a alocação de matéria seca em diferentes estruturas da plântula, bem como, a determinação do comprimento de parte aérea e raízes tem sido utilizados como maneira de determinação do vigor e do desempenho fisiológico de sementes e plântulas. Neste caso, sementes mais vigorosas originam plântulas mais desenvolvidas e com crescimento mais adequado, sendo estas, resultado da eficiência de mecanismos de reparo, de mobilização de reservas e de síntese de novos tecidos durante a germinação (MARCOS FILHO, 2011).

Cada espécie cultivada possui época de semeadura mais adequada ao desempenho fisiológico de sementes e de plantas, na qual, o estresse tende a ser menor. A semeadura de cultivares em diferentes épocas, possibilita que o genótipo expresse sua maior potencialidade em relação às condições de ambiente (NEVES, 2011). Desta forma, a época de semeadura constitui fator preponderante para o sucesso do cultivo, pois resulta em alterações de disponibilidade hídrica, temperatura, fotoperíodo e radiação solar (SUBEDI et al., 2007).

Para obterem melhores preços de comercialização, produtores têm adotado a antecipação da semeadura. Esta estratégia possibilita a oferta precoce e o melhor preço do produto (YONEYA, 2010). Contudo, em cultivos de verão, a semeadura antecipada mantém relação ao ambiente com temperaturas mais baixas na região Sul do Brasil. Tal ocorrência, pode prejudicar a expressão do vigor de sementes de pimenta e de tomateiro, bem como o desempenho fisiológico das plântulas.

Sendo assim, este trabalho objetivou avaliar o desempenho fisiológico e a expressão do vigor de sementes de pimenta e de tomateiro sob influência de diferentes temperaturas de desenvolvimento.

3 Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes, pertencente a Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. Foram estabelecidos dois experimentos, separadamente para cada espécie. No primeiro foram utilizadas sementes de pimenta *Cayenne* Long Slim® e no segundo experimento foram empregadas sementes de tomateiro Gaúcho®.

Inicialmente, foi determinado o grau de umidade das sementes utilizando o método de estufa a temperatura de 105 ±3ºC 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 e para tomateiro (BRASIL, 2009). Ainda, 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 – 30ºC, com fotoperíodo de 12 horas.

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

a) Teste de germinação (G): conduzido com de 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 horas. As avaliações foram efetuadas aos 14 dias após a semeadura, para as duas espécies, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais

b) Primeira contagem de germinação (PCG): avaliada conjuntamente ao teste de germinação, com a contagem de plântulas normais efetuada aos 7 e 9 dias após a semeadura, para sementes tomateiro e pimenta, respectivamente. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

c) 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 2mm) 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.

d) Teste de envelhecimento acelerado (EA): foram utilizadas caixas acrílicas do tipo “gerbox” dotadas de tela metálica. Foram adicionados 40mL 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 41ºC, pelo período de 48 horas, conforme teste prévio. Decorrido o tempo, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, sendo àquelas de tomateiro avaliadas aos sete dias após a semeadura e àquelas de pimenta aos nove dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

e) 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 10ºC, 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 para o tomateiro e aos nove dias após a semeadura, para a pimenta. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

f) 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 para o tomateiro e aos nove dias após a semeadura para a pimenta. 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 centímetros por plântula (mm plântula^{-1}).

g) 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}).

h) Emergência de plântulas aos 14 (EM14d) e 21 (EM21d) dias após a semeadura: para as duas espécies 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 300g de areia lavada, peneirada em peneira de 1,6mm e autoclavada à 120ºC, pelo período de 60 minutos. 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 12h e nas diferentes temperaturas de desenvolvimento. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas emergidas.

i) 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.

4 Resultados e Discussão

O teor de água das sementes de pimenta foi de 7,1%, enquanto que para tomateiro, foi de 6,8%. Os demais resultados de caracterização da qualidade fisiológica inicial das sementes de pimenta e de tomateiro são descritos na Tabela 1. Para sementes de ambas as espécies, 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.

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 pimenta *Cayenne* Long Slim® e de tomateiro Gaúcho®

Pimenta	**PCG (%)**	**G (%)**	**EA (%)**	**TF (%)**	**EM14d (%)**	**EM21d (%)**
	76	86	48	66	60	64
	MMSPA (mg pl^{-1})	**MMSR (mg pl^{-1})**	**CPA (mm pl^{-1})**	**CR (mm pl^{-1})**	**IVG**	**IVE**
	1,91	0,57	20,9	28,8	6,837	3,423
Tomateiro	**PCG (%)**	**G (%)**	**EA (%)**	**TF (%)**	**EM14d (%)**	**EM21d (%)**
	52	80	40	68	66	70
	MMSPA (mg pl^{-1})	**MMSR (mg pl^{-1})**	**CPA (mm pl^{-1})**	**CR (mm pl^{-1})**	**IVG**	**IVE**
	0,97	0,26	28,6	38,4	11,136	6,116

Ao avaliar as sementes de pimenta expostas às diferentes temperaturas de desenvolvimento, verificou-se efeito significativo da temperatura em todos os testes avaliados. Para a germinação, a porcentagem de plântulas normais se manteve similar até a temperatura de 20ºC, estimada pelo modelo, ocorrendo superioridade de 11,6% nos valores obtido para a temperatura de 26ºC comparativamente àquela de 18ºC (Figura 1A). Contudo, a primeira contagem de germinação aumentou linearmente em média 13,5 pontos percentuais a cada 2ºC de aumento de temperatura (Figura 1B).

O índice de velocidade de germinação apresentou similaridade a tendência obtida para primeira contagem de germinação (Figura 1C). Ao aumentar a temperatura de desenvolvimento, houve aumento linear e incremento de 0,8 para cada 2ºC de elevação na temperatura. É interessante salientar que na temperatura de 22ºC comparativamente àquela de 18ºC, houve incremento de aproximadamente 35% naqueles de índice de velocidade de germinação.

Neste sentido, cabe destacar que, embora os valores de germinação de sementes de pimenta tenham sido similares até a temperatura de 24ºC, ocorreu maior número de sementes germinadas por dia, ao elevar a temperatura. Tal ocorrência permite evidenciar que temperaturas mais baixas, mesmo não tendo efeito marcante no total de plântulas normais, reduzem a eficiência de formação de uma nova plântula.

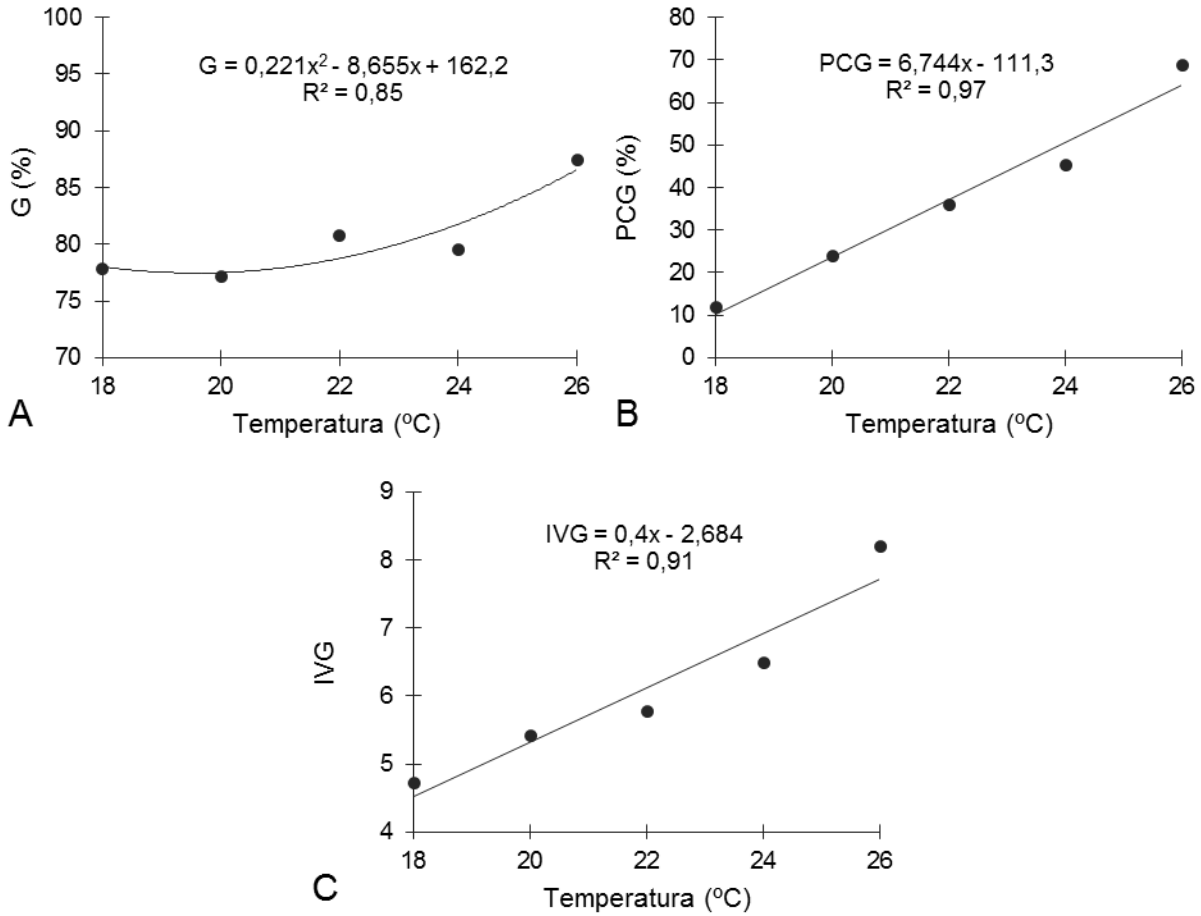

Figura 1. Germinação (A), primeira contagem de germinação (B) e índice de velocidade de germinação (C) de sementes de pimenta *Cayenne* Long Slim®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015.

No teste de envelhecimento acelerado, houve tendência similar àquelas obtidas para a primeira contagem e para o índice de velocidade de germinação (Figura 2A).

O aumento da temperatura promoveu incremento linear da porcentagem de plântulas normais na ordem de 11,4 pontos percentuais para cada 2ºC. Entretanto, os resultados obtidos no teste de frio se ajustaram à tendência quadrática com aumento da temperatura de desenvolvimento, atingindo máxima expressão do vigor na temperatura aproximada de 24ºC (Figura 2B).

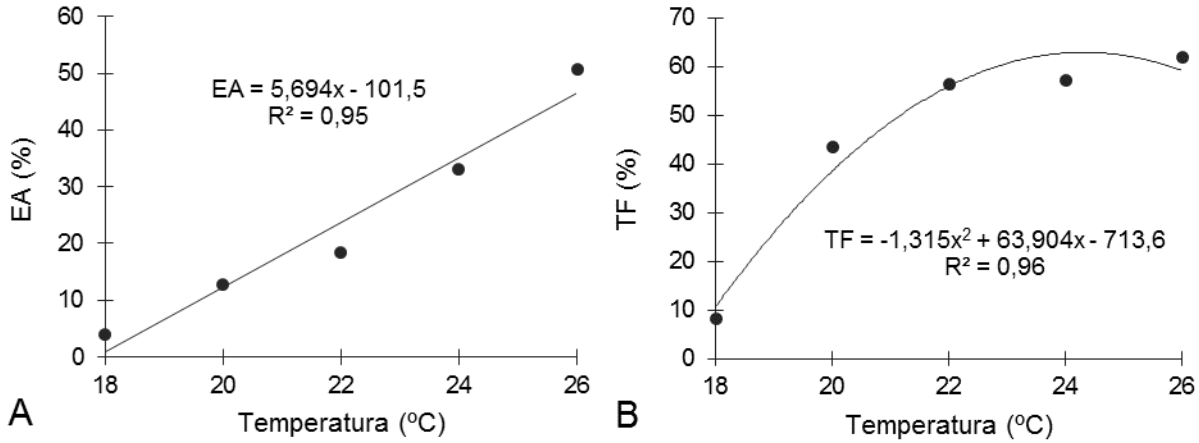

Figura 2. Envelhecimento acelerado (A) e teste de frio (B) de sementes de pimenta *Cayenne* Long Slim®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015.

O comprimento de parte aérea e o comprimento de raiz primária atingiram os maiores valores ao aumentar a temperatura. Ocorreu incremento linear de 7,1mm de parte aérea e de 8,6mm de raiz primária para cada 2ºC em que a temperatura foi elevada (Figura 3A e 3B).

Para massa seca de parte aérea, a resposta ao aumento da temperatura ocorreu de forma quadrática, com o ponto de máxima eficiência estimado na temperatura de 25ºC (Figura 3C). Entretanto, a massa seca de raiz apresentou incremento linear de 0,08 mg para cada unidade de temperatura utilizada (Figura 3D). Vale ressaltar que, na temperatura de 18ºC, houve ausência de formação de parte aérea e a elevação de 2ºC na temperatura, resultou em plântulas com 1,21mg de massa seca de parte aérea, estimado pelo modelo. Neste sentido, é interessante ressaltar que a resposta na alocação de matéria seca é dependente do genótipo (MICHELS et al., 2014). Assim, outras cultivares podem apresentar maior capacidade de alocação de matéria seca, quando submetidas as mesmas temperaturas.

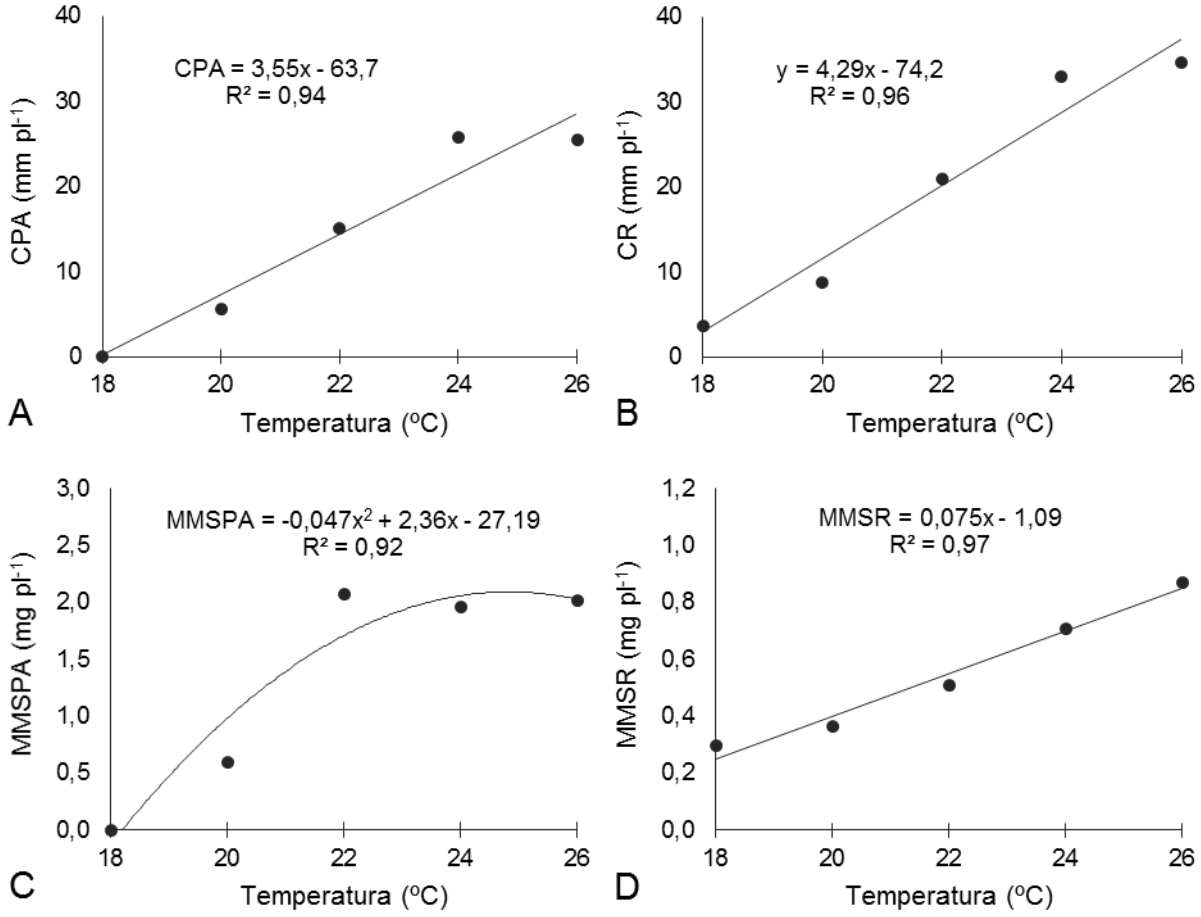

Figura 3. Comprimento de parte aérea (A) e de raiz primária (B), massa da matéria seca de parte aérea (C) e de raízes (D) de plântulas de pimenta *Cayenne* Long Slim®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015.

A emergência de plântulas em areia, determinada aos 14 e 21 dias após a semeadura, assim como o índice de velocidade de emergência, se ajustaram a tendência quadrática ao elevar a temperatura de desenvolvimento (Figura 4A e 4B). O incremento na emergência de plântulas atingiu a máxima eficiência em 22 e 21ºC para 14 e 21 dias após a semeadura, respectivamente, em relação a temperatura inicial. Similarmente, o índice de velocidade de emergência apresentou acréscimo até a temperatura aproximada de 23ºC, o que representa o incremento de 41,6%, no índice de velocidade de emergência (Figura 4C).

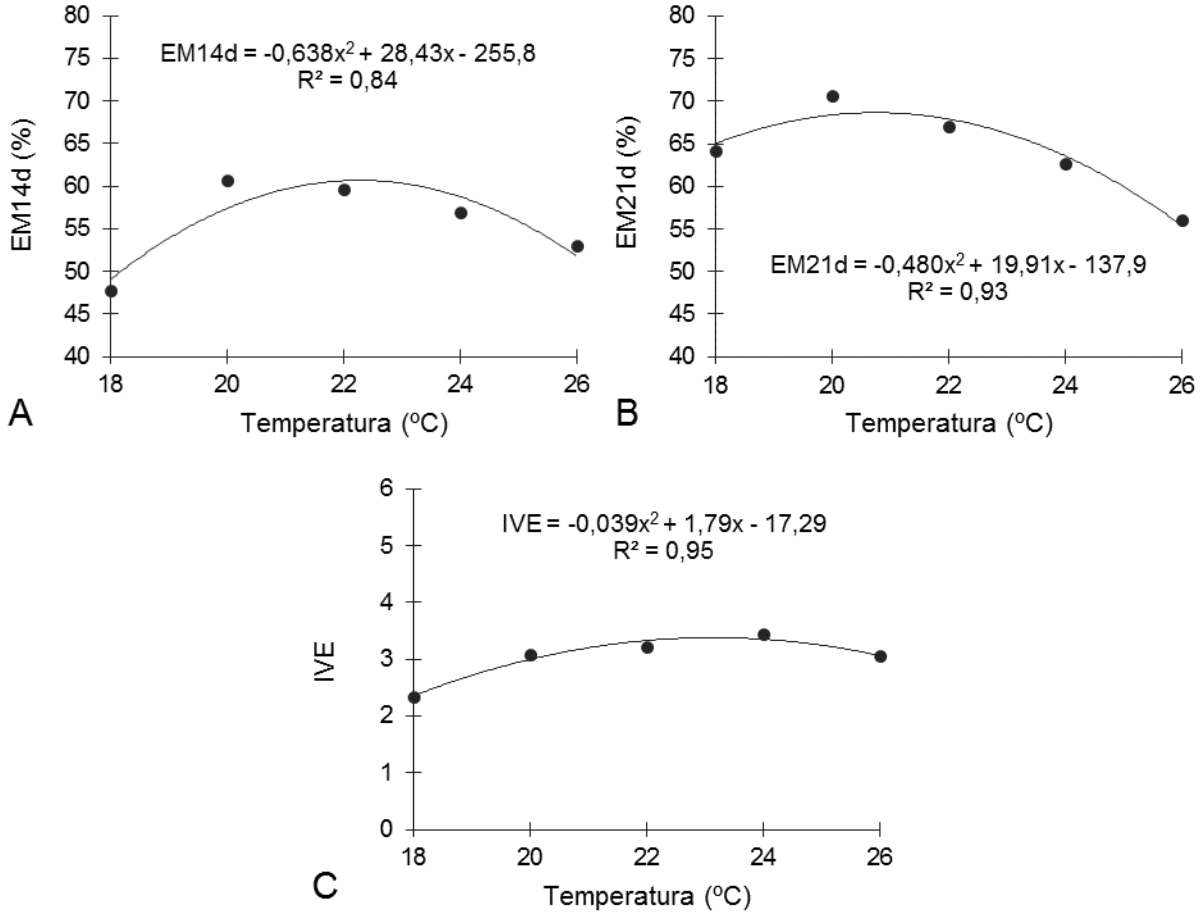

Figura 4. Emergência de plântulas aos 14 (A) e aos 21 (B) dias após a semeadura e índice de velocidade de emergência (C) de plântulas de pimenta *Cayenne* Long Slim®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015.

No experimento conduzido com sementes de tomateiro cultivar Gaúcho®, verificou-se diferença significativa para os dados de todas as variáveis analisadas, exceto para a germinação, onde apresentaram médias de 73, 74, 75, 76 e 77% de plântulas normais nas temperaturas de 18, 20, 22, 24 e 26ºC respectivamente. Para primeira contagem de germinação observou-se incremento linear na ordem de 5,2 pontos percentuais para cada 2ºC (Figura 5A).

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 5B). Vale ressaltar que, o aumento da temperatura para o processo de germinação das sementes de tomateiro em 2ºC 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 20ºC.

Para os dados de envelhecimento acelerado ocorreu resposta linear positiva, na ordem de 4,4 pontos percentuais para cada 2ºC. Entretanto para os resultados do

teste de frio, a elevação da porcentagem de plântulas normais foi até a temperatura de 24ºC (Figura 5C e 5D). Em média, na temperatura de 22ºC ocorreu superioridade de 22% na quantidade de plântulas normais, comparativamente à temperatura de 18ºC.

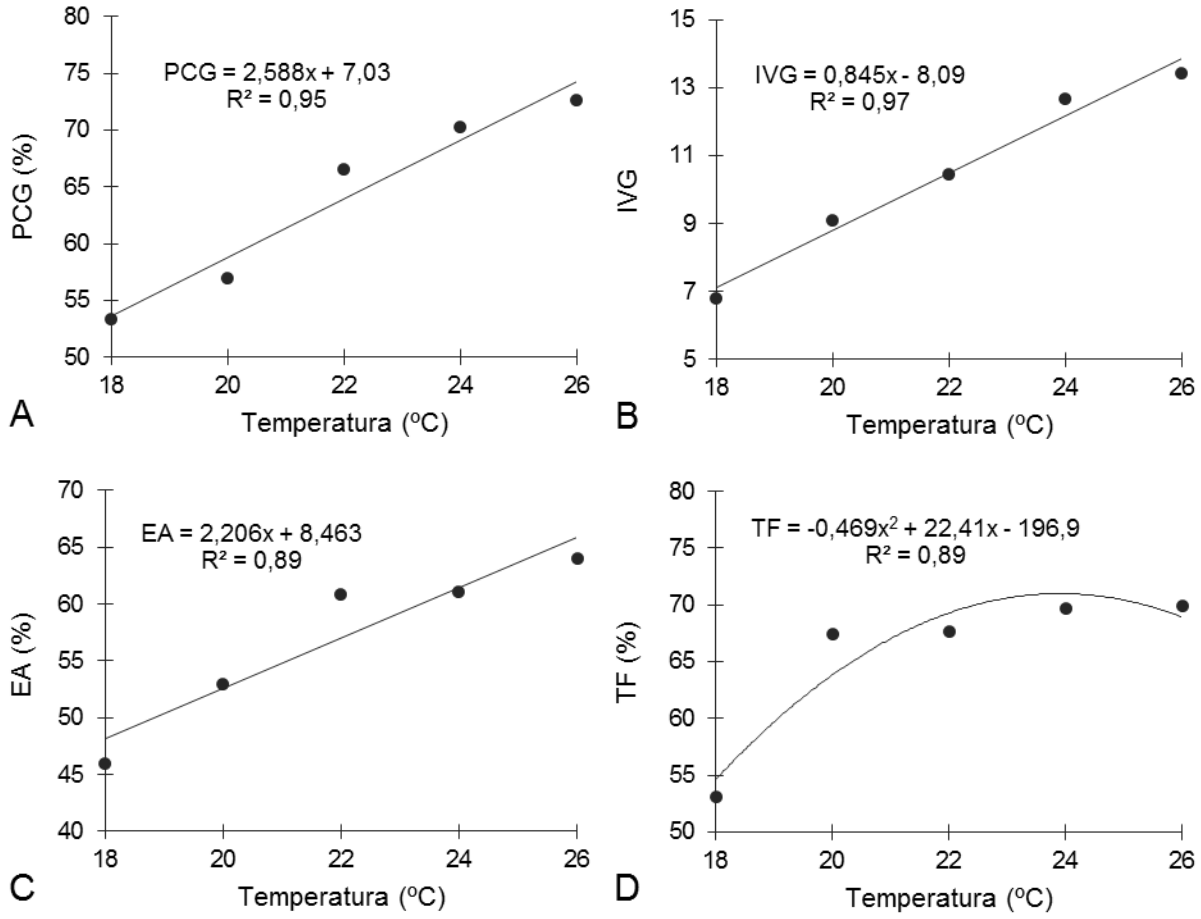

Figura 5. Primeira contagem de germinação (A), índice de velocidade de germinação (B), envelhecimento acelerado (C) e teste de frio (D) de sementes de tomateiro Gaúcho®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015.

O comprimento de parte aérea e o comprimento de raiz primária apresentaram similaridade de resposta ao aumento da temperatura (Figura 6A e 6B). Ocorreu incremento linear na ordem de 4,4mm para parte aérea e de 9,2mm para raiz primária para cada 2ºC de aumento da temperatura.

Em relação a massa da matéria seca de parte aérea e de raízes, ambas as variáveis, se ajustaram ao modelo quadrático (Figura 6C e 6D). Os pontos de máxima resposta ocorreram nas temperaturas de 23 e 24ºC 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 a temperatura de 18ºC, comparativamente àquelas sob temperatura de 20ºC.

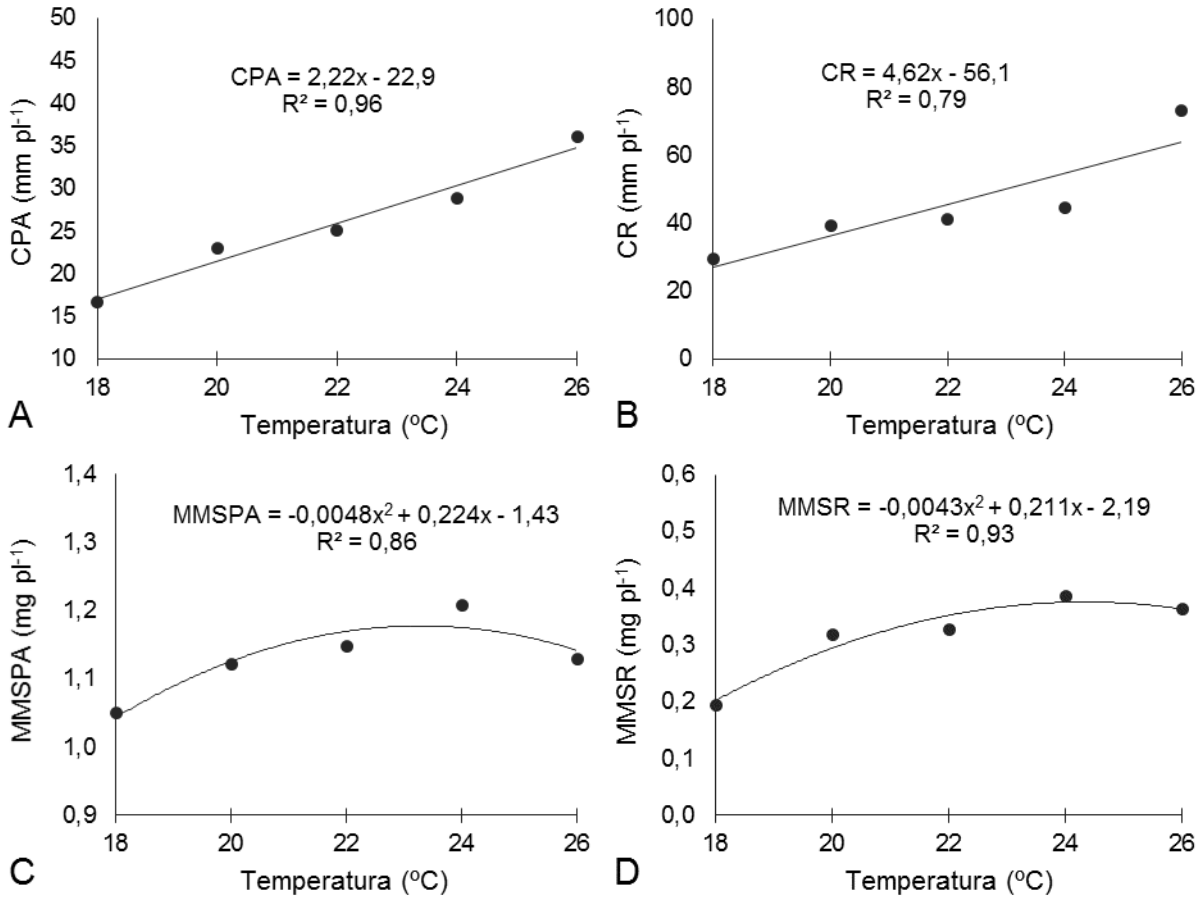

Figura 6. Comprimento de parte aérea (A) e de raiz primária (B), massa de matéria seca de parte aérea (C) e de raízes (D) de plântulas de tomateiro Gaúcho®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015.

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 21ºC, para ambas as épocas de avaliação (Figura 7A e 7B). Todavia, o índice de velocidade de emergência apresentou acréscimo linear na ordem de 0,5 para cada temperatura testada, tendo aos 26ºC atingido valor 52% comparativamente a temperatura de 18ºC (Figura 7C).

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).

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 demasiado do substrato constituído por areia.

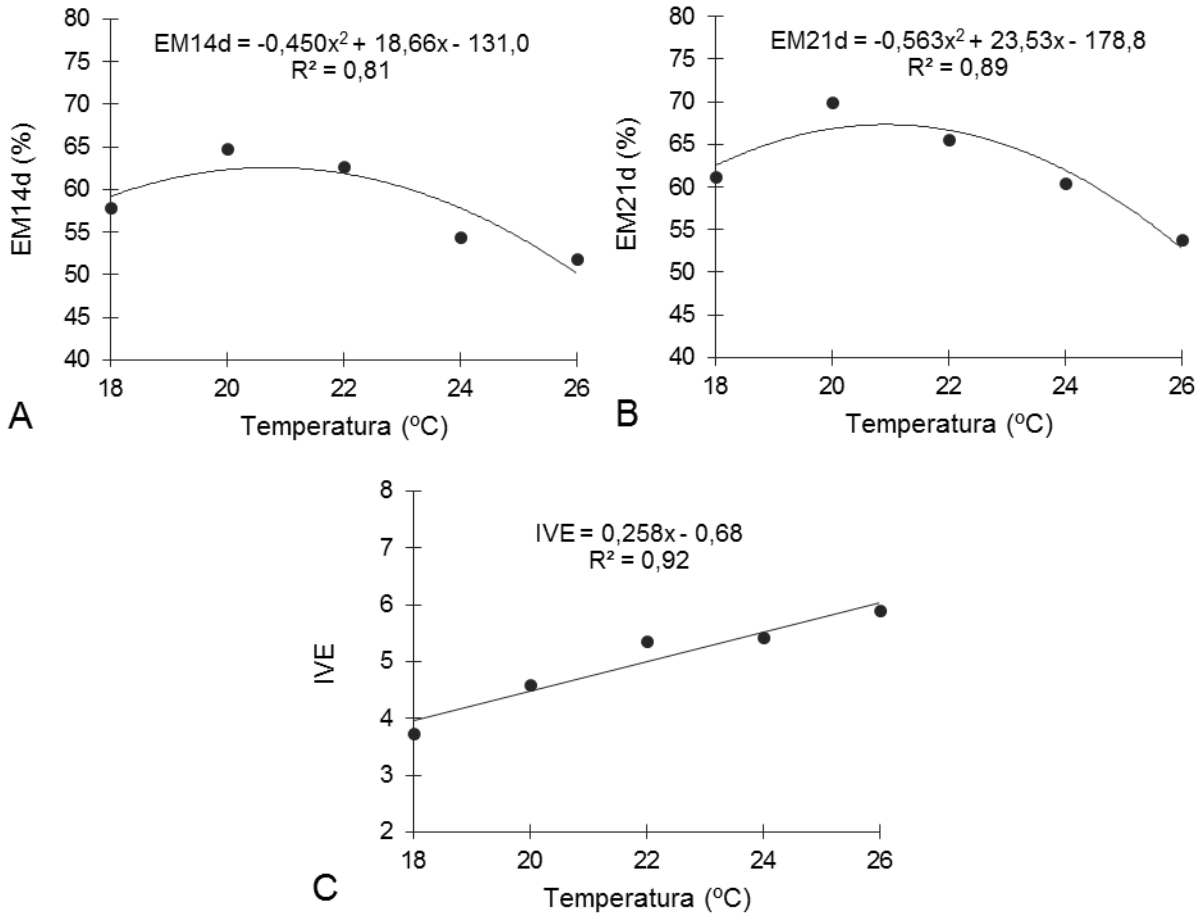

Figura 7. Emergência de plântulas aos 14 (A) e 21 (B) dias após a semeadura e índice de velocidade de emergência (C) de plântulas de tomateiro Gaúcho®, submetidas a diferentes temperaturas. FAEM/UFPel, Capão do Leão, 2015.

O desempenho fisiológico de sementes é associado ao poder germinativo sob condições ambientais favoráveis e origem de uma 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.

O processo de germinação das sementes envolve, incialmente, 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 e 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.

Além disso, segundo Yadav (2010), baixas temperaturas reduzem a velocidade de conversão das reservas em moléculas absorvíveis pelo embrião. 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).

Portanto, supõe-se que, em temperaturas mais elevadas, a germinação de sementes pode ser afetada positivamente (RIBEIRO e 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).

Ao avaliarem sementes de pimenta longa na temperatura de 25ºC, Bergo et al. (2010) observaram germinação mais rápida comparativamente à 20ºC. Em sementes de urucum, a temperatura de 25ºC 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 Zucareli (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 35ºC, concluíram que a temperatura ótima para a germinação da cebola variou de 15 a 22ºC, 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 40ºC, Beltrame et al. (2013) observaram que nas temperaturas de 25; 30 e 35ºC o acúmulo de massa da matéria seca em plântulas não difere entre temperaturas e os lotes utilizados.

A partir da avaliação geral dos resultados obtidos neste trabalho para sementes e plântulas de pimenta e de tomateiro, verificou-se que o aumento da temperatura de 18 até 26ºC acelerou a velocidade de germinação e aumentou a porcentagem de plântulas normais nos testes de germinação, primeira contagem de germinação e envelhecimento acelerado, bem como, incrementou o comprimento de parte aérea e de raiz.

Além disso, houve menor expressão do vigor de sementes nas menores temperaturas de desenvolvimento, conforme os resultados apresentados no teste de frio, dados de massa seca de parte aérea e de raízes. É possível inferir que, oscilações de temperatura por menor que sejam ou estejam abaixo do ótimo para cada espécie, resultam em menor expressão do vigor de sementes, podendo afetar negativamente a formação de mudas em períodos de semeadura sob baixas temperaturas.

5 Considerações Finais

A germinação de sementes de pimenta não é afetada de maneira negativa pelas temperaturas de 18 a 24ºC, enquanto, sementes de tomateiro mantidas nas temperaturas de 18 a 26ºC não apresentam diferença significativa nos resultados de germinação.

Os valores de primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado e comprimento de parte aérea e de raiz primária, tanto em para pimenta quanto para o tomateiro, aumentam linearmente com a elevação da temperatura.

Os resultados do teste de frio e matéria seca de plântulas, tanto para pimenta quanto para tomateiro, aumentam até a temperatura aproximada de 22ºC.

A expressão do vigor de sementes, conforme os testes para ambas as espécies, é afetada negativamente pela redução da temperatura, sendo resultados marcantes obtidos nas temperaturas de 18 e 20ºC.

Referências

ABREU, V. M. **Seleção indireta para tolerância à seca em milho por meio de características agronômicas e de sementes**. 2013. 95f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

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**, v. 41, n. 3, p. 468-474, 2010.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2010. 520 p.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate:** produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 391 p.

ARAÚJO, E. M.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M.; NEVES, C. M. L.; SILVA, É. É. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 466-470, 2007.

BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; UENO B. **Agronegócio da pimenta no Rio Grande do Sul**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. Palestras ... Viçosa: 2011. 1 CD-ROM.

BARBOZA, G. E.; AGRA, M. F.; ROMERO, M. V.; SCALDAFERRO, M. A.; MOSCONE, E. A. New endemic species of *Capsicum* (Solanaceae) from the Brazilian Caatinga: comparison with the Re-Circumscribed *C. parvifolium*. **Systematic Botany**, v. 36, n. 3, p. 768-781, 2011.

BARROS, P. C. S.; COSTA, A. R.; SILVA, P. C.; COSTA, R. A. Torta de filtro como biofertilizante para produção de mudas de tomate industrial em diferentes

substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 265-270, 2014.

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 glazioveana* Baill. em diferentes temperaturas. **Enciclopédia Biosfera**, 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**, v. 32, n. 3, p. 170-176, 2010.

BERGOUGNOUX, V. The history of tomato: from domestication to biopharming. **Biotechnology Advances**, v. 32, n. 1, p: 170-189, 2014.

BEVILACQUA, C. B.; MONZON, D. R.; VENSKE, E.; BASU, S.; ZIMMER, P. D. Application of Stress indices for low temperature and deep sowing stress screening of rice genotypes. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 16, n. 22, p. 18-22, 2013.

BIANCHETTI, L.; CARVALHO, S. I. C. Subsídios de germoplasma de pimentas e pimentões do gênero *Capsicum* (Solanaceae). In: WALTER B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Eds.). **Fundamentos para coleta de germoplasma vegetal**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p. 355-385.

BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T. Melhoramento genético. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Eds.) Produção de tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa, 2012. 344 p. cap. 2, p. 29-50.

BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers:** Vegetable and Spice Capsicums. Wallingford: CAB International, 2000. 204 p.

BRAGA, T. R.; PEREIRA, R. C. A.; SILVEIRA, M. R. S.; SILVA L. R.; OLIVEIRA M. M. T. Caracterização físicoquímica de progênies de pimentas (*Capsicum frutescens* L.). **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 112, n. 1, p. 6-10, 2013.

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

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

CARVALHO, S. I. C.; RIBEIRO, C. S. C.; PORTO, I. S. **Características agronômicas e industriais de pimentas** *Capsicum* spp**. do programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças**. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.200.210.234.180/HORTA/Download/Biblioteca/46_0218.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2015.

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.

CONFORTI, F.; STATTI, G. A.; MENICHINI, F. Chemical and biological variability of peper fruits (*Capsicum annum* var. *acuminatum* L.). **Food Chemistry**, v. 20, n. 4, p. 1096-1104, 2007.

CRUZ, R. P.; DUARTE, I. T. L.; CABREIRA, C. Inheritance of race cold tolerance at the seedling stage. **Scientia Agricola**, v. 76, n. 6, p. 660-674, 2010.

DE-WIT, P. J. How plants recognize pathogens and defend themselves. **Cellular and Molecular Life Science**, v. 61, n. 21, p. 2726-2732, 2007.

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**, v. 32, n. 2, p. 438-443, 2008.

EGGINK, P. M.; MALIEPAARD, C.; TIKUNOV, Y.; HAANSTRA, J. P. W.; BOVY, A. G.; VISSER, R. G. F. A taste of sweet pepper: Volatile and non-volatile chemical composition of fresh sweet pepper (*Capsicum annuum*) in relation to sensory evaluation of taste. **Food Chemistry**, v. 132, n. 1, p. 301-310, 2012.

EL-BASSIONY, A. M.; FAWZY, Z. F.; EL-SAMAD, E. H. A.; RIAD, G. S. Growth, yield and fruit quality of sweet pepper plants (Capsicum annuum L.) as affected by potassium fertilization. **Journal of American Science**, v. 6, n. 12, p. 722-729, 2010.

EMBRAPA. Hortaliças em número. Produção de hortaliças no Brasil, 2013. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/hortalicas_em_numeros/producao_hortalicas>. Acesso em: 19/08/2015.

EMBRAPA. **Pimenta (***Capsicum* spp.**)**. Sistemas de Produção, Embrapa Hortaliças, v. eletrônica, n. 2, 2007. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/clima.html>. Acesso em: 20 ago. 2015.

ESSEMINE, J.; AMMAR, S.; BOUZID, S. Impact of heat stress on germination and growth in higher plants: physiological, biochemical and molecular repercussions and mechanisms of defence. **Journal of Biological Sciences**, v. 10, n. 6, p. 565-572, 2010.

FACIN, F.; PEDÓ, T.; KOCH, F.; MARTINAZZO, E., G.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T. Z. Vigor de sementes e crescimento inicial de plantas de feijão sob efeito de baixas temperaturas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 8, n. 4, p. 35-40, 2014.

FAO. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. AGRICULTURE**. 2013. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 24 ago. 2015.

FEAGRI. **Tomates**. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br>. Acesso em 20 nov. 2010.

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**, v. 3, n. 3, p. 209-212, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2003. 402 p.

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**, v. 15, n. 1, p. 101-115, 2008.

GIUFFRIDA, D.; DUGO, P.; TORRE, G.; BIGNARDI, C.; CAVAZZA, A.; CORRADINI, C.; DUGO, G. Characterization of 12 Capsicum varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. **Food Chemistry**, v. 140, n. 1, p.794-802, 2013.

GUERRA, A.; BARBOSA, A. de M.; GUIDORIZI, K. A.; SOUZA, G.M. Efeitos da temperatura do ar na fotossíntese da cana-de-açúcar na fase inicial do desenvolvimento. **Revista Agrarian**, v. 7, n. 24, p. 211-217, 2014.

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.

HOWARD, L. R.; TALCOTT, S. T.; BRENES, C. H.; VILLALON, B. Changes in phytochemical and antioxidante activity of selected papper cultivars (*Capsicum* Species) as influenced by maturity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 1, p. 1713-1720, 2000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola:** Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil. Rio de Janeiro, v. 27, n. 7, p: 1-85, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **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.

ISTA - International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 21, Suplement, 1993. 288 p.

KIKUTI A. L. P.; MARCOS FILHO J. Testes de vigor em sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, p. 44-50, 2012.

LANGRIDGE, P.; NICK, P.; GEOFF, F. Functional genomics of abiotic stress tolerance in cereals. **Briefings in Funtional Genomics and Proteomics**, v. 4, n. 4, p. 343-354, 2006.

LARROSA, R. M.; MARCHESAN, E.; SILVA, L. S.; AVILA, L. A. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na suscetibilidade do arroz a temperatura baixa na fase reprodutiva. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 992-997, 2009.

LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S. Germinação de sementes de espécies florestais. In: Chichorro, J. F.; Garcia, G. O.; Bauer, M. O.; Caldeira, M. V. W. (Org.). **Tópicos em Ciências Florestais**. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2010. p. 21-56.

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, MG, v. 23, n. 2, p. 7-15, apr./jun. 2007.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

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

MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: dimensão e perspectivas. **SeedNews**, Ano XV, n. 1, 2011. Disponível em: <http://www.seednews.inf.br/_html/site/content/reportagem_capa/imprimir.php?id=9>. Acesso em: 28 ago. 2015.

MARÍN, A.; FERRERES, F.; TOMAÁS-BARBERAÁN, F. A.; GIL, M. I. Characterization and Quantitation of Antioxidant Constituents of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, v. 12, p. 3861-3869, 2004.

MENDONÇA, A. O.; AISENBERG, G. R.; GEHLING, V. M.; OLIVEIRA, S.; EVERHARDT, P. E. R.; AUMONDE, T. Z. Expressão do vigor e perfil isoenzimático em sementes de trigo sob ação de bioativador. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 2, p. 1-5, 2015.

MENICHINI, F.; TUNDIS, R.; BONESI, M.; LOIZZO, M. R.; CONFORTI, F.; STATTI, G.; CINDIO, B.; HOUGHTON, P. J. The influence of fruit ripening on the phytochemical contente and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq cv. Habanero. **Food chemistry**, v. 114, v. 1, p. 553-560, 2009.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; SOARES, R. C.; BALDIGA, R. F.; PESKE, F. B.; MORAES, D. M. Alterações fisiológicas em sementes de arroz expostas ao frio na fase de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, Nota científica, 2009.

MICHELS, A. F.; SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M.; ZILIO, M. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas no oeste e planalto catarinense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 620-632, 2014.

MOREIRA, S. O.; RODRIGUES, R.; ARAÚJO, M. L.; SUDRÉ, C. P.; RIVA-SOUZA, E. M. Desempenho agronômico de linhas endogâmicas recombinadas de pimenta em dois sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1387-1393, 2009.

MOSCONE, E. A.; SCALDAFERRO, M. A.; GRABIELE, M.; CECCHINI, N. M.; GARCÍA, Y. S.; JARRET, R.; DAVIÑA, J. R.; DUCASSE, D. A.; BARBOZA, G. E.; EHRENDORFER, F. The evolution of chili peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. **Acta Horticulturae**, v. 745, n.1, p. 137-169, 2007.

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**, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSWKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 211-214, 2005.

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.

NASCIMENTO, W. M.; 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, 2011, **Anais...** Porto alegre/RS, 2011. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/911285/4/palestra17CursoSementesHortalicas11.pdf> Acesso em: 27 ago. 2015.

NEVES, J. A. **Desempenho agronômico de genótipos de soja sob condições de baixa latitude em Teresina-PI**. 2011. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Piauí, 2011.

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**, v. 27, n. 1, p. 179-181, 2005

PERRY, L.; DICKAU, S.; ZARRILLO, S.; HOLST, I.; PEARSALL, D. M.; PIPERNO, D. R.; BERMAN, M. J.; COOKE, R. G.; RADEMAKER, K.; RANERE, A. J.; RAYMOND, S.; SANDWEISS, D. H.; SCARAMELLI, F.; TARBLE, K.; ZEIDLER, J. A. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. **Science**, v. 315, n. 5814, p. 986-988, 2007.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A; MENEGHELLO, G.E. (Eds.). **Sementes**: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 3 ed. Pelotas, UFPel, 2012. 573 p.

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**, 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**, v. 10, n. 11, p. 1-6, 2014.

POZZOBON, M. T.; SCHIFINO-WITTMAN, M. T.; BIANCHETTI, L. B. Chromosome numbers in wild semidomesticated Brazilian *Capsicum* L. (Solanaceae) species: do x= 12 and x=13 represent two evolutionary lines? **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 151, n. 2, p. 259-269, 2006.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). *Capsicum*: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. 113 p.

RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas** *Capsicum*. Brasilia Embrapa Hortaliças. 2008. 153 p.

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**, v. 39, n. 3, p. 267-278, 2013.

RODRIGUES, H. C. S.; BEVILACQUA, C. B.; BAHRY, C. A.; MONZON, D. L. R.; VIANA, T. P.; ZIMMER, P. D.; FAGUNDES, P. R. R. Aplicação de índice de estresse para a tolerância ao frio no desenvolvimento inicial de cultivares de arroz. **Científica**, v. 42, n. 3, p. 258–264, 2014.

RONCHI, C. P.; SERRANO, L. A. L.; SILVA. A. A.; GUIMARÃES, O. R. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. **Planta Daninha**, v. 8, n. 1, p. 215-228, 2010.

RUFINO, J. L. S.; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades de mercado para pimenta. **Informe agropecuário**, v. 27, n. 235, p. 7-15, 2006.

SANTIN, M. R. **Uso de fertilizantes organominerais e indutores de resistência no desempenho agronômico do tomateiro estaqueado**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

SBRUSSI, C. A. G.; ZUCARELI, C. Germinação de sementes de milho com diferentes níveis de vigor em resposta à diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, 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**, v. 11, n. 1, p. 188-192, 2011.

SOARES, A. M. S.; MACHADO, O. L. T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 1, n. 1, p.9-19, 2007.

SONG, S.; LEI, Y. B.; TIAN, X. R. Proline metabolismo and cross-tolerance to salinity and heat stress in germinating wheat seeds. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 52, n. 6, p. 897-904, 2005.

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**, v. 18, n. 3, p. 198- 207, 2010.

SOUZA, M. A.; PIMENTEL, A. J. B.; RIBEIRO, G. Melhoramento para tolerância ao calor. In: FRITSCHE-NETO, R.; BORÉM, A. (Eds.) **Melhoramento de plantas para**

condições de estresses abióticos. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. cap. 9. p. 199-226.

STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; TOLEDO, M. V.; PORTZ, R. L.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; PASCHOLATI, S. F. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranenis**, v. 10, n. 1, p. 18-46, 2011.

SUBEDI, K. D.; MA, B. L.; XUE, A. G. Planting date and nitrogen effects on grain yield and protein content of spring wheat. **Crop Science**, v. 47, n. 1, p. 36-47, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5a ed. Porto Alegre, Artmed. 2013. 954 p.

VILELA, N. J.; RIBEIRO, C. S. C.; MADAIL, J. C. M. **Eficiência técnico-econômica de quatro sistemas de produção de pimentas *Capsicum***. Comunicado Técnico, n. 56, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 7 p.

YADAV, S. K. Cold stress tolerance mecanisms in plants. **Agronomy for sustainable development**, 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**, v. 42, n. 3, p. 684-692, 2011.