



MARCELO TEIXEIRA REZENDE

**TOLERÂNCIA AO FLORESCIMENTO
PRECOCE E À TERMOINIBIÇÃO EM
GENÓTIPOS DE ALFACE**

LAVRAS – MG

2013

MARCELO TEIXEIRA REZENDE

**TOLERÂNCIA AO FLORESCIMENTO PRECOCE E 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.

Orientador

Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes

LAVRAS – MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Rezende, Marcelo Teixeira.

Tolerância ao florescimento precoce e à termoinibição em
genótipos de alface / Marcelo Teixeira Rezende. – Lavras: UFLA,
2013.

51 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Luiz Antônio Augusto Gomes.

Bibliografia.

1. *Lactuca sativa* L. 2. Variabilidade. 3. Dormência. 4. Calor. 5.
Germinação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.5223

MARCELO TEIXEIRA REZENDE

**TOLERÂNCIA AO FLORESCIMENTO PRECOCE E 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.

APROVADA em 28 de janeiro de 2013.

Dr. Ernani Clarete da Silva UFSJ

Dr. Renato Mendes Guimarães UFLA

Dr. Luiz Antônio Augusto Gomes

Orientador

LAVRAS – MG

2013

RESUMO

Alface é a hortaliça folhosa mais consumida no mundo, sendo utilizada na alimentação humana como fonte de vitaminas e minerais. Em regiões de clima quente o cultivo de alface pode ser inviabilizado devido ao pendoamento precoce. Além disso, sementes dessa espécie normalmente não apresentam germinação satisfatória em temperaturas elevadas. Neste trabalho avaliaram-se 16 cultivares de alface, juntamente com a cultivar termotolerante Everglades, quanto à tolerância ao florescimento precoce e à termoinibição, com vistas à identificação de genótipos promissores para utilização em programas de melhoramento de alface para regiões com temperaturas mais elevadas. Foram obtidas sementes em plantas cultivadas na época primavera/verão 2010 das cultivares Babá de Verão, Colorado, Elisa, Everglades, Floresta, *Grand Rapids*, Hortência, Laurel, Lídia, Luisa, Mariane, *Raider Plus*, Regina 71, Regina 2000, Salinas 88, Verônica e Yuri. O plantio foi feito em cultivo protegido no delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições e seis plantas por parcela, sendo avaliado o número de dias após a semeadura para ocorrência da primeira antese de cada planta. As sementes provenientes de cada cultivar foram colhidas, secas e tratadas, sendo parte utilizada para avaliação imediatamente após a colheita e parte utilizada para outro experimento realizado seis meses após a colheita. Nesses experimentos avaliaram-se a germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG) de cada cultivar em quatro temperaturas: 20, 25, 30 e 35°C sob um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial. O índice de velocidade de emergência (IVE) também foi avaliado, utilizando-se os padrões da RAS. Tanto no experimento pós-colheita, quanto no experimento que foi realizado seis meses após a colheita a cultivar Everglades foi a única que apresentou boa germinação em temperatura superior a 30°C, confirmando sua tolerância à termoinibição. A ocorrência de dormência primária pode ser evidenciada pela baixa germinação de algumas cultivares mesmo aos 20°C. Aos seis meses após a colheita a cultivar Luisa foi estatisticamente igual a Everglades aos 35°C, mas não apresentou germinação com padrão comercial. Não se evidenciou relação alta entre pendoamento precoce e germinação de sementes em temperaturas elevadas. Everglades é um material promissor para ser usado em programas de melhoramento para tolerância à termoinibição.

Palavras-chave: Dormência. *Lactuca sativa* L. Germinação. Variabilidade. Calor.

ABSTRACT

Lettuce is a leafy vegetable most consumed in the world, being used in alimentation as a source of vitamins and minerals. In warm climates growing lettuce can be made impossible due to the early flowering. Moreover, seeds typically do not exhibit satisfactorily germination at elevated temperatures. In this study we evaluated 16 cultivars of lettuce, together with thermotolerant cultivar Everglades, with a view to identifying promising genotypes for use in breeding programs of lettuce to regions with higher temperatures. Seeds were obtained in plants cultured during spring/summer. The planting was done in greenhouse in a randomized complete block design with three replications and six plants per plot, and evaluated the number of days to the first anthesis of each plant. The seeds from each cultivar were harvested, dried and treated, being part used for evaluation immediately after harvest and part used for another experiment realized six months after. In these experiments we evaluated the germination and germination speed index (GSI) of each cultivar at four temperatures: 20, 25, 30 and 35°C under a completely randomized in a factorial design. The emergence speed index (EVI) was also assessed, using the standards of the RAS. Both experiment in post-harvest, as was made in six months after harvest. Everglades was the only cultivar that showed satisfactory germination temperature above 30°C. The occurrence of primary dormancy may be evidenced by the low germination of some cultivars even at 20 ° C. At six months after harvest to cultivate Luisa was statistically equal to Everglades to 35 ° C, but not with standard commercial germinates. No relationship was evident between early flowering and germination at high temperatures. Everglades is a promising material for breeding to feature thermoinhibition.

Keywords: Dormancy. *Lactuca sativa* l. Germination. Variability. Warm.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Porcentagem de germinação de sementes da cultivar Regina logo após a colheita (a) e seis meses após (b), em função da temperatura.....	35
Gráfico 2	Porcentagem de germinação de sementes da cultivar Floresta logo após a colheita (a) e seis meses após (b), em função da temperatura.....	36
Gráfico 3	Porcentagem de germinação de sementes da cultivar Everglades logo após a colheita (a) e seis meses após (b), em função da temperatura.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Cultura da alface	11
2.2	Florescimento precoce em alface	12
2.3	Temperatura e luminosidade	13
2.4	Hormônios que atuam no processo de germinação	15
2.4.1	Ácido abscísico e giberelina	15
2.4.2	Etileno	16
2.5	Dormência primária	17
2.6	Aspectos genéticos relacionados à termotolerância	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Produção de sementes	21
3.2	Teste de germinação e índice de velocidade de germinação	23
3.3	Índice de velocidade de emergência (IVE)	24
3.4	Análises estatísticas	24
3.4.1	Germinação e índice de velocidade de germinação	24
3.4.2	Índice de velocidade de emergência	26
3.4.3	Herdabilidade no sentido amplo	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1	Dias para a primeira antese	28
4.2	Teste de germinação pós-colheita	29
4.3	Teste de germinação seis meses após a colheita	31
4.4	Análise de regressão	34
4.5	Herdabilidade no sentido amplo	37
4.6	Teste de IVG pós-colheita	38
4.7	Teste de IVG seis meses após a colheita	40
4.8	Teste de ive pós-colheita e seis meses após a colheita	41
5	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A alface encontra-se entre as hortaliças folhosas mais importantes no mundo, podendo ser consumida de diferentes maneiras, *in natura* ou em pratos como ingrediente secundário. Devido à alta perecibilidade, seu cultivo necessita ser feito próximo aos centros de consumo durante o ano todo, o que leva seu cultivo em todas as estações, em diferentes regiões, buscando a um melhor atendimento ao mercado. No entanto, muitas regiões apresentam limitações para cultivo, visto que a alface apresenta problemas, tanto de florescimento precoce, quanto de germinação em temperaturas elevadas, o que pode causar baixa produtividade e consequente prejuízo ao agricultor (NASCIMENTO; CANTLIFFE, 2002).

Segundo Bezerra Neto et al. (2005a), o crescimento vegetativo da alface termina quando a planta atinge o tamanho máximo das folhas. Em regiões onde a temperatura geralmente é alta, a alface termina o período vegetativo precocemente deixando duas opções aos produtores: fazer a colheita precocemente e arcar com as perdas em volume e peso das cabeças, ou colher a planta no início do pendoamento, o que prejudica a qualidade do produto em função do sabor amargo que a planta desenvolve nessa fase.

Muitos são os estudos direcionados ao melhoramento de alface visando à resistência ao pendoamento precoce, com lançamento frequente de novas cultivares mais tolerantes quanto a essa característica.

No que diz respeito à germinação, sementes de alface podem apresentar dormência, dependendo principalmente de condições ambientais, o que pode prejudicar sua qualidade. A dormência primária é comum à maioria das cultivares e causa uma menor porcentagem de germinação em sementes recém-colhidas. No entanto, passados alguns meses após a colheita as sementes tendem

a germinar normalmente. É prática comum se fazer a comercialização de sementes apenas após esse período.

As sementes podem ainda apresentar dificuldade de germinação, mesmo após a quebra da dormência primária. Nesse caso a baixa germinação pode ser devida a dois fenômenos distintos, a termodormência e/ou a termoinibição. A termodormência, também chamada de dormência secundária (KHAN, 1981), ocorre normalmente quando sementes são expostas por um período de tempo a temperaturas elevadas, e nesse caso entram em dormência, não germinando mesmo semeadas em temperatura ideal.

Já a termoinibição diz respeito à dificuldade que as sementes encontram para germinar em temperaturas mais elevadas, próximas a 30°C. Nessa condição as sementes da maioria das cultivares não germinam ou tendem a uma germinação muito baixa, levando a uma pior qualidade do lote, com baixo estande de mudas. Esse é um processo reversível, uma vez que a germinação ocorre quando a temperatura reduz para um nível adequado, ou seja, se as sementes são colocadas para germinar em temperatura mais baixa, cerca de 20°C.

No Brasil e em muitos outros países, a alface é cultivada o ano todo em praticamente todas as regiões, sendo assim temperaturas acima de 30°C ocorrem facilmente, isto é um problema que afeta diretamente a qualidade das sementes causando perdas significativas na produção de mudas.

Trabalhos recentes evidenciam a existência do alelo *LsNCED4*, oriundo do acesso UC96US23 de *Lactuca serriola*, capaz de conferir maior tolerância à termoinibição. Por outro lado, em *Lactuca sativa* alguns trabalhos anteriores mostram que a cultivar de alface Everglades, do tipo “*butterhead*” apresenta maior tolerância à germinação em temperaturas próximas de 30°C, no entanto não se encontram, ou são poucos os trabalhos de melhoramento explorando o potencial dessa cultivar.

Dessa forma, apesar dos avanços no que diz respeito ao melhoramento de alface para maior tolerância ao florescimento precoce, poucos ainda são os estudos relacionados à tolerância à termoinibição, ou que associem esta à questão do florescimento precoce, buscando novas cultivares que apresentem qualidade superior quanto às duas características.

Assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar 16 cultivares de alface, juntamente com a cultivar Everglades, quanto à tolerância ao florescimento precoce e à termoinibição, buscando identificar genótipos promissores para utilização em programas de melhoramento de alface para regiões com temperaturas elevadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta anual de porte herbáceo originária das regiões de clima ameno do norte do mediterrâneo, possui caule pequeno não ramificado onde ficam sustentadas as folhas. As cultivares dessa espécie são agrupadas em seis diferentes tipos: repolhuda manteiga, repolhuda crespa (americana), solta lisa, solta crespa, mimosa e romana, de acordo com o tipo de folha e a formação ou não de cabeça repolhuda (SANTOS et al., 2011). Segundo Sala e Costa (2012), a alface do tipo crespa é, hoje, o principal segmento cultivado no Brasil, no entanto a alface do tipo americana vem apresentando maiores índices de crescimento e aceitação pelo mercado consumidor, que até a década de 1990 era dominado pelo cultivo de alface do tipo lisa.

A alface é a hortaliça folhosa mais consumida no mundo, utilizada de diferentes maneiras, podendo ser consumida *in natura* ou em pratos como ingrediente secundário. Em 2008 a área plantada no mundo foi de 1,06 milhões de hectares com uma produção de 23,5 milhões de toneladas (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2009). No Brasil ela se destaca como a folhosa de maior volume de comercialização, sendo a sexta hortaliça em importância econômica e oitava em termos de produção (OLIVEIRA et al., 2005).

O ciclo da cultura varia conforme a cultivar e a época do ano. Nos cultivos do inverno, geralmente apresenta ciclo vegetativo de 60 a 80 dias, já nos cultivos de verão o ciclo varia entre 50 e 70 dias (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2010). O ciclo de verão por ser

mais curto pode causar prejuízo aos agricultores, devido ao menor desenvolvimento das folhas e consequente perda de volume das cabeças.

2.2 Florescimento precoce em alface

A alface, sendo uma espécie originalmente de clima ameno, tende a não produzir satisfatoriamente sob altas temperaturas (CÁSSERES, 1980), pois quando ultrapassa os 20 °C, ocorre o estímulo ao seu pendoamento, o qual é acentuado à medida que se eleva a temperatura (SILVA, 1997). Ao entrar no ciclo reprodutivo a planta emite uma haste ou pendão floral (FILGUEIRA, 2000), tornando-se imprópria para a comercialização. Isso ocorre em vista tanto da má formação da cabeça (THOMPSON, 1944) quanto do gosto amargo que as folhas desenvolvem (WHITAKER; RYDER, 1974), em função do acúmulo rápido de látex (CÁSSERES, 1980). O início do alongamento da haste floral assinala o fim do estágio comercial (MALUF, 1994), levando os agricultores a anteciparem a colheita para evitar perda de qualidade da cabeça. O florescimento é, portanto uma característica influenciada pela temperatura, porém dependente do genótipo, variando de cultivar para cultivar.

Azevedo et al. (1997), avaliando cultivares de alface no Estado do Tocantins, observaram que as cultivares Regina 71 (folhas lisas), Tainá (crespa repolhuda), Vitória e Verônica (crespas de folhas soltas) apresentaram ótimo desempenho tanto para tolerância ao calor como para qualidade de cabeça. Nas mesmas condições, as cultivares *Grand Rapids*, *Hanson*, *Milanesa* e *Black Simpson* (todas crespas de folhas soltas) não apresentaram desempenho satisfatório, pendoando precocemente.

Trabalhos realizados por autores como Aguiar (2001), Fiorini et al. (2005), Silva (1997), Silva, Barbosa e Lima (2002) e Silveira et al. (2002), estudando gerações segregantes oriundas do cruzamento entre pais contrastantes

quanto à tolerância ao pendoamento precoce, demonstram a possibilidade de sucesso na seleção de plantas com florescimento tardio. Os resultados de seus trabalhos mostram que, através da pressão de seleção em populações segregantes, é possível selecionar plantas que emitam pendão floral mais tardiamente, mesmo em condições de temperaturas elevadas.

De acordo com Salas e Costa (2012), a primeira cultivar desenvolvida para ser cultivada em regiões quentes foi a cultivar Regina de folhas lisas, o que ocorreu na década de 1980 e permitiu que o cultivo fosse expandido para regiões com temperaturas mais elevadas, em função de seu pendoamento mais lento, o qual tem sido um dos principais focos dos trabalhos de melhoramento de alface para cultivo no Brasil, sendo frequentemente lançadas novas cultivares com maior tolerância ao florescimento precoce.

2.3 Temperatura e luminosidade

Segundo Watt, Bloomberg e Finch-Savage (2011), é o aumento da temperatura do solo além do ideal para a germinação que causa declínio da germinação em uma população de sementes. Isso é uma das causas para a pior adaptação da alface em regiões de clima quente, como a região Norte do Brasil.

Os autores, como Nascimento, Cantliffe e Huber (2004) afirmam que durante o processo de embebição das sementes de alface a ocorrência de altas temperaturas pode atrasar ou inibir a germinação e isso acontece devido à rigidez do endosperma que acaba restringindo a protrusão da radícula.

Ocorrências de altas temperaturas são comuns em casas de vegetação onde as bandejas com sementes de alface são colocadas para germinar e conseqüentemente formar as mudas, principalmente na época de primavera/verão. A temperatura considerada ideal para a germinação das sementes de alface varia de acordo com cada autor. Os Pesquisadores Deng e

Song (2012) afirmam que a temperatura ideal varia de 13 a 15 °C no escuro e de 11 a 19°C na luz. Duman (2006) e Nascimento e Pereira (2007) observaram que a ideal é 20°C com redução da germinação à medida que se aumenta gradativamente a temperatura, não abordando o fator luminosidade.

A temperatura ideal para germinação depende da cultivar utilizada. Argyris et al. (2008) e Schwember e Bradford (2010b) afirmam que a germinação começa a ser afetada acima de 25°C. No caso da cultivar Everglades, considerada uma cultivar termotolerante, a germinação reduziu de 81% a 20°C para 6% na temperatura de 35 °C em testes realizados por Nascimento e Pereira (2007), resultado similar ao encontrado por Bertagnolli et al. (2003), que realizaram testes nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C e afirmaram que a partir dos 25°C a velocidade de emergência e porcentagem de germinação reduzem.

A germinação e o vigor das sementes também é afetado pelo tempo de exposição a altas temperaturas. Segundo Santos et al. (2011), após 96 horas de exposição a temperaturas de 41°C, algumas cultivares de alface podem apresentar 0% de germinação. Esse é um fato muito importante, já que as sementes após atingirem o ponto de maturidade fisiológica podem permanecer no campo até serem colhidas, ficando expostas a possíveis dias com temperaturas elevadas, o que pode levar a perda do potencial de germinação

Outro fator que influencia diretamente a planta é a luminosidade. Bezerra Neto et al. (2005a, 2005b) e Silva et al. (2000) afirmam que quando cultivada em condições ideais de luz a planta apresenta taxas ideais de respiração e fotossíntese elevada, características que contribuem para uma boa qualidade de sementes.

A qualidade fisiológica das sementes é a base para se produzir mudas uniformes e conseqüentemente obter uma boa produção. Em pesquisas realizadas por Franzin et al. (2005) com lotes de sementes com diferentes

qualidades fisiológicas iniciais, provou-se que as sementes de melhor qualidade formaram mudas mais vigorosas.

Associado à germinação existe também o fator luminosidade, que atua junto com a temperatura. Na ausência de luz, quanto menor a temperatura, maior é a porcentagem de germinação das cultivares Elisa, Regina e Rainha de Maio. Na presença de luminosidade, para as cultivares Elisa e Regina, a germinação e o comprimento da plântula não variam até a temperatura de 30°C. Acima disso a germinação é afetada (MENEZES et al., 2000).

2.4 Hormônios que atuam no processo de germinação

De acordo com Finch-Savage e Leubner-Metzger (2006), a dormência de sementes é controlada pelo genótipo, mas sempre associada a fatores ambientais como a temperatura e fatores físicos, como espessura de tegumento e regulação de hormônios como ácido abscísico e giberelina. Essa característica é encontrada em todas as plantas superiores como forma de se adaptar aos diferentes tipos de climas em que as espécies habitam. Como já dito anteriormente a alface tem sua origem em regiões de clima ameno, logo toda a evolução natural da planta ocorreu nesse ambiente.

2.4.1 Ácido abscísico e giberelina

Germinação é um processo complexo, no qual a semente se recupera rapidamente dos processos de maturação e secagem e retoma processos metabólicos completando etapas celulares essenciais para crescimento e desenvolvimento do embrião e, conseqüentemente, das plântulas. Durante a germinação ocorrem modificações e regulações de hormônios, principalmente de giberelina (GA) que desempenha um grande papel para a germinação. A

remoção ou regulação entre GA e ácido abicísico (ABA) regulam o processo (NONOGAKI; BASSEL; BEWLEY, 2010).

Em altas temperaturas o equilíbrio entre ABA e GA não acontece. Em experimento usando a planta modelo *Arabidopsis thaliana* Tamura et al. (2006) concluíram, que o ABA está diretamente ligado à termodormência de sementes. Gonai et al. (2004) também concluíram que o ABA é um dos responsáveis pela característica de termodormência da cultura da alface e que o tratamento com giberelina em sementes de alface submetidas a altas temperaturas é capaz de reverter a termodormência. Esse resultado também é confirmado por Argyris et al. (2011). Chiwocha et al. (2003) afirmaram que o ABA diminuiu a embebição em altas temperaturas e é um dos principais fatores que levam à termodormência.

Outro tratamento de semente capaz de superar a termodormência foi descrito por Schwember e Bradford (2010a) que afirmam que o condicionamento osmótico alivia a termoinibição aumentando a temperatura máxima de germinação.

2.4.2 Etileno

A função do Etileno na germinação é a quebra de dormência primária e secundária. Esse hormônio pode atuar sozinho ou junto com outros hormônios e sua liberação é essencial para a germinação das sementes da maioria das plantas estudadas. Porém, o mecanismo de ação desse hormônio ainda é praticamente desconhecido (KEPCZYNSKI; KEPCZYNSKA, 1997; NASCIMENTO, 2003).

A semente de alface tem sido usada como modelo para o estudo do etileno, principalmente sob condições de altas temperaturas. Apesar de seu papel não ser muito bem conhecido sua ação está associada à atuação da enzima endo- β -mananase, enzima de parede celular que é responsável pelo enfraquecimento

do endosperma, permitindo a germinação das sementes em altas temperaturas (IGLESIAS-FERNÁNDEZ et al., 2011; NASCIMENTO, 2003). Ainda segundo os autores a cultivar Everglades considerada, termotolerante, apresenta maior produção de etileno em altas temperaturas quando comparada a outras cultivares não tolerantes a altas temperaturas.

2.5 Dormência primária

Segundo Finch-Savage e Leubner-Metzger (2006), dormência primária ocorre em uma semente madura com tegumento que permite penetração de água, o fenômeno ocorre devido ao acúmulo de Acido Abscísico (ABA). Porém Cardoso (2009) em trabalho de revisão afirma que a dormência primária não é somente causada por fatores fisiológicos, mas também por fatores físicos e morfológicos, tal como tegumento muito espesso.

Em algumas espécies a dormência primária se instala na fase inicial do desenvolvimento de sementes em outras o fenômeno acontece na fase final (BEWLEY; BLACK, 1994).

No caso da alface acredita-se que a dormência primária é causada pelo acúmulo de ácido abscísico. Segundo Eira e Marcos Filho (1990), a dormência primária foi quebrada após quatro meses de armazenamento à temperatura ambiente. Isso indica uma regulação natural entre ácido abscísico e giberelina como proposto por (NONOGAKI; BASSEL; BEWLEY, 2010).

2.6 Aspectos genéticos relacionados à termotolerância

O melhoramento genético é um importante recurso em espécies vegetais para que problemas relacionados à adaptação, resistência a doenças e pragas e fatores abióticos sejam contornados. Assim, ampliando-se os conhecimentos em

relação à termoinibição em sementes de alface, é possível que se possa obter cultivares mais tolerantes por meio de programas de melhoramento. Dias et al. (2011) afirmam que é essencial o aumento do conhecimento da base genética de germinação e crescimento heterotrófico em altas temperaturas. Nonogaki, Bassel e Bewley (2010) também relatam que o grande desafio é identificar genes responsáveis pela germinação.

Os pesquisadores Argyris et al. (2008) encontraram um acesso de *Lactuca serriola*, que não apresenta termodormência até os 37 °C na presença de luz. Após a realização de testes e comparações genéticas e fisiológicas nesses genótipos, o *locus* gênico Htg6.1 foi relacionado aos fenótipos que reagiram melhor à termodormência. Ainda nesse trabalho foi também identificado o alelo *LsNCED4*, apontado como o codificador de uma enzima responsável que inibe a liberação de ABA em altas temperaturas, hormônio esse que inibe a germinação. O autor afirma que existem alelos recessivos que podem conferir resistência à termodormência, resultado que foi confirmado por Argyris et al. (2011) quando, ao inserirem, por meio de cruzamentos, o gene proveniente de *Lactuca serriola* na cultivar Salinas, conseguiram um acréscimo de 2 a 3°C na temperatura máxima para a germinação quando comparado a cultivar Salinas com a presença do alelo que não oferece resistência. Resultado muito semelhante ao que foi encontrado por Schwember e Bradford (2010b), que utilizou também material do mesmo cruzamento entre *Lactuca serriola* e Salinas.

A herdabilidade dessa característica foi estudada por Argyris et al. (2008) fazendo cruzamentos entre linhagens melhoradas do cruzamento de *Lactuca serriola* com a cultivar Salinas, e testando a descendência em ambientes diferentes. Foi então constatado que os alelos provenientes de *Lactuca serriola* aumentaram a porcentagem de germinação em altas temperaturas, com herdabilidade de 0,84 mostrando essa espécie como um bom recurso para melhoramento da característica de termotolerância.

Em *Lactuca sativa* L. são poucos os relatos sobre a estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos ligados à termoinibição em sementes de alface, ou qualquer informação genética envolvendo apenas a espécie *Lactuca sativa* L. Essas informações seriam de suma importância para o desenvolvimento de cultivares de alface termotolerantes, capazes de produzir sementes de alta qualidade para regiões de temperatura mais elevada.

Conhecer a variação genética existente em uma dada população é de suma importância para o sucesso de um programa de melhoramento, pois este depende, basicamente, da quantidade de variação genética e, sobretudo, do valor relativo desta em relação ao valor fenotípico total. Vencovsky (1987) ressalta que em ensaios genéticos, podem-se calcular diferentes componentes na variação de um caráter, como variação entre plantas dentro de parcelas, variação devido às diferenças ambientais entre parcelas e variação devido às diferenças genéticas entre tratamentos/progênes.

Conhecendo-se os parâmetros de variação existentes é possível antever a possibilidade de sucesso no melhoramento, baseando-se na herdabilidade do caráter. A herdabilidade corresponde ao quociente entre as variâncias genotípicas e fenotípicas, estimando-se a qual proporção da variação fenotípica total é de natureza genética. Assim, por meio dela pode-se medir a eficiência esperada da seleção no aproveitamento da variabilidade genética.

O coeficiente de herdabilidade pode ser expresso no sentido restrito e amplo; no sentido amplo, expressa a proporção de variância genética em relação à variância fenotípica total observada. Já no sentido restrito tem-se a proporção da variância aditiva. A herdabilidade no sentido restrito tem a finalidade de orientar o geneticista sobre a quantidade relativa da variância genética que é utilizada no melhoramento.

Tradicionalmente, o melhoramento de uma população para uma dada característica é resultado do ganho de seleção, que depende do diferencial de

seleção que, por sua vez, é a diferença entre a média do grupo selecionado e a média da população original. Portanto, em processo de seleção, quanto maior for a pressão de seleção, maior será esse diferencial e, conseqüentemente, o progresso genético. A possibilidade de prever ganhos a serem obtidos conforme determinada estratégia de melhoramento, constitui-se em uma das mais importantes contribuições da genética quantitativa ao cultivo de plantas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Produção de sementes

O trabalho foi conduzido no município de Ijaci – MG entre os meses de outubro e fevereiro, em área da Fazenda Palmital, localizado na latitude: 21° 9' 24" Sul, longitude 44° 55' 34" Oeste, onde o solo é classificado como latossolo vermelho de textura argilosa.

No processo de produção das mudas as sementes das cultivares Babá de Verão (lisa repolhuda), Colorado (crespa), Elisa (lisa), Everglades (*butterhead*), Floresta (crespa), *Grand Rapids* (crespa), Hortência (crespa), Laurel (americana), Lídia (lisa), Luisa (lisa), Mariane (crespa), *Raider Plus* (americana), Regina 71 (lisa), Regina 2000 (lisa), Salinas 88 (americana), Verônica (crespa) e Yuri (americana) foram semeadas em bandejas de isopor de 128 células contendo substrato comercial *Plantmax*, sendo que em cada célula foram colocadas três sementes de cada cultivar. Após sete dias realizou-se desbaste deixando somente uma planta, que aos 21 dias foi transplantada para canteiros em área sob cultivo protegido.

O preparo do solo foi feito mediante gradagem e levantamento de canteiros com rotoencanteiradora, onde foram incorporados fertilizantes seguindo as normas da 5ª aproximação para a cultura da alface. Adubações complementares via fertirrigação foram realizadas no período reprodutivo da cultura. Foi utilizado o espaçamento de 0,4 metros entre plantas por 0,6 metros entre linhas, com seis plantas por parcela. Cada parcela tinha uma área de 7,2 m², seguindo o delineamento em blocos casualizados com três repetições. Foram feitos desbastes de folhas velhas após o início do pendramento, assim como o tutoramento das plantas.

As plantas utilizadas para produção de sementes foram numeradas e foi feita a contagem do número de dias para a primeira antese a partir da semeadura. Após o início do pendramento as plantas foram observadas diariamente até a abertura da primeira flor, determinando-se o número de dias após a semeadura para ocorrência da primeira antese. Foram utilizadas como testemunhas as cultivares Regina 71 (tolerante ao florescimento precoce) e *Grand Rapids* (suscetível ao florescimento precoce), conforme Fiorini et al. (2005).

As sementes de cada planta da mesma cultivar foram colhidas individualmente dentro de cada bloco e depois misturadas homogeneamente compondo um único lote de sementes, que foi utilizado nos experimentos seguintes. Essa medida foi tomada, pois as sementes foram produzidas na mesma estufa com as mesmas condições de solo, adubação e temperatura. Além disso, nas avaliações do número de dias para a primeira antese não foi constatada diferença entre os blocos. Valor p para blocos igual a 0,01 e coeficiente de variação do experimento de 2,78%. Assim, pode-se considerar que plantas da mesma cultivar floresceram e produziram sementes no mesmo período de tempo, ficando expostas às mesmas condições de temperatura e umidade.

Durante o processo de produção de sementes a temperatura média máxima e mínima do ar medida a um metro e meio do solo foi respectivamente 45,6 e 31,2 °C. Já a média de temperatura máxima e mínima medida a 0,15 metros do solo foi 28,4 e 16,4 °C. A medição da temperatura foi feita utilizando termômetro de máximas e mínimas que media no mesmo aparelho a temperatura do ar e do solo, mediante um sensor colocado junto a este.

Com as sementes limpas e secas, foi feito o tratamento químico com fungicida AMISTAR 500 WG. Feito o tratamento uma parte das sementes foi utilizada para condução do experimento logo após a colheita, enquanto outra parte foi armazenada em câmara fria e seca, para a condução do experimento realizado seis meses após a colheita.

3.2 Teste de germinação e índice de velocidade de germinação

Na montagem dos ensaios utilizou-se caixa *Gerbox* contendo camada dupla de papel filtro, previamente umedecido, seguindo os padrões da RAS. Em cada *gerbox* foram colocadas 50 sementes de cada cultivar.

O experimento foi implantado utilizando delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com 17 cultivares e quatro temperaturas, 20, 25, 30 e 35 °C, totalizando 68 tratamentos. Para o controle da temperatura foram utilizadas quatro câmaras BOD, cujo fotoperíodo foi programado para 12 horas, padrão da RAS.

As avaliações foram feitas diariamente até o sétimo dia, contando-se o número de sementes germinadas em cada *GERBOX*. No quarto dia foram contadas as plântulas normais, que em seguidas foram descartadas. No sétimo e último dia do experimento foram contadas as sementes mortas e dormentes, além de plântulas normais e anormais. Esse mesmo processo foi repetido seis meses depois, com o mesmo lote de sementes. Essa repetição foi realizada para identificar a ocorrência de dormência primária, que de acordo com Eira e Marcos Filho (1990) é superada em quatro meses de armazenamento.

Para o cálculo da porcentagem de germinação o valor utilizado foi o do número de sementes germinadas até o sétimo dia. Já para o teste de IVG foi utilizado o número de sementes utilizadas até a estabilização da germinação de acordo com a fórmula de (MAGUIRE, 1962). Foram consideradas de maior vigor as sementes que apresentaram maior IVG, como proposto por (CORASPE; IDIARTE GONZALES; MINAMI, 1993).

3.3 Índice de velocidade de emergência (IVE)

O teste IVE foi montado utilizando o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e 17 cultivares. Foram utilizadas caixas *gerbox*, sendo em cada caixa colocado 200 ml de areia. Para cada caixa foram colocadas 100 sementes que após dispostas de forma uniforme foram cobertas com uma fina camada de areia que foi posteriormente levemente umedecida, em seguida as caixas contendo as sementes foram colocadas na câmara BOD em uma temperatura fixa de 20°C e fotoperíodo regulado para 12 horas. A contagem de plantas emergidas foi feita diariamente até a estabilização do estande. Foi utilizada a fórmula de (MAGUIRE, 1962) para a determinação do IVE. O mesmo experimento foi repetido seis meses depois com o mesmo lote de sementes.

3.4 Análises estatísticas

3.4.1 Germinação e índice de velocidade de germinação

Os efeitos dos 68 tratamentos, resultantes das combinações entre cultivares e temperatura, sobre o IVG e sobre a proporção de sementes germinadas foram testados utilizando Análise de Variância. Foram avaliados os efeitos principais das cultivares e temperaturas bem como a interação entre elas a partir do modelo estatístico.

$$y_{ijk} = \mu + C_i + T_j + T \times C_{ij} + \epsilon_{ijk}, \quad (1)$$

em que $i = 1, 2, \dots, 17$; $j = k = 1, 2, 3$ e 4 ; y_{ijk} é o valor observado da variável resposta para a i -ésima cultivar, j -ésima temperatura e k -ésima repetição; μ é

uma constante associada a todas as observações; C_i é o efeito da i -ésima cultivar; T_j é o efeito da j -ésima temperatura; $T \times C_{ij}$ é o efeito da interação entre a i -ésima cultivar e j -ésima temperatura; ϵ_{ijk} é o erro associado à observação Y_{ijk} , causado por fatores não controlados.

As análises de variância para o modelo (1) para o estudo do IVG nas duas épocas (pós-colheita e seis meses após a colheita) foram obtidas pelo pacote *ExpDes* do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012). Foram calculados os resíduos do modelo e, a partir dos mesmos, as pressuposições da análise foram avaliadas. Detectou-se a presença de valores atípicos, ausência de normalidade e não homogeneidade de variâncias. Então, partiu-se para a transformação dos dados originais.

A técnica da potência ótima de *Box-Cox* foi utilizada para a escolha da melhor transformação dos dados originais. Antes de aplicar a técnica, somou-se a constante 0,5 aos dados, devido à presença de valores nulos. Para o experimento conduzido na época pós-colheita, a transformação utilizada para a variável IVG foi,

$$x_t = (x + 0,5)^{0,9},$$

em que x refere-se aos valores de IVG originais e x_t aos valores obtidos pela transformação.

Para o experimento conduzido na época seis meses após a colheita, a transformação utilizada para o IVG foi,

$$x_t = (x + 0,5)^{0,5} = \sqrt{(x + 0,5)},$$

em que x refere-se aos valores de IVG originais e x_t aos valores obtidos pela transformação.

Todas as análises estatísticas da variável IVG foram realizadas com os dados transformados (x_p) e os resultados dos testes de comparações múltiplas são apresentados com as médias obtidas pela transformação inversa.

O mesmo modelo (1) foi utilizado para a obtenção da análise de variância para a proporção de sementes germinadas nas duas diferentes épocas. Não se encontrou uma transformação apropriada para os valores observados dessa variável e, portanto, optou-se por fazer todas as análises estatísticas com os dados originais.

Foram feitas também análises de regressão da germinação nas duas épocas para as cultivares Everglades e Laurel, que apresentaram respectivamente a melhor e pior média de germinação aos 35°C.

3.4.2 Índice de velocidade de emergência

Os efeitos das 17 cultivares sobre o IVE foram testados utilizando análise de variância, obtida com base no modelo estatístico:

$$y_{ij} = \mu + C_i + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

em que $i = 1, 2, \dots, 17$; $j = 1, 2, 3$ e 4 ; y_{ij} é o valor observado do IVE para a i -ésima cultivar, na j -ésima repetição; μ é uma constante associada a todas as observações; C_i é o efeito da i -ésima cultivar; ε_{ij} é o erro associado à observação y_{ij} , causado por fatores não controlados.

As análises de variância para o modelo (2) também foram obtidas pelo pacote *ExpDes* do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012). Todas as análises estatísticas foram realizadas com os valores de IVE originais, pois todas as pressuposições do modelo para a obtenção da análise de variância foram atendidas.

3.4.3 Herdabilidade no sentido amplo

O estudo de herdabilidade foi realizado apenas para a germinação em temperatura de 35°C, para as duas épocas, em vista de ser a característica para a qual se busca identificar genótipos tolerantes.

A partir da análise de variância foram estimados parâmetros genéticos e fenotípicos de acordo com Carvalho (2001) e Ramalho, Santos e Pinto (2008), estimando-se a herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) conforme segue:

$$\sigma_G^2 = 1/r(QM_T - QM_E),$$

$$\sigma_E^2 = QM_E,$$

$$\sigma_F^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2,$$

$$h_a^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_F^2},$$

em que:

σ_G^2 : variância genética;

r: número de repetições;

QM_T : quadrado médio de tratamento;

QM_E : quadrado médio do erro;

σ_E^2 : variância do erro;

σ_F^2 : variância fenotípica;

h_a^2 : herdabilidade no sentido amplo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dias para a primeira antese

Foram detectadas diferenças entre as cultivares para número de dias para florescimento, considerando o nível de significância de 5% (Tabela 1).

As cultivares Laurel, Salinas 88 e *Raider Plus* apresentaram as maiores médias, superiores inclusive à testemunha tolerante Regina 71 que não diferiu significativamente das cultivares, Yuri, Luisa, Elisa, Regina 2000 e Lídia, podendo, portanto serem consideradas tolerantes quanto ao florescimento precoce conforme Fiorini et al. (2005), ficando acima de 100 o número de dias para a primeira antese. Logo após apresentaram-se as cultivares Verônica, Mariane, Hortência e Babá de Verão, com valores entre 88,77 e 91,11 dias para florescimento. Verônica, Mariane e Hortência são cultivares comerciais de folhas crespas e soltas, sendo consideradas as mais tolerantes ao florescimento precoce considerando este tipo de alface.

A cultivar *Grand Rapids* normalmente é utilizada como testemunha sensível ao florescimento precoce, como descrito por Fiorini et al. (2005). Com valores inferiores a 80 dias para início do florescimento, não diferindo significativamente da cultivar *Grand Rapids*, apresentaram-se as cultivares Floresta, Colorado e Everglades, podendo as mesmas, neste caso, serem classificadas como sensíveis ao florescimento precoce.

O comportamento da cultivar *Grand Rapids* foi semelhante ao obtido por Fiorini et al. (2005), apresentando a menor média. Valores diferentes no número de dias para florescimento para uma mesma cultivar são comuns de serem encontrados, em função das diferentes temperaturas que podem ocorrer nos experimentos realizados em épocas diferentes.

Tabela 1 Número médio de dias até o florescimento de 17 cultivares de alface. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste *Scott-Knott*, a 5% de significância. Ijaci, MG

Cultivares	Número médio de dias
Laurel	110,75 a
Salinas 88	109,67 a
<i>Raider Plus</i>	108,63 a
Regina 71	105,78 b
Yuri	105,61 b
Luísa	103,67 b
Elisa	103,00 b
Regina 2000	102,61 b
Lídia	100,61 b
Verônica	91,11 c
Mariane	90,99 c
Hortência	90,89 c
Babá de Verão	87,45 c
Floresta	79,17 d
Colorado	77,72 d
<i>Grand Rapids</i>	76,33 d
Everglades	75,39 d

4.2 Teste de germinação pós-colheita

Foi constatada interação significativa entre as cultivares e as temperaturas quanto à germinação na época pós-colheita e optou-se por estudar o comportamento das cultivares em cada temperatura. Ficou nítida a diminuição da proporção de sementes germinadas com o aumento da temperatura a partir dos 20°C para algumas cultivares, como encontrado por Duman (2006), Nascimento e Pereira (2007) e Villela et al. (2010). A maioria das cultivares apresentou diminuição da germinação na temperatura de 30°C, como reportado por Argyris et al. (2008), Bertagnolli et al. (2003) e Schwember e Bradford (2010b), que afirmam que a diminuição da germinação ocorre a partir dos 25°C.

Na temperatura 20°C as cultivares Everglades, Colorado, Hortência, Elisa, Regina 2000, Luisa, Floresta, Yuri, Verônica e Salinas 88 não diferiram significativamente entre si, apresentando germinação superior a 70%. Esse valor, conforme portaria MARA nº 457, de 18 de dezembro de 1986 é considerado o mínimo para que a semente de alface possa ser comercializada (BRASIL, 1986).

As cultivares Lídia, Regina 71, Raider Plus, Babá de Verão, Mariane e *Grand Rapids* apresentaram as menores médias de germinação nessa temperatura, com valores inferiores a 70% (Tabela 2). Esse fato pode ser atribuído à ocorrência de dormência primária, comum na maioria das cultivares de alface, o que impede ou prejudica a germinação logo após a colheita das sementes. Essa dormência é superada naturalmente após um período de aproximadamente quatro meses (EIRA; MARCOS FILHO, 1990).

Apresentaram maior média de germinação aos 25°C as cultivares Colorado, Hortência, Everglades, Floresta, Elisa, Verônica, Salinas 88, Regina 2000, Yuri, *Raider Plus* e Mariane, seguidas por Laurel, Lídia, Babá de Verão, Luisa, *Grand Rapids* e Regina 71, que apresentaram as menores médias (Tabela 2). Esses valores se assemelham aos obtidos na condição de germinação aos 20°C.

Aos 30°C o número de cultivares que apresentou maior valor de germinação diminuiu. Apenas a cultivar Everglades apresentou germinação superior a 80%. Já as cultivares Colorado, Hortência, Yuri, Verônica e Regina 2000 apresentaram germinação acima de 70%. As outras cultivares, Luisa, Salinas 88, Mariane, Laurel, *Raider Plus*, Regina 71, Babá de Verão, Elisa, Floresta Lídia e *Grand Rapids* apresentaram germinação abaixo de 70%, com valores até abaixo de 20% para as cultivares Lídia e *Grand Rapids* (Tabela 2).

Por último, aos 35°C foi observada redução significativa na germinação da maioria das cultivares, em alguns casos chegando muito próximo de 0% (Tabela 2). Somente a cultivar Everglades apresentou germinação acima de

80%, confirmando a termotolerância da cultivar, como afirmado por Nascimento e Pereira (2007).

Todas as outras cultivares, Regina 2000, Luisa, Floresta, Elisa, Babá de Verão, Mariane, *Raider Plus*, Regina 71, Lídia, Yuri, Colorado, Salinas 88, Verônica, *Grand Rapids*, Hortência e Laurel, apresentaram baixa germinação, com valores abaixo de 30%.

Tabela 2 Proporções médias de sementes germinadas para as cultivares estudadas na época pós-colheita. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste *Scott-Knott*, a 5% de significância. Ijaci, MG

Cultivares	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
Babá de Verão	0,48b	0,31b	0,32b	0,07b
Colorado	0,98a	0,97a	0,79a	0,02b
Elisa	0,93a	0,90a	0,28b	0,10b
Everglades	0,99a	0,94a	0,94a	0,86a
Floresta	0,88a	0,93a	0,28b	0,11b
<i>Grand Rapids</i>	0,38b	0,23b	0,18b	0,01b
Hortência	0,96a	0,96a	0,78a	0,01b
Laurel	0,33b	0,52b	0,40b	0,01b
Lídia	0,66b	0,47b	0,18b	0,03b
Luísa	0,91a	0,24b	0,49b	0,20b
Mariane	0,40b	0,68a	0,42b	0,07b
Regina 2000	0,93a	0,83a	0,64a	0,24b
Regina 71	0,55b	0,17b	0,33b	0,04b
<i>Raider Plus</i>	0,49b	0,69a	0,39b	0,06b
Salinas 88	0,71a	0,86a	0,44b	0,01b
Verônica	0,85a	0,88a	0,77a	0,01b
Yuri	0,86 ^a	0,80a	0,78a	0,02b

4.3 Teste de germinação seis meses após a colheita

Os resultados dos testes de germinação nas diferentes temperaturas realizados seis meses após a colheita apresentaram um maior número de

cultivares com germinação satisfatória, com exceção de Salinas 88 aos 20°C e Laurel aos 25°C, todas as cultivares apresentaram germinação superior a 70% dentro dessas duas temperaturas. Fato que pode ser explicado pela superação da dormência primária, que segundo Eira e Marcos Filho (1990) é superada após quatro meses após a colheita das sementes de alface.

Aos 20°C todas cultivares apresentaram germinação superior ao experimento realizado na pós-colheita. À exceção da Cultivar Salinas 88, que não diferiu significativamente da cultivar Laurel, todas as outras apresentaram germinação superior a 70% (Tabela 2). Isso pode ser explicado pela possível quebra da dormência primária, que é um tipo de dormência que acontece no período de formação da semente, causada por fatores ambientais como fotoperíodo, temperatura, umidade relativa do ar e a disponibilidade hídrica (MARCOS FILHO, 2005). Esse tipo de dormência pode variar com o genótipo e dura de alguns dias a até poucos meses após a maturação da semente (BEWLEY; BLACK, 1994; CÍCERO; MARCOS FILHO; SILVA, 1986).

Verificou-se-se que as cultivares, Colorado, Babá de Verão, Everglades, Regina 2000, Hortência, Lídia, *Raider Plus*, Elisa, Verônica, Floresta, Regina e Yuri apresentaram as maiores médias de germinação. *Grand Rapids*, Mariane e Luisa apresentaram valores intermediários. Laurel e Salinas 88 apresentaram menores médias.

Ao se considerar a temperatura de 25°C, à exceção da cultivar Laurel todas as cultivares apresentaram também valores de germinação superiores a 70%. Nesse caso também foi constatada diferença significativa entre as cultivares. Babá de Verão, Colorado, Elisa, Everglades, Regina 71, Lídia, *Raider Plus*, Regina 2000 e Hortência apresentaram proporção média de germinação superior às demais cultivares.

Aos 30°C notou-se valores de proporção de germinação inferiores a 60% e até mesmo um valor abaixo de 20% de germinação para a cultivar

Floresta. As melhores cultivares nessa temperatura foram Babá de Verão, Everglades, Colorado e *Raider Plus*. Essas são seguidas por Regina 2000, Luisa, Mariane, Laurel e Yuri que apresentaram valores superiores a Regina 71, *Grand rapids*, Hortência e Lídia. Essas foram superiores a Verônica, Salinas 88 e Elisa. Esses resultados confirmam trabalhos que demonstram maior dificuldade de germinação de sementes de alface em temperaturas mais elevadas conforme Argyris et al. (2008) e Schwember e Bradford (2010b) que afirmam que a germinação começa a ser afetada acima de 25°C.

Já aos 35°C as cultivares Everglades e Luisa apresentaram médias semelhantes e superiores às demais cultivares. Babá de Verão, Regina 71, Regina 2000 e *Grand Rapids* apresentaram valores intermediários, porém abaixo de 50%, demonstrando uma baixa qualidade de sementes quanto à germinação. Já as cultivares *Raider Plus*, Hortência, Laurel, Elisa, Colorado, Mariane, Lídia, Verônica, Floresta, Salinas 88 e Yuri apresentaram as menores médias de germinação, com valores inferiores a 20% (Tabela 3). A cultivar Luisa não ter diferido significativamente da cultivar Everglades no teste de germinação realizado aos seis meses após a colheita, pode indicar uma maior tolerância à germinação em temperaturas mais elevadas, associada a uma dormência primária, cuja superação normalmente ocorre segundo Eira e Marcos Filho (1990) quatro meses após o armazenamento. No entanto, apesar da maior tolerância apresentada pela cultivar Luisa, a porcentagem de germinação foi de 63%, valor que se encontra abaixo do padrão exigido para comercialização de sementes de alface.

Tabela 3 Proporções médias de sementes germinadas para as cultivares estudadas na época seis meses após a colheita. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste *Scott-Knott*, a 5% de significância. Ijaci, MG

Cultivares	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
Babá de Verão	0,97a	1,00a	0,99a	0,40b
Colorado	1,00a	0,99a	0,91a	0,08c
Elisa	0,90a	0,93a	0,43d	0,09c
Everglades	0,95a	0,92a	0,98a	0,73a
Floresta	0,87a	0,81b	0,18e	0,05c
<i>Grand Rapids</i>	0,82b	0,72b	0,63c	0,31b
Hortência	0,92a	0,86a	0,62c	0,13c
Laurel	0,72c	0,67b	0,76b	0,10c
Lídia	0,92a	0,91a	0,60c	0,08c
Lúisa	0,75b	0,75b	0,77b	0,63a
Mariane	0,81b	0,72b	0,77b	0,08c
Regina 2000	0,95a	0,88a	0,82b	0,32b
Regina 71	0,87a	0,92a	0,67c	0,33b
<i>Raider Plus</i>	0,91a	0,89a	0,91a	0,18c
Salinas 88	0,65c	0,73b	0,48d	0,02c
Verônica	0,88a	0,73b	0,49d	0,06c
Yuri	0,84a	0,75b	0,76b	0,02c

4.4 Análise de regressão

Procurou-se destacar por meio das análises de regressão três tipos de comportamento apresentado pelas cultivares, no que diz respeito à dormência primária à germinação em função da temperatura.

Primeiramente aquelas que apresentaram, a exemplo da cultivar Regina 71 (Tabela 2), uma baixa germinação na análise realizada logo após a colheita à temperatura de 20°C, de apenas 30%, com ligeiro aumento em 25°C e queda acentuada a partir dessa temperatura, chegando próximo de 0% aos 35°C.

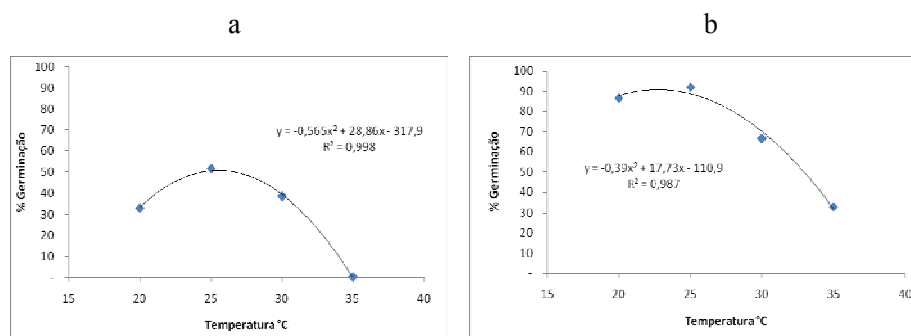


Gráfico 1 Porcentagem de germinação de sementes da cultivar Regina 71 logo após a colheita (a) e seis meses após (b), em função da temperatura

Já nas análises realizadas aos seis meses após a colheita verificaram-se resultados diferentes dos obtidos logo após a colheita (Tabela 3). A germinação foi significativamente superior, em torno de 90% em temperaturas mais baixas (20°C e 25°C), reduzindo a partir dessa temperatura, chegando a 30% para a análise à temperatura de 35°C.

Esses resultados evidenciam a existência de dormência primária nestas cultivares, associada a uma baixa tolerância à termoinibição.

Por outro lado, algumas cultivares apresentaram alta germinação para as análises realizadas em temperaturas de 20°C e 25°C tanto logo após a colheita quanto aos seis meses, a exemplo da cultivar Floresta que apresentou germinação acima de 80% nessas condições (Tabela 2 e Tabela3). Observa-se, no entanto que houve também um declínio acentuado da germinação em temperaturas acima de 25°C.

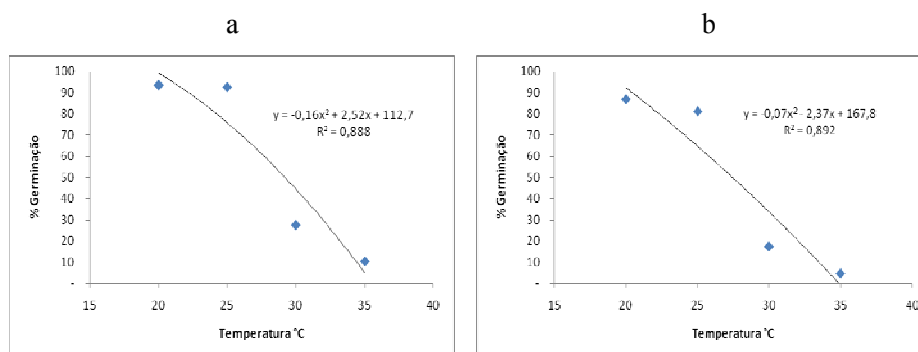


Gráfico 2 Porcentagem de germinação de sementes da cultivar Floresta logo após a colheita (a) e seis meses após (b), em função da temperatura

Esses resultados demonstram que a cultivar Floresta, assim como aquelas cujos resultados foram semelhantes, não apresentam dormência secundária, porém apresentam baixa tolerância à termoinibição.

Por último pode ser citada a cultivar Everglades que, diferindo das demais, apresentou alta germinação para todas as temperaturas, tanto nas análises realizadas logo após a colheita (Tabela 2), quanto naquelas realizadas seis meses após (Tabela 3).

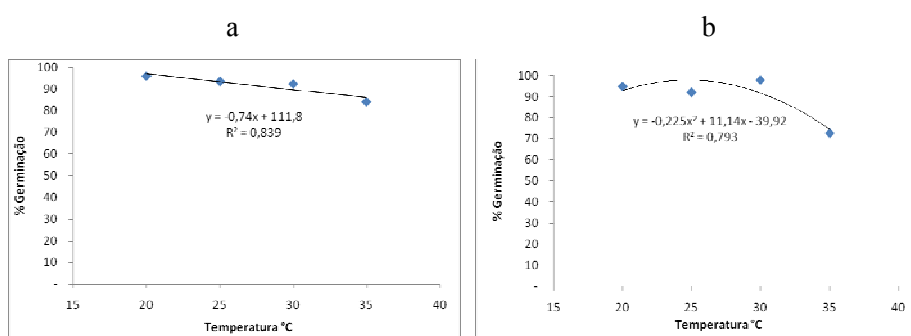


Gráfico 3 Porcentagem de germinação de sementes da cultivar Everglades logo após a colheita (a) e seis meses após (b), em função da temperatura

4.5 Herdabilidade no sentido amplo

As variações encontradas entre as diferentes cultivares nas quatro temperaturas em ambas as épocas indicam a existência de variabilidade para germinação. Ao se considerar as estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas e das herdabilidades no sentido amplo para germinação aos 35°C tanto na avaliação logo após a colheita, quanto aos seis meses após a colheita, verificam-se valores altos de herdabilidade no sentido amplo, $h^2_a = 99\%$ (Tabela 1).

Tabela 4 Estimativas de parâmetros genéticos para germinação a 35°C em sementes de 17 cultivares de alface. Lavras, UFLA, 2013

Parâmetro ¹	Época	
	Pós-Colheita	Seis meses após colheita
σ^2_G	0,649	0,707
σ^2_F	0,654	0,710
h^2_a (%)	99%	99%

¹ σ^2_G = variância genética; σ^2_F = variância fenotípica; h^2_a (%) = coeficiente de herdabilidade no sentido amplo

Segundo Carvalho et al. (2001), a partir da herdabilidade é que se inicia o estudo de um determinado caráter, podendo-se prever o ganho na próxima geração com a seleção de genótipos superiores. A herdabilidade pode ser considerada o melhor parâmetro genético a ser utilizado pelos melhoristas, pois permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção, uma vez que reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2008).

Valores altos de herdabilidade são indicativos de que o caráter sofra pouca influência do ambiente, ampliando as possibilidades de ganho genético com a seleção. Pode-se então obter sucesso com a seleção de plantas com maior germinação na temperatura de 35°C a partir de populações segregantes para essa característica.

4.6 Teste de IVG pós-colheita

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) é utilizado para medir vigor de sementes. Ficou claro neste estudo que o aumento da temperatura afeta o vigor das sementes de alface, resultado similar ao encontrado por Bertagnolli et al. (2003), Santos et al. (2011) e Villela et al. (2010). A cultivar Everglades apresentou bons resultados de IVG para todas as temperaturas.

O fato de algumas cultivares terem apresentado baixos valores de IVG, mesmo em temperaturas mais baixas, pode ser explicado pela ocorrência de dormência primária. Isso pode ocorrer em sementes recém-colhidas de algumas cultivares (BEWLEY; BLACK, 1994; CÍCERO; MARCOS FILHO; SILVA, 1986).

Para 20°C Luisa, Everglades, Regina 2000, Colorado, Yuri, Hortência, Verônica, Elisa, Floresta e Salinas 88 apresentaram médias de IVG superiores as demais cultivares como apresentado na Tabela 5.

Aos 25°C Everglades, Verônica, Colorado, Yuri, Floresta, Hortência, Mariane, Elisa, Regina 2000, Salinas 88, *Raider Plus*, apresentaram médias superiores as demais cultivares (Tabela 5).

Na temperatura 30°C foi observado queda no IVG da maioria das cultivares, como encontrado por Villela et al. (2010). Everglades, Verônica, Regina 2000, Yuri, Hortência e Colorado apresentaram as maiores médias de IVG aos 30°C (Tabela 5).

Aos 35°C Everglades junto com Regina 2000 apresentaram melhores médias (Tabela 5). Verifica-se que Regina 2000 aparenta apresentar valores mais próximos das cultivares que apresentaram média b. Isso ocorreu devido à necessidade da transformação inversa de dados para que os mesmos fossem apresentados o mais próximo possível dos dados reais.

Essa diminuição da velocidade de germinação das cultivares provavelente acontece devido ao endurecimento do endosperma em altas temperaturas como descrito por Nascimento, Cantliffe e Huber (2004). A cultivar Everglades apresenta valores superiores de IVG e germinação provavelmente devido à produção de etileno em altas temperaturas (IGLESIAS-FERNÁNDEZ et al., 2011; NASCIMENTO, 2003).

Tabela 5 Médias de IVG, obtidas pela transformação inversa, para as cultivares estudadas na época pós-colheita. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste *Scott-Knott*, a 5% de significância. Ijaci, MG

Cultivares	20°C	25°C	30°C	35°C
Babá de Verão	5,66b	4,49b	4,33b	1,06b
Colorado	28,99a	31,99a	12,95a	0,16b
Elisa	23,64a	22,75a	5,49b	1,53b
Everglades	32,29a	40,86a	32,92a	23,40a
Floresta	23,17a	30,87a	6,81b	2,62b
<i>Grand Rapids</i>	4,28b	2,34b	1,84b	0,10b
Hortência	26,12a	29,68a	17,26a	0,10b
Laurel	4,07b	9,59b	3,81b	0,04b
Lídia	10,95b	8,39b	2,69b	0,29b
Lúisa	32,99a	2,16b	8,40b	2,70b
Mariane	8,19b	23,20a	6,74b	1,82b
Regina 2000	30,40a	20,65a	20,12a	7,38a
Regina 71	10,19b	1,34b	3,55b	0,59b
<i>Raider Plus</i>	8,60b	18,90a	3,89b	0,64b
Salinas 88	20,29a	19,64a	8,76b	0,08b
Verônica	24,11a	32,99a	20,77a	0,15b
Yuri	27,56a	30,97a	20,02a	0,26b

4.7 Teste de IVG seis meses após a colheita

Aos seis meses após a colheita as cultivares apresentaram novamente comportamento parecido com o teste realizado na pós-colheita, ou seja, com o aumento da temperatura notou-se uma redução do IVG. A cultivar Luisa mais uma vez apresentou comportamento diferente no experimento realizado seis meses após a colheita. Essa cultivar manteve um bom IVG nas temperaturas altas, fato que mais uma vez pode ter ocorrido devido à superação da dormência primária, como já mencionado.

Aos 20°C Everglades, Colorado, *Raider Plus*, Elisa, Yuri, Verônica, Babá de Verão e Mariane apresentaram as maiores médias (Tabela 6).

Na temperatura 25°C, Colorado, Babá de Verão, *Raider Plus*, Everglades, Elisa e Hortência apresentaram médias superiores as das demais cultivares (Tabela 6).

Como representado na Tabela 6, aos 30°C Everglades, Colorado, *Raider Plus*, Babá de Verão e Luisa apresentaram as melhores médias de IVG. O fato de Luisa ter ficado entre as melhores médias no experimento realizado seis meses após a colheita pode ter ocorrido devido à quebra da dormência primária.

O comportamento da cultivar Luisa é bastante peculiar e apresenta maiores médias de germinação e IVG apenas nos experimentos realizados seis meses após a colheita, principalmente nas temperaturas elevadas. Isso pode estar associado à quebra de dormência primária no armazenamento (CÍCERO; MARCOS FILHO; SILVA, 1986).

Tabela 6 Médias de IVG, obtidas pela transformação inversa, para as cultivares estudadas na época seis meses após a colheita. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste *Scott-Knott*, a 5% de significância. Ijaci, MG

Cultivares	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
Babá de Verão	37,17a	46,42a	37,97a	13,89b
Colorado	43,11a	46,80a	40,22a	1,63c
Elisa	42,75a	42,13a	16,37c	2,04c
Everglades	45,54a	43,56a	47,65a	28,16a
Floresta	28,64b	21,87c	3,50e	0,98c
<i>Grand Rapids</i>	30,98b	18,56c	18,60c	13,06b
Hortência	29,26b	40,11a	14,12c	3,41c
Laurel	32,90b	31,83b	30,09b	3,22c
Lídia	21,45b	34,11b	20,61c	1,43c
Lúisa	33,55b	24,73c	34,56a	28,26a
Mariane	35,28a	24,21c	28,11b	1,45c
Regina 2000	31,95b	24,61c	20,49c	13,68b
Regina 71	24,00b	32,24b	19,34c	11,06b
<i>Raider Plus</i>	42,89a	43,78a	39,86a	7,49b
Salinas 88	28,65b	34,12b	17,52c	0,53c
Verônica	38,16a	22,16c	10,44d	2,04c
Yuri	39,51a	33,55b	25,29b	0,56c

4.8 Teste de ive pós-colheita e seis meses após a colheita

O teste de IVE como já mencionado é utilizado para medir vigor das sementes, é importante saber o vigor das sementes, pois sementes com bom potencial fisiológico proporcionam a produção de mudas de bom tamanho e uniformidade, facilitando o estabelecimento das mesmas no campo (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2012). No caso deste estudo é muito importante conhecer vigor das sementes para ter certeza que o motivo da não germinação em temperaturas elevadas foi devido à termodormência ou termoinibição.

Foram notadas diferenças de IVE para as diferentes cultivares, considerando o nível de significância de 5% (Tabela 7). Colorado, Floresta

Regina 2000 e Elisa apresentaram maiores médias. Everglades a única cultivar que apresentou boa germinação em todas as temperaturas apresentou valores medianos de IVE. As médias mais baixas foram *Raider Plus*, *Grand Rapids*, Luisa, Lídia e Laurel. O baixo índice de velocidade de germinação de algumas das cultivares talvez possa ter sido causado pela ocorrência da dormência primária como já citado.

Cultivares como Colorado, Floresta, Regina 2000 e Elisa que apresentaram bons resultados de vigor, não apresentaram boa germinação nas temperaturas elevadas. O que prova que a germinação que ocorreu termoinibição ou termodormência, principalmente aos 35°C.

Aos seis meses após a colheita as sementes da maioria das cultivares apresentaram médias iguais ou superiores que as médias nos testes de IVE realizados na pós-colheita. Foram encontradas diferenças de IVE entre as cultivares a 5% de significância.

Colorado, Everglades, Elisa, Hortência, *Raider Plus* e Babá de Verão apresentaram as maiores médias de IVE, Luisa e *Grand Rapids* apresentaram as menores médias (Tabela 7). Dessas apenas Everglades apresentou boa germinação aos 35 °C. Luisa e *Grand Rapids* apresentaram as menores médias de IVE. Como dito anteriormente neste estudo a temperatura ideal para germinação de sementes de alface é controversa e varia entre as cultivares, para algumas das cultivares aqui testadas o teste de IVE aos 20°C pode não ser o ideal.

Tabela 7 Médias de IVE para as cultivares estudadas. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste *Scott-Knott*, a 5% de significância. Ijaci, MG

Cultivares	Pós-colheita	Seis meses após colheita
Babá de Verão	55,10 c	72,29 a
Colorado	82,71 a	82,44 a
Elisa	72,05 a	79,06 a
Everglades	59,65 b	79,22 a
Floresta	82,00 a	51,52 c
<i>Grand Rapids</i>	39,76 d	37,74 d
Hortência	63,18 b	78,53 a
Laurel	32,53 d	56,04 c
Lídia	33,22 d	68,58 b
Luísa	39,21 d	42,45 d
Mariane	62,32 b	66,83 b
Regina 2000	76,69 a	51,26 c
Regina 71	47,74 c	62,75 b
<i>Raider Plus</i>	42,26 d	77,66 a
Salinas 88	49,78 c	65,77 b
Verônica	69,77 b	62,82 b
Yuri	53,08 c	68,65 b

5 CONCLUSÃO

A utilização das cultivares Floresta, Colorado, *Grand Rapids* e Everglades em programas de melhoramento deve levar em conta sua baixa tolerância ao florescimento precoce.

As cultivares Babá de Verão, *Grand Rapids*, Laurel, Lídia, Mariane, Regina 71 e *Raider Plus* apresentaram dormência primária.

As características de tolerância ao florescimento precoce e tolerância à germinação em altas temperaturas não estão relacionadas.

A cultivar Everglades apresenta potencial para utilização em programas de melhoramento visando à melhor qualidade de sementes em temperaturas altas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. G. de. **Comportamento de famílias F_{2,3} de alface (*Lactuca sativa* L.), originadas de cruzamentos entre cultivares contrastantes quanto a características vegetativas e pendoamento precoce**. 2001. 43 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

ARGYRIS, J. et al. A gene encoding an abscisic acid biosynthetic enzyme (LsNCED4) collocates with the high temperature germination locus Htg6.1 in lettuce (*Lactuca* sp.). **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 122, n. 1, p. 95-108, Jan. 2011.

_____. 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**, Bethesda, v. 148, n. 2, p. 926-947, Oct. 2008.

AZEVEDO, S. M. et al. Avaliação de cultivares de alface para as condições quente e úmida do Estado do Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 37., 1997, Manaus. **Anais...** Manaus: SOB, 1997. p. 629-630.

BERTAGNOLLI, C. M. et al. Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a estresses hídrico e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 7-13, jul. 2003.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. v. 2, 445 p.

BEZERRA NETO, F. et al. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 189-192, jun. 2005a.

_____. Sombreamento para produção de mudas de alface em alta temperatura e ampla luminosidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 133-137, mar. 2005b.

BRASIL. **Portaria N° 457**, de 18 de dezembro de 1986. Estabelece os procedimentos e padrões para a importação, distribuição, transporte e comércio de sementes. Brasília, 1986. Disponível em: <bbeletronica.cnph.embrapa.br/2005/ct/ct_35.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2012.

CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 619-631, dez. 2009.

CARVALHO, F. I. F. et al. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPel, 2001. 99 p.

CÁSSERES, E. **Producción de hortalizas**. São José: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1980. 387 p.

CHIWOCHA, S. D. S. et al. A method for profiling classes of plant hormones and their metabolites using liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometry: an analysis of hormone regulation of thermodormancy of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds. **The Plant Journal**, Oxford, v. 35, n. 3, p. 405-417, Aug. 2003.

CÍCERO, S. M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W. R. (Ed.). **Atualização em produção de sementes**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1986. 73 p.

CORASPE, H. M.; IDIARTE GONZALES, H.; MINAMI, K. Avaliação do efeito da peletização sobre o vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 50, n. 3, p. 349-354, out. 1993.

DENG, Z.; SONG, S. Sodium nitroprusside, ferricyanide, nitrite and nitrate decrease the thermo-dormancy of lettuce seed germination in a nitric oxide-dependent manner in light. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v. 78, p. 139-146, Jan. 2012.

DIAS, P. M. B. et al. QTL analysis of seed germination and pre-emergence growth at extreme temperatures in *Medicago truncatula*. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 122, n. 2, p. 429-44, Feb. 2011.

DUMAN, I. Effects of seed priming with PEG or K₃PO₄ on germination and seedling growth in lettuce. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Lahore, v. 9, n. 5, p. 923-928, 2006.

EIRA, M. T. S.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento osmótico de sementes de alface: 1., efeitos sobre a germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 9-27, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Catálogo brasileiro de hortaliças**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.ceasa.gov.br/dados/publicacao/Catalogo%20hortalicas.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 402 p.

FINCH-SAVAGE, W. E.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and the control of germination. **The New Phytologist**, Cambridge, v. 171, n. 3, p. 501-523, Jan. 2006.

FIORINI, C. V. A. et al. Avaliação de populações F₂ de alface quanto à resistência aos nematóides das galhas e tolerância ao florescimento precoce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 299-302, jun. 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Rome, 2009. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

FRANZIN, S. M. et al. Efeito da qualidade das sementes sobre a formação de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 193-197, abr./jun. 2005.

GONAI, T. et al. Abscisic acid in the thermoinhibition of lettuce seed germination and enhancement of its catabolism by gibberellin. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 394, p. 111-118, Jan. 2004.

IGLESIAS-FERNÁNDEZ, R. et al. Three endo- β -mannanase genes expressed in the micropylar endosperm and in the radicle influence germination of *Arabidopsis thaliana* seeds. **Planta**, Berlin, v. 233, n. 1, p. 25-36, Jan. 2011.

KEPCZYNSKI, J.; KEPCZYNSKA, E. Ethylene in seed dormancy and germination. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 101, n. 4, p. 720-726, Dec. 1997.

KHAN, A. A. Hormonal regulation of primary and secondary seed dormancy. **Israel Journal of Botany**, Jerusalem, v. 29, p. 207-224, 1981.

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

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

MALUF, W. R. **Melhoramento genético da alface (*Lactuca sativa* L.):** melhoramento genético de hortaliças. Lavras: UFLA, 1994. 189 p.

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

MENEZES, N. L. de et al. Qualidade fisiológica de sementes de alface submetidas a diferentes temperaturas na presença e ausência de luz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 941-945, dez. 2000.

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

NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1988, p. 103-106, 2002.

NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J.; HUBER, D. J. Ethylene evolution and endo-beta-mannanase activity during lettuce seed germination at high temperature. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n. 2, p. 156-163, abr. 2004.

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**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 175-179, 2007.

NONOGAKI, H.; BASSEL, G. W.; BEWLEY, J. D. Germination-Still a mystery. **Plant Science**, Shannon, v. 179, n. 6, p. 574-581, Dec. 2010.

OLIVEIRA, F. L. et al. Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 184-188, abr./jun. 2005.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2012. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 11 nov. 2012.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 4. ed. Lavras: UFLA, 2008. 463 p.

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

SANTOS, D. et al. Produção comercial de cultivares de alface em bananeiras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 609-612, dez. 2011.

SANTOS, F. dos et al. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade de sementes de alface e almeirão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 322-330, 2011.

SCHWEMBER, A. R.; BRADFORD, K. J. A genetic locus and gene expression patterns associated with the priming effect on lettuce seed germination at elevated temperatures. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 73, n. 1/2, p. 105-118, May 2010a.

_____. Quantitative trait loci associated with longevity of lettuce seeds under conventional and controlled deterioration storage conditions. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 61, n. 15, p. 4423-4436, Oct. 2010b.

SILVA, E. C. da. **Estudos genéticos relacionados à adaptação da alface (*Lactuca sativa* L.) sob altas temperaturas em cultivo protegido na região norte fluminense**. 1997. 69 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1997.

SILVA, E. C. da; BARBOSA, R. M.; LIMA, M. C. B. Avaliação de famílias F₃ de alface e seleção de linhagens para cultivo protegido no solo e em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 278, jul. 2002. Suplemento.

SILVA, V. F. da et al. Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 183-187, nov. 2000.

SILVEIRA, M. A. et al. Seleção de progênies de alface contra o pendoamento precoce e resistência aos nematóides de galhas *Meloidogyne* spp. em condições de campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 278, jul. 2002. Suplemento.

TAMURA, N. et al. Isolation and characterization of high temperature-resistant germination mutants of *Arabidopsis thaliana*. **Plant & Cell Physiology**, Kyoto, v. 47, n. 8, p. 1081-1094, Aug. 2006.

THOMPSON, R. C. **Lettuce varieties and culture**. Washington: USDA, 1944. 38 p. (Farmer's Bulletin, 1953).

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

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

WATT, M. S.; BLOOMBERG, M.; FINCH-SAVAGE, W. E. Development of a hydrothermal time model that accurately characterises how thermoinhibition regulates seed germination. **Plant, Cell & Environment**, Kyoto, v. 34, n. 5, p. 870-876, May 2011.

WHITAKER, T. W.; RYDER, E. J. **Lettuce production in the United States**. Washington: USDA, 1974. 43 p. (Agriculture Handbook, 221).