



DEBORAH ABREU QUEIROZ

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES E TEMPERATURA DE
GERMINAÇÃO NA TOLERÂNCIA À TERMOINIBIÇÃO EM
GENÓTIPOS DE ALFACE**

**LAVRAS – MG
2017**

DEBORAH ABREU QUEIROZ

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES E TEMPERATURA DE GERMINAÇÃO NA
TOLERÂNCIA À TERMOINIBIÇÃO EM GENÓTIPOS DE ALFACE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes

Orientador

**LAVRAS – MG
2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Queiroz, Deborah Abreu.

Armazenamento de sementes e temperatura de germinação na
tolerância à termoinibição em genótipos de alface / Deborah Abreu
Queiroz. - 2017.

47 p. : il.

Orientador(a): Luiz Antônio Augusto Gomes.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. *Lactuca sativa*. 2. Dormência primária. 3. Dormência
secundária. I. Gomes, Luiz Antônio Augusto. . II. Título.

DEBORAH ABREU QUEIROZ

**ARMAZENAMENTO DE SEMENTES E TEMPERATURA DE GERMINAÇÃO NA
TOLERÂNCIA À TERMOINIBIÇÃO EM GENÓTIPOS DE ALFACE**

**SEED STORAGE AND GERMINATION TEMPERATURE IN TOLERANCE TO
THE TERM-INHIBITION IN LETTUCE GENOTYPES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 15 de setembro de 2017.

Dr. Renato Mendes Guimarães UFLA

Dra. Fernanda Pereira Soares MAPA

Prof. Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes
Orientador

**LAVRAS – MG
2017**

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Agricultura pela oportunidade de realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao meu orientador Luiz Antônio, pela orientação, compreensão, disposição do seu tempo, e pela transmissão de conhecimento e experiência em várias conversas edificantes. Exemplo de dedicação profissional, de pessoa humana e fraterna. Serei sempre grata pela amizade e dedicação.

À minha família, principalmente à minha mãe, por sua força e determinação contagiante!

Ao Gabriel, pelo carinho, paciência e conselhos em todos os momentos!

Ao professor Renato Guimarães, por seus conselhos e disposição e à Dra Fernanda Soares pela colaboração!

Aos colegas Gabriel, Sylmara, Vitor, Raisla, Joana, Daniele, Andrei, Inês e André, por toda amizade e colaboração na condução dos experimentos.

À empresa HortiAgro Sementes e a todos os funcionários, por toda ajuda e comprometimento para a realização dos trabalhos. Ao Moreto, Vicente e Ronaldo pela amizade!

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão de mais uma etapa em minha vida!

MUITO OBRIGADA!

*“O importante é não parar de questionar; a curiosidade
tem sua própria razão de existir”*

(Albert Einstein)

RESUMO GERAL

Sementes de alface normalmente apresentam problemas de germinação, que podem estar relacionados à dormência e/ou à temperatura. A dormência, muitas vezes está relacionada à idade das sementes, quando sementes recém-colhidas tendem a germinar pouco. A temperatura, por sua vez, quando em valores acima do ideal, pode também reduzir a germinação das sementes, consequência de uma termoinibição. Sabe-se que estas características são também influenciadas pelo genótipo do material. Conhecer a temperatura a partir da qual se inicia o processo de termoinibição, bem como a influência da idade da semente na sua germinação, seria de grande importância para se estabelecer parâmetros mais adequados para a seleção de genótipos superiores em programas de melhoramento. Objetivou-se neste trabalho avaliar a germinação das sementes de três cultivares de alface em função da temperatura e da idade das sementes. Foram utilizadas as cultivares Everglades, consideradas tolerantes à termoinibição, a cultivar Luisa, que apresenta tolerância intermediária, e a cultivar Verônica, considerada sensível à termoinibição. As sementes colhidas de cada cultivar foram avaliadas pelo teste de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação e teste de germinação de sementes remanescentes. As análises foram realizadas em quatro temperaturas de 20 °C, 25 °C, 30 °C e 35 °C e em sete períodos de armazenamento com 40, 70, 100, 130, 160, 190 e 260 dias após a colheita. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de médias. Em seguida foram feitas análises de regressão para determinar a temperatura na qual se inicia o processo de termoinibição em cada cultivar, e indicar o melhor momento para identificar genótipos tolerantes à termoinibição. Foram encontradas diferenças significativas na germinação das sementes das cultivares, de acordo com as temperaturas e os períodos de armazenamento. Verificou-se que nenhuma das cultivares apresentou dormência primária. Confirmou-se a tolerância à termoinibição da cultivar Everglades, com germinação superior a 90% até temperaturas próximas a 31°C, e da cultivar Luisa, até temperaturas próximas a 29,5°C, quando ainda apresentam germinação próxima a 90%. A cultivar Verônica mostrou-se sensível à termoinibição, com redução mais drástica da germinação a partir de temperatura de 29°C. A temperatura a partir da qual se inicia o processo de termoinibição nas sementes de alface é de 29,5 °C. A identificação de genótipos de alface tolerante à termoinibição deve ser realizada em sementes a partir de 260 dias após a colheita.

Palavras-chave: Sementes. Germinação. Temperatura. Armazenamento.

GENERAL ABSTRACT

Lettuce seeds usually present germination problems that may be related to dormancy and / or temperature. Dormancy is often related to the age of the seed, when freshly harvested seeds tend to germinate little. The temperature, in turn, when in higher grades, can also reduce the germination of the seeds, the consequence of a thermoinhibition. It is known that these characteristics are also influenced by the genotype of the material. Knowing the temperature from which the thermoinhibition process begins, as well as the influence of the age of the seed on its germination, would be of great importance to establish more adequate parameters for the selection of superior genotypes in breeding programs. The objective of this work was to evaluate the germination of the seeds of three lettuce cultivars as a function of the temperature of the analysis and as a function of the age of the seeds. The Everglades cultivars were considered thermotolerant to thermoinhibition, Luisa that presented intermediate tolerance and Verônica considered thermosensitive. The seeds harvested from each cultivar were evaluated by germination test, first count, germination speed index and germination test of remaining seeds. The analyzes were performed at four temperatures of 20 °C, 25 °C, 30 °C and 35 °C and seven storage periods at 40, 70, 100, 130, 160, 190 and 260 days post-harvest. The results were submitted to analysis of variance and mean test to verify the primary dormancy and thermoinhibition in the seeds of the evaluated cultivars. Regression analysis was performed to determine the temperature that initiates the thermoinhibition process in each cultivar and to indicate the best moment of evaluation for the identification of thermotolerant genotypes. Significant differences were found in the germination of the seeds of the cultivars, according to the temperature and storage periods. It was verified that the evaluated cultivars did not present primary dormancy. Everglades seeds are tolerant to thermoinhibition with germination greater than 90% at temperatures close to 31 °C. The seeds of Luisa are tolerant to thermoinhibition until temperatures close to 29,5 °C, when they still present germination near 90%. And the seeds of Verônica present tolerance to thermoinhibition, until 29 °C. The temperature at which the thermoinhibition process begins in lettuce seeds is 29.5 °C. The identification of lettuce genotypes tolerant to thermoinhibition should be performed on seeds from 260 days after harvest.

Keywords: Seeds. Germination. Temperature. Storage.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teste de germinação (%G) para as cultivares Everglades, Luisa e Verônica entre e dentro dos períodos de armazenamento para as temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C e 35°C	30
Tabela 2 – Teste de Primeira Contagem (%PC) para as cultivares Everglades, Luisa e Verônica entre e dentro dos períodos de armazenamento para as temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C e 35°C.....	34
Tabela 3 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) para as cultivares Everglades, Luisa e verônica entre e dentro dos períodos de armazenamento para as temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C e 35°C..	36

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Teste de germinação (%G) a 30 °C e teste de remanescentes (%R) a 20 °C das cultivares Everglades, Luisa e Verônica em função dos períodos de armazenamento (40,70, 100,130, 160, 190 e 260 dias após colheita). 37
- Figura 2 - Teste de germinação (%G) a 35 °C e teste de remanescentes (%R) a 20 °C das cultivares Everglades, Luisa e Verônica nos períodos de armazenamento (40, 70, 100, 130, 160, 190 e 260 dias após colheita). 38
- Figura 3 - Germinação de sementes de alface da cultivar Everglades em quatro períodos de armazenamento (40, 100, 160, 260), em função da temperatura de germinação. 39
- Figura 4 - Germinação de sementes de alface da cultivar Luisa em quatro períodos de armazenamento (40, 100, 160, 260), em função da temperatura de germinação.. 40
- Figura 5 - Germinação de sementes de alface da cultivar Veronica em quatro períodos de armazenamento (40, 100, 160, 260), em função da temperatura de germinação.. 41
- Figura 6 - Germinação das sementes de três cultivares de alface em função da temperatura de análise, aos 260 dias após a colheita..... 42

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO..... 12
2	REFERENCIAL TEÓRICO 14
2.1	A cultura da alface..... 14
2.2	Influência da temperatura na germinação 15
2.3	Tipos de dormência..... 16
2.4	Métodos para contornar a termoinibição 17
2.5	Etileno e endo-β-mananase na germinação 19
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS 21
	REFERÊNCIAS..... 22
	SEGUNDA PARTE - ARTIGO..... 24
	ARTIGO Armazenamento de sementes e temperatura de germinação na tolerância à termoinibição em genótipos de alface 25
1	INTRODUÇÃO..... 25
2	MATERIAL E MÉTODOS 27
2.1	Teste de germinação (G) 28
2.2	Primeira contagem (PC)..... 29
2.3	Índice e velocidade de germinação (IVG)..... 29
2.4	Teste de germinação de sementes remanescentes (R)..... 29
2.5	Procedimento estatístico..... 29
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 30
4	CONCLUSÃO..... 44
	REFERÊNCIAS..... 45

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

As principais hortaliças comercializadas no Brasil são alface, batata, cebola, cenoura e tomate, as quais constituem um grupo de relevância em área plantada e em volume de produção. A alface é única hortaliça folhosa dentre as de destaque no mercado e a preferida entre os consumidores brasileiros.

O plantio da alface ocorre em todo o território brasileiro, normalmente próximo a grandes centros de distribuição atacadista, com ênfase para as regiões sudeste e sul que garantem a maior parte da produção dessa hortaliça no mercado.

A forma de propagação da alface se dá por meio de sementes. O plantio dos campos de produção normalmente se dá de maneira indireta por meio da produção de mudas em bandejas, o que possibilita melhor controle de fatores ambientais como a temperatura, além de reduzir gastos caso haja falha no estande e/ou baixo desenvolvimento das mudas.

Sementes de alface depositadas no solo com condições desfavoráveis de temperatura sofrem sérios danos, normalmente gerando plântulas com má formação ou ausência de emergência, seja por baixo vigor, dormência ou morte de sementes. Assim, os problemas gerados no campo de produção de alface são variados, tais como desuniformidade na produção, falha no estande, disfunções fisiológicas e baixa qualidade do produto, gerando baixo rendimento e perda de produtividade dessa folhosa.

Há grande diversidade na cultura da alface com relação a diferentes características, tais como tipo de folha, coloração, tamanho e formação ou não de cabeça, dentre outras. Algumas cultivares também diferem de outras por apresentarem tolerância a altas temperaturas, essa tolerância apresenta-se tanto em sementes, como em plantas de alface. Na semente, possibilita que a mesma germine em temperaturas mais elevadas, normalmente consideradas inadequadas para germinação. Na planta, a tolerância refere-se ao pendoamento tardio, mesmo em condições de altas temperaturas, já que acima de 25 °C há indução da fase reprodutiva, reduzindo o ciclo vegetativo da cultura.

A tolerância a altas temperaturas em sementes é uma característica benéfica para a cultura, já que reduz a termoinibição e termodormência, contribuindo para uma germinação mais uniforme e menor perda de vigor, caso ocorra aumento da temperatura no momento da germinação. O genótipo Everglades apresenta maior tolerância à termoinibição, tornando-se

um material importante para estudos que visam uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos neste processo.

Contudo, as sementes de alface apresentam um limite de tolerância para a germinação em altas temperaturas, limite este, que ainda não foi bem determinado. Outro ponto relevante a ser compreendido é a evolução do processo de termoinibição após a maturidade da semente. Diferenças de sensibilidade a altas temperaturas em sementes de alface parecem estar correlacionada à idade da semente. O estudo periódico dos dias após a colheita associado à avaliação de diferentes temperaturas de germinação, são variáveis que necessitam de maiores esclarecimentos para continuidade das pesquisas relacionadas ao tema.

Assim, o objetivo desse trabalho, foi determinar a temperatura limite para o estabelecimento da termoinibição em sementes de alface, bem como verificar o efeito do armazenamento das sementes na resposta à tolerância a termoinibição. Espera-se com esse trabalho subsidiar pesquisas futuras de melhoramento genético que visem o desenvolvimento de cultivares tolerantes à termoinibição.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa*) pertence à família *Asteraceae*, originária da região do oriente próximo. Acredita-se que sua domesticação se deu a partir da *Lactuca serriola*, sob influência do clima mediterrâneo, invernos amenos e úmidos, bem como verões quentes e secos. Há indícios de sua utilização pelos egípcios por volta do ano 4.500 a.c. A introdução da alface no Brasil ocorreu no século XVI pelos portugueses. A fase vegetativa caracteriza-se pela produção de folhas, fase de importância econômica e interesse comercial. Dentre os estimados 25 milhões de toneladas de hortaliças produzida no Brasil, incluindo batata e batata doce, a alface representa aproximadamente 6,5% da produção movimentando no mercado o montante de R\$ 12.648,5 milhões de reais (ABCSEM, 2012).

De acordo com Henz e Suinaga (2009) as principais cultivares presentes no mercado brasileiro podem ser agrupadas em grupos morfológicos, de acordo com formação de cabeça e tipo de folha, que são repolhuda lisa, repolhuda crespa ou americana, solta lisa, solta crespa, solta crespa roxa e do tipo romana. Há alta variabilidade em relação ao tamanho, recorte, formato e coloração entre as linhagens de alface, contribuindo para diversificação do mercado em várias linhas de consumo, como *fast food*, minimamente processada, e *in natura*.

Sala e Costa (2012) explicam a evolução da alfavicultura brasileira, inicialmente dominada pelo tipo repolhuda lisa. No entanto, devido a sérios problemas no cultivo, principalmente ligados a altas temperaturas e pluviosidade, os produtores adotaram a lisa solta, reduzindo alguns problemas fitossanitários. Posteriormente, a alface crespa solta ganhou o mercado com a ajuda do melhoramento genético, alcançando maior tolerância ao pendoamento precoce e menores perdas na comercialização devido à maior resistência das folhas às injúrias mecânicas. O mercado brasileiro tem preferência por colorações verde-claro, diferindo do restante do mundo. Atualmente, outros tipos de alface vêm tomando espaço no mercado. A alface americana se tornou a principal variedade para linhas de *fast food*, promovendo aumento na produção e consumo pelos brasileiros. Outros ramos promissores no mercado de alface são as mini, *baby leaf*, *frizze* e crocante. A crocante se destaca pela grande aceitação no mercado consumidor, já que possui características associadas da alface crespa e americana, além da contribuição para alfavicultura brasileira por

visar a adaptação às condições climáticas de cultivo no Brasil, e por ser a primeira alface considerada longa vida.

Todo o ciclo de produção da alface, independente da cultivar utilizada, sofre influência do clima, atuando na duração dos ciclos de desenvolvimento da cultura, na maior ou menor incidência de problemas fitossanitários, na qualidade do produto, como peso e tamanho da cabeça e na produção de sementes pelo maior pegamento da fertilização.

O início da fase reprodutiva se inicia com a produção e acúmulo de látex que promove o sabor amargo às folhas e a indução da haste floral. A inflorescência é do tipo panícula e as flores constituem em capítulos. O sistema reprodutivo predominante é por autogamia. A antese acontece no início da manhã, promovida pela alta luminosidade e aumento da temperatura. Os frutos ou sementes são do tipo aquênio, cada capítulo rende normalmente de 10 a 25 sementes.

A produção de sementes de alface se destaca no mercado sementeiro, já que a forma de propagação se dá por meio desta. A área total cultivada para a produção de sementes de alface foi de 42.598,30 ha, produzindo 19.774,40 kg (ABCSEM, 2009). Já o valor de sementes comercializadas em 2012 chegou a R\$ 475 milhões de reais, deste montante a alface contribuiu com R\$ 34,7 milhões de reais, representando 7,3% aproximadamente (ABCSEM, 2014). O mercado brasileiro sementeiro de alface ainda é dependente de importação, porém, a exigência do mercado consumidor do Brasil não acompanha a preferência do mercado externo.

2.2 Influência da temperatura na germinação

As sementes de alface normalmente apresentam temperatura ótima de germinação por volta dos 20°C. Algumas cultivares expressam reduções na germinação acima de 25°C e o aumento para 27°C pode levar a completa inibição da germinação (KOZAREWA et al., 2006). Para Nascimento e Pereira (2007), a maioria das cultivares não germina em temperaturas superiores a 30°C. Bufalo et al. (2012), em um estudo, mostrou que sementes de alface apresentaram germinação acima de 90% quando embebidas em temperaturas de 20° e 25°C, sofrendo uma redução de aproximadamente 40%, quando a temperatura de germinação aumentou para 30°C, e quando em 35°C não houve germinação. Basicamente, sob altas temperaturas, a germinação de sementes de alface pode ser errática ou completamente inibida

(NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER, 2000). A temperatura ideal e limite de germinação está relacionada a diversos fatores, mas o genótipo é o principal determinante (VILLELA et al., 2010).

Testes de germinação realizados nas temperaturas de 20 °C e 25 °C possibilitam a identificação da ocorrência de dormência primária, fenômeno comumente encontrado nos primeiros meses após a colheita das sementes de alface (BASKIN; BASKIN, 2004). Já testes de germinação com temperaturas de 30 °C e 35 °C podem mostrar maior tolerância ou sensibilidade das sementes em relação à termoinibição.

A temperatura age de três formas na germinação, determina a capacidade e porcentagem de germinação, supera a dormência primária e secundária e/ou induz a dormência secundária (BEWLEY; BLACK (1994) citados por MATHEUS; LOPES, 2009). A temperatura ambiental durante a produção de sementes de alface interfere na capacidade de germinação futura da semente, contribuindo para a determinação do limite máximo de temperatura de germinação. Sementes produzidas em altas temperaturas tendem a aumentar a máxima temperatura de germinação destas, independente do genótipo (NASCIMENTO; CRODA; LOPES, 2012).

Genótipos com boa capacidade de germinação em altas temperaturas são chamados de termotolerantes, termo pouco discutido quanto a sua definição. Já os genótipos termosensíveis apresentam dificuldade de germinação em altas temperaturas e exibem drástica redução de porcentagem de germinação. Sung, Cantliffe e Nagata (1998) afirmam que quando a temperatura de germinação em sementes de alface sobe 2° e 3°C acima da temperatura máxima para um genótipo específico, a germinação cai rapidamente.

2.3 Tipos de dormência

A dormência primária e secundária está presente em sementes de alface. A dormência primária se desenvolve na maturação da semente quando ainda na planta mãe, impedindo a germinação da semente logo após colheita. O período de dormência é superado naturalmente após alguns dias, ou em poucos meses após a colheita (KANO et al., 2011), não havendo necessidade de tratamentos. Quando a dormência primária está presente nas sementes não há germinação, mesmo quando todas as condições ambientais estão favoráveis. A ausência da germinação ocorre devido a diversos fatores, como imaturidade fisiológica, física,

morfológica, química, mecânica ou a combinação destas. Para Bentsink e Koornneef (2008) a dormência primária é importante para a perpetuação da espécie, permitindo a sobrevivência das sementes em condições desfavoráveis, além de impedir a germinação na planta mãe, fenômeno conhecido como viviparidade.

Por outro lado, a dormência secundária ocorre quando a semente já está apta para a germinação, já tendo atingido a maturidade, que ao passar por um período de estresse ambiental, induz um mecanismo de proteção na semente, impedindo a germinação em condições desfavoráveis para sua sobrevivência. Este processo envolve diversas etapas e modificações fisiológicas, físicas e/ou químicas na semente (LOPES; NASCIMENTO, 2012). A dormência secundária, como também chamada de termodormência, pode ser estabelecida na semente em dois momentos. No momento da embebição, fase que antecede a germinação da semente, e no armazenamento desta, sendo que nos dois momentos, a termodormência é induzida com períodos prolongados de altas temperaturas (CATÃO et al., 2016, NASCIMENTO; CANTLIFFE, 2002). As altas temperaturas é um dos fatores de estresse ambiental que leva a inatividade da semente, podendo ocorrer de forma branda ou profunda, dependendo da intensidade e do tempo de exposição. Para Sung, Cantliffe e Nagata (1998) a termoinibição é uma condição transitória da termodormência, os autores acreditam que prevenindo a termoinibição evita a termodormência. A termodormência é considerada uma forma profunda de inatividade, pois necessita de tratamento para sair desta condição. Em contrapartida, a termoinibição é a inabilidade branda e temporária de germinação, devido a temperaturas desfavoráveis. A termoinibição é superada de forma simples e natural, por meio do estabelecimento de temperaturas adequadas para a germinação, não havendo necessidade de tratamentos específicos. Baskin e Baskin (2004) discutem sobre a dificuldade e a necessidade de conceitos mais estabelecidos sobre os tipos de dormência, sugerindo uma classificação oficial, dividida em tipos, classes e níveis de dormência, para melhor entendimento nas pesquisas. Ressaltam também, a dificuldade de compreensão e a variedade de fatores que influenciam o complexo mecanismo da dormência.

2.4 Métodos para contornar a termoinibição

É de comum acordo entre os pesquisadores a necessidade de aumento da temperatura máxima de germinação em cultivares de alface para melhorias em sua produção, já que a

temperatura está intimamente ligada à uniformidade de produção e ao estabelecimento esperado do estande (ARGYRIS et al., 2008; CATÃO et al., 2014; KOZAREWA et al., 2006; SUNG; CANTLIFFE ; NAGATA, 1998). Visto isso, diversas sugestões são propostas para que haja germinação em altas temperaturas em sementes de alface para maximização da produção.

Em 1998, Sung, Cantliffe e Nagata(1998) utilizaram genótipos termosensíveis e termotolerantes de alface para verificar a influência da condição ambiental durante a maturação das sementes, na temperatura limite de germinação. Demonstram que as cultivares termosensíveis aumentaram a porcentagem de germinação ou apresentaram germinação em altas temperaturas quando produzidas em altas temperaturas. Enquanto que as sementes dos genótipos termosensíveis, que foram produzidos em condições ambientais em baixa temperatura, não germinaram sob altas temperaturas. Ressaltam ainda, que o genótipo limita o alcance de máxima temperatura em que se pode atingir na germinação.

Sung et al. (2008) verificaram que sementes produzidas e, posteriormente embebidas em altas temperaturas, quando submetidas ao *priming* têm suas estruturas modificadas no endosperma, tanto o genótipo termosensível quanto o termotolerante, perto da região radicular, sugerindo a realização de *priming* como alternativa para contornar a termodormência e termoinibição.

Bufalo et al. (2012) mencionam formas que vêm sendo utilizadas para promover a germinação em altas temperaturas, apontando o condicionamento osmótico, reguladores vegetais, ajustes na produção de sementes e também genótipos termotolerantes, como alternativas para contornar as limitações da temperatura. Kozarewa et al. (2006) contribuíram identificando mecanismos para promover o aumento da temperatura limite de germinação em sementes de alface, através do estudo de inibidores de etileno e etileno exógeno durante a maturação de sementes em altas e baixas temperaturas.

A linhagem Everglades representa um dos principais materiais de estudos no entendimento do complexo mecanismo referente à germinação de alface em altas temperaturas, sendo considerada tolerante à termoinibição (CATÃO et al., 2014; NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER, 2000; NASCIMENTO; PEREIRA, 2007; SUNG; CANTLIFFE; NAGATA, 1998), apresentando porcentagens de germinação relevantes quando embebidas em temperatura de 35°C.

Em alguns estudos e publicações, algumas cultivares também são citadas como prováveis genótipos tolerantes para germinação em altas temperaturas, como por exemplo, sementes da cultivar Luísa, produzidas no verão, apresentaram o melhor resultado no teste de germinação, quando comparadas a sementes de sete outras cultivares embebidas em temperaturas de 30° e 35°C, atingindo 94 % e 45 % de germinação respectivamente (VILLELLA et al., 2010).

2.5 Etileno e endo- β -mananase na germinação

O etileno atua na germinação de sementes de alface quando embebidas em altas temperaturas. Kozarewa et al. (2006) verificaram que com a produção de etileno, houve maiores valores quando as sementes foram produzidas e embebidas em altas temperaturas, na presença de luz, tanto no genótipo termotolerante quanto no termosensível. No entanto, ainda assim, o termotolerante obteve maior porcentagem de germinação. O etileno apresentou menores quantidades quando sementes foram embebidas na ausência de luz. Contudo, a detecção do etileno ocorreu após a protusão da radícula.

Nascimento, Cantliffe e Huber (2000) relacionaram as atividades entre o etileno com a enzima endo- β -mananase em sementes de alface. Em todos os genótipos com maturação de sementes em temperatura elevada, houve maior atividade da enzima e melhor detecção da produção de etileno. Em condição de escuro, obteve-se menores quantidades de endo- β -mananase e produção de etileno. Em 2004, outro estudo acrescentou a informação que o etileno participa da regulação da atividade da enzima endo- β -mananase na germinação em altas temperaturas (NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER, 2004). Catão et al. (2014), comparando algumas cultivares de alface em relação a atividade da endo- β -mananase, detectaram que havia diferença entre as cultivares quando embebidas em altas temperaturas. Entre os oito genótipos estudados, a Everglades apresentou maior atividade seguida das cultivares Elisa e Luisa.

Dutta, Brandford e Nevins (1997), identificaram dentre várias enzimas comerciais, que a atividade da enzima endo- β -mananase é responsável pela hidrólise de isolados de células de endosperma em sementes de alface, relacionando essa atividade com a protusão radicular e completa germinação em sementes de alface. É notório que a enzima endo- β -mananase é

imprescindível na germinação de sementes de alface, atuando no enfraquecimento do endosperma, e facilitando a expansão do embrião para promover a protusão radicular.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Temperatura elevada na germinação de sementes de alface pode provocar a redução da porcentagem de germinação e perda de vigor das sementes. A influência de altas temperaturas nas características da germinação está correlacionada, indiretamente, pela relação de que, quanto maior a temperatura, menor a germinação, menor a primeira contagem e menor a velocidade de germinação. O genótipo utilizado, os fitohormônios presentes, a idade, a condição de maturação, a realização de tratamento nas sementes e, principalmente, a temperatura de germinação utilizada, são alguns fatores que influenciam essa redução de forma drástica ou mais suave. A temperatura de germinação e a idade das sementes são fatores importantes e relativamente fáceis de serem obtidos para melhorar a eficiência em estudos quanto à termoinibição.

Alguns trabalhos indicam a cultivar de alface Everglades (*Lactuca sativa*) como tolerante à termoinibição, sendo capaz de germinar em temperatura de 35°C. No entanto, a maioria dos trabalhos, mostram resultados de germinação das sementes em torno de 60 a 70%, valor este, relativamente baixo, quando se pensa em fazer seleção para obtenção de genótipos com alta germinação. Alguns trabalhos demonstram também, que a cultivar Luisa é capaz de germinar em temperatura de 35° C, porém, atingindo uma porcentagem um pouco menor quando comparada com a cultivar Everglades. Estes trabalhos não esclarecem quanto à idade das sementes no momento da análise, informação esta, que pode ser importante, em vista das sementes de alface sofrerem influência de dormência primária por algum tempo após a colheita, bem como de dormência secundária, que pode ser adquirida em função da temperatura de armazenamento.

Desta forma, a motivação para a realização deste trabalho parte, principalmente, da necessidade do melhorista trabalhar com parâmetros mais adequados para obter maior eficiência nos processos de seleção. Considerando que na temperatura ideal de germinação, que é de 20°C, todos os genótipos de alface normalmente germinam 100% ou próximo deste valor e, quando a temperatura se eleva para 35°C, praticamente não há germinação para a maioria deles ou para genótipos tolerantes, a germinação normalmente não ultrapassa os 60 a 70%; considerando que 35°C pode ser uma temperatura extrema para os genótipos de *Lactuca sativa* hoje disponíveis. Considerando ainda, que a idade da semente ou o período em que ela permanece armazenada podem afetar a germinação, estabeleceu-se os objetivos do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças-2009**. 2010. p. 1-5. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/docs/pesquisa_mercado_2009.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- _____. 2º Levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, ano base 2012. In: **Hortitec**, 2014, Holambra, 29 de maio, p. 1-58, Disponível em:<<http://www.abcsem.com.br/apresentaçãodopowerpoint>>. Acesso em: 15 de jun. 2017
- ARGRYRIS, J. et al. Genetic analysis of lettuce seed thermoinhibition. **Acta Horticulture**. v.782, p.23-34, 2008.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. A classification system for seed dormancy. In: **Seed Science Research**, Cambridge University Press, v. 14, n. 1, p. 16, 2004.
- BENTSINK, L.; KOORNNEEF, M. Seed Dormancy and Germination. In: WINCHESTER, N.; McCAULEY, D. The Arabidopsis Book. **The American Society of Plant Biologists**, v. 6, p.18, 2008.
- BUFALO, J. et al. Períodos de estratificação na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) sob diferentes condições de luz e temperatura. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 931-940, 2012.
- CATÃO, H. C. R. M. et al. Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de alface em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 4, p. 316-322, 2014.
- _____. Physiological and isozyme alterations in lettuce seeds under different conditions and storage periods. **Journal of Seed Science**, v.38, n.4, p.305-313, 2016.
- DUTTA, S.; BRANDFORD, K. J.; NEVINS, D. J. Endo-p-mannanase activity present in cell wall extracts of lettuce endosperm prior to radicle emergence. **Plant Physiology**, v. 113, p. 155-161, 1997.
- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. A. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Comunicado técnico 75. Embrapa Hortaliças, 2009. p. 7.
- KANO, C; CARDOSO, A. I. I.; BOAS, R. L. V.; HIGUTI, A. R. O. Germinação de sementes de alface obtidas de plantas cultivadas com diferentes doses de fósforo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 591-598, 2011.
- KOZAREWA, I. et al. High maturation temperature of lettuce seeds during development increased ethylene production and germination at elevated temperatures. **Journal American Society Horticulture Sciences**, v. 131, n. 4, p. 564-570, 2006.
- LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. Dormência em sementes de hortaliças. Documentos 136. **Embrapa Hortaliças**, p. 28, 2012.

MATHEUS, M. T.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Erythrina variegata L.* **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 115-122, 2009.

NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J.; HUBER, D. J. Thermotolerance in lettuce seeds: association with ethylene and endo-b-mannanase. **Journal American Society Horticulture Sciences**, v. 125, n. 4, p. 518-524, 2000.

_____. Ethylene evolution and endo-b-mannanase activity during lettuce seed germination at high temperature. **Science Agriculture**, Piracicaba, v. 61, n. 2, p. 156-163, 2004.

NASCIMENTO, W. M.; CRODA, M. D.; LOPES, A. C. A. Produção de sementes, qualidade fisiológica e identificação de genótipos de alface termotolerantes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 510-517, 2012.

NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. S. Testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface e sua relação com a germinação sob temperaturas adversas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 175-179, 2007.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p.103-106, 2002.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p.187-194, 2012.

SUNG, Y. et al. Structural changes in lettuce seed during germination at high temperature altered by genotype, seed maturation temperature, and seed priming. **Journal American Society Horticulture Sciences**, v. 133, n. 2, p. 300-311, 2008.

SUNG, Y.; CANTLIFFE, D. J.; NAGATA, R. T. Seed developmental temperature regulation of thermotolerance in lettuce. **Journal American Society Horticulture Sciences** , v. 123, n. 4, p.700-705, 1998.

VILLELA, R. P. et al. Produção e desempenho de sementes de cultivares de alface em duas épocas de plantio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 158-169, 2010.

SEGUNDA PARTE - ARTIGO

ARTIGO Armazenamento de sementes e temperatura de germinação na tolerância à termoinibição em genótipos de alface

RESUMO

Sementes de alface frequentemente têm germinações reduzidas, provavelmente por causa de dormências e/ou temperatura. Conhecer a temperatura a partir da qual se inicia o processo de termoinibição, bem como a influência da idade da semente na sua germinação, seria de grande importância para se estabelecer parâmetros mais adequados para a seleção de genótipos superiores em programas de melhoramento. Objetivou-se neste trabalho, avaliar a germinação das sementes de três cultivares de alface, em temperaturas e idades das sementes. Foram utilizadas as cultivares Everglades, Luisa e Verônica. Sementes colhidas de cada cultivar foram avaliadas pelo teste de germinação, primeira contagem, índice de velocidade de germinação e teste de germinação de sementes remanescentes. As análises foram realizadas em quatro temperaturas e em sete períodos de armazenamento após a colheita. Encontrou-se diferenças significativas na germinação das sementes das cultivares, de acordo com a temperatura e períodos de armazenamento. Em nenhuma das cultivares observou-se dormência primária. Confirmou-se a tolerância à termoinibição das cultivares Everglades e Luisa, e a sensibilidade da cultivar Verônica. A termoinibição em sementes de alface é um processo que se inicia a partir dos 29,5 °C e a identificação de genótipos de alface tolerante à termoinibição deve ser realizada em sementes a partir de 260 dias após a colheita.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Sementes. Termoinibição. Armazenamento de sementes.

1 INTRODUÇÃO

A alface é a principal hortaliça folhosa produzida e consumida no Brasil, e o seu cultivo está presente em todas as regiões brasileiras (ABCSEM, 2014), havendo alta demanda por sementes para abastecer todas as regiões ao longo do ano, bem como para atender a todos os segmentos de cultivo, como exemplo, os de alface do tipo lisa, crespa e americana. Desta forma, o comércio de sementes de alface torna-se um segmento expressivo na agricultura brasileira, onde esta espécie, juntamente com outras folhosas, ocupa o quinto lugar no mercado de sementes de hortaliças (ABCSEM, 2014).

A diversidade de regiões produtoras de alface exige das companhias de sementes cuidados para manutenção da qualidade das sementes comerciais, sendo a germinação um dos aspectos mais importantes e que é mais facilmente identificado pelo produtor de alface, para a avaliação das sementes. A temperatura do ambiente na fase de maturação das sementes

interfere no limite máximo de temperatura de germinação das sementes (KOZAREWA et al., 2006; SUNG et al., 2008).

Normalmente, as sementes de alface apresentam máxima germinação em temperaturas em torno de 20 °C, e a maioria das cultivares tem a germinação de suas sementes diminuída significativamente a partir de 30 °C (KANO et al., 2011; NASCIMENTO; CRODA; LOPES, 2012; NASCIMENTO; PEREIRA, 2007). Temperaturas elevadas na germinação podem acarretar sua diminuição, levando a falhas do estande e desuniformidade na produção de mudas, ocasionando prejuízos diretos para o produtor (CATÃO et al., 2014; NASCIMENTO; PEREIRA, 2007). A temperatura elevada na fase de embebição da semente pode levar a ocorrência de dois fenômenos distintos conhecidos como termoinibição e termodormência, que promovem a redução da germinação das sementes. Estes mecanismos se diferenciam na sua irreversibilidade natural ou não (CATÃO et al., 2014; LOPES; NASCIMENTO, 2012). A termoinibição é reversível a partir do momento em que todos os fatores promotores da inibição, tais como temperatura, luz e umidade, se tornam favoráveis. Já a termodormência, quando instalada na semente, há necessidade de se proceder a algum tipo de tratamento para que haja germinação, mesmo que se tenham estabelecido as condições favoráveis à germinação (NASCIMENTO; CANTLIFFE, 2002).

Visto que no Brasil, facilmente ocorre temperatura igual ou superior a 30 °C, existe uma necessidade de se desenvolver cultivares de alface que apresentem maior temperatura limite para germinação. Catão et al. (2014) enfatizam a necessidade de se obter cultivares mais tolerantes a altas temperaturas quanto à germinação. A capacidade das cultivares de alface germinarem ou não em altas temperaturas, as divide em dois grupos, denominados de termotolerantes e termosensíveis (KOZAREWA et al., 2006; NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER, 2000; SUNG et al., 2008), conceito impreciso sobre um mecanismo tão complexo. Diversos trabalhos avaliando genótipos quanto à tolerância a termoinibição não identificaram materiais de *Lactuca sativa* capazes de atingir 90 % de germinação em temperatura de 35 °C ou superior a esta, haja vista alguns resultados encontrados na literatura (CATÃO et al., 2014; NASCIMENTO; PEREIRA, 2007; SUNG; CANTLIFFE; NAGATA, 1998). No entanto, o genótipo Everglades, material não comercial no Brasil, tem se mostrado tolerante à termoinibição em outros trabalhos, quando submetido à germinação a 35 °C, com ressalva que, nestes casos, a produção de sementes se deu em temperaturas superiores 30 °C durante o

dia e 20 °C à noite (KOZAREWA et al., 2006; NASCIMENTO; CANTLIFFE.; HUBER, 2000; SUNG et al., 2008).

Há que se considerar que não existem relatos sobre avaliações da termotolerância em função da idade das sementes após a colheita. No entanto, sabe-se que os mecanismos relacionados à germinação de sementes, especialmente aqueles envolvidos com a dormência primária, estão intimamente ligados à idade das sementes.

As pesquisas que visam subsidiar programas de melhoramento para o desenvolvimento de cultivares termotolerantes, são relativamente escassas, e não chegam a esclarecer pontos importantes que afetam diretamente os resultados obtidos, tais como idade da semente e temperatura limite para início da redução na germinação.

Compreender melhor o comportamento de genótipos termotolerantes em relação aos termosensíveis, buscando relacionar efeito de temperatura com idade da semente, bem como estabelecer uma temperatura mínima para a qual se tenha uma porcentagem de germinação capaz de diferenciar estes genótipos, torna-se de grande importância para melhorar a eficiência na seleção de genótipos superiores em programas de melhoramento. Assim, objetivou-se neste trabalho, verificar o efeito da temperatura e do período de armazenamento em características relacionadas à germinação de sementes de alface, com vistas a identificar parâmetros mais adequados para a seleção de genótipos tolerantes à termoinibição.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida, inicialmente, em ambiente protegido, nas instalações do Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia da UFLA, na Fazenda Palmital, em Ijaci-MG, junto à Hortiagro Sementes S/A, onde foram produzidas as sementes no período de abril a outubro de 2016. O local está situado a 831 metros de altitude nas coordenadas de latitude sul 21° 09'24" e longitude oeste 44° 55'34".

As análises foram realizadas no laboratório de sementes do Departamento de Agricultura da UFLA. Foram utilizadas as cultivares Everglades, consideradas tolerantes a termoinibição (KOZAREWA et al., 2006; NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER, 2000; NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER, 2004; NASCIMENTO; PEREIRA, 2007; SUNG et al., 1998; SUNG et al., 2008); a cultivar Verônica, considerada sensível à termoinibição (KANO et al., 2011; VILLELA et al., 2010) e a cultivar Luisa, que mostra certa tolerância em alguns trabalhos realizados (CATÃO et al., 2014; VILLELA et al., 2010).

Sementes destas cultivares foram semeadas de forma escalonada, em três épocas de semeadura, visando obter maior coincidência no florescimento para colheita das sementes obtidas na mesma condição. Utilizou-se bandejas de polipropileno preenchidas com substrato comercial para hortaliças para obtenção das mudas. Foram transplantadas seis mudas das três épocas de semeadura, uma muda em cada vaso plástico de seis litros, contendo mistura de terra, areia, substrato comercial e adubo na proporção de 3: 3: 1: 0,1, totalizando dezoito plantas de cada cultivar. As dezoito plantas em vasos foram conduzidas até a maturação e colheita das sementes. No manejo das plantas fez-se a *toilete* das folhas velhas, tutoramento, amarrio, adubação via fertirrigação e pulverização periódica com defensivos conforme a necessidade. Quando as plantas apresentaram ponto de colheita próximo a 80% das sementes amadurecidas, escolheu-se seis plantas de cada cultivar, que apresentaram maior coincidência de florescimento e maturação, e tiveram suas sementes colhidas separadamente, constituindo seis amostras.

As temperaturas máxima e mínima do ambiente durante a fase de formação e maturação das sementes foi de 27, 3 °C de máxima e 14, 1 °C de mínima, entre os meses de agosto e outubro, com o início da antese em outubro, fase de colheita das sementes das três cultivares.

Após a colheita, as sementes passaram por limpeza e secagem até atingirem em torno de 6 a 7% de umidade. Em seguida, as seis amostras de cada cultivar foram misturadas de forma homogênea, e foram embaladas formando um lote de cada cultivar, que foram armazenados em câmara fria com temperatura de 15 °C e umidade relativa próxima a 50%.

As análises foram realizadas aos 40, 70, 100, 130, 160, 190 e 260 dias após a colheita (DAC), utilizando-se amostras de 2.000 sementes de cada cultivar, em cada época de dias após a colheita.

2.1 Teste de germinação (G)

Foram utilizadas dez repetições de 50 sementes para cada cultivar, e para cada análise. As sementes foram distribuídas uniformemente sobre duas folhas de papel mata-borrão, dentro de caixa acrílica tipo gerbox, umedecida com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os testes foram conduzidos em diferentes estufas, Reguladora de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD), com temperaturas programadas para 20 °C, 25 °C, 30 °C e 35

°C com fotoperíodo de 12 horas. Foram avaliadas segundo o manual de Regra para Análise de sementes (BRASIL, 2009) ao quarto e sétimo dia, considerando como germinadas, sementes que se desenvolveram em plântulas normais, obtendo-se ao final a média das repetições, com os dados expressos em porcentagem de germinação.

2.2 Primeira contagem (PC)

Foi realizada juntamente com o teste de germinação, computou-se os dados obtidos no quarto dia após a instalação do teste, através da porcentagem de plântulas normais, com comprimento igual ou superior a um centímetro. Foi considerado como resultado do teste, a média das repetições, expressa em porcentagem de plântulas normais.

2.3 Índice e velocidade de germinação (IVG)

Foi obtido utilizando-se a mesma metodologia de instalação do teste de germinação. Realizou-se contagens diárias sempre no mesmo horário, a partir do aparecimento da primeira plântula normal, e prosseguindo até o sétimo dia. Com os dados coletados diariamente determinou-se o IVG, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

2.4 Teste de germinação de dementes remanescentes (R)

Foi realizado em sementes remanescentes, após o teste de germinação, utilizando-se a mesma metodologia do teste anterior. O teste foi conduzido em temperatura de 20 °C em BOD, com duração de sete dias após a regulação da temperatura. A avaliação foi feita no sétimo dia, considerando como germinadas as plântulas normais de cada repetição, e ao final obteve-se assim, a média das repetições, com os dados expressos em porcentagem de germinação.

2.5 Procedimento estatístico

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com dez repetições para todos os testes. Os dados obtidos em cada teste foram submetidos à análise de

variância separadamente para cultivares e períodos de armazenamento. Foi utilizado o software Sisvar para Windows, disponível pela Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2011). O agrupamento das médias obtidas nos testes de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, foi feito pelo teste de Scott_Knott a 5% de probabilidade. Foi realizada também, análise de regressão, visando ajustar as curvas de resposta da germinação, das três cultivares, em função da temperatura e do armazenamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelas análises de variância observou-se diferenças significativas para todas as características avaliadas, germinação, primeira contagem e índice de velocidade na germinação das sementes, entre as cultivares e dentro de uma mesma cultivar, tanto em relação às temperaturas utilizadas nas análises, quanto nos períodos de armazenamento das sementes.

Considerando-se os resultados de germinação (TABELA 1), estas diferenças ocorreram de forma mais expressiva somente para os testes de germinação realizados às temperaturas de 30 °C e 35 °C.

Tabela 1 - Teste de germinação (%G) para as cultivares Everglades, Luisa e Verônica entre e dentro dos períodos de armazenamento* para as temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C e 35°C

DAC	20°C			25°C			30°C			35°C		
	E	L	V	E	L	V	E	L	V	E	L	V
40	98 Aa	98 Aa	95 Bb	99 Aa	99 Aa	98 Aa	15 Db	26 Ca	5 Cc	1 Ea	0 Cb	0 Bb
70	99 Aa	99 Aa	98 Aa	99 Aa	98 Aa	99 Aa	37 Ca	33 Ca	10 Cb	1 Ea	1 Ca	0 Ba
100	98 Aa	99 Aa	98 Aa	97 Ba	99 Aa	97 Aa	50 Ba	63 Ba	34 Bb	4 Ea	0 Cb	0 Bb
130	98 Aa	98 Aa	99 Aa	99 Aa	98 Aa	98 Aa	98 Aa	91 Ab	91 Ab	21 Da	1 Cb	0 Bb
160	98 Aa	98 Aa	97 Aa	97 Ba	99 Aa	97 Aa	99 Aa	99 Aa	95 Ab	44 Ba	3 Cb	1 Bb
190	99 Aa	99 Aa	98 Aa	98 Aa	98 Aa	98 Aa	99 Aa	99 Ab	97 Aa	33 Ca	13 Bb	1 Bc
260	99Aa	100 Aa	99 Aa	100 Aa	99 Aa	99 Aa	96 Aa	99 Aa	94 Ab	58 Aa	55 Aa	2 Ab

As médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. Everglades (E), Luisa (L) e Verônica (V). *Dias após a colheita (DAC)

Em todos os casos a germinação das sementes das cultivares, tanto a 20 °C quanto a 25 °C, as análises realizadas aos 40 DAC e 70 DAC foram iguais ou superiores a 95%. Isto indica, portanto, que as mesmas não apresentaram dormência primária a partir dos 40 DAC. Dormência esta, que é comum em sementes de alface recém-colhidas e pode durar até alguns meses após a colheita, quando é superada naturalmente (KANO et al., 2011).

Na temperatura de 20 °C só houve diferença significativa para a cultivar Verônica aos 40 DAC, cuja germinação de 95% foi ligeiramente inferior as das outras cultivares e também foi inferior à germinação das sementes da própria cultivar Verônica, considerando as análises realizadas a partir dos 70 DAC.

Apesar da temperatura ideal para a germinação de sementes de alface ser considerada 20 °C (CATAO et al, 2014, NASCIMENTO; CRODA; LOPES, 2012; NASCIMENTO; PEREIRA, 2007, NASCIMENTO; CANTLIFFE, 2002), inclusive ser adotada nos testes padrões de germinação para esta espécie (BRASIL, 2009), verifica-se que mesmo a 25 °C, a germinação de todas as cultivares, em todas as épocas de avaliação, foi igual ou superior a 97%. Esta temperatura pode, assim, ser considerada adequada para estas cultivares, não afetando a germinação de suas sementes. Resultados estes que corroboram com os de outros pesquisadores como Bufalo et al. (2012) e Villela et al. (2010).

Para as análises realizadas em temperaturas de 30 °C verifica-se uma redução significativa na germinação das três cultivares nos menores períodos de armazenamento, até os 100 DAC. Verifica-se que os resultados de germinação das sementes das três cultivares foram significativamente inferiores na primeira época de avaliação, aos 40DAC (15% para Everglades, 26% para Luisa e 5% para Verônica), com um incremento progressivo da germinação para as análises realizadas aos 70 DAC, 100 DAC e 130 DAC quando atingiram os valores de 98% para Everglades, 91% para Luisa e 91% para Verônica. Verifica-se que a partir desta avaliação, a germinação foi superior a 91% para todas as cultivares. Nota-se ainda, que a partir dos 160 DAC, a cultivar Verônica, considerada termosensível, apesar de apresentar germinação igual ou superior a 94%, diferiu significativamente das cultivares Everglades e Luisa, que não diferiram entre si e são consideradas termotolerantes, no caso de Everglades, e possível termotolerância no caso de Luisa. Isto pode sugerir que o armazenamento das sementes pode contribuir para uma maior tolerância à germinação em temperaturas elevadas.

De acordo com alguns autores, a tolerância à termoinibição, está relacionada a fatores como o amolecimento do endosperma, aumento da produção de etileno, a atividade da enzima endo- β -mananase, aumento da giberelina e redução do ácido abscísico (ARGYRIS et al., 2008a; ARGYRIS et al., 2008b; KOZAREWA et al., 2006; NASCIMENTO, 2003;

NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER, 2000; NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER, 2004; NASCIMENTO; CRODA; LOPES, 2012; SUNG et al., 2008).

Pode-se inferir que, provavelmente, após este período de armazenamento, estes genótipos são capazes de aumentar a produção de etileno, principalmente em condições de estresse, que pode ser através da interação com os hormônios reguladores da germinação, inibindo a sensibilidade ao ácido abscísico e aumentando a sensibilidade da giberelina, também provoca o aumento da endo- β -mananase enzima responsável pelo enfraquecimento ou amolecimento do endosperma (NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER, 2000; NASCIMENTO, 2003; NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER, 2004; CATÃO et al., 2014). Isso que permite que a germinação ocorra em maior porcentagem.

Quando a temperatura de germinação utilizada foi de 35 °C verificou-se uma drástica redução na germinação das sementes de todas as cultivares até a análise realizada a 100 DAC. Os valores se situaram entre 0% e 1% para as três cultivares, à exceção da cultivar Everglades que apresentou uma ligeira elevação aos 100 DAC, quando a germinação atingiu 4%. A partir daí, verifica-se que houve crescimento no valor da germinação das sementes da cultivar Everglades, sendo de 21% aos 130 DAC, 44% aos 160 DAC, 33% aos 190 DAC e 58% aos 260 DAC. Ao mesmo tempo, a germinação das sementes das cultivares Verônica e Luisa permaneceu em níveis próximos de 1% até os 160 DAC. Já para as análises realizadas aos 190 DAC e 260 DAC, a cultivar Verônica continuou com valores baixos, sendo 1% aos 190 DAC e 2% aos 260 DAC. Por outro lado, as sementes da cultivar Luisa reagiram de forma diferente, com aumento da germinação para 13% aos 190 DAC, e atingiram 55 % aos 260 DAC, não diferindo nesta última avaliação, da cultivar Everglades.

Estes resultados confirmam a sensibilidade da cultivar Verônica à germinação em temperaturas elevadas, no caso de 35 °C, o que a caracteriza como uma cultivar sensível à termoinibição, ou termosensível. Resultados semelhantes foram encontrados em outros trabalhos, como o de Villela et al. (2010) e Kano et al. (2011) . Por outro lado, confirma-se a maior tolerância à germinação em temperaturas elevadas da cultivar Everglades e, também, uma possível tolerância da cultivar Luisa, corroborando trabalhos de outros autores tais como (CATÃO et al., 2014; NASCIMENTO; PEREIRA, 2007)

É curioso observar, no entanto, que a tolerância à termoinibição da cultivar Everglades, assim como uma possível tolerância da cultivar Luisa, só se manifestam a partir de um determinado período de armazenamento, confirmando o que já havia sido demonstrado

na temperatura de 30 °C para todas as cultivares. Vale notar, porém, que na temperatura de 35 °C a reação das três cultivares foi diferente.

A cultivar Verônica não apresentou aumento no valor de germinação de suas sementes, a cultivar Luisa só demonstrou aumento significativo a partir da análise realizada aos 190 DAC e, a cultivar Everglades, apresentou aumento significativo já a partir dos 130 DAC.

Pode-se inferir que os mecanismos envolvidos na tolerância a termoinibição, tais como aumento da produção do etileno e da giberelina, aumento da atividade da enzima endo- β -mananase e redução do ácido abscísico, tendem a ocorrer em todas cultivares somente após um período de armazenamento. No entanto, com a elevação da temperatura para valores mais extremos, como 35 °C, aparentemente, estes mecanismos atuam de forma distinta. Os resultados indicam que esses mecanismos provavelmente não são ativos nas cultivares sensíveis à termoinibição, como é o caso da cultivar Verônica. Eles iniciam suas atividades após um período de armazenamento e se processam de forma crescente com o tempo de armazenamento na cultivar tolerante à termoinibição Everglades. E ainda, em algumas cultivares, como é o caso da cultivar Luisa, estes mecanismos também atuam de forma crescente, porém, iniciando mais tardiamente e em níveis diferentes.

O teste de primeira contagem (TABELA 2) é um teste considerado de vigor, baseado no desenvolvimento de plântulas a partir de sementes germinadas. Sugere-se por meio dele, que quanto maior o vigor das sementes, mais rápida será a germinação e, conseqüentemente, maior será a porcentagem de plântulas presentes na primeira contagem (OLIVEIRA et al., 2009).

Considerando os testes de primeira contagem (%PC) (TABELA 2) realizados à temperatura de 20 °C, verifica-se que aos 40 DAC, a cultivar Everglades apresentou maior porcentagem de plântulas desenvolvidas com valor de 70%, seguida da cultivar Luisa (23%) e, finalmente, a cultivar Verônica (3%).

Tabela 2 - Teste de Primeira Contagem (%PC) para as cultivares Everglades, Luisa e Verônica entre e dentro dos períodos de armazenamento* para as temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C e 35°C

DAC	20°C			25°C			30°C			35°C		
	E	L	V	E	L	V	E	L	V	E	L	V
40	70 Ba	23 Bb	3 Cc	93 Aa	77 Ba	48 Cb	12 Ca	11 Da	3 Db	1 Ca	0 Bb	0 Bb
70	52 Ba	16 Bb	13 Cb	96 Aa	57 Cb	72 Bb	34 Ba	8 Db	4 Db	0 Ca	0 Ba	0 Ba
100	96 Aa	96 Aa	89 Ab	10 Cb	32 Da	10 Db	33 Ba	23 Ca	14 Ca	0 Ca	0 Ba	0 Ba
130	89 Aa	95 Aa	95 Aa	81 Ba	89 Aa	72 Bb	90 Aa	65 Bb	57 Bb	2 Ca	0 Bb	0 Bb
160	97 Aa	96 Aa	77 Bb	97 Aa	99 Aa	93 Ab	93 Aa	95 Aa	83 Ab	2 Ca	0 Bb	0 Bb
190	95 Aa	99 Aa	93 Aa	98 Aa	98 Aa	97 Aa	94 Aa	85 Aa	50 Bb	18 Ba	6 Bb	0 Bb
260	96 Aa	97 Aa	95 Aa	99 Aa	99 Aa	99 Aa	92 Aa	94 Aa	87 Ab	46 Aa	31 Ab	2 Ac

As médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. Everglades (E), Luisa (L) e Verônica (V). *Dias após a colheita (DAC)

Para as análises realizadas nesta mesma temperatura aos 70 DAC, esta tendência de superioridade da cultivar Everglades repetiu-se, com a mesma apresentando PC de 52%, enquanto as cultivares Luisa e Verônica não diferiram entre si e apresentaram valores de PC de 16% e 13%, respectivamente. A partir das análises realizadas aos 100 DAC, nesta mesma temperatura de 20 °C, verificou-se uma elevação significativa nos valores a %PC para todas as cultivares. Não houve diferença significativa entre as cultivares Everglades e Luisa, com valores de PC em média superiores a 95%. A cultivar Verônica diferiu para esta característica apenas nas análises realizadas aos 100 DAC e aos 160 DAC, apresentando valores de 89% e 77%, respectivamente. Já aos 190 e 260 DAC, não houve diferença entre as cultivares e os valores de %PC foram iguais ou superiores a 93%. Nota-se que houve um incremento no vigor das sementes de todas as cultivares após certo período de armazenamento e, que a cultivar termotolerante, Everglades, apresentou maior vigor já nos períodos de armazenamento mais curtos, de 40 e 70 DAC, em relação às outras cultivares.

Para os testes de primeira contagem realizados à temperatura de 25 °C verifica-se uma resposta de maior vigor das sementes já nos testes realizados aos 40 DAC e 70 DAC em relação aos testes realizados a 20 °C. Verifica-se também que se manteve o maior vigor da cultivar termotolerante Everglades.

Considerando-se os testes realizados aos 100 DAC e 130 DAC, verifica-se uma queda no vigor das sementes de todas as cultivares, com uma recuperação a partir da análise realizada aos 130 DAC.

Os resultados obtidos para as análises realizadas a partir dos 160 DAC são semelhantes àqueles obtidos em temperatura de 20 °C, quando se igualou o vigor das

sementes de todas as cultivares a partir dos 190 e 260 DAC, neste caso, com valores iguais ou superiores a 97%.

Quando se elevou a temperatura da análise para 30 °C verifica-se, a exemplo do que aconteceu para o teste de germinação (TABELA 1) uma queda significativa no vigor das sementes, de todas as cultivares, nos períodos de armazenamento mais curtos, até os 100 DAC. Verifica-se um baixo vigor, que foi significativamente menor na primeira época de análise (40 DAC) com valores de 12% para a cultivar Everglades, 11% para a cultivar Luisa e 3% para a cultivar Verônica.

Nessa temperatura, a recuperação do vigor se deu a partir dos 100 DAC para a cultivar termotolerante Everglades, cujo valor da PC foi de 90%, diferindo significativamente das cultivares Luisa e Verônica. Para a cultivar Luisa essa recuperação ocorreu aos 160 DAC. No último período de armazenamento as cultivares Everglades e Luisa não diferiram estatisticamente, mas diferiram da cultivar Verônica. Os valores alcançados de PC foram de 92%, 94% e 87% para sementes das cultivares Everglades, Luisa e Verônica, respectivamente.

Observa-se que a cultivar Everglades, que é tolerante à termoinibição, apresentou vigor relativamente superior às demais cultivares até os 130 DAC e, superior à Verônica, sensível a termoinibição até a última análise realizada aos 260 DAC.

Quando se considera as análises realizadas à temperatura de 35 °C, verifica-se que todas as cultivares apresentaram baixo vigor, não diferindo entre si até as avaliações realizadas aos 160 DAC, e apresentou valores de %PC no máximo igual 2%. Aos 190 DAC a cultivar Everglades teve um aumento no valor da %PC de suas sementes, atingindo 18% e diferindo das cultivares Luisa e Verônica, que não diferiram entre si e apresentaram valores de 6% e 0%, respectivamente. Para as análises realizadas aos 260 DAC verifica-se aumento do vigor das sementes da cultivar Everglades, cuja PC atingiu 46%, diferindo da cultivar Luisa, que também teve um aumento no vigor, porém, alcançando apenas o valor de 3%. Já a cultivar Verônica não demonstrou aumento no vigor, permanecendo em 2% o valor de PC.

Nota-se que o vigor das sementes de alface tende a aumentar a partir dos 70 dias de armazenamento das sementes, quando as análises são realizadas na temperatura ideal para germinação que é de 20 °C.

À medida que se eleva a temperatura de germinação, aumenta-se também o período de armazenamento necessário para as sementes alcançarem maior vigor, porém, esse tempo de

armazenamento tende a ser menor para o genótipo termotolerante Everglades. Já em temperaturas mais extremas, como a de 35 °C, continua aumentando o tempo necessário para as sementes apresentarem vigor somente no caso dos genótipos termotolerantes como Everglades e, possivelmente, termotolerante como a cultivar Luisa, porém, apresentando menor velocidade de germinação do que em temperatura menores. Nesta condição, por outro lado, o genótipo termosensível Verônica não apresenta vigor.

Índice de velocidade de germinação (TABELA 3) também está entre os testes de vigor baseado no desenvolvimento de plântulas. Quanto maior o valor do índice, maior é a velocidade de germinação, e maior é o vigor do lote de semente (OLIVEIRA et al., 2009). Os resultados, portanto, são semelhantes aos encontrados na Tabela 2.

Everglades apresentou majoritariamente os maiores IVG, seguido por Luisa, e posteriormente por Verônica, na temperatura de 20 °C. Na temperatura de 25 °C Luisa obteve menor IVG que Everglades somente em 70 DAC. E a cultivar Verônica obteve menor IVG em todos os períodos avaliados, com exceção do último DAC 260.

Tabela 3 - Índice de Velocidade de Germinação (IVG) para as cultivares Everglades, Luisa e verônica entre e dentro dos períodos de armazenamento* para as temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C e 35°C.

DAC	20°C			25°C			30°C			35°C		
	E	L	V	E	L	V	E	L	V	E	L	V
40	11,6 Ca	9,7 Cb	8,1 Dc	14,2 Ca	13,6 Ca	11,0 Cb	2,2 Db	4,3 Ea	0,8 Ec	0,1 Da	0,0 Cb	0,0 Bb
70	11,2 Ca	9,8 Cb	9,1 Cb	13,9 Ca	12,2 Db	11,8 Cb	5,5 Ca	3,5 Eb	1,2 Ec	0,1 Da	0,1 Ca	0,0 Bb
100	14,4 Aa	14,9 Aa	12,1 Bb	9,9 Da	10,7 Ea	9,5 Db	5,9 Ca	6,4 Da	3,6 Db	0,3 Da	0,0 Cb	0,0 Bb
130	14,0 Aa	12,9 Ba	13,3 Aa	13,4 Ca	13,1 Ca	12,1 Cb	14,2 Ba	11,8 Cb	11,3 Cb	2,2 Ca	0,1 Cb	0,0 Bb
160	12,3 Ca	12,3 Ba	11,7 Bb	15,1 Ba	14,2 Ba	13,6 Bb	13,8 Ba	13,1 Ba	12,3 Ba	4,1 Ba	0,3 Cb	0,1 Bb
190	13,1 Ba	13,1 Ba	12,3 Ba	16,1 Aa	16,3 Aa	14,8 Ab	14,3 Aa	13,4 Ba	10,9 Cb	3,8 Ba	1,5 Bb	0,0 Bc
260	13,2 Ba	12,6 Ba	12,4 Ba	16,3 Aa	15,4 Aa	15,2 Aa	15,7 Aa	15,4 Aa	14,6 Ab	7,6 Aa	6,5 Aa	0,4 Ab

As médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade. Everglades (E), Luisa (L) e Verônica (V). *Dias após a colheita (DAC)

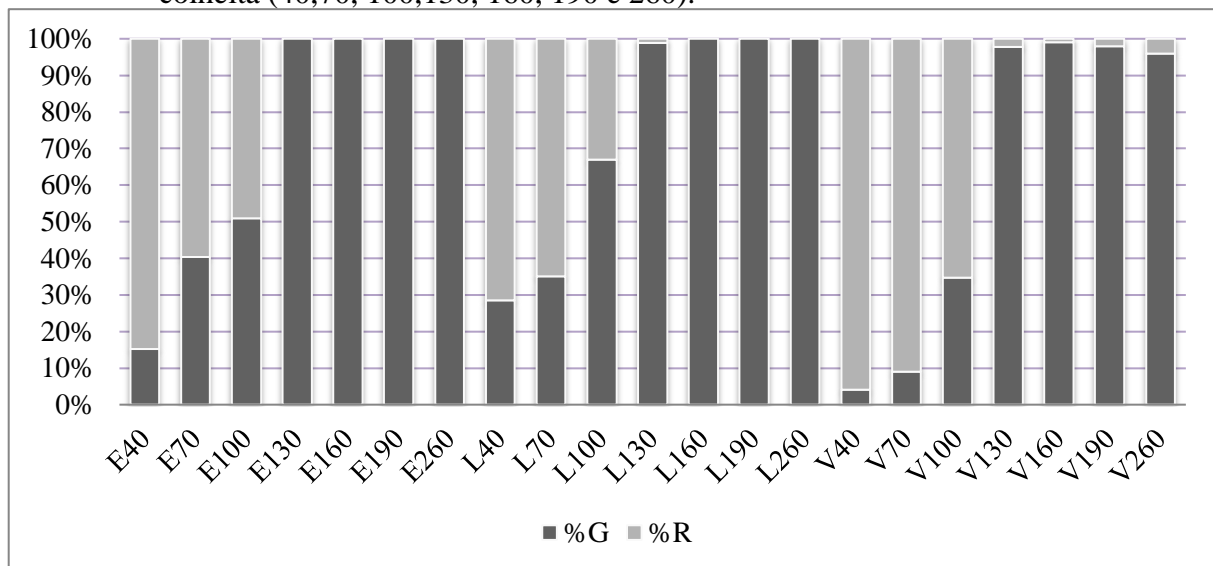
Na temperatura de 30 °C, Luisa e Everglades diferiram em 70 e 130 DAC, sendo que a cultivar Luisa apresentou menor desempenho. Para Verônica, somente em 160 DAC a cultivar alcançou a mesma velocidade, porém, não manteve o aumento do IVG, ficando com desempenho abaixo das cultivares Luisa e Everglades nos outros períodos avaliados. A 35°C, o IVG mostrou drástica queda na velocidade de germinação. Everglades e Luisa alcançaram a mesma velocidade no último período, aos 260 DAC, porém, houve uma redução por volta de 50% na velocidade de germinação comparada com as outras temperaturas avaliadas. Verônica

não apresentou velocidade de germinação, somente no último período, as médias diferiram de zero. Porém, inferior aos IVG das cultivares Luisa e Everglades.

Estes resultados levam a crer que os mecanismos envolvidos na germinação em altas temperaturas, também afetam as características de vigor das sementes de alface, tanto em cultivares termosensíveis quanto em cultivares termotolerantes.

Na Figura 1, estão representadas as porcentagens de sementes que germinaram em alta temperatura de 30 °C, no teste de germinação (%G) e em temperatura recomendada de 20 °C, no teste de remanescente (%R).

Figura 1 - Teste de germinação (%G) a 30 °C e teste de remanescentes (%R) a 20 °C das cultivares Everglades (E), Luisa (L) e Verônica(V), em função dos dias após colheita (40,70, 100,130, 160, 190 e 260).



Fonte: Da autora (2017).

Como comentado anteriormente, houve baixa germinação no %G nos primeiros DAC avaliados para todas as cultivares, principalmente para a cultivar Verônica. As três cultivares avaliadas apresentaram germinação abaixo de 70% nos três primeiros períodos avaliados 40, 70 e 100 DAC.

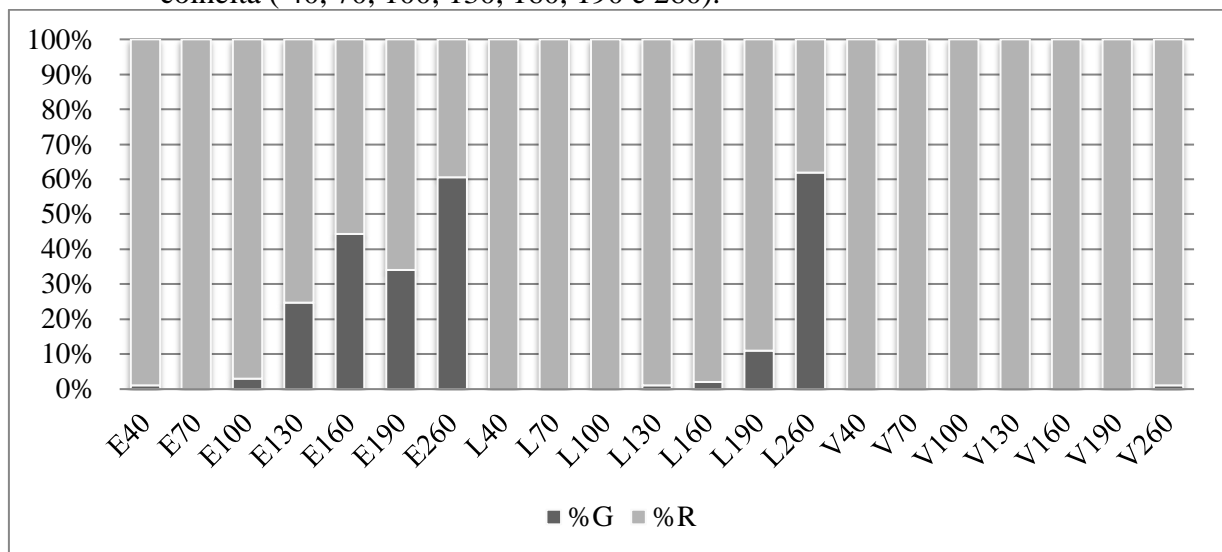
Contudo, após o teste de germinação as sementes de cada cultivar nos 40, 70 e 100 DAC, foram aptas para germinarem no teste de remanescente, acumulando o valor de 100% de germinação de plântulas normais, nos dois testes realizados.

Este resultado é importante para explicar que, apesar das sementes passarem por um processo de termoinibição nos três primeiros períodos, não houve evolução para

termodormência, como também o estresse sofrido não causou alterações danosas nos tecidos embrionários, pelo fato de ocorrer germinação normal.

Para as porcentagens de plântulas normais para cada cultivar, quando as sementes foram submetidas primeiramente ao teste de germinação a 35 °C (FIGURA 20), houve germinação abaixo de 60% em todas as cultivares e em todos os períodos. Everglades e Luisa aproximaram dessa porcentagem no último período avaliado, aos 260 DAC.

Figura 2 - Teste de germinação (%G) a 35 °C e teste de remanescentes (%R) a 20 °C das cultivares Everglades (E), Luisa (L) e Verônica (V), em função dos dias após colheita (40, 70, 100, 130, 160, 190 e 260).



Fonte: Da autora (2017).

O aumento de 5 °C na temperatura de germinação, não provocou a termodormência das sementes das cultivares Everglades, Luisa e Verônica, mostrando que houve uma termoinibição temporária em todos os sete períodos avaliados, e não uma termodormência. Como mostra o teste de remanescentes, as sementes ainda foram capazes de germinarem a temperatura de 20 °C. Outro ponto a ser considerado no teste de remanescentes, é a manutenção da qualidade das sementes, pela germinação de 100% das sementes.

É interessante notar, que apesar de alguns autores trazerem altas germinações para sementes da cultivar Everglades, nesse trabalho, não ocorreu germinação acima de 80%. O que pode ser devido a temperatura ambiental, cujas médias não alcançaram 30 °C durante o dia e nem 25 °C durante a noite, no período de produção e maturação das sementes produzidas para este trabalho, como é recomendado pelos autores para se alcançar tal germinação nas

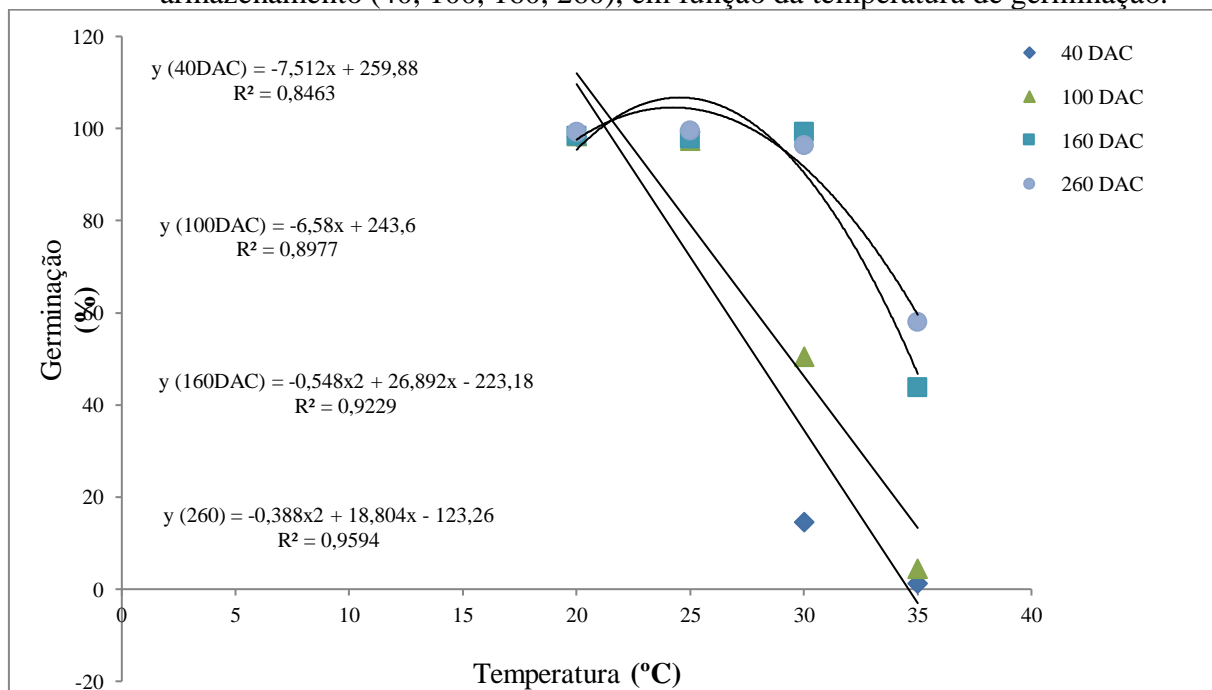
sementes (KOZAREWA et al., 2006; NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER 2000; SUNG et al., 2008).

Procurou-se discutir, mediante análise de regressão, a resposta da germinação das sementes das cultivares Everglades, Luisa e Verônica, em função das temperaturas de análise e do tempo de armazenamento, buscando ajustar equações que propiciassem um melhor entendimento e uma resposta mais adequada para cada caso.

Inicialmente, foram analisadas as respostas de cada cultivar (FIGURAS 3, 4 e 5), para quatro períodos de armazenamento, em função das diferentes temperaturas. Foram utilizados apenas quatro períodos intermediários, que representam os sete períodos analisados, para melhor visualização gráfica.

Considerando-se a cultivar Everglades (FIGURA 3), verifica-se que nos menores períodos de tempo de armazenamento houve uma resposta linear da germinação, que diminuiu à medida que se aumentou a temperatura, chegando a níveis próximos de 0% de germinação aos 35 °C, para análises realizadas aos 40 DAC e 100 DAC.

Figura 3 - Germinação de sementes de alface da cultivar Everglades em quatro períodos de armazenamento (40, 100, 160, 260), em função da temperatura de germinação.



Fonte: Da autora (2017).

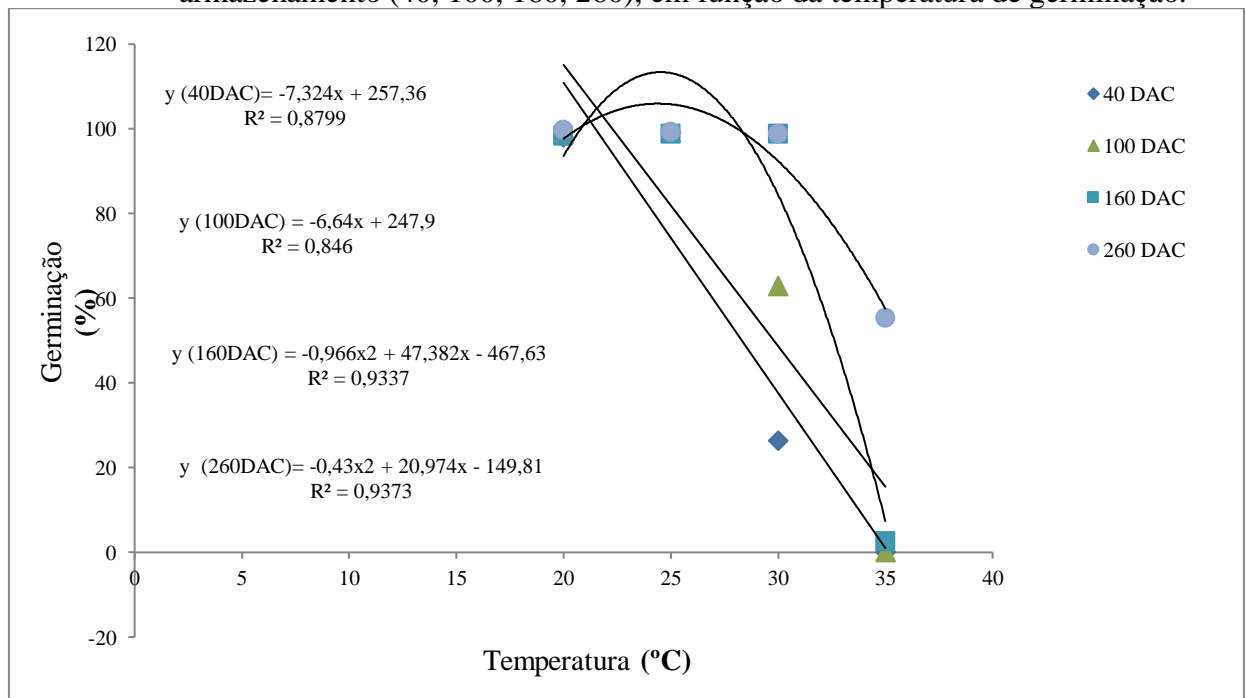
Por outro lado, a resposta para as análises realizadas aos 160 DAC e 260 DAC, mostrou um comportamento quadrático, cujas equações das curvas demonstraram que as

sementes atingem 100 % de germinação a partir da temperatura de 20,6 °C até a temperatura de 27,8 °C. Em seguida, há uma diminuição na germinação a medida que se aumenta a temperatura. Esta diminuição é mais evidente na análise realizada aos 160 DAC quando a germinação chega a 52,4 %, do que aos 260 DAC, quando a germinação chega a 59,6%, valor este semelhante ao encontrado para a cultivar Everglades em outros trabalhos (CATÃO et al., 2014; NASCIMENTO; CANTLIFFE; HUBER, 2004; NASCIMENTO; PEREIRA, 2007).

É interessante observar que as curvas obtidas para a germinação das sementes da cultivar Everglades, demonstraram que o armazenamento das sementes por períodos de tempo maiores parece contribuir para ativar os mecanismos envolvidos no controle da termoinibição, conforme comentando anteriormente.

Para a cultivar Luisa (FIGURA 4), a resposta da germinação para os diferentes períodos de armazenamento foi semelhante aos 40 DAC e 100 DAC, com equações lineares, que demonstraram a diminuição da germinação com a elevação da temperatura, chegando também a valores próximos de 0 % aos 35 °C.

Figura 4 - Germinação de sementes de alface da cultivar Luisa em quatro períodos de armazenamento (40, 100, 160, 260), em função da temperatura de germinação.



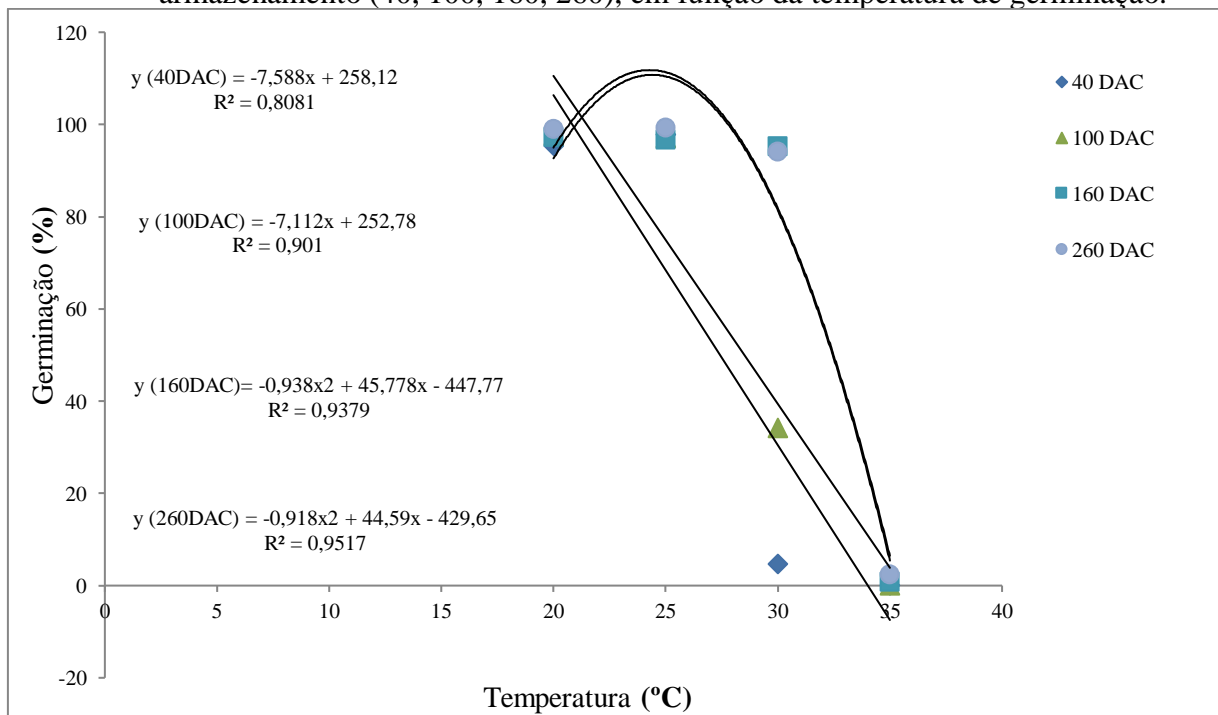
Fonte: Da autora (2017).

Para as análises realizadas aos 160 DAC e 260 DAC também verificou-se respostas quadráticas, com a germinação atingindo os 100% com temperatura 20,7 °C e, permanecendo

neste patamar, até os 28,2 °C. A partir desta temperatura há uma diferença em relação à cultivar Everglades, visto que aos 160 DAC a redução na germinação é maior, atingindo 17,9 %. Já para a análise aos 260 DAC a equação demonstra uma menor redução da germinação em função da temperatura, chegando aos 57,5%. Estes resultados sugerem uma necessidade de maior período de armazenamento para a cultivar Luisa desenvolver os mecanismos envolvidos no controle da tolerância à termoinibição em relação a Everglades. Além disso, corroboram resultados obtidos por Villela et al. (2010) e Catão et al.(2014) para análise aos 260 DAC.

Considerando a cultivar Verônica (FIGURA 5), observou-se que a germinação aos 40 DAC e aos 100 DAC, mostrou uma resposta linear semelhante às cultivares Everglades e Luisa chegando aos valores de 4,1% e 5,4%, respectivamente, quando a temperatura foi de 35 °C.

Figura 5 - Germinação de sementes de alface da cultivar Veronica em quatro períodos de armazenamento (40, 100, 160, 260), em função da temperatura de germinação.



Fonte: Da autora (2017).

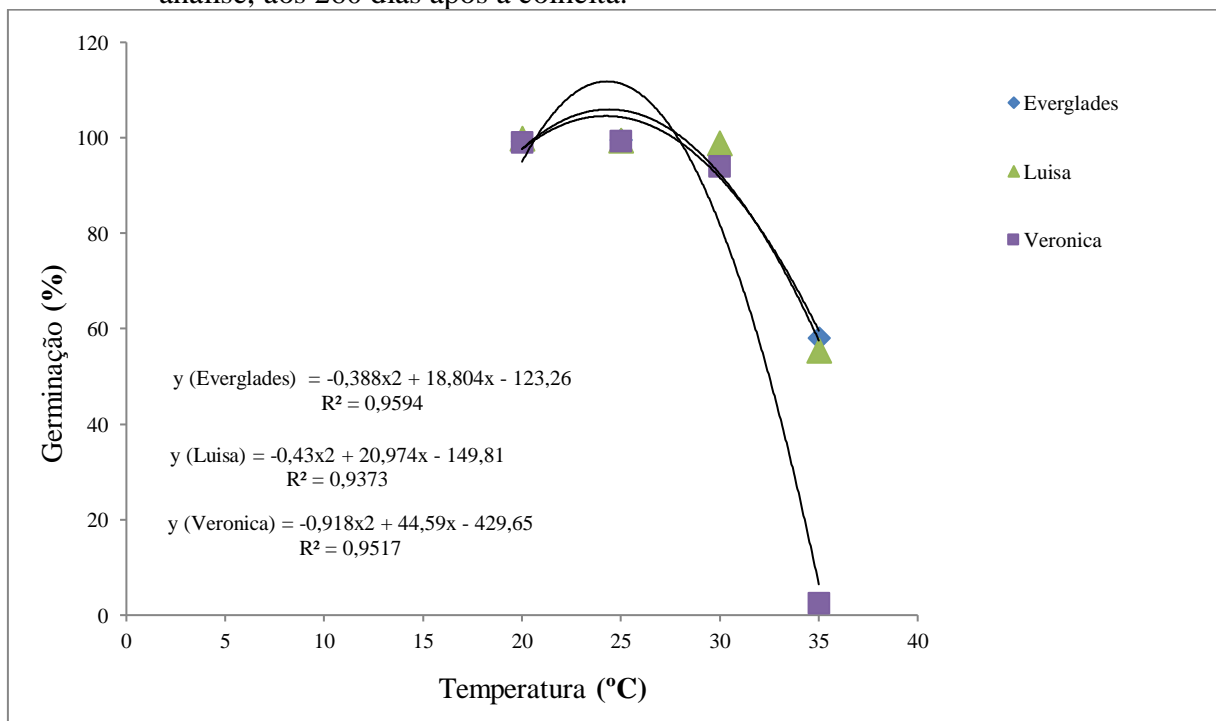
Já para os períodos de armazenamento de 160 DAC e 260 DAC, a exemplo do que ocorreu com as cultivares Everglades e Luisa, as respostas à elevação da temperatura do teste de germinação também foram quadráticos. Neste caso, porém, com uma redução da germinação em níveis mais elevados, diferenciando-se da cultivar Everglades, já aos 160

DAC, quando apresentou germinação de 6,4 % à temperatura de 35 °C e, diferenciando-se, tanto da cultivar Everglades quanto da cultivar Luisa aos 260 DAC, quando a temperatura de 35 °C reduziu a germinação para 5,4 %.

Estes resultados corroboram os de alguns autores no sentido de confirmar a tolerância à termoinibição da cultivar Everglades e a suscetibilidade da cultivar Verônica (CATÃO et al., 2014; KANO et al., 2011).

Baseado nos gráficos anteriores, demonstrando as curvas de germinação de cada cultivar para cada período de armazenamento em função da temperatura, pode-se inferir que aos 260 DAC é possível identificar genótipos tolerantes à termoinibição. Em vista disso, optou-se por obter as curvas de germinação das sementes de cada cultivar, após este período de armazenamento de 260 DAC, em função da temperatura mais adequada para identificar genótipos tolerantes à termoinibição. Desta forma, verificou-se que neste período de armazenamento, a germinação das três cultivares apresentou uma resposta quadrática em função da temperatura (FIGURA 6).

Figura 6 – Germinação das sementes de três cultivares de alface em função da temperatura de análise, aos 260 dias após a colheita.



Fonte: Da autora (2017).

Verifica-se que até a temperatura de 27,9 °C todas as cultivares mantiveram uma germinação de 100 %. A partir desta temperatura, houve uma diferenciação nos resultados de germinação em função das curvas, de tal forma que a equação da curva da cultivar Verônica, termosensível, mostrou uma redução mais drástica na germinação diferenciando-a das cultivares tolerantes Luisa e Everglades. De acordo com Sung et al. (1998), a partir do momento que se passa do limite de temperatura máxima tolerada, há uma drástica redução na germinação após o aumento de 2 a 3 °C, se tornando sensível a termoinibição. Verifica-se, portanto, que a partir da temperatura de 30,5 °C aos 260 dias pode-se utilizar para diferenciar cultivares termotolerantes de termosensíveis.

4 CONCLUSÃO

- As cultivares Everglades, Luisa e Verônica não apresentaram dormência primária.
- Os mecanismos relacionados à superação da termoinibição são ativados após um período de armazenamento das sementes, que varia de acordo com o genótipo.
- As cultivares Everglades e Luisa mostraram-se tolerantes à termoinibição, enquanto que a cultivar Verônica mostrou-se sensível.
- A temperatura a partir da qual se inicia o processo de termoinibição nas sementes de alface é de 29,5 °C.
- A identificação de genótipo de alface tolerante à termoinibição deve ser realizada em sementes a partir de 260 dias após a colheita.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM. 2º Levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, ano base 2012. In: **Hortitec**, Holambra, 29 maio 2014. p. 1-58. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/apresentaçãodopowerpoint>. Acesso em: 15 jun. 2017
- ARGRYRIS, J.; DAHAL, P.; TRUCO, M. J.; OCHOA, O.; STILL, D. W.; MICHELMORE, R. W.; BRANDFORD, K. J. Genetic analysis of lettuce seed thermoinhibition. **Acta Horticulture**. v.782, p.23-34, 2008a.
- _____. Genetic variation for lettuce seed thermoinhibition is associated with temperature-sensitive expression of abscisic acid, gibberellin, and ethylene biosynthesis, metabolism, and response genes. **Plant Physiology**, v. 148, n. 2, p. 926-947, 2008b.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. A classification system for seed dormancy. In: Seed Science Research. Cambridge University Press, v. 14, n. 1, p.16, 2004.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 395 p.
- BUFALO, T.; AMARO, A. C. E.; ARAUJO, H. S.; CORSATO, J. M.; ONO, E. O.; FERREIRA, G.; RODRIGUES, J. D. Períodos de estratificação na germinação de sementes de alface (*lactuca sativa* L.) sob diferentes condições de luz e temperatura. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 931-940, 2012.
- CATÃO, H. C. R. M.; GOMES, L. A. A.; SANTOS, H. O.; GUIMARAES, R. M.; FONSECA, P. H. F. F.; CAIXETA, F. Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de alface em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 4, p. 316-322, 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; BOAS, R. L. V.; HIGUTI, A. R. O. Germinação de sementes de alface obtidas de plantas cultivadas com diferentes doses de fósforo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 591-598, 2011.
- KOZAREWA, I. CANTLIFFE, D. J.; NAGATA, R. T.; STOFFELLA, P. J. High maturation temperature of lettuce seeds during development increased ethylene production and germination at elevated temperatures. **Journal American Society Horticulture Sciences**, v. 131, n. 4, p. 564-570, 2006.
- LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Dormência em sementes de hortaliças**. Documentos 136. Embrapa Hortaliças, 2012. p. 28.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p.103-106, 2002.

NASCIMENTO, W. M. Review: Ethylene and lettuce seed germination. **Scientia Agrícola**, v. 60, n. 3, p. 601-606, 2003.

NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J.; HUBER, D. J. Thermotolerance in lettuce seeds: association with ethylene and endo-b-mannanase. **Journal American Society Horticulture Sciences**, v. 125, n. 4, p. 518–524, 2000.

_____. Ethylene evolution and endo-b-mannanase activity during lettuce seed germination at high temperature. **Science Agriculture**, v. 61, n. 2, p. 156-163, 2004.

NASCIMENTO, W. M.; CRODA, M. D.; LOPES, A. C. A. Produção de sementes, qualidade fisiológica e identificação de genótipos de alface termotolerantes. **Revista Brasileira De Sementes**, v. 34, n.3, p. 510-517, 2012.

NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. S. Testes para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface e sua relação com a germinação sob temperaturas adversas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 175-179, 2007.

OLIVEIRA, A. C. S.; MARTINS, G. N.; SILVA; R. F.; VIEIRA, H. D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Inter Science Place**, v. 2, n. 4, 2009.

SUNG, Y.; CANTLIFFE, D. J.; NAGATA, R. T. Seed developmental temperature regulation of thermotolerance in lettuce. **Journal American Society Horticulture Sciences**, v. 123, n. 4, p. 700-705, 1998.

SUNG, Y.; CANTLIFE, D. J.; NAGATA, R. T.; NASCIMENTO, W. M. Structural changes in lettuce seed during germination at high temperature altered by genotype, seed maturation temperature, and seed priming. **Journal American Society Horticulture Sciences**, v.133, n.2, p. 300-311, 2008.

VILLELA, R. P; SOUZA, R. J.; GUIMARAES, R. M.; NASCIMENTO, W. M.; GOMES, L. A. A.; CARVALHO, B. O.; BUENO, A. C. R. Produção e desempenho de sementes de cultivares de alface em duas épocas de plantio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p.158-169, 2010.