



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



LAURA SILVA RIBEIRO

**MÉTODOS E TEMPOS DE SECAGEM DE SEMENTES DE ALFACE
BIOFORTIFICADA SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO
FISIOLÓGICO: É MANTIDA A TOLERÂNCIA A TERMOINIBIÇÃO?**

UBERLÂNDIA-MG

2024

LAURA SILVA RIBEIRO

**MÉTODOS E TEMPOS DE SECAGEM DE SEMENTES DE ALFACE
BIOFORTIFICADA SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO
FISIOLÓGICO: É MANTIDA A TOLERÂNCIA A TERMOINIBIÇÃO?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.
Orientador: Prof. Dr. Hugo Cesar R. M. Catão

UBERLÂNDIA-MG

2024

LAURA SILVA RIBEIRO

**MÉTODOS E TEMPOS DE SECAGEM DE SEMENTES DE ALFACE
BIOFORTIFICADA SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO
FISIOLÓGICO: É MANTIDA A TOLERÂNCIA A TERMOINIBIÇÃO?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Cesar R. M. Catão

Banca de avaliação:

Prof. Dr. Hugo Cesar Rodrigues Moreira Catão

Orientador

Eng. Agrônoma Brenda Santos Pontes

Membro da Banca

Eng. Agrônoma Caroline Salles de Miranda Motta

Membro da Banca

UBERLÂNDIA-MG

2024

RESUMO

A termoinibição causa redução na germinação das sementes de alface. O condicionamento fisiológico é uma importante técnica para contornar este problema. Após sua realização é necessária a secagem das sementes, no entanto, os efeitos desse tratamento podem ser perdidos dependendo do método e tempo de secagem. Objetivou-se avaliar a tolerância a termoinibição de sementes de alface biofortificada submetidas ao condicionamento fisiológico após a secagem com diferentes métodos e tempos. Foram avaliados métodos de secagem: lenta; rápida; redução do teor de água + secagem lenta; redução do teor de água + secagem rápida, e os tempos de secagem de 12, 24, 36 e 48 horas. Foram utilizadas também sementes condicionadas sem secagem e sementes secas. Após a aplicação dos tratamentos as sementes foram submetidas às avaliações do teor de água; germinação (20 °C e 35°C); emergência (20 °C e 35°C); índices de velocidade de germinação e emergência (20 °C e 35°C) e massa seca de plântulas obtidas a 20 °C e 35°C. O experimento foi analisado em esquema fatorial 4 x 4 + 2 (métodos de secagem x tempos secagem + sementes secas e sementes condicionadas sem secagem). A tolerância a termoinibição das sementes de alface biofortificada é mantida após a redução do teor de água + secagem lenta e rápida por 12 horas. A secagem rápida ainda pode ser utilizada não ultrapassando o tempo de 24 horas.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* (L). Termodormência. Priming. Secagem artificial.

1. INTRODUÇÃO

As hortaliças folhosas tem uma grande importância econômica no Brasil, principalmente pelo volume de cultivo, consumo e por ser um segmento que emprega grande quantidade de mão de obra, em especial familiar, com produção e plantio durante o ano todo (Embrapa, 2021). O Brasil movimentou mais de 5 milhões de toneladas de hortaliças nas principais centrais de abastecimento do país, de acordo com levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), marcando presença nos cinturões verdes das principais cidades em todos os Estados. Além disso, a olericultura representa 20% do Valor Bruto de Produção Agropecuária (VBP), faturando R\$ 269 bilhões por ano. (SENAR, 2024).

Dentre as principais hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil estão alface, rúcula, couve, repolho, espinafre, almeirão, agrião, acelga e chicória. A cultura do alface (*Lactuca sativa L.*) ocupa 174 mil hectares de área plantada, sendo considerada a mais produzida, consumida (Pessoa; Machado Júnior, 2021) e segmentada, apresentando diferentes cultivares, como a crespa, lisa, americana, romana e mimosa.

As cultivares produzidas no Brasil possuem um ciclo que varia entre 120 e 170 dias para a produção de sementes. O desenvolvimento da cultura pode ser dividido em duas fases: a vegetativa que vai do plantio a colheita para consumo *in natura*; e a fase reprodutiva, que se inicia quando a planta começa a emitir haste floral (pendão) até a produção das sementes (Taveira, 2018).

As condições climáticas, com foco na temperatura, influenciam diretamente na germinação e conseqüentemente na qualidade dos lotes de sementes que serão colhidos. A maioria das sementes de alface não germinam em temperaturas acima de 30°C, podendo ocasionar a inibição temporária (termoinibição) ou completa (termodormência), em razão do enrijecimento do endosperma que restringe a protrusão da radícula (Nascimento *et al.*, 2012; Catão *et al.*, 2018).

A alface enfrenta dificuldades de adaptação em locais com altas temperaturas (Aquino *et al.*, 2014), influenciando em todos os estádios da cultura. Em temperaturas superiores a 22°C, a planta é induzida a florescer precocemente (Azevedo *et al.*, 2014), provocando o alongamento do caule; redução do número de folhas; interferência na formação da cabeça comercial; estimulação da produção de látex, responsável pelo sabor amargo e maior rigidez; e antecipa seu ciclo reprodutivo, resultando na depreciação do produto e prejuízos financeiros (Blind; Silva Filho, 2015).

Prejuízos expressivos na germinação das sementes da alface, após a produção e

armazenamento sob altas temperaturas foram observados (Catão *et al.*, 2014; Catão *et al.*, 2016; Catão *et al.*, 2018). Alguns trabalhos, mostraram a tolerância a germinação em temperaturas de 35°C de sementes da cultivar Everglades (*Lactuca sativa* L.) (Nascimento *et al.*, 2012; Catão *et al.*, 2014) e de *Lactuca serriola* US96UC23 (Agirys *et al.*, 2011; Yoong *et al.*, 2016). A pesquisa com cultivares termotolerantes tem grande importância comercial, pois irá auxiliar os produtores de sementes e mudas que cultivam em regiões com altas temperaturas.

As alfaces por apresentar as folhas como a parte comestível, quando biofortificada pode apresentar maior quantidade de nutriente do que os grãos e cereais, ademais são ricas em carotenoides, em particular os carotenos e as xantofilas, compostos dietéticos importantes para a saúde humana e podem ser aumentados e ter mais biodisponibilidade na matriz alimentar (Oliveira *et al.*, 2020).

Por outro lado, não existem cultivares comerciais de alface tolerantes à termoinibição registradas no RNC/MAPA (Brasil, 2023) disponíveis para o mercado brasileiro, principalmente cultivares biofortificadas, que é uma estratégia para aumentar o teor de micronutrientes em alimentos básicos sem a necessidade de suplementos ou aditivos, o que leva à necessidade tomar cuidado prévio quando semeadura ocorrer em condições de alta temperatura.

Para tentar solucionar esse problema, alguns tratamentos pré-germinativos são utilizados, aumentando a tolerância das sementes a temperaturas elevadas. O condicionamento fisiológico, ou “priming” é uma técnica utilizadas em sementes que consiste na hidratação controlada dessas, sem que ocorra a protrusão radicular contribuindo significativamente para uniformizar e acelerar a germinação em condições de estresse.

O condicionamento fisiológico das sementes consiste em técnicas de pré-hidratação ou condicionamento osmótico, seguido pela secagem, resultando, normalmente, em germinação mais rápida e uniforme (Marcos-Filho, 2015). Assim, o condicionamento fisiológico é uma ferramenta eficiente para envigorar sementes de alface, mas esse benefício pode ser perdido rapidamente dependendo do método de secagem utilizado.

Alguns métodos de secagem podem favorecer a manutenção dos efeitos do condicionamento, mesmo após a redução do teor de água para níveis compatíveis com o armazenamento. No entanto, períodos de secagem relativamente longos podem acelerar a deterioração das sementes e prejudicar os efeitos do condicionamento fisiológico (Braccini *et al.*, 1997). Dessa forma, a secagem das sementes deve ser realizada de forma que não seja tão longa e se for realizada sob condições controladas, poderá ser repetida várias vezes,

gerando um pacote tecnológico para a produção e comercialização de sementes condicionadas (Reis, 2013). Atualmente há poucas informações relacionadas à secagem após o condicionamento fisiológico e a tolerância a termoinibição em sementes de alface. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a tolerância a termoinibição de sementes de alface biofortificada após serem submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes métodos e tempos de secagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Sementes (LASEM) do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Foram utilizadas sementes de alface da linhagem UFU86#2#1#1 provenientes do Programa de Melhoramento Genético de alface Biofortificada da UFU, sendo toda a genealogia armazenada no Software “BG α BIOFORT” número de registro BR512019002403-6 no INPI (Maciel *et al.*, 2019).

As sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico em solução aerada de PEG 6000 (polietilenoglicol) (-1,2 MPa), a 15 °C por 48 horas, com fotoperíodo de 8 horas, de acordo com metodologia descrita por Nascimento e CANTLIFFE (1999). Após o condicionamento, as sementes foram lavadas em água corrente para remover a solução osmocondicionante presente no tegumento e o excesso de água foi retirado com auxílio de papel toalha.

Em seguida, as sementes foram submetidas aos métodos de secagem: secagem lenta (SL); secagem rápida (SR); redução do teor de água + secagem lenta (rSL); e redução do teor de água + secagem rápida (rSR). A secagem lenta foi realizada com temperatura de 25°C e 50% UR, enquanto, a secagem rápida ocorreu a 32°C e 45% UR. O tempo de secagem foi de 12, 24, 36 e 48 horas de secagem para todos os métodos. As secagens foram realizadas em BOD (contendo sílica gel em seu interior). As sementes que passaram pela redução inicial do teor de água foram pesadas e permaneceram sob condições ambientais até a redução de aproximadamente 10% do peso inicial. Ainda foram usadas sementes secas (testemunha) e sementes condicionadas e sem secagem (Cond). A umidade relativa dos ambientes de secagem foi monitorada por meio de termo-higrômetro (Marca: Minipa MT-241).

Após a realização dos tratamentos as sementes foram submetidas às avaliações: **Teor de água:** determinado por meio do método da estufa a 105°C, durante 24 horas, utilizando-se duas repetições de sementes de cada cultivar com os resultados expressos em

porcentagem (Brasil, 2009). **Germinação:** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes semeadas sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso seco do papel. O teste de germinação foi realizado em duas temperaturas a 20°C e 35°C (para avaliação da termoinibição), sob fotoperíodo de 12 horas. As avaliações ocorreram aos 4 e 7 dias após a instalação do teste, quando foi computada a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009). **Índice de velocidade de germinação:** foi realizado simultaneamente ao teste de germinação, computando-se, diariamente e no mesmo horário, o número de sementes germinadas. Foram consideradas sementes germinadas aquelas com protrusão da radícula. O cálculo do índice foi realizado de acordo com fórmula proposta por Maguire (1962). **Teste de emergência:** foi conduzido nas mesmas temperaturas (20°C e 35°C) utilizadas para a germinação das sementes. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes semeadas em caixas plásticas tipo gerbox contendo areia umedecida (60% da capacidade de retenção do substrato) mantidas sob fotoperíodo de 12 horas. Foi computado o número de plântulas normais emergidas no quarto e sétimo dia, calculando-se a porcentagem inicial e final de emergência. **Massa seca:** plântulas normais provenientes do teste de germinação (20°C e 35°C) foram submetidas a secagem a temperatura de 65 °C durante 72 horas em estufa de circulação forçada de ar. Após esse período o material foi pesado em balança de precisão de 0,0001 g. Os resultados foram expressos em gramas.

Análises estatísticas: O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo os dados submetidas ao teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov correção de Lilliefors) e ao teste de homogeneidade (Levene). O ensaio foi analisado em esquema fatorial 4 x 4 + 2 (métodos de secagem x tempos secagem + sementes condicionadas e sementes secas). As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância e a comparação das médias das variáveis dos tratamentos adicionais com as médias de cada tratamento pelo teste de Dunnet ($P < 0,05$) utilizando o software RStudio (2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes variou conforme o método de secagem, sendo possível observar que as sementes condicionadas possuem umidade de quase 50%. Portanto, houve aumento na absorção de água pelas sementes, uma vez que aquelas não condicionadas apresentaram teor de água inferior ao das sementes dos demais tratamentos.

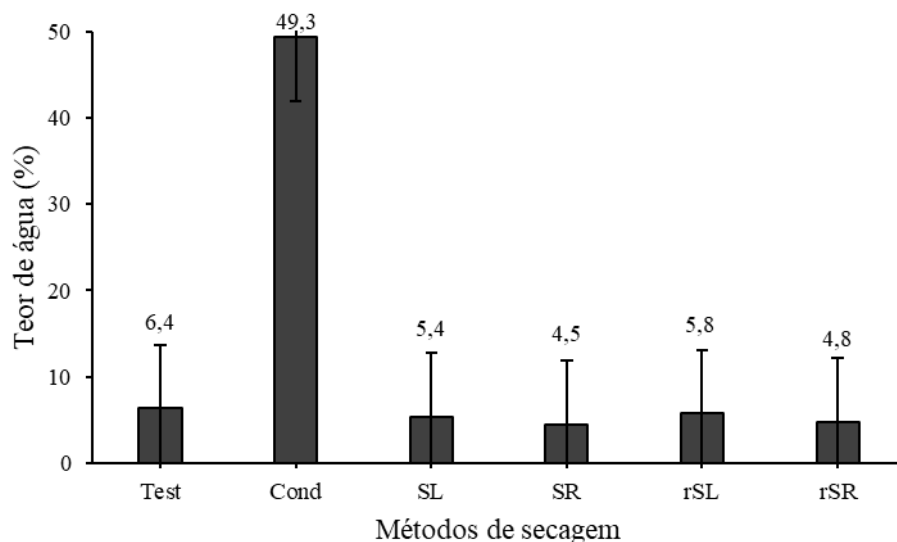


Figura 1. Teor de água (%) de sementes de alface biofortificada após condicionamento fisiológico e métodos de secagem. 1= testemunha (sementes sem condicionamento - Test); 2= sementes condicionadas e sem secagem (Cond); 3= secagem lenta (SL); 4= secagem rápida (SR); 5= redução do teor de água + secagem lenta (rSL); e 6= redução do teor de água + secagem rápida (rSR).

Durante o condicionamento, as sementes são submetidas a condições que favorecem seu umedecimento (Marcos-Filho, 2015). É possível observar ainda que a diferença do teor de água entre o menor e o maior método de secagem foi de apenas 1,6% garantindo confiabilidade nos resultados das avaliações do potencial fisiológico das sementes (Marcos-Filho, 2015), pois diferenças de até 2% do teor de água são toleradas.

No teste de primeira contagem de germinação houve menor vigor das sementes da alface quando foi realizada a redução do teor água + secagem lenta por 48 horas na temperatura de 20°C (Tabela 1).

Tabela 1. Primeira contagem (PCG) (%), germinação (%) e índice velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface biofortificada após o condicionamento fisiológico em função dos métodos e tempos de secagem na temperatura de 20°C.

Tempo de Secagem (h)	Tratamentos de Secagem											
	PCG (%)				GERMINAÇÃO (%)				IVG			
	SL	SR	rSL	rSR	SL	SR	rSL	rSR	SL	SR	rSL	rSR
12	91bA	90bA	99aA	97aA	93bA	91aB	99aA	99aA	47,6aA	47,5aB	43,2aA	40,6aA
24	96aA	94aA	95aA	96aA	97aA	97aA	96aA	96aA	46,1aA	42,4aB	45,9aA	42,9aA
36	96aA	97aA	94aA	93aA	97aA	97aA	94aA	95aA	44,9aA	44,6aB	47,5aA	44,2aA
48	92aA	93aA	88aB	93aA	94aA	93aB	89*+aB	93aA	40,5bA	76,6*+aA	43,5bA	45,2bA
Sementes secas	96				97				47,47			
Sementes Cond.	94				98				45,79			
CV (%)	3,89				3,53				39,56			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Médias seguidas de * e + se diferem dos tratamentos Sementes Secas e Sementes Condicionadas sem secagem, respectivamente, ao nível de 5% pelo teste de Dunnett.

Em sementes de *Urochloa ruziziensis* condicionadas e sem secagem (Cond.) os valores de primeira contagem foram superiores aos demais métodos de condicionamento/secagem (Melo et al., 2021).

Na germinação, 20°C, também pode ser observado menor porcentagem de plântulas normais na redução do teor água + secagem lenta por 48 horas, diferindo dos tratamentos adicionais, sementes secas e sementes condicionadas. A redução do teor de água + secagem lenta (rSL) promoveu a embebição lenta das sementes de *Urochloa ruziziensis* e manteve um controle de hidratação suficiente para permitir os processos metabólicos essenciais para a germinação (Melo et al., 2021). Reis et al. (2013) verificaram que as maiores porcentagens de germinação foram expressas em sementes de berinjela condicionadas e condicionadas submetidas à secagem lenta.

O método de secagem rápida com 48 horas apresentou maior índice de velocidade de germinação, portanto, o maior vigor dessas sementes (Tabela 1). Possivelmente, isso ocorreu porque as sementes quando estressadas por temperaturas elevadas, necessitam germinar mais rápido. Sementes de *Urochloa ruziziensis* submetidas ao priming e secagem lenta apresentaram maiores porcentagens e velocidade de germinação (Melo et al., 2021).

Na secagem rápida com 48 horas houve menor porcentagem de emergência de plântulas no 4º e 7º dia de avaliação, diferindo dos tratamentos sementes secas e sementes condicionadas (Tabela 2).

Tabela 2. Emergência 4º dia (%), emergência 7º dia (%) e índice velocidade de emergência (IVE) de sementes de alface biofortificada após o condicionamento fisiológico em função dos métodos e tempos de secagem na temperatura de 20°C.

Tempo de Secagem (h)	Tratamentos de Secagem											
	EMERGÊNCIA 4º dia (%)				EMERGÊNCIA 7º dia (%)				IVE			
	SL	SR	rSL	rSR	SL	SR	rSL	rSR	SL	SR	rSL	rSR
12	71bA	71bA	91aA	90aA	73bA	79bA	95 aA	92 aA	16,5bB	19,3bA	24,2aA	24,3aA
24	83aA	87aA	82aA	87aA	85aA	84aA	90 aA	89 aA	19,9aA	21,7aA	20,4aA	21,2aB
36	70aA	75 aA	81aA	79aA	76aA	78aA	83 aA	81 aA	20,2aA	14,0 ⁺ bB	20,7aA	19,5aA
48	78aA	56* ⁺ bB	76aA	84aA	81aA	60* ⁺ bB	82 aA	82 aA	18,9aA	17,6bB	17,6bB	20,0aA
Sementes secas	85				86				21,65			
Sementes Cond.	89				90				22,98			
CV (%)	16,11				14,37				19,58			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.
Médias seguidas de * e + se diferem dos tratamentos Sementes Secas e Sementes Condicionadas sem secagem, respectivamente, ao nível de 5% pelo teste de Dunnett.

É possível verificar ainda que houve maior emergência nos métodos rSL e rSR com 12 horas de secagem. Esse resultado é indicativo de que os métodos de secagem não prejudicaram o estande final, mesmo comparado aos tratamentos adicionais, exceto pela secagem rápida. Neves (2023), utilizando secagem rápida a 32°C por 48 horas não

observou redução na emergência de plântulas. Os efeitos benéficos adquiridos com o condicionamento fisiológico podem ser revertidos, dependendo do método de secagem utilizado (Butler et al., 2009).

Em relação a massa seca de plântulas é possível observar que apenas a secagem lenta com 48 horas se diferiu entre os tempos e métodos de secagem e ainda do tratamento adicional sementes condicionadas (Tabela 3).

Tabela 3. Massa seca de plântulas de alface biofortificada após o condicionamento fisiológico das sementes em função dos métodos e tempos de secagem advindas da germinação de 20°C.

Tempo de Secagem (h)	Tratamentos de Secagem			
	MASSA SECA (mg)			
	SL	SR	rSL	rSR
12	33,0 aA	32,8 aA	33,8 aA	33,5 aA
24	33,8 aA	33,5 aA	34,3 aA	34,5 aA
36	34,3 aA	32,3 aA	33,3 aA	33,3 aA
48	27,3+ bB	32,5 aA	33,0 aA	33,2 aA
Sementes secas			32,2	
Sementes Cond.			35,5	
CV (%)			8,13	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre sim pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Médias seguidas de * e + se diferem dos tratamentos Sementes Secas e Sementes Condicionadas sem secagem, respectivamente, ao nível de 5% pelo teste de Dunnett.

Quando a germinação foi realizada na temperatura de 35°C para testar a tolerância a termoinibição houve maior germinação no quando as sementes foram condicionadas e secadas por 12 horas pelo com redução do teor de água + secagem lenta (rSL), se diferenciando das sementes secas (Tabela 4).

Tabela 4. Primeira contagem (PCG) (%), germinação (%) e índice velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface biofortificada após o condicionamento fisiológico em função dos métodos e tempos de secagem na temperatura de 35°C.

Tempo de Secagem (h)	Tratamentos de Secagem											
	PCG (%)				GERMINAÇÃO (%)				IVG			
	SL	SR	rSL	rSR	SL	SR	rSL	rSR	SL	SR	rSL	rSR
12	38+bB	46+bB	89*aA	88*aA	39+bB	46+bB	91*aA	88*aA	15,9+bB	21,3+bA	44,1*aA	42,8*aA
24	47+bB	72*aA	70*aB	66*aB	60*aA	76*aA	71*aB	69*aB	26,9*aA	33,4*aA	25,7aB	29,8*aB
36	56+aA	44+aB	52+aC	52+aB	58aA	45+aB	55aC	57aB	26,7*aA	18,1+aB	23,6+aB	23,4+aB
48	61*aA	27+bC	41+bC	45+bB	69*aA	32+bB	43+bC	50+bB	28,8*aA	10,1+bC	21,1+aB	17,3+bB
Sementes secas			34				35				12,83	
Semente Cond.			82				82				38,45	
CV (%)			21,01				22,47				25,33	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre sim pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Médias seguidas de * e + se diferem dos tratamentos Sementes Secas e Sementes Condicionadas sem secagem, respectivamente, ao nível de 5% pelo teste de Dunnett.

No entanto, esse método não se difere da secagem por 12 horas no método com redução do teor de água + secagem rápida (rSR), mantendo os efeitos do condicionamento fisiológico. O índice de velocidade de germinação foi maior para esses métodos de secagem (rSL e rSR), apresentando maior vigor de sementes. De acordo com Catão et al. (2014) é

necessário que as sementes tenham maior velocidade de germinação para superar as altas temperaturas e possam ter seu desenvolvimento e estabelecimento. Neves (2023), verificou que a 35°C, as sementes condicionadas sem secagem (Cond.) mantiveram os efeitos do condicionamento fisiológico obtendo maior germinação. Isso pode ter ocorrido devido as sementes terem absorvido água e estarem metabolicamente ativas, permitindo que os processos preparatórios para a germinação (Marcos-Filho, 2015) e tenham tolerância termoinibição.

Por meio do teste de emergência realizado na temperatura de 35°C é possível verificar que no método com secagem rápida (SR), tanto no 4º e 7º dia, houve menor emergência de plântulas com 48 horas de secagem, se diferindo também dos tratamentos adicionais. Na emergência inicial (4º dia) com o tempo de secagem de 12 horas os tratamentos com redução do teor de água (rSL e rSR) apresentaram maiores porcentagens. Com o aumento do tempo de secagem até 48 horas não foi verificado decréscimo da emergência das plântulas a 35°C nos tratamentos com redução do teor de água.

Tabela 5. Emergência 4º dia (%), emergência 7º dia (%) e Índice velocidade de emergência (IVE) de sementes de alface biofortificada após o condicionamento fisiológico em função dos métodos e tempos de secagem na temperatura de 35°C.

Tempo de Secagem (h)	Tratamentos de Secagem											
	EMERGÊNCIA 4º dia (%)				EMERGÊNCIA 7º dia (%)				IVE			
	SL	SR	rSL	rSR	SL	SR	rSL	rSR	SL	SR	rSL	rSR
12	69bB	68bB	84aA	78aA	70aB	70aB	86aA	80aA	15,7*bB	21,3aA	27,6aA	20,5*bA
24	80aB	84aA	74aA	88aA	83aA	87aA	76aA	88aA	18,8*bB	22,1aA	17,3*bB	24,0aA
36	93aA	84aA	86aA	74bA	93aA	87aA	87aA	78aA	26,7aA	15,2*bB	23,7aA	18,1*bA
48	78aB	60*+bB	80aA	85aA	79aB	61*+bB	84aA	90aA	18,3*bB	20,6*aA	20,3*aB	22,0aA
Sementes secas	81			83				28,5				
Sementes Cond.	81			83				21,9				
CV (%)	11,43				11,24				16,51			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.
Médias seguidas de * e + se diferem dos tratamentos Sementes Secas e Sementes Condicionadas sem secagem, respectivamente, ao nível de 5% pelo teste de Dunnett.

No tratamento adicional sementes secas e sementes condicionadas a porcentagem final de emergência foi de 81% e 83%, respectivamente. Neves (2023) verificou que as sementes de alface biofortificada condicionadas (Cond.) tiveram emergência final plântulas de 32% na temperatura de 35°C. Os efeitos benéficos adquiridos com o condicionamento fisiológico podem ser revertidos, dependendo do método de secagem utilizado (Butler et al., 2009). Demir et al. (2005) e Reis et al. (2013) verificaram que a secagem lenta proporcionou maior porcentagem de emergência do que a secagem rápida em sementes de pimentão e berinjela, respectivamente.

De acordo com o teste de massa seca houve maior alocação das reservas nas

plântulas, quando as sementes foram submetidas a secagem lenta (SL) com 36 e 48 horas, diferindo também do tratamento adicional sementes secas (Tabela 6). A massa seca de plântulas na secagem rápida com 24 horas e redução do teor de água + secagem rápida com 24 horas, diferiram das sementes secas e sementes condicionadas, respectivamente.

Tabela 6. Massa seca de plântulas de alface biofortificada após o condicionamento fisiológico das sementes, em função dos métodos e tempos de secagem, advindas da germinação de 35°C.

Tempo de Secagem (h)	Tratamentos de Secagem			
	MASSA SECA (mg)			
	SL	SR	rSL	rSR
12	10,3 ⁺ aB	16,7 aA	15,8 aA	18,3 aA
24	11,9 bB	21,6* aA	13,0 bA	8,3 ⁺ bA
36	22,3* aA	20,0 aA	14,3 bA	12,0 bA
48	24,1* aA	18,1 bA	16,2 bA	15,1 bA
Sementes secas			11,0	
Sementes Cond.			22,0	
CV (%)			30,75	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância
Médias seguidas de * e + se diferem dos tratamentos Sementes Secas e Sementes Condicionadas sem secagem, respectivamente, ao nível de 5% pelo teste de Dunnett.

O condicionamento fisiológico proporcionou incrementos na qualidade de sementes de alface biofortificada. É importante ressaltar que a seleção de tempos e métodos eficazes de condicionamento são essenciais para a manutenção da tolerância a termoinibição.

CONCLUSÃO

A tolerância a termoinibição das sementes de alface biofortificada é mantida após a redução do teor de água + secagem lenta e rápida por 12 horas. A secagem rápida ainda pode ser utilizada não ultrapassando o tempo de 24 horas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. ABCSEM. 2018. **3º Seminário Nacional de Folhosas**. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/2-Ayrton_Tullio.pdf> Acesso: 10 nov 2023.

ARGYRIS, J.; TRUCO, M. J.; OCHOA, O.; MCHALE, L.; DAHAL, P.; VAN DEYNZE, A.; BRADFORD, K. J. 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**, v. 122, n. 1, p. 95-108, 2011.

AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; CASTRO, B. M. C.; OLIVEIRA, C. M.; PEDROSA, C. E.; DORNAS, M. F. S.; VALADARES, N. R. Parâmetros genéticos e análise de trilha para o florescimento precoce e características agrônômicas da alface.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 49, p. 118-124. 2014.

BALBINOT, E.; LOPEZ, H. M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 1, p. 1-8, abr. 2006.

BLIND, AD; SILVA FILHO, DF. Desempenho produtivo de cultivares de alface americana na estação seca da Amazônia Central. **Bioscience Journal**, v. 31, p. 404-414. 2015.

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

BRACCINI, A. L. et al. Influência do processo de hidratação-desidratação na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 80-87, 1997.

BUTLER, L. H. et al. Priming and re-drying improve the survival of mature seeds of *Digitalis purpurea* during storage. **Annals of Botany**, London, v. 103, n. 8, p. 1261-1270, 2009.

CATÃO, H. C. R. M.; GOMES, L. A. A.; GUIMARÃES, R. M.; FONSECA, P. H. F.; CAIXETA, F.; MARODIN, J. C. 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.

CATÃO, H.C.R.M.; GOMES, L.A.A.; SANTOS, H.O.; GUIMARÃES, R.M.; FONSECA, P.H.F.; CAIXETA, F. Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de alface em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.4, p.316-322, 2014.

CATÃO, H. C. R. M.; GOMES, L. A. A.; GUIMARÃES, R. M.; FONSECA, P. H. F.; CAIXETA, F.; GALVÃO, A. G. Physiological and biochemical changes in lettuce seeds during storage at different temperatures. **Horticultura Brasileira**, v. 36, p. 000-000. 2018.

DEMIR, I.; ERMIS, S.; OKCU, G. Effect of dehydration temperature and relative humidity after priming on quality of pepper seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 33, n. 3, p. 563-569, [s.l.], Oct. 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 421 p. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**: Tabela 6973. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6953>. Acesso: 10 nov. 2023.

LIN, R. H. et al. Slow post-hydration drying improves initial quality but reduces longevity of primed bitter melon seeds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 114-124, 2005.

MACIEL, G. M.; SIQUIEROLI, A. C. S.; GALLIS, R. B. A.; PEREIRA, L. M.; SALES, V. F. Programa de computador BG a Biofort. Depositante: Universidade Federal de Uberlândia. BR512019002403-6. Depósito: 01 fev. 2019. Concessão: 23 out. 2019.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176177, [s.l.], 1962.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 659p. 2015.

NASCIMENTO, W. M.; MELO, P. C. T. Desafios e oportunidades na produção de sementes de hortaliças no Brasil. **Seed News**. [s.l.] , 2020.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J. Circumventing thermodormancy in lettuce. **Acta Horticulturae**. 504, ISHS, 1999.

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, p.510-517, 2012.

REIS, R. G. E. **Métodos de secagem e armazenamento de sementes de beringela submetidas ao condicionamento fisiológico**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 82 p. 2013.

RNC/MAPA. **Registro Nacional de Cultivares**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil, 2021. Disponível em: <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php> Acesso: 09 ago. 2024.

RUDRAPAL, D.; NAKAMURA, S. The effect of hydration-dehydration pretreatments on eggplant and radish seed viability and vigor. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 16, n. 1, p.123-130, Apr. 1988.

SENAR ESPIRITO SANTO. **Olericultura**: Brasil produz 5 milhões de toneladas de hortaliças. Disponível em:< <https://www.senar-es.org.br/comunicacao/noticias/olericultura-brasil-produz-5-milhoes-de-toneladas-de-hortali-14003>> Acesso: 09 ago. 2024.

SUNG, Y.; CANTLIFFE, 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 of the American Society for Horticultural Science**, v.133, p.300-311, 2008.

TAVEIRA, M. H. et. al. **Produção de sementes de alface**. Lavras: Ed. do autor. 2018. 21p.:il. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/29303/1/CARTILHA_Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20sementes%20de%20alface.pdf> Acesso: 01 dez. 2023.

WANG, W. Q., SONG, B. Y., DENG, Z. J., WANG, Y., LIU, S. J., MØLLER, I. M., & SONG, S. Q. Proteomic analysis of lettuce seed germination and thermoinhibition by

sampling of individual seeds at germination and removal of storage proteins by polyethylene glycol fractionation. **Plant physiology**, v. 167, n. 4, p. 1332-1350. 2015.

YEH, Y. M.; SUNG, J. M. Priming slows deterioration of artificially aged bitter gourd seeds by enhancing anti-oxidative activities. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 36, n. 2, p. 350-359, 2008.

YOONG, F. Y.; O'BRIEN, L. K.; TRUCO, M. J.; HUO, H.; SIDEMAN, R.; HAYES, R.; MICHELMORE, R. W.; BRADFORD, K. J. Genetic variation for thermotolerance in lettuce seed germination is associated with temperature-sensitive regulation of ethylene response factor1 (ERF1). **Plant Physiol.** n. 170, p. 472–488, 2016.