

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

SOFIA PEIXOTO FAGUNDES

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO: UMA ESTRATÉGIA PARA
TERMOINIBIÇÃO EM SEMENTES DE ALFACE BIOFORTIFICADAS**

Uberlândia - MG

2024

SOFIA PEIXOTO FAGUNDES

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO: UMA ESTRATÉGIA PARA
TERMOINIBIÇÃO EM SEMENTES DE ALFACE BIOFORTIFICADAS**

Trabalho de Conclusão do Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Cesar Rodrigues
Moreira Catão

Uberlândia – MG

2024

SOFIA PEIXOTO FAGUNDES

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO: UMA ESTRATÉGIA PARA
TERMOINIBIÇÃO EM SEMENTES DE ALFACE BIOFORTIFICADAS**

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.

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 germinação de sementes alface é extremamente dependente da temperatura e quando expostas a altas temperaturas pode ser inibida pela termoinibição ou termodormência. Um dos maiores obstáculos tem sido a falta de indivíduos tolerantes a essas altas temperaturas e conseqüentemente técnicas que auxiliem na germinação de sementes consideradas sensíveis. Objetivou-se analisar a tolerância a termoinibição de sementes de alface biofortificadas, após serem submetidas ao condicionamento fisiológico. Foram utilizadas sementes de dez linhagens obtidas do Programa de Melhoramento Genético de Alface Biofortificada da UFU e os genótipos Everglades e Grand Rapids. As sementes foram subdivididas em amostras com e sem condicionamento osmótico com PEG 6000 com posterior secagem. As sementes foram submetidas ao teste de teor de água, primeira contagem de germinação, germinação e tetrazólio. O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial de 12 (cultivares) x 2 (presença e ausência de condicionamento osmótico) x 2 (duas temperaturas - 20 °C e 35 °C). A avaliação do teor de água foi realizada pelo método da estufa a 105 °C. Os testes de germinação e primeira contagem foi realizado nas temperaturas de 20 °C e 35 °C, e por fim, o teste de tetrazólio foi realizado em sementes remanescentes da germinação. Os genótipos possuem comportamento distinto quanto a tolerância à termoinibição. As sementes dos genótipos UFU 125#1#1#1, Everglades e UFU 107#1#2#1 foram tolerantes a termoinibição sem condicionamento fisiológico. Os genótipos UFU 125#1#1#1, Everglades, UFU 177#1#3#1, UFU 189#3#4#1 e UFU 107#1#2#1 germinam sob alta temperatura após o condicionamento fisiológico. O condicionamento osmótico aumenta a tolerância das sementes alface biofortificada a altas temperaturas na germinação.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L.; polietilenoglicol; termodormência; estresse térmico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
4. CONCLUSÃO.....	16
REFERÊNCIAS	16

1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae, sendo a folhosa mais consumida pelos brasileiros. Segundo Pessoa e Machado Junior (2021) aproximadamente 174 mil hectares de solos cultiváveis no país são dedicados às folhosas. A alface ocupa 49,9% desse espaço, seguida pelo repolho com 15,3%, e pela couve com 6,1%. Enquanto as outras culturas deste segmento englobam 28,7%. A área destinada à alface pode ocupar mais de 86,8 mil hectares, com mais de 670 mil produtores dedicados a seu cultivo. A produção dessa folhosa está concentrada principalmente nas regiões sudeste e sul do Brasil, especialmente em São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná. No entanto, é notável sua produção nos cinturões verdes das principais cidades do país.

A alface está disponível no mercado nacional de diversas formas abrangendo os mais diversos consumidores, como exemplos de tipos de alface existem a Crespa, Americana, Lisa, Mimososa, Roxa, Romana e Mini.

O cultivo de alface ocorre ao longo de todo o ano na maioria das áreas do país. No entanto, a temperatura pode tanto favorecer quanto limitar a produção, sendo o inverno um período propício para a maioria das variedades comerciais. Isso ocorre, pois, a cultura é originária de regiões de clima temperado e sua adaptação em locais de temperatura elevadas acaba gerando obstáculos ao seu desenvolvimento impedindo com que a mesma demonstre seu potencial genético (Bezerra Neto et al., 2005). O oxigênio, a temperatura e a água são fatores externos (ambientais) que exercem influência direta sobre a germinação das sementes, a temperatura, por exemplo, é capaz de afetar a taxa total e a velocidade de germinação, a absorção de água e as reações bioquímicas que regem todo o processo germinativo (Carvalho; Nakagawa, 1988). A temperatura ótima para germinação das sementes de alface situa-se em torno de 20°C (Fonseca, 2016), fazendo com que enfrente dificuldades de adaptação em locais com altas temperaturas causando diversos prejuízos.

A semente de alface possui um embrião, que fica completamente envolto pelo endosperma. Esse endosperma atua como obstáculo que pode atrasar ou até mesmo impedir a germinação, funcionando como uma camada física que impede a radícula de se desenvolver, especialmente quando as condições para a germinação não são favoráveis. O endurecimento do endosperma impossibilita a emissão da radícula e, por consequência, atrasa ou até mesmo impede a germinação das sementes de alface em ambientes quentes e adversos (Nascimento; Cantliffe, 2002). Temperaturas elevadas podem resultar em dois

fenômenos, a termoinibição, que é a inibição temporária ou a termodormência que é a completa. Segundo, Khan (1980) quanto maiores forem às temperaturas, maiores serão os percentuais de sementes dormentes.

De acordo com o Registro Nacional de Cultivares, existem atualmente 560 registros de variedades de sementes de alface disponíveis no mercado, porém ainda não há registro de genótipos de alface tolerantes a termoinibição, ressaltando assim a relevância desta área e a urgência de aprimorar os padrões de qualidade e produtividade tanto das plantas quanto das sementes comercializadas (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Registro Nacional de Cultivares, 2024).

Tais questões fomentam ainda mais os estudos e pesquisas com essa cultura, em diversos âmbitos, como por exemplo no desenvolvimento de cultivares de alface biofortificadas, as quais passaram por seleção e cruzamento de plantas para a obtenção de materiais mais nutritivos. Além de fomentar também a procura por métodos que reduzem os malefícios gerados pela termoinibição, melhorando a qualidade fisiológica das sementes, como a utilização do condicionamento osmótico ("*priming*") (Nascimento; Cantliffe, 2002).

Esta técnica baseia-se no controle da velocidade de embebição de água pelas sementes, ajustadas a potenciais hídricos que permitam a ocorrência dos processos fisiológicos iniciais, sem atingir a umidade suficiente para que ocorra o alongamento celular e, em consequência, a protrusão da radícula (Bradford, 1986). Como exemplo desse método tem-se utilizado em diversas pesquisas o condicionamento com o polietilenoglicol (PEG).

Em alface, o uso "*priming*" tem reduzido a inibição da germinação causado por temperaturas altas (Guedes, Cantliffe, 1980; Khan, 1980/81; Guedes et al., 1981; Valdes et al., 1985; Wurr, Felows, 1984; Nascimento, Cantliffe, 1998). Efeitos positivos do condicionamento osmótico na emergência de plântulas em campo têm sido relatados também para diversas espécies como cebola (Nunes et al., 2000), sorgo (Carvalho et al., 2000); aspargo (Bittencourt et al., 2004) e cenoura (Magalhães et al., 2004). Isso possibilita a redução do período entre a semeadura e o estabelecimento de plântulas e diminuição do risco das sementes expostas às condições adversas e fatores bióticos no campo durante esse período crítico de germinação. Diante desse contexto, objetiva-se analisar a tolerância a termoinibição de sementes de alface biofortificada após serem submetidas ao condicionamento fisiológico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas dez linhagens de alface advindas do Programa de Melhoramento Genético de alface Biofortificada da UFU (Maciel et al., 2019). Além dos genótipos Everglades, considerada tolerante à termoinibição, e Grand Rapids, considerada sensível à termoinibição (Catão et al., 2014), totalizando assim 12 genótipos.

A produção das mudas ocorreu em casa de vegetação com substrato comercial a base de fibra de coco. Após 21 dias foram transplantadas para canteiros em área sob cultivo protegido. As sementes foram colhidas individualmente, beneficiadas e depois homogeneizadas compondo um único lote de sementes para cada genótipo.

Inicialmente, uma parte das sementes foi submetida ao condicionamento fisiológico em solução aerada de polietilenoglicol 6000 (-1,2 MPa), a 15°C por 72 horas, com fotoperíodo de 12 horas (Nascimento; Cantliffe, 2004), sendo a concentração definida conforme Villela et al. (1991). Foram utilizados 2,0g de sementes, colocadas em erlenmeyer (100 mL) contendo 60 mL de solução osmótica. Os erlenmeyer foram tampados com rolha de algodão, acoplada a uma bomba de ar comprimido para promover a aeração da solução (Figura 1). Após o condicionamento fisiológico as sementes foram lavadas em água corrente e o excesso de água foi retirado com auxílio de papel toalha. Em seguida, as sementes foram secas em estufa de circulação de ar a $32 \pm 2^\circ\text{C}$, 45% UR, por 48 horas. Foram utilizadas também sementes não condicionadas.



Figura 1. Sementes de alface submetidas ao condicionamento fisiológico em solução aerada de PEG 6000 (polietileno glicol) (-1,2 MPa), a 15°C por 72 horas, com fotoperíodo de 12 horas, e em seguida, sementes sendo secas em estufa de circulação de ar a $32 \pm 2^\circ\text{C}$, 45% UR, por 48 horas.

Para a análise qualidade e tolerância à termoinibição das sementes de alface foram realizadas seguintes 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 genótipo com os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009). O teor de água das sementes foi determinado antes e após o do condicionamento das sementes.

Primeira contagem e germinação: quatro repetições de 50 sementes de cada genótipo foram semeadas sobre duas folhas de papel mata-borrão, umedecida com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco, em caixas plásticas transparentes (tipo gerbox) (Figura 2). As caixas com as sementes foram mantidas em câmaras do tipo BOD reguladas previamente nas temperaturas de 20°C e 35°C sob fotoperíodo de 12 horas. A avaliação constou de duas contagens de plântulas normais (Figura 2), aos quatro e sete dias, sendo os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

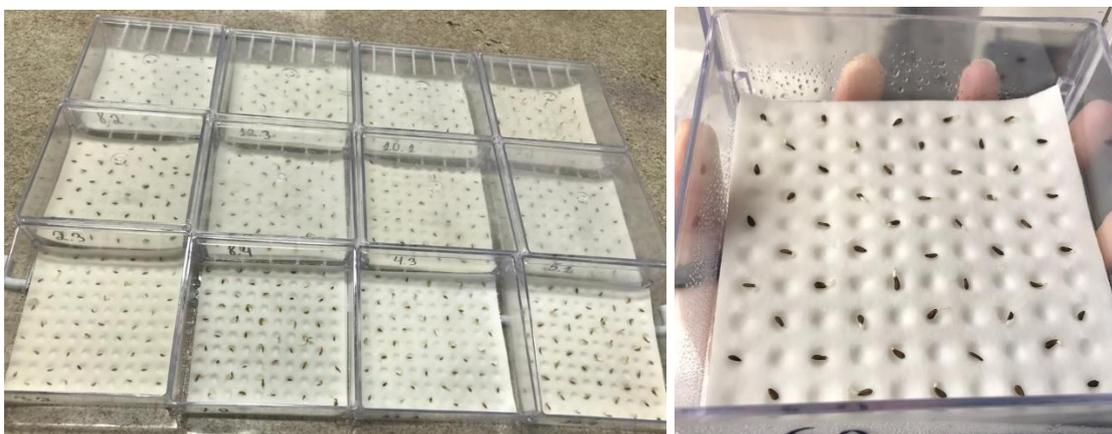


Figura 2. Avaliação do teste de germinação e primeira contagem nas temperaturas de 20°C e 35°C.

Tetrazólio: foi realizado nas sementes remanescentes (sementes que não germinaram) do teste de germinação para confirmação da termoinibição. Para isso, o embrião foi exposto após pressionar suavemente o tegumento para sua retirada. A coloração foi realizada em solução de 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio em concentração de 1%, durante 3 horas no escuro, a 30°C. A interpretação foi realizada de acordo com Brasil (2009), e os resultados foram expressos em número de sementes viáveis e mortas (Figura 3).



Figura 3. Sementes remanescentes de alfaca sendo separadas, com remoção do tegumento e submetidas ao teste de tetrazólio.

O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. A análise de variância foi realizada em esquema fatorial de $12 \times 2 \times 2$ (genótipos x condicionamento fisiológico x temperaturas de germinação). As médias foram submetidas à análise de variância e os resultados analisados por meio de análise de comparação de médias, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes de alface variou conforme o ganho de água durante o condicionamento fisiológico. É possível observar que o teor inicial de água das sementes estava em torno de 6% e 7% de teor de água (Figura 4). Marcos Filho (1999) afirmou que durante o condicionamento as sementes são submetidas a condições que favorecem seu umedecimento.

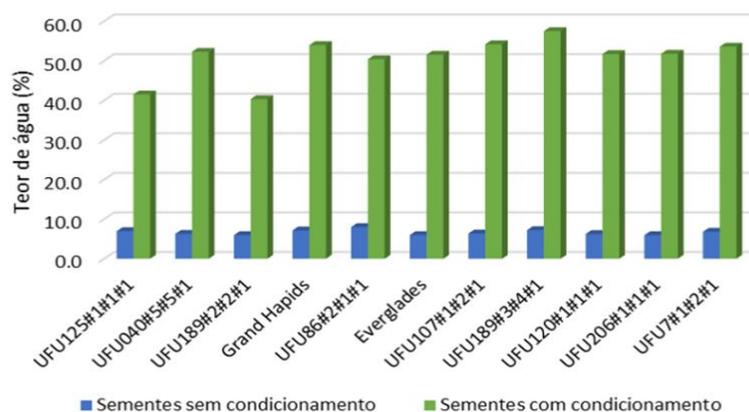


Figura 4. Teor de água (%) de sementes de genótipos de alface biofortificadas antes e após condicionamento fisiológico.

O condicionamento osmótico ocorre a partir da hidratação lenta e parcial das sementes, promovendo a ativação dos processos metabólicos lentamente, necessários para a germinação, sem permitir a protrusão da raiz primária. A lenta hidratação garante o reparo de membranas e menor risco de danos ao eixo embrionário, garantindo melhor desempenho em condições adversas do meio, como em altas temperaturas, e viabilizando a emergência rápida e uniforme (Ibrahim, 2016).

Na primeira contagem de germinação sem condicionamento é possível verificar que os genótipos UFU125#1#1#1, Grand Rapids, Everglades, UFU107#1#2#1, UFU189#3#4#1, UFU7#1#2#1 e UFU177#1#3#1 possuem maior vigor a 20°C (Tabela 1).

Tabela 1 - Primeira contagem de germinação (%) de sementes de genótipos de alface em detrimento do condicionamento fisiológico em função das temperaturas de 20 °C e 35 °C.

Condicionamento	Genótipos	Temperatura (°C)	
		20	35
SEM	UFU 125#1#1#1	77 Aa	55 Ab
	UFU 040#5#5#1	56 Ba	38 Ab
	UFU 189#2#2#1	39 Ca	30 Ba
	Grand Rapids	94 Aa	37 Ab
	UFU 86#2#1#1	41 Ca	17 Bb
	Everglades	86 Aa	51 Ab
	UFU 107#1#2#1	74 Aa	49 Ab
	UFU 189#3#4#1	74 Aa	40 Ab
	UFU 120#1#1#1	61 Ba	19 Bb
	UFU206#1#1#1	62 Ba	26 Bb
COM	UFU 7#1#2#1	68 Aa	21 Bb
	UFU 177#1#3#1	69 Aa	21 Bb
	UFU 125#1#1#1	82 Aa	80 Aa
	UFU 040#5#5#1	58 Ba	29 Cb
	UFU 189#2#2#1	67 Ba	35 Cb
	Grand Rapids	87 Aa	57 Bb
	UFU 86#2#1#1	37 Ca	38 Ca
	Everglades	95 Aa	91 Aa
	UFU 107#1#2#1	75 Aa	79 Aa
	UFU 189#3#4#1	68 Ba	67 Aa
UFU 120#1#1#1	63 Ba	45 Cb	
	UFU206#1#1#1	68 Ba	53 Ba
UFU 7#1#2#1	65 Ba	57 Bb	
UFU 177#1#3#1	76 Aa	71 Aa	
Genótipos	Temperatura (°C)	Condicionamento	
		SEM	COM
UFU 125#1#1#1	20	77 a	82 a
	35	55 b	80 a
UFU 040#5#5#1	20	56 a	58 a
	35	38 a	29 a
UFU 189#2#2#1	20	39 b	67 a
	35	30 a	35 a
Grand Rapids	20	94 a	87 a
	35	37 b	57 a
UFU 86#2#1#1	20	41 a	37 a
	35	17 b	38 a
Everglades	20	86 a	95 a
	35	51 b	91 a
UFU 107#1#2#1	20	74 a	75 a
	35	49 b	79 a
UFU 189#3#4#1	20	74 a	68 a
	35	40 b	67 a
UFU 120#1#1#1	20	61 a	63 a
	35	19 b	45 a
UFU206#1#1#1	20	62 a	68 a
	35	26 b	53 a
UFU 7#1#2#1	20	68 a	65 a
	35	21 b	57 a
UFU 177#1#3#1	20	69 a	76 a
	35	21 b	71 a

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No entanto, a 35°C houve decréscimo da primeira contagem de germinação para todos os genótipos. Ao analisar separadamente as temperaturas para primeira contagem de germinação, à 20°C, os genótipos UFU7#1#2#1 e UFU177#1#3#1 obtiveram maior vigor, tal como UFU125#1#1#1, Grand Rapids, Everglades, UFU107#1#2#1 e UFU189#3#4#1 em ambas as temperaturas.

Após o condicionamento fisiológico é possível verificar que o maior vigor das sementes foi observado nos genótipos UFU125#1#1#1, Everglades, UFU107#1#2#1, UFU189#3#4#1 e UFU177#1#3#1 no teste de primeira contagem. Houve redução do vigor das sementes em 35°C, exceto para os genótipos UFU125#1#1#1, UFU86#2#1#1, Everglades, UFU107#1#2#1, UFU 189#3#4#1, UFU177#1#3#1 (Tabela 1). Barros et al. (2021) também observaram maior eficiência no desempenho de lotes de sementes de girassol com osmopriming por PEG 6000, em temperaturas sub e supra-ótimas.

Os genótipos UFU040#5#5#1, UFU189#2#2#1, Grand Rapids, UFU120#1#1#1 e a UFU 7#1#2#1 obtiveram maior vigor na temperatura 20°C. Observando as temperaturas separadamente, o genótipo Grand Rapids obteve maior vigor à 20°C, tal como UFU125#1#1#1, Everglades, UFU107#1#2#1 e UFU177#1#3#1 em ambas as temperaturas. Já o genótipo UFU 189#3#4#1 apenas para 35°C. O mesmo foi verificado na germinação a 20°C, exceto para o genótipo UFU 107#1#2#1.

Estudos demonstraram que a atividade da enzima endo- β -mananase, em sementes de alface, pode ser reduzida com o aumento da temperatura durante a germinação. A temperatura excessiva pode levar à desnaturação das enzimas, causando sua inativação ou diminuição da atividade. Esse efeito negativo pode resultar em um enfraquecimento insuficiente do endosperma, dificultando o rompimento das barreiras físicas e inibindo a protrusão radicular (Nascimento et al., 2012). Portanto, a tolerância de certos genótipos de alface a elevadas temperaturas pode estar relacionada a maior atividade desta enzima, como observado na cultivar Everglades por Catão et al. (2014).

Na interação genótipo x condicionamento é possível verificar que a germinação foi distinta nos genótipos após o condicionamento fisiológico (Tabela 2). É possível observar que houve maior germinação dos genótipos UFU125#1#1#1, Grand Rapids e Everglades sem condicionamento fisiológico a 20°C. A 35°C houve maior germinação de sementes nos genótipos UFU125#1#1#1, Everglades, UFU107#1#2#1 e UFU189#3#4#1 sem condicionamento fisiológico. Nas sementes condicionadas na temperatura de 35°C houve maior germinação na UFU177#1#3#1, além das demais citadas anteriormente sem condicionamento.

Tabela 2- Germinação (%) de sementes de cultivares de alface em detrimento do condicionamento fisiológico em função das temperaturas de 20°C e 35°C.

Condicionamento	Cultivares	Temperatura (°C)	
		20	35
SEM	UFU 125#1#1#1	82 Aa	58 Ab
	UFU 040#5#5#1	59 Ca	41 Bb
	UFU 189#2#2#1	50 Ca	40 Ba
	Grand Rapids	96 Aa	40 Bb
	UFU 86#2#1#1	47 Ca	22 Cb
	Everglades	90 Aa	63 Ab
	UFU 107#1#2#1	77 Ba	57 Ab
	UFU 189#3#4#1	77 Ba	44 Bb
	UFU 120#1#1#1	68 Ba	22 Cb
	UFU206#1#1#1	69 Ba	34 Bb
	UFU 7#1#2#1	69 Ba	33 Bb
UFU 177#1#3#1	71 Ba	37 Bb	
COM	UFU 125#1#1#1	87 Aa	81 Aa
	UFU 040#5#5#1	60 Ba	32 Cb
	UFU 189#2#2#1	72 Ba	40 Cb
	Grand Rapids	89 Aa	58 Bb
	UFU 86#2#1#1	39 Ca	42 Ca
	Everglades	96 Aa	92 Aa
	UFU 107#1#2#1	78 Ba	80 Aa
	UFU 189#3#4#1	71 Ba	68 Aa
	UFU 120#1#1#1	65 Ba	52Ba
	UFU206#1#1#1	71 Ba	57 Ba
	UFU 7#1#2#1	74 Ba	62 Ba
UFU 177#1#3#1	83 Aa	74 Aa	
Cultivares	Temperatura (°C)	Condicionamento fisiológico	
		SEM	COM
UFU 125#1#1#1	20	82 a	87 a
	35	58 b	81 a
UFU 040#5#5#1	20	59 a	60 a
	35	41 a	32 a
UFU 189#2#2#1	20	50 b	72 a
	35	40 a	40 a
Grand Rapids	20	96 a	89 a
	35	40 b	58 a
UFU 86#2#1#1	20	47 a	39 a
	35	22 b	42 a
Everglades	20	90 a	96 a
	35	63 b	92 a
UFU 107#1#2#1	20	77 a	78 a
	35	57 b	80 a
UFU 189#3#4#1	20	77 a	71 a
	35	44 b	68 a
UFU 120#1#1#1	20	68 a	65 a
	35	22 b	52 a
UFU206#1#1#1	20	69 a	71 a
	35	34 b	57 a
UFU 7#1#2#1	20	69 a	74 a
	35	33 b	62 a
UFU 177#1#3#1	20	71 a	83 a
	35	37 b	74 a

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As sementes remanescentes foram submetidas ao teste de tetrazólio (Figura 5). A 20°C, sem condicionamento, a viabilidade das cultivares UFU86#2#1#1 e Everglades, foram maiores levando em consideração o número de sementes vivas. Já ao analisar a mesma temperatura, mas com condicionamento fisiológico as cultivares que apresentaram maior viabilidade foram a Grand Rapids, UFU040#5#5#1, UFU189#2#2#1 e UFU189#3#4#1.

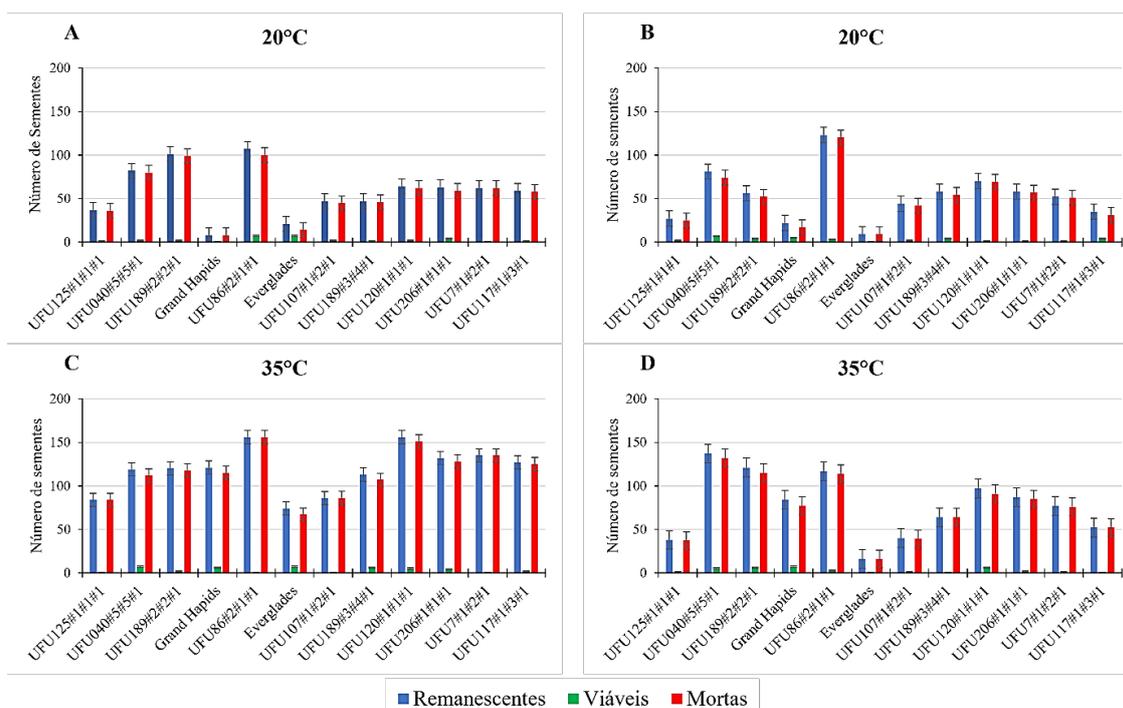


Figura 5. Número de sementes remanescentes do teste de germinação, realizado a 20°C e 35°C, de genótipos de alface biofortificados avaliadas pelo teste de tetrazólio (viáveis e mortas). (A; C) sementes sem condicionamento, (B; D) sementes com condicionamento. *Sementes não germinadas em um total de 200 sementes do teste de germinação.

Pelo teste de tetrazólio é possível observar alto número de sementes remanescentes na temperatura de 35°C, apresentando alta mortalidade, tanto nas sementes sem e com condicionamento fisiológico. O genótipo Everglades apresentou menor número de sementes remanescentes em todas as temperaturas, independentemente, de ter ou não o condicionamento fisiológico. O genótipo UFU125#1#1#1 também apresentou menor número de sementes. Resultados contrários foram obtidos por Catão et al. (2014) o qual verificaram que a maioria das sementes embebidas estavam viáveis. No entanto, esses autores demonstraram que através do teste de tetrazólio é possível identificar sementes termoinibidas em sementes de alface. Tais resultados evidenciam que as sementes osmopriming apresentaram uma melhora no seu desempenho fisiológico em situações de estresse (Araújo et al., 20216; Dantas et al., 2021).

4. CONCLUSÃO

Os genótipos possuem comportamento distinto quanto a tolerância à termoinibição. As sementes dos genótipos UFU 125#1#1#1, Everglades e UFU 107#1#2#1 foram tolerantes a termoinibição sem condicionamento fisiológico. Os genótipos UFU 125#1#1#1, Everglades, UFU 177#1#3#1, UFU 189#3#4#1 e UFU 107#1#2#1 germinam sob alta temperatura após o condicionamento fisiológico. O condicionamento osmótico aumenta a tolerância das sementes alface biofortificada a altas temperaturas na germinação.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Susana de Sousa; PAPARELLA, Stefania; DONDI, Daniele; BENTIVOGLIO, Antonio; CARBONERA, Daniela; BALESTRAZZI, Alma. Physical Methods for Seed Invigoration: advantages and challenges in seed technology. **Frontiers In Plant Science**, [S.L.], v. 7, p. 1-1, 12 maio 2016. Frontiers Media SA. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2016.00646> Acesso em: 09 jan 2024.

BARROS, Tiago Teixeira Viana; PINHEIRO, Daniel Teixeira; GAMA, Guilherme Fontes Valory; DIAS, Denise Cunha Fernandes dos Santos; SILVA, Laércio Junio da. Osmopriming, antioxidative action, and thermal stress in sunflower seeds with different vigor levels. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 42, n. 31, p. 1435-1452, 22 abr. 2021. Universidade Estadual de Londrina. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n3supl1p1435>. Acesso em: 09 jan 2024.

BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R.C.C.; NEGREIROS, M.Z.; ROCHA, R.H.; QUEIROGA, R.C.F. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, p.189-192, 2005.

BITTENCOURT, M.L.C.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Efeito do condicionamento osmótico das sementes na germinação e no crescimento das plântulas de aspargo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.1, p.50-56, 2004.

BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience** 21:1105-1112. 1986.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análises de sementes**. Brasília, 2009.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3.ed. Campinas, **Fundação Cargill**, 1988. 429p.

CARVALHO, L. F.; MEDEIROS-FILHO, S.; ROSSETTI, A. G.; TEÓFILO, E.M. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, n.1, p.185-192, 2000.

CATÃO, Hugo Cesar Rodrigues Moreira; GOMES, Luiz Antônio Augusto; SANTOS, Heloisa Oliveira dos; GUIMARÃES, Renato Mendes; FONSECA, Pedro Henrique Faria; CAIXETA, Franciele. Aspectos fisiológicos e bioquímicos da germinação de sementes de alface em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 49, n. 4, p. 316-322, abr. 2014. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2014000400010> Acesso em: 09 jan 2024.

DANTAS, Nadjamara Bandeira Lima; BENEDITO, Clarisse Pereira; OLIVEIRA, Valéria Nayara Silva de; SILVA, Kelem Cristiany Nunes; RÊGO, Ana Letícia Barbosa; PEREIRA, Kleane Targino Oliveira; MEDEIROS, Hohana Lissa Sousa. Seed priming in coriander (*Coriandrum sativum* L.). **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 8, p. 76554-76570, 4 ago. 2021. South Florida Publishing LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n8-058> Acesso em: 09 jan 2024.

FONSECA, ROBERTA. Termoinibição em sementes de alface em função da posição da flor e do armazenamento / Roberta Fonseca. – Lavras: UFLA, 2016.

GUEDES, A.C.; CANTLIFFE, D.J. Germination of lettuce seeds at high temperature after seed priming. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 105, p. 777-781, 1980.

GUEDES, A.C.; CANTLIFFE, D.J.; NELL, T.A. Morphological changes during lettuce seed priming and subsequent radicle development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 106, p. 121-126, 1981.

IBRAHIM, Ehab A. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. **Journal Of Plant Physiology**, [S.L.], v. 192, p. 38-46, mar. 2016. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2015.12.011> Acesso em: 09 jan 2024.

KHAN, A.A. Hormonal regulation of primary and secondary seed dormancy. **Israel Journal of Botany**, v. 29, p. 207-224, 1980/81.

MACIEL, Gabriel Mascarenhas, SIQUIEROLI, Ana Carolina Silva, GALLIS, Rodrigo Bezerra de Araujo, PEREIRA, Lucas Medeiros, SALES, V. F. (2019). **Programa de computador BG a Biofort**. Depositante: Universidade Federal de Uberlândia. BR512019002403-6. Depósito: 01 fev. 2019. Concessão: 23 out. 2019.

MAGALHÃES, F. H. L.; MACHADO, J. C.; VIEIRA, M. G. G. C.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; LEDO, C. A. S. Desempenho de sementes de cenoura portadoras de espécies de *Alternaria* após o condicionamento fisiológico com adição de Thiram. **Ciência Agrotecnica**, v.28, n.5, p.1007-1014, 2004.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3, p.1-24.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J. Germination of primed lettuce seeds after storage. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v. 111, p. 96-99, 1998.

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

NASCIMENTO, W.M. Qualidade de sementes e a produção de mudas. **Seednews**, v.7, n.1, p. 14-15, 2002.

NASCIMENTO, Warley M.; CRODA, Mariana Dierings; LOPES, Andrielle C. Amaral. Produção de sementes, qualidade fisiológica e identificação de genótipos de alface termotolerantes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, p.510-517, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000300020> Acesso em: 10 jan 2024.

NASCIMENTO, Warley Marcos; CANTLIFFE, Daniel James; HUBER, Donald John. Ethylene evolution and endo- β -mannanase activity during lettuce seed germination at high temperature. **Scientia Agricola**, v.61, p.156-163, 2004.

NUNES, U.R.; SANTOS, M.R.; ALVARENGA, E.M.; DIAS, D.C.F.S. Efeito do condicionamento osmótico e do tratamento com fungicida na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.22, n.1, p.239-246, 2000.

PESSOA, H. P.; MACHADO JUNIOR, R. (2021). Folhosas: Em destaque no cenário nacional. **Revista Campo e Negócios**. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/folhosas-em-destaque-no-cenario-nacional/> Acesso em: 20 mar 2024.

RNC – MAPA. Registro nacional de cultivares no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2024. Disponível em: http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php Acesso em: 21 abr 2024.

VALDES, V.M.; BRADFORD, K.J.; MAYBERRY, K.S. Alleviation of thermodormancy in coated lettuce seeds by seed priming. **HortScience**, v. 20, p. 1112-1114, 1985.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietilenoglicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 11-12, p. 1957-1968, [s.l.], 1991. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/106202>. Acesso em: 10 jan 2024.

WURR, D.C.E.; FELLOWS, J.R. The effects of grading and ‘priming’ seeds of crisp lettuce cv. Saladin, on germination at high temperature, seed ‘vigour’ and crop uniformity. **Annals of Applied Biology**, v. 105, p. 345-352, 1984.