

Atributos fisiológicos das sementes de soja submetidas ao resfriamento artificial

Physiological attributes of soybean seeds submitted to artificial cooling

Atributos fisiológicos de las semillas de soja sometidas a enfriamiento artificial

Recebido: 26/10/2020 | Revisado: 30/10/2020 | Aceito: 04/11/2020 | Publicado: 06/11/2020

Maikely Luana Feliceti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7320-1274>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: maikk_lu@hotmail.com

Thayllane de Campos Siega

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8170-9895>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: thayllanedecampos@hotmail.com

Marcieli da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3807-6727>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: marcielidasilva@hotmail.com

Michel Anderson Masiero

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2242-515X>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: michel_masiero2@hotmail.com

Ilana Niqueli Talino dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4190-9638>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: ilananiqueleitdossantos@gmail.com

Renan Quisini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9890-052X>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: renanquisini@gmail.com

Carlos André Bahry

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4691-222X>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: carlosandrebahry@gmail.com

Jean Carlo Possenti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9030-6262>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

E-mail: jpossenti@utfpr.edu.br

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os atributos fisiológicos das sementes de soja submetidas ao resfriamento artificial previamente ao ensacamento. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, situada no município de Dois Vizinhos – Paraná. Foram utilizadas sementes das cultivares de soja TMG 7262 RR e TMG 7063 IPRO, produzidas na safra 2017/2018 e beneficiada na Unidade de Beneficiamento de Sementes da Cooperativa Agropecuária Tradição, na região de Pato Branco – Paraná. No momento do beneficiamento os tratamentos foram separados, em amostras que passaram pelo resfriamento (Cool Seed), ou não resfriadas. Os testes para conferir a qualidade fisiológica das sementes de soja foram, germinação, envelhecimento acelerado, comprimento de parte aérea e raiz, massa seca e massa fresca, e condutividade elétrica. O experimento ocorreu em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Sendo que, o conjunto de dados foi submetido ao teste de normalidade e homogeneidade, e após, cumpridos os pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância (Anova). Havendo significância entre os tratamentos, com auxílio do programa estatístico Genes, utilizou-se o teste de teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade). Desta forma, conclui-se que sementes de soja resfriadas artificialmente tem potencial fisiológico superior às sementes não resfriadas. No entanto, para lotes de sementes de alta qualidade fisiológica, este maior desempenho pode não ser observado.

Palavras-chave: CoolSeed; Qualidade de Sementes; *Glycine max.* (L.) Merrill.

Abstract

The present study aimed to evaluate the physiological attributes of soybean seeds submitted to artificial cooling prior to bagging. The research was carried out at the Seed Laboratory of the Federal Technological University of Paraná - UTFPR, located in the municipality of Dois Vizinhos - Paraná. Seeds from the soybean cultivars TMG 7262 RR and TMG 7063 IPRO were used, produced in the 2017/2018 harvest and processed at the Seed Processing Unit of

the Cooperativa Agropecuária Tradição, in the region of Pato Branco - Paraná. At the time of beneficially the treatments were separated, in samples that passed the cooling (Cool Seed), or not cooled. The tests to check the physiological quality of soybean seeds were, germination, accelerated aging, length of area and root part, dry mass and fresh mass, and electrical conductivity. The experiment took place in a completely randomized design (DIC), with four replications. Since the data set was subjected to the normality and homogeneity test, and after the assumptions were satisfied, the data were subjected to analysis of variance (Anova). If there was significance between the treatments, with the aid of the Genes statistical program, the test of means comparison test (Tukey at 5% probability) was used. Thus, it is concluded that artificially cooled soybean seeds have higher physiological potential than uncooled seeds. However, for seed lots of high physiological quality, this higher performance may not be observed.

Keywords: CoolSeed; Seed Quality; *Glycine max.* (L.) Merrill.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los atributos fisiológicos de las semillas de soja sometidas a enfriamiento artificial antes del ensacado. La investigación se realizó en el Laboratorio de Semillas de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná - UTFPR, ubicado en el municipio de Dois Vizinhos - Paraná. Se utilizaron semillas de los cultivares de soja TMG 7262 RR y TMG 7063 IPRO, producidas en la cosecha 2017/2018 y procesadas en la Unidad de Procesamiento de Semillas de la Cooperativa Agropecuária Tradição, en la región de Pato Branco - Paraná. En el momento de beneficiarse se separaron los tratamientos, en muestras que pasaron el enfriamiento (Cool Seed), o no enfriaron. Las pruebas para verificar la calidad fisiológica de las semillas de soja fueron, germinación, envejecimiento acelerado, longitud del área y parte de la raíz, masa seca y masa fresca y conductividad eléctrica. El experimento se llevó a cabo en un diseño completamente aleatorizado (DIC), con cuatro repeticiones. Dado que el conjunto de datos se sometió a la prueba de normalidad y homogeneidad, y después de que se cumplieron los supuestos, los datos se sometieron a análisis de varianza (Anova). Si hubo significancia entre los tratamientos, con la ayuda del programa estadístico Genes, se utilizó la prueba de comparación de medias (Tukey al 5% de probabilidad). Por lo tanto, se concluye que las semillas de soja enfriadas artificialmente tienen un mayor potencial fisiológico que las semillas no enfriadas. Sin embargo, para lotes de semillas de alta calidad fisiológica, es posible que no se observe este mayor rendimiento.

Palabras clave: CoolSeed; Calidad de la semilla; *Glycine max.* (L.) Merrill.

1. Introdução

Atualmente, a cultura da soja está distribuída em todo território nacional. Tal atividade é responsável por colocar o Brasil na segunda posição de produção mundial do grão. Na safra 2019/2020 a produção foi de 120,9 milhões de toneladas, com ganho de 5,1% em relação à safra anterior, sendo considerada a terceira maior produtividade média do país (Conab, 2020).

No processo de produção de sementes, todas as etapas são importantes para se obter semente de alta qualidade. Muitos fatores podem, após a maturidade fisiológica, levar à redução do vigor de sementes (Possenti, 2007).

As Unidades de Beneficiamento de Sementes (UBS) recebem sementes do campo com altos índices de germinação e vigor, mas que podem diminuir devido às condições de umidade e temperatura, e possibilitar a infecção por fungos. Por isso, é recomendado que se comece a colheita assim que as sementes atinjam 18% de umidade e se realize a secagem para umidade de 12 a 13% (Demito, 2019).

Em relação a temperatura, é recomendado que as sementes sejam resfriadas o quanto antes, pois em temperatura ambiente e umidade, permite a infecção fúngica e que ocorra outros danos a semente. No caso dos fungos, é uma corrida contra o tempo, pois esses organismos necessitam de água, temperatura e tempo em horas ou dias para que a infecção ocorra em sementes individuais. Uma vez ocorrida a infecção ou a infestação da semente, a atividade fúngica ou do inseto causam a morte ou consumo do embrião e, conseqüentemente, a redução na germinação (Lazzari & Lazzari, 2018).

Diante disso, o resfriamento artificial de sementes a granel tem se mostrado como uma técnica promissora, pois apresenta com intuito de manter os percentuais de viabilidade e vigor das sementes de soja durante o armazenamento (Nunes, 2016). Além de surgir como importante alternativa para a conservação de sementes em armazém convencional.

O Cool seed trata-se de um sistema que permite com que seja feito o resfriamento artificial das sementes no momento do ensaque, logo após o beneficiamento. Tal resfriamento garante a manutenção da temperatura inicial das sementes, sendo estas ensacadas a níveis seguros e sem a necessidade de outro resfriamento. O equipamento desempenha papel crucial frente manutenção da qualidade das sementes de soja submetidas ao armazenamento das sementes de soja (Demito, 2018).

Demito & Afonso (2009), apontam em seu trabalho que as sementes resfriadas, artificialmente, mantiveram o poder germinativo dentro do padrão comercial, devido às suas

melhores condições de armazenagem, atribuída aos menores valores de temperatura ocorrentes durante o período de armazenamento.

Visto, essa técnica é de grande relevância para as empresas que possuem UBS, no entanto, faz-se necessário pesquisas que busquem indagar se o uso deste equipamento é mesmo relevante para tal investimento, devido os custos que aumentariam para as empresas.

Perante o exposto, viu-se a necessidade de avaliar o resfriamento das sementes de soja anteriormente ao ensacamento. Para averiguar se o resfriamento auxilia na qualidade fisiológica inicial das sementes de soja, uma vez que, a ocorrência de fungos pode ser inibida pelo resfriamento. Processo este não menos importante que o período do armazenamento das sementes, pois, durante o armazenamento em condições ideais as sementes de soja só tendem a manter suas taxas de vigor e germinação, assim é necessário que seus níveis de porcentagem inicial sejam altos.

Para tanto, objetivou-se avaliar os atributos fisiológicos das sementes de soja submetidas ao resfriamento artificial previamente ao ensacamento.

2. Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, situada no município de Dois Vizinhos – Paraná. As cultivares de soja utilizadas na pesquisa, foram a TMG 7262 RR e TMG 7063 IPRO, e duas diferentes peneiras de cada cultivar. As sementes foram produzidas na safra 2017/2018 e beneficiada na Unidade de Beneficiamento de Sementes da Cooperativa Agropecuária Tradição, na região de Pato Branco – Paraná.

Segundo Pereira et al. (2018) os trabalhos científicos, devem seguir o conceito da ciência, a fim de investigar um tema importante, como é a proposta da presente investigação científica. Em que, sua estruturação, consiste num saber ordenado, o qual é construído a partir de um conjunto de ideias. Também, o conhecimento científico é uma pesquisa onde permite, que uma determinada ideia possa ser verificada e comprovada sob a perspectiva da ciência.

Desta forma, o trabalho científico foi conduzido, no qual, ao realizar o beneficiamento das sementes de soja, os tratamentos foram separados, em amostras que foram resfriadas com o (Cool Seed), e amostras não resfriadas. Para tanto, as cultivares, as peneiras e o resfriamento das sementes ou não, formou os seguintes tratamentos:

(T1): TMG 7262 RR – Não resfriada – Peneira 5,5

(T2): TMG 7262 RR– Não resfriada – Peneira 6,5

(T3): TMG 7262 RR– Resfriada – Peneira 5,5

(T4): TMG 7262 RR– Resfriada – Peneira 6,5

(T5): TMG 7063 IRPO– Não resfriada – Peneira 5,5

(T6): TMG 7063 IPRO– Não resfriada – Peneira 6,5

(T7): TMG 7063 IPRO– Resfriada – Peneira 5,5

(T8): TMG 7063 IPRO– Resfriada – Peneira 6,5

No laboratório, inicialmente os lotes foram amostrados de acordo como preconizado pelas Regras de Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009). As amostras simples após homogeneizadas e quarteadas resultaram na amostra de trabalho. No laboratório a amostra foi novamente homogeneizada e quarteada, efetuou-se primeiramente a análise de pureza com 100% de pureza.

Os testes realizados em todos os tratamentos da presente pesquisa, foram:

Teste de Germinação, realizado de acordo com a RAS (Brasil, 2009), com quatro repetições de 50 sementes cada, em rolo de papel (RP). A leitura do teste foi realizada aos cinco dias e representada em porcentagem de germinação (G%).

Envelhecimento acelerado, conforme a metodologia de Krzyzanowski et al. (1999), em que, se utilizou caixas gerbox contendo 40 ml de água e sobre uma tela adaptada, as sementes foram dispostas e levadas para câmara de B.O.D por um período de 48 horas a 41°C. Após, efetuou-se o teste de germinação, com quatro repetições de 50 sementes em substrato RP, de acordo com a metodologia adaptada das RAS (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação após o envelhecimento acelerado (EA%).

Comprimento de parte aérea e raiz, em que consistiu, em quatro sub amostras de 20 sementes em substrato RP, a leitura foi realizada oito dias após a semeadura e as plântulas normais foram separadas em três níveis de vigor: baixo, médio e alto vigor; foram medidas com auxílio de régua milimetrada (Nakagawa, 1999). Os resultados médios para comprimento de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR) foram expressos em centímetros (cm). Depois realizou-se a massa fresca e massa seca, que ocorreu concomitantemente ao teste de comprimento de plântulas, sendo utilizadas as 20 plantas do comprimento das plântulas normais, sendo trabalhado também com os níveis de vigor: baixo, médio e alto vigor. As plântulas foram separadas dos cotilédones e as radículas e os hipocótilos foram separados e colocados dentro de sacos de papel, em estufa à temperatura de 65 °C, durante 48 horas. Os resultados foram expressos em gramas (g) (Nakagawa, 1999).

E o teste de condutividade elétrica, usando 4 repetições de 50 sementes fisicamente puras, pesadas em balança com precisão de duas casas decimais (0,01g), colocadas para embeber em copos plásticos (200mL) contendo 75mL de água desionizada, durante 24h, a 25 °C (Aosa, 2002). Após o período de embebição, a condutividade elétrica da solução foi determinada por meio de leitura em condutivímetro DIGIMED, modelo CD 21. Os resultados finais foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

Os testes foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Sendo que, o conjunto de dados foi submetido ao teste de normalidade e homogeneidade, e após, cumpridos os pressupostos, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Havendo significância entre os tratamentos, com auxílio do programa estatístico Genes, utilizou-se o teste de teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade).

3. Resultados e Discussão

A análise de variância indicou que ocorreu interação significativa em nível de 5% de probabilidade de erro entre as cultivares, condições de ambiente (resfriado e não resfriado) e peneiras (Tabela 1 e 2), para os testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e comprimento de plântulas. Para os fatores isolados ou em conjuntos também houve interações significativas, para as outras variáveis estudadas. Diante disso, os dados médios foram analisados, sendo os resultados apresentados na sequência.

Tabela 1 – Resumo da análise da variância (GL e QM), média geral e coeficiente de variação (CV) do experimento trifatorial (2 cultivares de soja x 2 tipos de ambiente x 2 tipos de peneiras) no delineamento inteiramente casualizado, para a variável germinação (%), anormais (%), mortas (%) de sementes de soja não envelhecidas germinação (%), anormais (%), mortas (%) submetidas ao envelhecimento, Pato Branco - PR, 2017-2018.

Causas da variação	GL	Quadrado médio					
		Germinação (%)	Anormais (%)	Mortas (%)	EA		
					Germinação (%)	Anormais (%)	Mortas (%)
Cultivar	1	465,12*	435,12*	1,12 ^{ns}	427,78*	242,00*	45,12*
Resfriado	1	40,50*	21,13 ^{ns}	0,12 ^{ns}	9,03 ^{ns}	8,00 ^{ns}	10,13 ^{ns}
Peneira	1	0,00 ^{ns}	0,13 ^{ns}	3,12 ^{ns}	185,28*	8,00 ^{ns}	21,13 ^{ns}
Cultivar x resfriado	1	32,00*	0,13 ^{ns}	6,12 ^{ns}	2,5313 ^{ns}	12,50 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Cultivar x peneira	1	24,50*	10,13 ^{ns}	1,12 ^{ns}	94,53*	0,50 ^{ns}	36,12*
Resfriado x peneira	1	10,12*	6,13 ^{ns}	1,12 ^{ns}	87,78*	180,50*	1,13 ^{ns}
Cultivar x resfriado x peneira	1	0,13 ^{ns}	6,13 ^{ns}	1,12 ^{ns}	52,53*	32,00 ^{ns}	15,13 ^{ns}
Erro	24	2,73	5,38	2,29	6,89	15,17	5,88
Total	31	20,58	19,61	2,22	33,06	27,34	8,71
Média	-	85,94	12,94	1,31	80,91	17,12	2,44
CV(%)	-	1,92	17,92	4	3,24	22,74	99,44

* Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ns não significativo em nível de % de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria, (2020).

Tabela 2 – Resumo da análise da variância (GL e QM), média geral e coeficiente de variação (CV) do experimento trifatorial (2 cultivares de soja x 2 tipos de ambiente x 2 tipos de peneiras) no delineamento inteiramente casualizado, para a variável peso, condutividade elétrica, parte aérea e raiz do comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca Pato Branco - PR, 2017-2018.

Causas da variação	GL	Quadrado médio				
		Cond. Elétrica	Comprimento de plântulas		Massa Fresca	Massa seca
			Parte aérea	Raiz		
Cultivar	1	0.004*	53,35*	8,46*	12,71 ^{ns}	0,38*
Resfriado	1	0.00 ^{ns}	17,70*	0,53*	0,75 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Peneira	1	0.002*	30,42*	2,39 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Cultivar x resfriado	1	0.00*	0,00 ^{ns}	0,26*	10,50 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Cultivar x peneira	1	0.00 ^{ns}	16,50*	2,08 ^{ns}	5,05 ^{ns}	0,21*
Resfriado x peneira	1	0.00*	3,01 ^{ns}	0,26*	1,14 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Cultivar x resfriado x peneira	1	0.00*	1,98 ^{ns}	0,27*	0,53 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Erro	24	0.00	2,38	0,03	3,43	0,03
Total	31	0.00	5,81	0,48	3,67	0,05
Média	-	0.06	7,68	18,64	7,61	0,31
CV(%)	-	16.53	14,68	0,92	24,34	52,71

* Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro. ns não significativo em nível de % de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria, (2020).

Os resultados do teste de médias para a variável germinação apresentaram diferença estatística para as duas cultivares estudadas, bem como para as duas condições impostas, não resfriada e resfriada (Tabela 3). Esses dados corroboram com o estudo de Virgolino et al. (2016), em que, o resfriamento artificial dinâmico de sementes de soja, previamente arejadas com ar resfriado, não promoveu maior qualidade fisiológica durante o armazenamento.

Tabela 3 – Médias de germinação (%) de sementes submetidas ao envelhecimento acelerado, comprimento de raiz (cm) e condutividade elétrica de sementes de soja de duas peneiras dentro de cada combinação de duas cultivares com e sem resfriamento em cool seed em um experimento trifatorial conduzido no DIC. Pato Branco - PR, 2017-2018.

Cultivar	Resfriamento	Germinação (%)				Raiz (cm)				Condutividade		
		5.5		6.5		5.5		6.5		5.5	6.5	
7262	não resfriada	86.00	A	81.50	B	17.56	B	18.25	A	0.06	5	Ac
7262	Resfriada	81.75	a	89.00	A	17.64	B	19.06	A	0.06	4	Bc
7063	não resfriada	73.25	B	80.75	A	19.1	A	19.14	A	0.06	7	Aa
7063	Resfriada	73.00	b	82.00	A	19.18	A	19.21	A	0.09	6	Ba

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL e minúscula na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria, (2020).

Para a cultivar TMG 7262 RR não resfriada a peneira de tamanho de 5.5 mm apresentou valor superior de germinação (86 %), comparado com a peneira 6.5 mm que foi de 81.50 % de germinação. Para essa mesma cultivar, porém submetida ao resfriamento, a peneira de 6.5 mm foi a que apresentou valor mais alto de germinação (89 %). Para a segunda cultivar a TMG 7063 IPRO, tanto para as condições de não resfriada, quanto resfriada, a peneira 6.5 mm continuou apresentando valores mais altos, de respectivamente 80,75 e 82 % de germinação. Houve também diferença estatística entre as duas cultivares quanto ao fator peneira 5.5 mm, sendo a cultivar TMG 7262 RR tanto não resfriada, quanto a resfriada com valores superiores de germinação.

Para a o comprimento de raiz, a cultivar TMG 7262 RR sobre as duas condições de ambiente, apresentou diferença estatística entre as peneiras de 5.5 e 6.5 mm, sendo a segunda com valores maiores de comprimento de raiz (18.25 e 19.06 cm). Para a segunda cultivar a TMG 7063 IPRO não houve diferença estatística entre as peneiras. Está mesma cultivar sobre as duas condições de ambiente apresentou valores de comprimento de raiz superiores da cultivar TMG 7262 RR, se diferindo estatisticamente entre si, também sobre as mesmas condições de ambiente.

Quanto a condutividade elétrica, para o fator de tamanho de peneira não houve diferença estatística para as duas cultivares, sobre as condições de não resfriamento. O contrário ocorreu quando estas cultivares foram submetidas ao resfriamento, onde houve diferença estatística entre os tamanhos de peneira. A peneira de 6.5 mm apresentou o menor

valor de condutividade elétrica para ambas cultivares. Carvalho, Oliveira & Caldeira (2014), reforçam a observação de que sementes com valores de condutividade elétrica entre 70-80 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ apresentam considerável tendência ao vigor médio.

No trabalho realizado por Vergolino (2016), sobre a aeração resfriadas de sementes de soja, armazenadas em diferentes embalagens. As médias da condutividade elétrica por tipo de embalagem, para as condições resfriado e não resfriado, foi verificado que as sementes em embalagens de papel kraft resfriadas apresentaram médias maiores, indicando que foram menos eficientes que as embalagens em big bags. Já para as sementes não resfriadas não houve diferença significativa entre os diferentes tipos de embalagem.

Para a peneira 5.5 mm, somente a cultivar TMG 7063 IPRO resfriada foi a que se diferiu estatisticamente dos demais, com valor mais alto de condutividade. Já para a peneira 6.5 mm houve diferença estatística entre as cultivares e a cultivar TMG 7262 RR foi a que apresentou menores valores de condutividade. Portanto, no presente estudo os resultados não evidenciaram superioridade de sementes resfriadas em relação as não resfriadas.

De acordo com a tabela 4, pode-se verificar que os índices médios de germinação de sementes de soja, demonstram que houve interação entre as variáveis, sendo a cultivar TMG 7262 RR quando submetida ao resfriamento, obteve menor índice de germinação, quando comparada às sementes que não foram submetidas ao resfriamento. Entretanto, para a cultivar TMG 7063 IPRO não houve diferença significativa entre as duas condições analisadas. Sementes não resfriadas, bem como resfriadas, para a cultivar TMG 7262 RR apresentaram os maiores índices de germinação, sendo 91.87% e 87.62 % respectivamente.

Tabela 4 – Médias de germinação (%) de sementes de soja com e sem resfriamento em coolseed em um experimento trifatorial conduzido no DIC. Pato Branco - PR, 2017-2018.

Cultivar/Resfriamento	Não resfriado	Resfriado
7262	91.87 Aa	87.62 Ba
7063	82.25 Ab	82.00 Ab

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL e minúscula na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria, (2020).

Houve interação entre a variável germinação e os fatores de sementes não resfriadas e resfriadas (Tabela 5). Para a cultivar TMG 7262 RR, as sementes que não foram resfriadas, obtiveram valores mais altos de germinação (90.63%), já para a cultivar TMG 7063 IPRO, o resfriamento das sementes provocou maior índice de germinação. A primeira cultivar TMG

7262 RR foi a que teve maior germinação na condição de sementes não resfriadas e resfriadas.

Podemos inferir que o resfriamento pode interagir com as organelas celulares gerando uma desestruturação das mesmas, influenciando a germinação das sementes de soja.

Tabela 5 – Médias de germinação (%), sementes mortas (%), comprimento de parte aérea (cm), e massa seca (g) de sementes de soja de duas cultivar com e sem resfriamento em cool seed em um experimento trifatorial conduzido no DIC. Pato Branco - PR, 2017-2018.

Cultivar/ Resfriamento	Germinação (%)				Mortas (%)			
	Não resfriado		Resfriado		Não resfriado		Resfriado	
7262	90.63	Aa	88.88	Ba	1.00	Ab	1.50	Aa
7063	81.25	Bb	83.00	Ab	5.50	Aa	1.75	Ba

Cultivar/ Resfriamento	Comprimento parte aérea (cm)				Massa seca (g)			
	Não resfriado		Resfriado		Não resfriado		Resfriado	
7262	10.66	Aa	7.28	Ba	0.50	Aa	0.33	Aa
7063	6.65	Ab	6.13	Aa	0.12	Ab	0.28	Aa

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL e minúscula na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria, (2020).

Para a cultivar TMG 7262 RR, não houve diferença estatística entre os fatores avaliados para a variável sementes mortas. Já para a cultivar TMG 7063 IPRO, as sementes que não foram resfriadas, apresentaram maior porcentagem de sementes mortas, valor 3 vezes maior, do que as que foram resfriadas. Quando comparadas as duas cultivares dentro do fator de sementes não resfriadas, a cultivar TMG 7262 IPRO foi a que teve o menor valor de sementes mortas. No entanto quando essas sementes foram resfriadas, não houve diferença estatística entre as cultivares.

Para a variável comprimento de parte aérea, houve interação entre as sementes submetidas ao resfriamento e ao não resfriamento para o fator cultivar TMG 7262 RR, onde o não resfriado teve maior média de comprimento (10.66 cm). Para a segunda cultivar não houve diferença estatística entre os fatores de semente não resfriada e resfriada. Quando comparadas as duas cultivares dentro do fator não resfriado, houve diferença significativa, onde a primeira cultivar foi a que teve o maior valor de comprimento de parte aérea. Já para o fator de sementes resfriadas não houve diferença estatística entre as cultivares estudadas.

Os resultados de massa seca, apontam que não houve diferença estatística entre os fatores cultivar e fatores sementes resfriadas e não resfriadas. No entanto quando se analisa as cultivares separadamente com o fator não resfriado, a primeira cultivar TMG 7262 RR foi a

que apresentou maior valor de massa seca com 0.50 g se diferenciando estatisticamente da segunda cultivar.

Os resultados de envelhecimento acelerado, não indicam interação significativa entre as sementes não resfriadas e resfriadas, nas peneiras de 5.5 e 6.5 mm (Tabela 6). Porém, quando se analisa dentro do fator peneira 5.5 mm, a germinação de sementes não resfriadas foi maior, diferenciando-se significativamente das que foram resfriadas. Dentro da peneira 6.5 mm não houve diferença estatística entre as duas condições de resfriamento e não resfriamento.

Para as plântulas anormais, houve interação significativa entre as sementes não resfriadas e as diferentes peneiras, sendo a peneira de 6.5 mm com porcentagem de plântulas anormais menor que a 5.5 mm. Quando analisadas os dois fatores de não resfriado e resfriado dentro do fator peneira 5.5, observa-se que houve diferença estatística, onde as sementes não resfriadas foram as que apresentam menor valor de plântulas anormais (14.75).

Zuchi et al. (2013), ressaltam em sua pesquisa, que a temperatura das sementes resfriadas das três cultivares estudadas (Monsoy 8757, TMG 115 RR E BRS Valiosa RR) permaneceu menor que as sementes não resfriadas apenas nos primeiros 15d. Pois as sementes são resfriadas e armazenadas em bags, não permanecendo em um ambiente controlado, uma circunstância importante que deve ser enfatizada.

Tabela 6 – Médias de germinação (%) e plântulas anormais de sementes envelhecidas (%) de sementes de soja de duas peneiras submetidas ou não ao resfriamento em cool seed em um experimento trifatorial conduzido no DIC. Pato Branco - PR, 2017-2018.

Resfriamento/ Peneira	Germinação				Anormais			
	5.5 (mm)		6.5 (mm)		5.5 (mm)		6.5 (mm)	
Não resfriado	87.63	Aa	86.50	Aa	14.75	Ab	18.50	Aa
Resfriado	84.25	Ab	85.38	Aa	20.50	Aa	14.75	Ba

*Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na HORIZONTAL e minúscula na VERTICAL não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria, (2020).

De acordo com Carvalho e colaboradores (2014), sementes em condições não controladas, principalmente após 6 meses de armazenamento, têm seu vigor ou a germinação reduzida.

O resfriamento artificial surgiu como uma alternativa para manutenção da qualidade de sementes. No entanto, os dados da presente pesquisa, corroboram com os da autora Schauren (2011). A autora relatou em sua pesquisa, que a utilização de resfriamento prévio ao

armazenamento não promoveu melhora na qualidade fisiológica de sementes de soja da cultivar CD225RR para as condições em que o experimento foi conduzido.

4. Considerações Finais

Para cultivares de sementes com genética de alta qualidade fisiológica, o resfriamento de sementes não mostrou maior desempenho. No entanto, sementes de soja resfriadas artificialmente tem potencial fisiológico superior às sementes não resfriadas.

Faz-se de grande valia trabalhos na área da qualidade das sementes de soja, nesse sentido, sugere-se a continuação de pesquisas futuras, afim de investigar o tema proposto, explorando o resfriamento artificial das sementes no início do beneficiamento e comparando ao longo do armazenamento, etapa importante para manter os níveis de vigor e viabilidade das sementes de soja.

Referências

Association Of Official Seed Analysts. (2002). *Seed vigor testing handbook*. East Lansing: AOSA.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009). *Regras para análise de sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília.

Carvalho, E. R., Mavaieie, D. P. R., Oliveira, J. A., Carvalho, M. V., Vieira, A. R. (2014). Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(1), 967-976.

Carvalho, E. R., Oliveira, J. A., Caldeira, C. M. (2014). Physiological quality of seeds in conventional and glyphosate-resistant soybean produced by foliar. *Bragantia*, 73(3), 219-228.

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. (2020). Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos – Quarto levantamento. *Conab*, Brasília.

Demito, A., Afonso, A. D. L. (2009). Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, MG, 17(1), 7-14.

Demito, A. (2019). *Manejo Pós Colheita de Sementes manutenção da germinação e vigor. Cool seed*. Recuperado de <http://www.coolseed.com.br/images/aplicacoes/soja/Manejo%20p%C3%B3s-colheita%20de%20sementes%20-%20germina%C3%A7%C3%A3o%20e%20vigor.pdf>

Krzyzanowski, F. C., França Neto, J. de B., Vieira, R. D. (1999). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina, *ABRATES*, 1.

Nakagawa, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: Krzyzanowski, F. C., Vieira, R. D., França Neto, J. B. (1999). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: *ABRATES*, 1-21.

Nunes, J. L. da S. (2016). *Tecnologia de Sementes – Secagem, Beneficiamento e Armazenamento*. Recuperado de https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/secagem--beneficiamento-e-armazenagem_361343.html

Lazzari, F. A., Lazzari, S. M. N. (2019). *Resfriamento artificial no controle de insetos em sementes armazenadas*. Recuperado de <http://www.coolseed.com.br/images/artigos-beneficios/triticales%20aveia%20cevada%20trigo/artigo%20resfriamento%20lazzari.pdf>

Zuchi, J., França-Neto, J. de B., Sedyama, C. S., Filho, A. F. de L., Reis, M. S. (2013). Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. *Journal of Seed Science*, 35(3), 353-360.

Virgolino, Z. Z., Resende, O., Golçalves, D., Marçal, K., Sales, J. (2016). Qualidade fisiológica de sementes de soja resfriadas artificialmente e armazenadas em pinturas. *Revista brasileira de engenharia agrícola*. ambiente. 20(5).

Perreira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria, RS: UFSM, NTE.

Possenti, J. C. (2007). *Qualidade fisiológica de sementes de soja enriquecidas com molibdênio*. 51f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Rio Grande do Sul: Pelotas.

Schauren, D. (2011). *Qualidade fisiológica de sementes de soja resfriadas com diferentes tamanhos durante o armazenamento*. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2011.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Maikely Luana Feliceti – 24%

Thayllane de Campos Siega – 18,5%

Marcieli da Silva – 13,1%

Michel Anderson Masiero – 10,5%

Ilana Niqueli Talino – 10,5%

Renan Quisini – 10,5%

Carlos André Bahry – 7,8%

Jean Carlo Possenti – 5,2%