



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**HERBICIDAS DESSECANTES E CONDIÇÕES DE  
ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE GRÃO-DE-  
BICO**

**ISAAC LEANDRO DE ALMEIDA**

**TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA**

**BRASÍLIA/DF  
MARÇO/2023**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**HERBICIDAS DESSECANTES E CONDIÇÕES DE  
ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE GRÃO-DE-  
BICO**

**ISAAC LEANDRO DE ALMEIDA**

**ORIENTADORA: NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA**

**COORIENTADOR: FÁBIO AKIYOSHI SUINAGA**

**TESE DE DOUTORADO EM AGRONOMIA**

**PUBLICAÇÃO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2023**

**BRASÍLIA/DF**  
**MARÇO/2023**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**HERBICIDAS DESSECANTES E CONDIÇÕES DE  
ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE GRÃO-DE-  
BICO**

**ISAAC LEANDRO DE ALMEIDA**

**TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM AGRONOMIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À  
OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM AGRONOMIA.**

**APROVADA POR:**

---

**NARA OLIVEIRA SILVA SOUZA (Orientadora), Doutora, Universidade de Brasília,  
CPF: 033.300.726-36, [narasouza@unb.br](mailto:narasouza@unb.br)**

---

**RICARDO CARMONA (Examinador Interno), Doutor, Universidade de Brasília, CPF:  
183.492.181-34, [rcarmona@unb.br](mailto:rcarmona@unb.br)**

---

**CAROLINE JÁCOME COSTA (Examinadora Externa), Doutora, Embrapa Hortaliças,  
CPF: 858.455.741-53, [caroline.costa@embrapa.br](mailto:caroline.costa@embrapa.br)**

---

**JAQUELINE ROSEMEIRE VERZIGNASSI (Examinadora Externa), Doutora,  
Embrapa Gado de Corte, CPF: 080.351.768-89, [jaqueline.verzignassi@embrapa.br](mailto:jaqueline.verzignassi@embrapa.br)**

**BRASÍLIA/DF**  
**MARÇO/2023**

## FICHA CARTOGRÁFICA:

Almeida, Isaac Leandro de

Herbicidas dessecantes e condições de armazenamento na qualidade de sementes de grão-de-bico / Isaac Leandro de Almeida; orientação de Nara Oliveira Silva Souza; Coorientador Fábio Akiyoshi Suinaga. – Brasília, 2023.

94 p.: il.

Tese de Doutorado (D) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2023.

1. *Cicer arietinum* L. 2. Fabaceae 3. Qualidade fisiológica. 4. Germinação. 5. Vigor.  
I. Souza, N. O. S. II. Doutora.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, I. L. **Herbicidas dessecantes e condições de armazenamento na qualidade de sementes de grão-de-bico**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2023, 94 p. Tese de Doutorado.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: ISAAC LEANDRO DE ALMEIDA

TÍTULO DA TESE: HERBICIDAS DESSECANTES E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO.

GRAU: DOUTOR

ANO: 2023

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

---

Nome: Isaac Leandro de Almeida

CPF: 727.487.021-15

Endereço: PqEB - Av. W3 Norte (Final) S/N, Edifício Sede, Sala T124 - Asa Norte, Brasília - DF, 70770-901.

Telefone: (61) 99176.2883

E-mail: [isaac\\_leandro@hotmail.com](mailto:isaac_leandro@hotmail.com).

Dedico este trabalho a Deus e à minha família;  
sem eles eu não teria condições para  
desenvolver esta pesquisa.

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço a Deus, por me conceder o dom da vida e por sustentar meus passos durante minha caminhada. À minha esposa, Carol, pelo amor, carinho, compreensão e pelos lindos presentes que me deu, nossos filhos Gabriel e Giovanna.

À minha família: meus pais, Geraldo e Fátima, pelo amor dedicado e pelo apoio incondicional que me deram para que esse momento se tornasse possível e agradeço meus irmãos, Vanessa, Vinícius, Augustus e Lucas, por contribuírem, mesmo sem saberem, para o meu crescimento pessoal.

À minha orientadora, Dra. Nara Oliveira Silva Souza, por ter acreditado em mim, pela orientação, dedicação, paciência, convivência e ensinamentos durante a execução dessa pesquisa. Ao meu coorientador Dr. Fábio Akiyoshi Suinaga, pela parceria e disponibilidade em esclarecer todas as dúvidas surgidas ao longo do trabalho. Ao amigo Dr. Renato Amabile, pelo envolvimento, colaboração, estabelecimento de contatos e abertura de portas. Ao professor Dr. Marcelo Fagioli, pelas sugestões, ensinamentos, disponibilização do laboratório de sementes e simpatia. À Dra. Núbia Maria Correia, pela paciência, disponibilização de equipamento e contribuições relevantes para o direcionamento da pesquisa sobre herbicidas.

À toda a equipe do Centro de Inovação em Genética Vegetal da Embrapa Cerrados (antigo Escritório de Brasília), principalmente ao Adelaidio Araujo (Dedé), Geraldo Amaro (*in memorian*), Geraldo Magela (Magelão), Jorge Farias, José Vicente (Magelinha), Leandro Fernandes, Lincoln Loures, Orlando Normandia (Fofão), Sebastião Dantas, Welinton Vieira e todos os estagiários que contribuíram para a realização desta pesquisa, em especial ao Eduardo Tavares de Lima. Aos colegas da Embrapa (Hortaliças e Cerrados), principalmente Almilton da Silva Pires (Almiltinho), Nara Lúcia Trindade, Patrícia Pereira da Silva, Warley Nascimento e todos os estagiários envolvidos nas análises, em especial à Sara Kananda Rocha.

A todos os meus amigos que torceram e contribuíram para que eu concluísse com êxito esse desafio, principalmente, aos amigos mais chegados que irmãos (Pv. 18:24): Hosana Teixeira e Marcus Lenzi. Aos meus amigos do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília e aos seus professores, coordenadores e funcionários, pelas oportunidades.

Meu muito obrigado a todos!

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. OBJETIVO GERAL</b>	<b>4</b>
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>4</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1. GRÃO-DE-BICO (<i>CICER ARIETINUM</i> L.)</b>	<b>5</b>
<b>3.2. DESSECAÇÃO E COLHEITA</b>	<b>10</b>
<b>3.3. AÇÃO DO HERBICIDA DESSECANTE</b>	<b>12</b>
<b>3.4. QUALIDADE FISIOLÓGICA E FITOSSANITÁRIA</b>	<b>14</b>
<b>3.5. ARMAZENAMENTO DE SEMENTES</b>	<b>16</b>
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO I: Herbicidas dessecantes na antecipação da colheita e manutenção da qualidade de sementes de grão-de-bico .....</b>	<b>29</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>35</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO II: Ação do tempo e condições de armazenamento na qualidade de sementes de grão-de-bico .....</b>	<b>62</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>65</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>67</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>74</b>
<b>4. CONCLUSÃO .....</b>	<b>89</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>90</b>

## LISTA DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO

<b>Figura 1</b> – Vista frontal da semente de grão-de-bico do tipo comercial desi (a) e kabuli (b); vista lateral da semente de grão-de-bico do tipo comercial desi (c) e kabuli (d) .....	06
--	----

### CAPÍTULO I

<b>Figura 1</b> – Experimento em campo e momento de limpeza dos bicos do equipamento .....	37
<b>Figura 2</b> – Croqui do experimento instalado .....	38
<b>Figura 3</b> – Barra do pulverizador, garrafas contendo os tratamentos (herbicida e dose) e pulverizador costal com cilindro de CO <sub>2</sub> .....	39
<b>Figura 4</b> – Operador testando sistema de pulverização costal pressurizado por CO <sub>2</sub> .....	39
<b>Figura 5</b> – Plantas das parcelas colhidas e identificadas .....	40
<b>Figura 6</b> – Secagem natural das plantas de cada parcela .....	41
<b>Figura 7</b> – Operação de trilha manual das sementes de cada parcela .....	41
<b>Figura 8</b> – Gráfico de dispersão de 13 tratamentos de herbicidas em relação aos escores de variáveis canônicas (VC1 e VC2) relacionadas à qualidade fisiológica de sementes .....	54



<b>Figura 9</b> – Germinação (%), vigor (%) e antecipação da colheita (dias) em função da dessecação com herbicidas.....	55
--	----

## **CAPÍTULO II**

<b>Figura 1</b> – Gráfico de dispersão dos quatro lotes submetidos a duas condições de armazenamento em relação aos escores de variáveis canônicas (VC1 e VC2) relacionadas à qualidade fisiológica de sementes .....	81
---	----

<b>Figura 2</b> – Análise de regressão da germinação em função do tempo de armazenamento para sementes da cultivar de Cícero em câmara fria e em armazém .....	83
--	----

<b>Figura 3</b> – Análise de regressão da germinação em função do tempo de armazenamento para sementes da cultivar de BRS Toro em câmara fria e em armazém .....	84
--	----

<b>Figura 4</b> – Análise de regressão da germinação em função do tempo de armazenamento para sementes da cultivar de BRS Cristalino em câmara fria e em armazém .....	85
--	----

<b>Figura 5</b> – Análise de regressão da germinação em função do tempo de armazenamento para sementes da cultivar de BRS Aleppo em câmara fria e em Armazém .....	86
--	----

## LISTA DE TABELAS

### INTRODUÇÃO

<b>Tabela 1</b> - Influência do teor de água nas condições das sementes armazenadas .....	18
---	----

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1</b> – Análise de variância para ciclo da cultura (CC), rendimento de grão (RG), peso de mil sementes (PMS), germinação (GE), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LIXK) das sementes de grão-de-bico tratadas com diferentes herbicidas na pré-colheita .....	45
---	----

<b>Tabela 2</b> – Ciclo da cultura (CC), rendimento de grãos (RG), germinação (GE), envelhecimento acelerado (EA) em função de herbicidas dessecantes .....	47
---	----

<b>Tabela 3</b> – Ciclo da cultura (CC), rendimento de grãos (RG), peso de mil sementes (PMS), germinação (GE), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LIXK) em função de herbicidas dessecantes .....	50
--	----

<b>Tabela 4</b> – Ciclo da cultura (CC), rendimento de grãos (RG), peso de mil sementes (PMS), germinação (GE), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LIXK) em função de doses dos herbicidas glufosinate, diquat, carfentrazone e saflufenacil .....	51
--	----

<b>Tabela 5</b> – Germinação (GE) e envelhecimento acelerado (EA) em função de herbicidas e doses .....	52
---	----

## CAPÍTULO II

<b>Tabela 1</b> - Datas de semeadura, emergência, floração e colheita de cada cultivar.....	68
<b>Tabela 2</b> - Temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, precipitação total e umidade relativa do ar média nos meses de 2019 na Fazenda Sucupira. ....	70
<b>Tabela 3</b> - Análise de variância para germinação (GE), viabilidade por Tetrazólio (VBTZ), emergência ao 10º dia (EC10), emergência ao 7º dia (EC7), envelhecimento acelerado (EA) e vigor por Tetrazólio (VGTZ), das sementes de grão-de-bico tratadas em função da cultivares e da condição de armazenamento aos 90 dias .....	74
<b>Tabela 4</b> – média geral de avaliação de campo e de qualidade fisiológica em grão-de-bico, considerando o fator herbicida, aos 90 dias de armazenamento .....	75
<b>Tabela 5</b> – Média geral de avaliação de campo e de qualidade fisiológica em grão-de-bico, considerando o fator dose, aos 90 dias de armazenamento .....	78
<b>Tabela 6</b> – Interação entre os fatores cultivar e condição de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de grão-de-bico aos 90 dias de armazenamento .....	79
<b>Tabela 7</b> – Regressão na análise de variância para sementes de BRS Cícero, BRS Toro, BRS Cristalino e BRS Aleppo em câmara Fria (CF) e armazém (ARM) durante o período de armazenamento de 0, 90, 180 e 270 dias .....	82

# HERBICIDAS DESSECANTES E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO

## RESUMO GERAL

O grão-de-bico é a segunda leguminosa mais importante do mundo e sua expansão no Brasil é dificultada pela ausência de informações sobre o uso de herbicidas dessecantes para antecipação da colheita. A manutenção da qualidade fisiológica durante o armazenamento também é um fator importante para se garantir sementes de grão-de-bico viáveis, vigorosas e proporcionar o máximo potencial produtivo das plantas. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o uso de herbicidas dessecantes na antecipação da colheita, o efeito do tempo e condições de armazenamento na qualidade de sementes de grão-de-bico. O experimento de dessecação utilizou tratamentos com quatro herbicidas nas respectivas doses: glufosinate ammonium (200, 400 e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>), diquat (200, 400 e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>), carfentrazone ethyl (15, 30 e 37,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e saflufenacil (49, 98 e 122,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>). O arranjo experimental foi em esquema fatorial 4 x 3 + 1 (testemunha como tratamento adicional, sem herbicida), em blocos casualizados, com quatro repetições. O saflufenacil, sob a dose de 49 g i.a. ha<sup>-1</sup>, foi o que apresentou a menor antecipação da colheita (4 dias) e baixo vigor (50%). O glufosinato, sob a dose de 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, foi o mais promissor na dessecação, por possibilitar maior germinação (84%) e vigor (78%), além de promover a antecipação da colheita em até 17 dias, enquanto o ciclo normal da cultura do grão-de-bico, observado na testemunha, foi de 154 dias. Para o experimento sobre efeito do tempo e condições de armazenamento na qualidade das sementes, utilizou-se quatro cultivares diferentes, submetidas às condições de armazenamento: câmara fria, com temperatura de 15 ± 3 °C e umidade relativa do ar de 25 ± 10%, e armazém, sem controle de temperatura e umidade relativa do ar. A avaliação da qualidade das sementes ocorreu em quatro momentos distintos: 0, 90, 180 e 270 dias. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Observou-se que o armazenamento em câmara fria se mostrou mais eficiente que o armazenamento em armazém a partir dos 90 dias para todos os testes, exceto para o teste de emergência em campo aos 10 dias. A cultivar com menor queda da qualidade fisiológica em função de tempo foi a Cícero, seguida das cultivares BRS Cristalino, BRS Aleppo e BRS Toro.

**Palavras-chave:** *Cicer arietinum* L., Fabaceae, Germinação, Vigor, Envelhecimento Acelerado.

# DESSICANT HERBICIDES AND STORAGE CONDITIONS ON QUALITY OF CHICKPEA SEEDS

## ABSTRACT

Chickpea is the second most important legume in the world and the expansion of its crop in Brazil is hampered by the lack of information on the use of desiccant herbicides to anticipate the harvest. The maintenance of the physiological quality during storage is also an important factor to guarantee viable and vigorous chickpea seeds and provide the maximum productive potential of the plants. The objective of this work was to evaluate the use of desiccant herbicides to anticipate harvest, the effect of time and storage conditions on the quality of chickpea seeds. The desiccation experiment used treatments with four herbicides at the respective doses: glufosinate ammonium (200, 400 and 500 g a.i. ha<sup>-1</sup>), diquat (200, 400 and 500 g a.i. ha<sup>-1</sup>), carfentrazone ethyl (15, 30 and 37.5 g a.i. ha<sup>-1</sup>) and saflufenacil (49, 98 and 122.5 g a.i. ha<sup>-1</sup>). The experimental arrangement was in a 4 x 3 + 1 factorial scheme (control as an additional treatment, without herbicide), in randomized blocks, with four replications. Saflufenacil, at a dose of 49 g a.i. ha<sup>-1</sup> showed the lowest harvest anticipation (4 days) and low vigor (50%). Glufosinate, at a dose of 400 g a.i. ha<sup>-1</sup>, was the most promising in desiccation, as it allowed greater germination (84%) and vigor (78%), in addition to promoting the anticipation of the harvest by up to 17 days, while the normal cycle of the chickpea crop, observed in the control, was 154 days. For the experiment on the effect of time and storage conditions on seed quality, four different cultivars were used, submitted to the following storage conditions: cold chamber, at 15 ± 3 °C and relative humidity of 25 ± 10%, and warehouse, without temperature and relative humidity control. The evaluation of seed quality was performed at four different times: 0, 90, 180 and 270 days. This experiment used was a completely randomized design, with four replications. It was observed that storage in a cold chamber was more efficient than storage in a warehouse from 90 days onwards for all tests, except for the emergency field test at 10 days. The cultivar with the lowest decrease in physiological quality as a function of time was Cícero, followed by BRS Cristalino, BRS Aleppo and BRS Toro.

**Keywords:** *Cicer arietinum* L., Fabaceae, Germination, Vigor, Accelerated Aging.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma planta herbácea, anual (ereta ou prostrada) que pode atingir até 1,3 m e é considerada, entre as leguminosas alimentícias, como a segunda mais importante do mundo (ICRISAT, 2013; SCHLICHTING *et al.*, 2020). Possui em sua proteína um dos maiores valores biológicos devido à elevada digestibilidade (MERGA e HAJI, 2019; SWAMY *et al.*, 2020; FERNANDES *et al.*, 2022).

É um cultivo de inverno no subcontinente Indiano, Etiópia e América Latina, enquanto na região do Mediterrâneo é cultivado na primavera (VIEIRA *et al.*, 2001; BERGER *et al.*, 2011). Esta espécie foi uma das primeiras leguminosas cultivadas e domesticadas como grão pelo homem no Velho Mundo. Ela alimentou povos antigos na área do Crescente Fértil (Irã, Síria, Líbano, Turquia, Jordânia, Israel, entre outros).

Existem várias evidências de que essa cultura tenha surgido no sudeste da Turquia, na fronteira com a Síria. As ocorrências mais antigas datam aproximadamente 5.450 a.C., na Turquia. Os antigos manuscritos se referiam ao grão-de-bico como *halluru*. Desde os primórdios, o cultivo se disseminou tanto que está presente em mais de 56 países do mundo e é uma importante fonte de nutrientes e proteína nas dietas de vegetarianos e, principalmente para classes sociais de médio a baixo poder aquisitivo (ARTIAGA, 2012; ICRISAT, 2013).

A exemplo de outras leguminosas, além de excelente fonte de proteína de alta qualidade (SCHLICHTING *et al.*, 2020), tem múltiplas aplicações na dieta humana e animal, desempenhando relevante papel nos tradicionais sistemas agrícolas da Índia, Antigo Próximo (ou Oriente Próximo), Etiópia, América Central e América do Sul, onde influencia na fertilidade do solo, particularmente nas terras áridas. Na América do Norte é muito utilizada pela indústria de conservas como produto especial, principalmente como guarnições para saladas (LONG *et al.*, 2019).

O grão-de-bico é uma importante fonte de minerais (P, Mg, Fe, K, Co e Mn), rico em compostos fenólicos com atividade antioxidante, contribui com quantidades significativas de vitaminas do complexo B, tais como: tiamina, riboflavina e niacina, bem como apresenta elevado teor de fibras (2,7% a 11,2%) - principalmente de fibras solúveis (VIEIRA *et al.*, 2001; XU *et al.*, 2018; SWAMY *et al.*, 2020). Seus grãos apresentam 17 a 24% de proteína, 41 a 51%

de carboidratos e alta porcentagem de ácido oleico e linoleico não saturado (ARTIAGA *et al.*, 2015). O grão-de-bico tem sido utilizado nos grandes centros urbanos como fonte de proteína e como matéria-prima de hambúrgueres, *snacks*, bolos, *brownies*, pizzas, massas e até sobremesas.

A principal espécie de grão-de-bico cultivada no mundo é a *Cicer arietinum* L., porém algumas plantas de outras espécies do gênero *Cicer* estão sendo avaliadas pelo ICARDA (*International Center for Agricultural Research in the Dry Areas*) com objetivo de identificar resistência a pragas, doenças, tolerância a frio, ao estresse hídrico, ciclo, rendimento de grão, teor de proteína e composição de aminoácidos (VIEIRA *et al.*, 1999).

Os primeiros cultivos dessa espécie no Brasil, citados pelo Dicionário das Plantas Úteis do Brasil, ocorreram em 1926 (CORRÊA, 1985). Ainda de acordo com o botânico Manuel Pio Corrêa, durante a primeira guerra mundial houve a tentativa de produção de pelo menos quatro cultivares de origem europeia nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Para que seja possível a expansão da produção nacional, é preciso que o setor produtivo acesse sementes, em quantidade e com qualidade, de cultivares adaptadas para as condições brasileiras. De acordo com o Cadastro Nacional de Cultivares Registradas (MAPA, 2023), no Brasil em 2023, existem apenas onze cultivares registradas. O primeiro registro, ainda vigente, é da cultivar IAC Marrocos, solicitado pelo Instituto Agronômico de Campinas em 22/04/99. Em seguida, foram registradas as cultivares Cícero em 25/07/02, BRS Aleppo em 17/10/2014, BRS Cristalino em 20/09/2016, BRS Toro em 09/05/2017 e BRS Kalifa em 17/12/2019 pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa.

Somente a partir de 2020, a empresa privada Isla Sementes solicitou o registro das cultivares Apu, em 24/03/20, e Amã, em 23/03/21. Em 26/08/2022, a Embrapa solicitou a inscrição de outra cultivar denominada de BRS Hari. E, em 18/01/23 e 27/01/2023, foram registradas as cultivares GB Cappuccino e GB Zeus, respectivamente, pelo produtor Osmar Artiaga (MAPA, 2023).

As sementes de grão-de-bico sofrem forte influência do meio externo, desde o momento em que completa sua maturação fisiológica. Cabe destacar, ainda, que a queda da germinação e do vigor pode ser acentuada a depender das condições de armazenamento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Nesse sentido, a antecipação da colheita por meio de herbicidas dessecantes, além de proporcionar a redução dos riscos de deterioração das sementes no campo, garante a elevação da qualidade final, haja vista que a colheita é feita mais próxima da maturidade fisiológica (TERASAWA *et al.*, 2009). O emprego dos dessecantes geralmente ocorre quando a maioria das sementes está madura, ocasiona a secagem acelerada da planta e promove a uniformidade da maturação. Por consequência, resulta em menor quantidade de impurezas durante a colheita, as sementes são retiradas do campo com mais qualidade e com o teor de água mais próximo do ideal.

Se, por um lado, é importante reduzir o tempo de permanência da semente no campo, por outro, é necessário gerar condições adequadas de armazenamento para manutenção da qualidade ao longo do tempo. A umidade relativa do ar, o teor de água das sementes e a temperatura de armazenamento são condições relevantes a serem consideradas na preservação da qualidade e podem aumentar ou reduzir a velocidade de deterioração das sementes (GOLDFARB e QUEIROGA, 2013).

Diante da demanda do setor produtivo brasileiro, da expansão do segmento e do potencial crescimento do consumo interno e externo, torna-se necessário obter informações sobre o melhor manejo químico para colheita de grão-de-bico e entender a influência do armazenamento na qualidade das sementes dessa cultura.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar a ação de herbicidas dessecantes e a influência do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Avaliar a eficiência de herbicidas dessecantes e suas doses na antecipação da colheita e no rendimento de sementes;
- Analisar a influência da aplicação de dessecantes, em diferentes doses, na qualidade fisiológica das sementes; e
- Avaliar a qualidade fisiológica das sementes de grão-de-bico armazenadas em câmara fria e em armazém convencional em função do tempo.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)

O grão-de-bico é uma leguminosa anual que possui dois conjuntos de cromossomos (célula diploide com  $2n=16$ ) e apresenta comportamento autogâmico por cleistogamia, quando a polinização é completada antes da abertura do botão floral ou antese (PAUL *et al.*, 2022). A espécie *Cicer arietinum* L. pertence à família das Fabaceae (subfamília Papilionoideae). Entretanto, o gênero *Cicer* é composto por 43 espécies catalogadas (nove são de ciclo anual, 33 são perenes e um tem ciclo indefinido (SINGH e SAXENA, 1999; REDDEN e BERGER, 2007; BICER, 2009; LONG *et al.*, 2019). É uma espécie que compõem o grupo das *pulses*, ou seja, leguminosas secas (feijão, feijão-caupi, feijão mungo, ervilha, lentilha, grão-de-bico, entre outras). A palavra *Pulse* tem origem no latim *Puls* e significa “sopa grossa”.

As principais classes comerciais do grão-de-bico são Kabuli, com 20 a 15% do mercado, e Desi, com 80 a 85% da produção mundial. As plantas do grupo Kabuli não possuem antocianina, tem folíolos grandes e a quantidade de sementes por vagem é de duas a três. Suas flores têm coloração branca e, no geral, apresentam sementes grandes com coloração que varia de creme a bege. As plantas do grupo Desi são caracterizadas por apresentarem elevado teor de antocianina, responsável pela coloração vermelha da planta, com folíolos pequenos e muitas vagens que produzem de dois a três grãos. Suas sementes têm tamanho reduzido, quando comparadas às do grupo Kabuli, e apresentam coloração diversificada, tais como amarela, laranja, marrom e preta (VIEIRA *et al.*, 2001; GAUR *et al.*, 2010), conforme Figura 1.



**Figura 1** – Vista frontal da semente de grão-de-bico do tipo comercial desi (a) e kabuli (b); vista lateral da semente de grão-de-bico do tipo comercial desi (c) e kabuli (d).

O grão-de-bico é considerada uma leguminosa de clima frio, indicada para locais ensolarados, de clima seco e solos bem drenados com pH entre 5,5 e 8,5. Entretanto, grande parte das cultivares de grão-de-bico suporta o cultivo em condições de temperaturas altas - ou pelo menos durante parte do seu ciclo de vida. O desenvolvimento adequado da planta é alcançado com temperaturas entre 15 e 30 °C. Temperaturas superiores podem causar perda de flores, pouca formação de vagens, senescência das folhas, redução no ciclo e perda de produtividade (VIEIRA *et al.*, 2001).

O estudo de Dreccer *et al.* (2018) comprovou impacto negativo consistente na produtividade quando altas temperaturas máximas (acima de 30 °C) ocorreram durante o enchimento de grãos. O impacto foi mais negativo na fase de enchimento de grãos em grão-de-bico do que no mesmo estágio fisiológico de outras culturas do estudo (trigo, cevada, canola e ervilha).

No Cerrado brasileiro e na Califórnia (EUA), o grão-de-bico oferece vantagens para o agricultor no período de inverno. Essa leguminosa é uma excelente opção para rotação de cultura e demanda menos irrigação e fertilizantes (LONG *et al.*, 2019). Dependendo das condições, expectativas ou objetivos da safra, muitas podem ser as formas de manejo. O sistema radicular da planta de grão-de-bico é bem desenvolvido e as raízes laterais podem apresentar associações com bactérias fixadoras biológicas de nitrogênio (FBN), formando grandes nódulos que podem ser vistos cerca de um mês após a emergência (GAUR *et al.*, 2010; RUBIALES e MIKIC, 2015).

A redução e inconstância na disponibilidade de recursos hídricos, principalmente no Planalto Central, exigem a diversificação de cultivos e o emprego de espécies que requerem pouca água. O grão-de-bico é um potencial substituto dos cultivos tradicionais por apresentar menor demanda de água (evapotranspiração) e necessitar menor volume de irrigação.

Jalota *et al.* (2006) identificaram diferentes respostas de rendimento desta espécie de acordo com a alteração da textura do solo, tempos e número de irrigações. Nos mesmos estudos foram observadas mudanças no rendimento de grãos em virtude do estresse hídrico durante a formação das vagens e formação de grãos, independentemente da textura do solo. Os autores ainda confirmaram que, devido à menor demanda de água (evapotranspiração) e necessidade constante de irrigação, o grão-de-bico se mostrou uma importante alternativa, quando comparado com o trigo.

A produtividade média mundial registrada em 1964 foi de apenas 505 kg ha<sup>-1</sup> (FAO, 2021), muito abaixo do potencial produtivo estimado em 4.000 a 5.000 kg ha<sup>-1</sup> (FIKRE, 2016). A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2018) informa que no cenário mundial o maior produtor de grão-de-bico é a Índia, com 7.818.984 toneladas, seguida da Austrália (874.593 t), Mianmar (559.390 t), Paquistão (517.107 t), Turquia (455.000 t), Etiópia (444.146 t), Rússia (319.908 t), Iran (177.493 t), México (121.567 t), EUA (107.542

t) e Argentina (69.788 t). A produção mundial em 2016 foi inferior a 11,3 milhões de toneladas e a área total plantada superou 12,6 milhões de hectares, com produtividade média de 891 kg ha<sup>-1</sup>.

Em 2018 houve aumento de mais de 52%, quando comparado com 2016, na produção mundial de grão-de-bico de 17,2 milhões de toneladas em uma área plantada de 17,8 milhões de hectares, com produtividade média de 965 kg ha<sup>-1</sup>. Neste período, o maior produtor foi a Índia, com 11.380.000 toneladas, seguida da Austrália (998.231 t), Turquia (630.000 t), Rússia (620.400 t), EUA (577.970 t), Etiópia (515.642 t), Mianmar (509.856 t), México (351.796 t), Paquistão (323.364 t) e Canadá (311.300), conforme FAO (2020). O continente com maior participação na produção desta espécie é a Ásia (77%), seguido das Américas (8,1%), Oceania (5,8%), Europa (4,9%) e África (4,2%).

Em 2019, foi observada redução na produção mundial para 14,2 milhões de toneladas, quando comparada com o ano anterior, bem como na área plantada para 13,7 milhões de hectares. Entretanto, a produtividade média mundial subiu para 1.038 kg ha<sup>-1</sup> e a participação dos continentes na produção mundial passou para 83,4% da Ásia, seguido de 6,1% das Américas, 4,9% da África, 3,6% da Europa e 2,0% Oceania. A África e, principalmente, a Ásia aumentaram sua parcela de participação na produção mundial (FAO, 2021). Em 2021, a produção mundial foi de 15,9 milhões de toneladas em uma área de 15,0 milhões de hectares e a produtividade média de 1.057 kg ha<sup>-1</sup> (FAO, 2023).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2019), a área plantada de grão-de-bico no Brasil aumentou consideravelmente de 26 ha em 2013, 280 ha em 2014, 300 ha em 2015, 460 ha em 2016, 800 ha em 2017, para 10 mil ha em 2018. A pequena produção brasileira foi insuficiente para abastecimento do mercado interno até o ano de 2017.

O mercado brasileiro de grão-de-bico demanda apenas o tipo comercial Kabuli e tem preferência pelo grão de maior diâmetro (acima de 12 mm) com coloração creme clara, que tem maior valor comercial. Considerando a baixa oferta do produto até 2017, o valor comercial chegou a ser o dobro do feijão, até R\$ 240,00 por saca de 60 kg. Em 2018, a produção foi da ordem de 24 mil toneladas e o consumo interno permaneceu praticamente inalterado, em oito mil toneladas (CONAB, 2020).

Dessa forma, de 2017 a 2018, o Brasil saiu da condição de importador de grão-de-bico e passou a ser exportador. Apesar de se esperar que o volume de importação fosse reduzido em função da expansão da produção nacional, em 2020 acordos comerciais culminaram na importação de 8.700 toneladas, principalmente do México e Argentina, o que representou déficit na balança comercial de aproximadamente US\$ 6,8 milhões (CONAB, 2020).

Apesar da baixa demanda nacional, o mercado sinaliza para o aumento do consumo interno e externo. Em 2019, o consumo global, fortalecido principalmente pela Índia e Oriente médio, superou 17 milhões de toneladas (movimentando cerca de 5,3 bilhões de dólares).

Por se tratar de uma leguminosa de inverno com proteína de alta qualidade, com grande potencial como cultivo alternativo, sobretudo no Cerrado, o baixo rendimento dessa espécie em muitas áreas do mundo é atribuído, principalmente, à falta de cultivares apropriadas para a região de plantio, ao baixo nível tecnológico empregado e ao ataque de doenças e pragas que, periodicamente, destroem a lavoura. Para Knights *et al.* (2007), a baixa produtividade mundial daquela época, entre 490 a 820 kg ha<sup>-1</sup>, estava associada à baixa disponibilidade de água do solo (plantios de sequeiro), às deficiências tecnológicas e ao limitado uso de fertilizantes.

Plantas daninhas, pragas e doenças constituem sérios problemas na produção dessa *pulse*, demandando o monitoramento do plantio à colheita. Entretanto, esses gargalos podem ser manejados e controlados por meio da combinação prática do uso de sementes certificadas, livre de doenças e plantas daninhas, utilização de cultivares resistentes, emprego da rotação de culturas, semeadura em época adequada, uso de defensivos agrícolas e outras formas de Manejo Integrado de Pragas – MIP (LONG *et al.*, 2019).

As principais doenças e pragas catalogadas no Brasil para o grão-de-bico são os fungos do solo e de parte aérea como *Fusarium* spp., *Ascochita rabiei*, *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia* spp., *Sclerotinia* spp., *Pythium* spp; o vírus TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus); os nematóides (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica*); e as lagartas (*Heliothis virescens* e *Helicoverpa armigera*). Entretanto, é esperado que, com a expansão da cultura, novas pragas e patógenos sejam identificados (BOITEUX *et al.*, 1995; NASCIMENTO *et al.*, 1998; LEISSO *et al.*, 2009; KHAN E JAVAID, 2015; NASCIMENTO *et al.*, 2016; CABRAL *et al.*, 2016; JENDOUBI *et al.*, 2017). Em alguns casos, as perdas devido ao ataque de fitopatógenos podem comprometer toda a produção (PANDE *et al.*, 2010)

A expansão e intensificação do cultivo de grão-de-bico pode trazer problemas desconhecidos em áreas tropicais do Brasil, principalmente em função de doenças causadas por microrganismos patogênicos que habitam o solo (NENE *et al.*, 2012), exemplo disso foi a identificação de espécies de *Calonectria*, causando doenças em plantas de grão-de-bico na região Centro-Oeste brasileiro (TRINDADE, 2019).

Os principais insetos que atacam as sementes armazenadas são os carunchos, da ordem Coleoptera, as traças, da ordem Lepidoptera, e larvas, da ordem Diptera. Os danos, por sua vez, ocasionam perda de valor comercial do produto e afetam a qualidade fisiológica da semente, proporcionando ainda entrada para diversos microrganismos fitopatogênicos (NASCIMENTO *et al.*, 1998).

### **3.2. Dessecação e Colheita**

O ponto de maturidade fisiológica (quando o vigor, a germinação e a massa de matéria seca são os mais elevados) é o momento ideal para retirada da semente do campo de produção. Nesta condição, a semente tende apresentar teor de água superior a 25% (JACINTO e CARVALHO, 1974; NEUBERN e CARVALHO, 1976). No entanto, quando a operação de colheita se inicia nessa ocasião, as plantas ainda se encontram com elevada quantidade de folhas e ramos verdes (elevada umidade). Esse estado do vegetal dificulta consideravelmente o uso de colhedoras, devido ao embuchamento da máquina, e causa maior injúria à semente (ADDICOTT e CARNS, 1964).

Os danos mecânicos têm forte relação com a umidade no momento da colheita e entre os malefícios provenientes da colheita realizada em momento inadequado estão trinca e ruptura completa da semente, reduzindo a germinação e o vigor (DIOS, 1994). Por esse motivo, os produtores optam pelo uso de herbicidas que visam acelerar o processo de secagem, prática denominada de dessecação pré-colheita.

Para o emprego da colheita mecanizada, é necessária a maturação uniforme de todas as vagens, fato que não ocorre adequadamente para o grão-de-bico. As sementes que amadurecem primeiro apresentam teor de água muito inferior às demais e têm o tegumento fragilizado, podendo romper facilmente no processo de trilha mecânica. Nesse sentido, o uso de dessecantes

e a definição do ponto de colheita de grão-de-bico são fundamentais para a manutenção da qualidade fisiológica. Geralmente, a colheita se inicia quando as sementes estão com teores de água entre 16 e 20%.

A utilização de dessecantes tem se destacado como alternativa para acelerar e, principalmente, homogeneizar a secagem das plantas, garantir colheita mais precoce, prevenir perdas de produtividade, gerar menor dano para as sementes, reduzir custo de secagem e diminuir a contaminação por sementes de plantas daninhas (ZUFFO *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2020). Essa prática é tradicionalmente utilizada para sorgo, trigo, soja, algodão, feijão, entre outros e representa ganhos para o produtor (FONSECA, 2001; MIGUEL, 2003; FERMAM e ANTUNES, 2009; SILVA, 2011; SEIDLER *et al.*, 2019).

O aspecto fisiológico essencial a ser observado durante o emprego de herbicidas dessecantes é a injúria na membrana celular, suficiente para permitir rápida perda de água (ADDICOTT e CARNS, 1964). Osborne (1968) destaca, ainda, que alguns herbicidas, como do grupo químico dos bipirilídios, agem na folha rapidamente, destruindo a permeabilidade da membrana celular e ocasionando acelerada perda de água e desidratação. Entretanto, Pelegrini (1986) destaca outros aspectos relevantes a serem considerados para o uso dos dessecantes, a saber: influência do herbicida na qualidade fisiológica da semente e possível permanência de resíduos tóxicos no grão colhido, ocasionando risco para alimentação humana e animal.

A época ideal de aplicação do herbicida é crítica para o máximo rendimento e melhor qualidade da semente. Assim como no feijão, no grão-de-bico as decisões são relacionadas à mudança das cores das vagens, teor de água, ponto máximo em matéria seca da semente/grão e estágio de degenerescência das folhas (MIGUEL, 2003; DA SILVA *et al.*, 2017). Estudos com feijão demonstraram que a aplicação prematura, antes do ponto de maturidade fisiológica, ocasiona redução significativa no rendimento, na germinação e vigor da semente e no tamanho do grão (TEÓFILO *et al.*, 1996; SILVA e FONSECA, 2014).

No Brasil, o emprego de dessecante no grão-de-bico é relativamente novo, mas o interesse nessa prática e na cultura vem aumentando consideravelmente. Além de reduzir o inconveniente da desuniformidade e da espera para secagem das plantas, o uso de herbicidas na pré-colheita auxilia no controle da reinfestação tardia de plantas daninhas e reduz o aparecimento destas na sucessão de culturas.



### 3.3. Ação do herbicida dessecante

A dessecação na pré-colheita é uma técnica que envolve a aplicação de herbicida para promover e acelerar artificialmente a secagem da planta, queda das folhas e perda de água das sementes, o que contribui para que a colheita ocorra em períodos mais próximos do ponto de maturidade fisiológica (LACERDA *et al.*, 2005). Entretanto, a definição do produto a ser utilizado, a identificação da maturação fisiológica da semente, a definição da época e das condições de aplicação, bem como a dose recomendada pelo fabricante são fundamentais para manutenção da qualidade fisiológica das sementes. É importante destacar que os herbicidas têm contribuído de forma relevante para agricultura, graças à eficácia, economia do emprego de recursos humanos e rapidez de aplicação.

Todavia, o controle de plantas daninhas na cultura do grão-de-bico e a dessecação são limitados devido ao pequeno número de produtos registrados no Brasil (MAPA, 2020). Diferentemente das formulações registradas para dessecação nas culturas de soja e feijão, carfentrazone-ethyl, diquat, flumioxazin, glufosinate ammonium, paraquat e saflufenacil, não há ainda registro destes para uso no grão-de-bico (MIGUEL, 2003; INOUE *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2015; TAVARES *et al.*, 2015; RODRIGUES e ALMEIDA, 2018).

Os herbicidas mais usados na dessecação pré-colheita não são seletivos e possuem ação rápida de senescência na planta, sem alterar as características vegetais normais. A grande maioria não transloca nas partes da planta e há a preferência por aqueles que não deixam resíduos no produto a ser colhido (RAÍSSE, 2019).

O diquat é um herbicida não seletivo, imóvel na planta (sem mobilidade) do grupo bipyridílio, inibidores do fotossistema I (FSI), que diminuem drasticamente a quantidade de água da biomassa vegetal. A morte da planta é tão rápida que a translocação é reduzida. Os sintomas após a aplicação podem ser observados em poucas horas (1 a 2 horas), quando aplicados em condições ideais, ou seja, temperaturas abaixo de 32 °C e umidade relativa do ar acima de 60% (MARCHI *et al.*, 2008). O mecanismo de ação desses produtos é de bloqueio de elétrons da fotossíntese. A necrose vegetal ocorre por conta da destruição de membranas celulares próximo aos locais de produção de radicais livres e pela degradação de ácidos graxos nos tilacóides (SANTOS *et al.*, 2005).

O ingrediente ativo carfentrazone-ethyl, utilizado na dessecação pré-colheita (produção de sementes e grãos), é também empregado no controle de diversas plantas daninhas tolerantes ao glifosato. É um produto aplicado na pós-emergência das plantas, seletivo e imóvel. O seu grupo químico é triazolona (aril-triazolinonas) e o mecanismo de ação inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase - PPO ou PROTOX, envolvida na rota biossintética da clorofila (GALLON *et al.*, 2016). Após a aplicação do carfentrazone-ethyl, ocorre aumento da quantidade das moléculas de protógeno (protoporfirinogênio IX). Essa reação resulta na peroxidação das membranas celulares da planta (SANTOS *et al.*, 2004). Dessa forma, os sintomas da dessecação podem aparecer no mesmo dia da aplicação.

O saflufenacil é um herbicida seletivo condicional de contato, do grupo químico pirimidinadiona (uracila), eficiente inibidor da PROTOX. Como a enzima PROTOX participa da rota sintética da clorofila e dos citocromos, o saflufenacil bloqueia a síntese destes compostos no processo fisiológico vegetal. Por consequência, há elevação de protoporfirinogênio no cloroplasto, que transporta para o citoplasma e, posteriormente, são convertidos para protoporfirina IX (pigmento fotodinâmico, que em presença de luz e oxigênio, gera oxigênio singleto, radicais livres). A morte das células é proveniente da alta reação provocada pela peroxidação dos lipídeos que constituem a membrana celular vegetal (GROSSMANN *et al.*, 2010). É um produto eficiente para diferentes espécies no Brasil e pode ser absorvido tanto pelas folhas como pelas raízes, tem reduzida mobilidade pelo floema e translocação acentuada no xilema (PEREIRA *et al.*, 2011).

O glufosinate ammonium (sal de amônio) é um herbicida não seletivo do grupo químico derivado de aminoácidos (homoalanina substituída), aplicado na pós-emergência das plantas. O mecanismo de ação consiste na inibição de glutamina sintetase (GS) na rota de assimilação do nitrogênio (N). O acúmulo de nitrogênio nas células ocasiona a morte da planta. A aplicação do glufosinate ammonium deve ocorrer quando as plantas daninhas estiverem em pleno crescimento. Os sintomas do uso do produto começam a ocorrer a partir do segundo dia de aplicação, caso as condições de aplicação tenham sido adequadas. As partes lignificadas da planta não funcionam como porta de entrada do glufosinate ammonium na planta (BRUNHARO *et al.*, 2014).

### 3.4. Qualidade fisiológica e fitossanitária

A capacidade da semente desempenhar funções vitais, tais como germinação, vigor e longevidade, é conhecida como qualidade fisiológica. Em condições de campo, essa capacidade natural influencia o estabelecimento primário da cultura (POPINIGIS, 1977). Por outro lado, vários são os resultados de pesquisas que apontam que a baixa qualidade fisiológica de sementes ocasiona reduções na emergência, na velocidade de crescimento, no tamanho da plântula e no estabelecimento dos estandes iniciais (plantas/metro). Por consequência, há relação direta com a diminuição da produção de matéria seca e da área foliar (PINTHUS E KIMEL, 1979; KHAH *et al.*, 1989; HÖFS *et al.*, 2004; KOLCHINSKI *et al.*, 2006; SCHUCH *et al.*, 2000; SCHEEREN *et al.*, 2010).

Entretanto, as vantagens iniciais dos campos implantados com sementes de elevada qualidade fisiológica tendem a se reduzirem durante o ciclo das plantas (TEKRONY *et al.* 1989, KHAH *et al.*, 1989; SCHUCH *et al.*, 2000). De acordo com essas pesquisas, isso ocorreria por conta da elevação da competitividade das plantas por recursos necessários para o crescimento (água, luz e nutrientes). Em campos provenientes de semente de alta qualidade, a competição por esses recursos se inicia mais cedo, em condições edafoclimáticas normais. Não é esperada relevante influência da qualidade fisiológica das sementes sobre o rendimento final de grãos, desde que não haja redução considerável no estande inicial (MARCOS FILHO, 1999).

A germinação do grão-de-bico é do tipo hipógea, ou seja, o epicótilo é a estrutura que emerge do solo e os cotilédones permanecem abaixo da superfície, onde são decompostos logo após o consumo das reservas pela plântula. Por conta desse comportamento da espécie, a qualidade sanitária e o tratamento da semente tornam-se fundamentais para qualidade das novas plantas. Neste contexto, o objetivo principal do tratamento de sementes é controlar insetos e patógenos transportados pela própria semente e/ou presentes no solo durante a fase inicial da cultura (AVELAR, 2016).

Embora o grão-de-bico seja mais resistente do que alguns grupos de feijão, as sementes são extremamente frágeis e os danos e injúrias podem ocorrer facilmente. É importante realizar uma boa regulagem das máquinas de colheita e evitar o manuseio excessivo. As embalagens precisam ser cuidadosamente manipuladas. Qualquer operação de movimentação inadequada

pode romper o revestimento externo da semente e causar lesões críticas na semente. Por outro lado, sementes bem manejadas e armazenadas corretamente proporcionam bons estandes de semeadura e possibilitam plantas vigorosas (LONG *et al.*, 2019).

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes tem recebido muita atenção dos produtores de sementes, reembaladores, comerciantes, laboratórios, usuários (produtores de grãos ou pecuaristas) e pesquisadores. A análise adequada e bem ajustada à espécie permite a obtenção de resultados precisos quanto à qualidade dos lotes comercializados. Além dos estudos voltados para melhoria dos protocolos, muito se tem feito para correlacionar os resultados (tanto de métodos diretos, como de métodos indiretos) e para reduzir o tempo dos testes. Se por um lado os laboratórios precisam de prazo para cumprir cada protocolo, por outro, a indústria de sementes corriqueiramente tem demandado informações rápidas para tomada de decisão. Os resultados precisam estar disponíveis em curto espaço de tempo para as operações de colheita, recepção, beneficiamento, armazenamento, comercialização e plantio (MARCOS FILHO *et al.*, 1990).

A utilização de sementes, mudas e propágulos com alta qualidade fisiológica permitem elevação no desempenho da cultura em campo, favorece a expressão genética do genótipo, ocasiona adequado estabelecimento, formação da população pretendida e garante o desenvolvimento de plantas saudáveis, mesmo em condições adversas relacionadas a solo, clima, microrganismo, pragas e estresse. Em resumo, o que o produtor espera de um lote de sementes é que ele seja puro, tenha boa viabilidade, bom vigor e permita a expressão das características da cultivar.

O êxito da cultura é influenciado, dentre outros aspectos, pelo apropriado estabelecimento das plântulas em campo. A qualidade da produção agrícola está intimamente relacionada com a qualidade fisiológica das sementes. A não utilização de sementes de alta qualidade, além de comprometer a produtividade e ocasionar falhas no estande de plantas, também afeta a homogeneidade do produto que será colhido (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

A manipulação e o uso de insumos biológicos, como as sementes, demandam cuidados especiais sob diversos aspectos (MACHADO, 2000). Um importante fator a ser considerado na qualidade das sementes é a associação destas com microrganismos, principalmente em regiões

tropicais. Nesses ambientes, as condições climáticas mais intensas e diversificadas podem viabilizar a aparição de diversos problemas fitossanitários.

Vários são os danos causados pela associação de patógenos às sementes, entre eles: podridão radicular, tombamento de mudas, infestação da parte aérea, mancha necrótica em folhas e caules, subdesenvolvimento da plântula, morte em pré e pós-emergência, descoloração de tecidos, infecções latentes, deformação como hipertrofias, bem como redução da germinação, vigor e apodrecimento (HENNING e FRANÇA-NETO, 1980; MERTZ *et al.*, 2009; TALAMINI *et al.*, 2012).

A contaminação de fungos no tegumento (envoltório protetor da semente) pode favorecer a infecção secundária e influenciar negativamente nos procedimentos de avaliação do poder germinativo da semente. Portanto, o tratamento químico de sementes, em especial de grão-de-bico, pode ser um importante aliado para que a germinação e a formação das plântulas ocorram de maneira adequada. O tratamento preventivo das sementes também é necessário para o plantio de campos comerciais, haja vista que muitos patógenos estão presentes no solo, na semente e, em muitos casos, na parte aérea de plantas presentes nas áreas de cultivo. Dessa forma, os protetivos utilizados podem ocasionar a proteção da semente por até 12 dias (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; PEREIRA *et al.*, 1993).

Por conta disso, além dos testes necessários para comprovação da qualidade fisiológica da semente, é importante a realização de testes de sanidade, bem como a realização de testes que comprovem a transmissão epidemiológica de algum possível patógeno (FANTINEL *et al.*, 2017). É importante destacar que a semente com incidência de microrganismos patogênicos é um importante veículo disseminador de doenças, interferindo negativamente na produtividade, qualidade do produto e, em alguns casos, condenando o campo de produção de sementes ou o uso específico do grão – como no caso das micotoxinas (STEFANELO *et al.*, 2012).

### **3.5. Armazenamento de sementes**

Condições inadequadas de armazenamento contribuem para deterioração e redução da qualidade da semente, além de depreciar o valor de mercado do grão. A condição de estocagem e manutenção dos volumes deve primar pela qualidade fisiológica, física e sanitária de grãos e,

principalmente, de sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). O armazenamento sob condições inadequadas acelera o processo de envelhecimento das sementes, proporciona a perda do poder germinativo, viabilidade e pode ocasionar a formação de plântulas de menor tamanho e/ou anormais (TOLEDO e MARCOS FILHO, 1977; POPINIGIS, 1985; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A umidade e a temperatura são os fatores mais relevantes para manutenção das características de qualidade e conservação das sementes armazenadas (BASS, 1979; MACEDO *et al.*, 1998; AMORIM *et al.*, 2021). Mesmo no armazenamento, a semente precisa ser percebida e tratada como ser vivo. Após a colheita, esse insumo vegetal continua respirando e demanda condições adequadas para que o consumo de energia seja o menor possível. Ou seja, não prejudique suas reservas e comprometa o tempo de vida útil. Todas as condições de transporte, manuseio e armazenamento devem favorecer a redução da respiração.

Em relação ao armazenamento, as sementes podem ser classificadas como ortodoxas e recalcitrantes, conforme comportamento em relação ao armazenamento. As sementes recalcitrantes não suportam serem secas por meio dos métodos tradicionais de secagem e, após serem armazenadas com elevado teor de água, em curto espaço de tempo perdem a viabilidade. Enquanto que as sementes ortodoxas podem ser acondicionadas em ambientes de baixas temperaturas e desidratadas a reduzidos níveis de umidade, entre 5 e 7% de umidade (RUTHS *et al.*, 2019)

Tanto a presença de água como temperaturas altas proporcionam condições ideais para o desencadeamento de diversas reações químicas e biológicas na semente. Por outro lado, a conservação de sementes ortodoxas, como as de grão-de-bico, em ambiente com temperatura e umidade relativa mais baixas apresentam condições que garantem a manutenção de baixo nível de atividade de reações químicas e preservam o vigor e poder germinativo (POPINIGIS, 1985; MARCOS FILHO, 2005).

Em condições não controladas as sementes tendem a sofrer flutuações em seu teor de água durante o armazenamento. Essas variações são acompanhadas das alterações de umidade relativa do ar do ambiente (RAÍSSE, 2019). Sendo higroscópicas, as sementes perdem ou absorvem umidade até chegarem ao equilíbrio com o ar ambiente (GOLDFARB e QUEIROGA, 2013).

No que se refere ao teor de água, sementes com teores de água acima de 13% ficam mais vulneráveis ao ataque de microrganismos, que podem comprometer a viabilidade (HARRINGTON, 1972). Entre os principais fatores bióticos prejudiciais incidentes em volumes armazenados com umidade elevada está a ocorrência de fungos (GOLDBACH, 1979). O aumento do teor de água tem relação direta com o aumento da quantidade de fatores adversos à conservação da qualidade fisiológica da semente (POPINIGIS, 1977).

Ainda de acordo com Popinigis (1977 *apud* GOLDFARB e QUEIROGA, 2013) diferentes são as condições ocasionadas pelos níveis de água da semente (Tabela 1).

**Tabela 1** - Influência do teor de água nas condições da semente armazenada.

Teor de Água	Condições durante o armazenamento
Superior a 45-60%	As sementes tendem a germinar
Entre 18-20% e 45-60%	Favorece o aquecimento do volume, devido à elevada velocidade de respiração das sementes e dos micro-organismos. A temperatura pode ser suficientemente elevada a ponto de matar a semente
Entre 12-14% e 18-20%	Favorece o desenvolvimento de micro-organismos, principalmente de fungos. Se houver injúrias ou danos físicos, as sementes ficam suscetíveis à infecção
Entre 8-9% e 12-14%	Supressão ou redução da atividade de insetos
Entre 4-8%	Armazenamento favorável em embalagens impermeáveis

**Fonte:** Adaptado de Goldfarb e Queiroga (2013).

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDICOTT, F. T.; CARNS, H. R. Abscission responses to herbicides. In AUDUS, I. J. The physiology and biochemistry of herbicides. **Academic Press**, New York, p. 276-289, 1964.

AMORIM, I. P.; SOUZA, J. G.; BARBEDO, C. J. Análise comparativa das taxas de deterioração de sementes ortodoxas de *Erythrina speciosa* e recalcitrantes de *Eugenia* spp. **Iheringia, Série Botânica**, v. 76, 2021

ARTIAGA, O. P. **Avaliação de genótipos de grão-de-bico no cerrado do planalto central brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade de Brasília, Brasília, DF. 92p., 2012.

ARTIGA, O.P.; SPEHAR, C.R.; BOITEUX, L.S.; e NASCIMENTO, W.M. Avaliação de genótipos de grão-de-bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. **Agrária** 10(1): p. 102-109, 2015.

AVELAR, T. I. S. **Produção e qualidade de sementes de grão-de-bico em diferentes épocas de plantio e colheita no Norte de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias / UFMG, 100 p., 2016.

BASS, L.N. Physiological and other aspects of seed preservation. In: RUBENSTEIN, I.; PHILLIPS, R.L.; GREEN, C.E.; GENGENBACH, B.G. **The plant seed: development, preservation and germination**. New York: Academic Press, p.145-170, 1979.

BERGER, J. D; MILROY, S.P.; TURNER, N.C.; SIDDIQUE, K. H. M.; IMTIAZ, M.; MALHOTRA, R. Chickpea evolution has selected for contrasting phenological mechanisms among different habitats. **Euphytica** 180, p. 1-15, 2011. <https://doi.org/10.1007/s10681-011-0391-4>.

BICER, B.T. The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil. **African Journal of Biotechnology**, v.8, n.8, p. 1482-1487, 2009.

BOITEUX, L.S.; DE ÁVILA, A.C.; GIORDANO, L. de B.; LIMA, M.I.; KITAJIMA, E.W. Apical Chlorosis disease of chickpea (*Cicer arietinum* L.) caused by tomato spotted wilt virus in Brazil. **Journal of Phytopathology**, v.143, p.629-631, 1995.

BRUNHARO, C.; CHRISTOFFOLETI, P.; NICOLAI, M. Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 13(2), 163-177, 2014. doi: <https://doi.org/10.7824/rbh.v13i2.293>



CABRAL, C. S.; MELO, M. P.; FONSECA, M. E. N.; BOITEUX, L. S.; REIS, A. A root rot of chickpea caused by isolates of the *Fusarium solani* species complex in Brazil. *Disease Notes. Plant Disease*, 100: 2171, 2016.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ª ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 588 p., 2000.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento, Portal de informações agropecuárias, **Relatório de Importação e Exportação Brasileira**, 2020. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/comercio-exterior-por-pais>>. Acesso em 17 de abril de 2020.

CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das plantas exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: **Imprensa Nacional**. vol. 6, p. 1926-1978, 1985.

DA SILVA, P. V.; RONCHI FILHO, P. C. C.; DOS SANTOS, P. H. V.; MORAES, N.; MONQUERO, P. A.; TRONQUINE, S.; BUZZATO, A. C. B. Dessecação da cultura do feijão através de herbicidas visando à antecipação de colheita. **Revista Ensaios Pioneiros**, 1(1), p. 14-25, 2017.

DIOS, C.A. Cosecha In: AMARO, E. (Coord.). **Produccion de girassol. Buenos Aires: Asociacion Argentina de Consorcios Regionales de Experimentacion Agrícola** (Cuadernos de Actualizacion Tecnica, n. 40), p. 99-106, 1994.

DRECCER, M. F.; FAINGES, J.; WHISH, J.; OGBONNAYA, F. C; e SADRAS, V. O. Comparison of sensitive stages of wheat, barley, canola, chickpea and field pea to temperature and water stress across Australia. **Agricultural and Forest Meteorology**. 248, 275-294, 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Pulses e o grão-de-bico: importante mercado mundial para o Brasil**. Notícias da Embrapa, Brasília, 09 de dezembro de 2019. Produção Vegetal. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/48714778/artigo---pulses-e-o-grao-de-bico-importante-mercado-mundial-para-o-brasil>>. Acesso em 14 de outubro de 2021.

FANTINEL, V. S.; DE OLIVEIRA, L. M.; CASA, R. T.; DA ROCHA, E. C.; SCHNEIDER, P. F.; POZZAN, M.; LIESCH, P. P.; RIBEIRO, R. A. Fungos associados às sementes de *Acca sellowiana*: efeitos na qualidade fisiológica das sementes e transmissão. **Agrarian**, Dourados, v. 10, n. 38, p. 328-335, dez. 2017. ISSN 1984-2538. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/4509/4155>>. Acesso em: 21 fev. 2020. doi: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i38.4509>.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**, 2018. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em 13 de junho de 2018.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**, 2020. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2020.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**, 2021. Disponível em: < <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em 14 de outubro de 2021.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**, 2023. Disponível em: < <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em 30 de março de 2023.

FERMAM, R. K. S.; ANTUNES, A. M. S. Uso de defensivos agrícolas, limites máximos de resíduos e impacto no comércio internacional: estudo de caso. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.7, n.2, p.197-214, 2009.

FERNANDES, T. C. R.; CAMARGOS, L. F.; CAMILO, P. A.; JESUS, FG.; SIQUEIRA, A. P. S. Technological characterization of BRS Cristalino chickpea flour. **Brazilian Journal of Food Technology**, 25 p., 2022.

FIKRE, A. Progresses of chickpea research and development in Ethiopia. **Harnessing Chickpea Value Chain for Nutrition Security and Commercialization of Smallholder Agriculture in Africa**, p. 25, 2016.

FONSECA, N. **Influência da aplicação de Paraquat sobre a produção e a qualidade de semente de soja (*Glycine max (L.) Merril*)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, 48 p., 2001.

GALLON, M.; BUZZELLO, G.; TREZZI, M.; DIESEL, F.; SILVA, H. Ação de herbicidas inibidores da PROTOX sobre o desenvolvimento, acamamento e produtividade da soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [S.l.], v. 15, n. 3, p. 232-240, set. 2016. ISSN 2236-1065. Disponível em: <<http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/471>>. Acesso em 14 maio 2020. Doi: <https://doi.org/10.7824/rbh.v15i3.471>.

GAUR P. M.; TRIPATHI, S.; GOWDA, C.L.L.; RANGARAO, G.V.; SHARMA, H.C.; PANDE, S.; SHARMA, M. **Chickpea seed production manual**. Pantacheru, Andhra, Pradesh, India, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 28 p., 2010.

GOLDBACH, H. Imbibed storage of *Melicoccus bijugatus* and *Eugenia brasiliensis* using abscisic acid as a germination inhibitor. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.7, p.403-406, 1979.

GOLDFARB, M.; QUEIROGA, V. de P. Considerações sobre o armazenamento de sementes. **Tecnol. & Ciên. Agropec.** João Pessoa, v.7, n.3, p.71-74, set. 2013

GOMES, D. P.; BARROZO, L. M.; SOUZA, A. L.; SADER, R.; SILVA, G. C. Efeito dos níveis de vigor e do tratamento fungicida nos testes de germinação e de sanidade de sementes de soja. **Bioscience Journal**, 25(6), 2009.

GROSSMANN, K.; NIGGEWEG, R.; CHRISTIANSEN, N.; LOOSER, R.; EHRHARDT, T. The Herbicide Saflufenacil (Kixor™) is a New Inhibitor of Protoporphyrinogen IX Oxidase Activity. **Weed Science**, 58(1), 1-9, 2010. doi:10.1614/WS-D-09-00004.1

HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed biology: insects, seed collection, storage, testing and certification**, v.3. New York: Academic Press, cap. 3, p.145-245, 1972.

HENNING, A.A.; FRANÇA-NETO, J.B. Problemas na avaliação de germinação de sementes de soja com alta incidência de *Phomopsis* sp. **Revista Brasileira de Sementes**, v.2, n.3, p.9-22, 1980.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.92-97, 2004.

ICRISAT - INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS. **Chickpea**, 2013. Disponível em: <<http://www.icrisat.org/cropchickpea.htm>>. Acesso em 13 de junho de 2018.

INOUE, I. H.; PEREIRA, P. S. X.; MENDES, K. F.; BEN, R. DALLACORT, R.; MAINARDI, J. T.; ARAÚJO, D. V.; CONCIANI, P. A. Determinação do estágio de dessecação em soja de hábito de crescimento indeterminado no Mato Grosso. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.1, p.71-83, 2012.

JACINTO, J. B. C.; CARVALHO, N. M. Maturação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merril. **Científica**, v. 1, p. 81-88, 1974.

JALOTA, S. K.; SOOD, A.; e HARMAN, W. L. Assessing the response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield to irrigation water on two soils in Punjab (India): A simulation analysis using the CROPMAN model. **Agricultural Water Management**, 79 (3), 312–320, 2006.

JENDOUBI, W.; BOUHADIDA, M.; BOUKTEB, A.; BÉJI, M.; KHARRAT, M. *Fusarium* wilt affecting chickpea crop. Review. **Journal Agriculture**, 7:1-1, 2017.

KHAH, E. M.; ROBERTS, E. H.; ELLIS, R. H. Effects of seed ageing on growth and yield of spring wheat at different plant-population densities. **Field Crops Research**, v. 20, p.175-190, 1989.

KHAN, I. H.; e JAVAID, A. Chemical control of collar rot disease of chickpea. **Pakistan Journal of Phytopathology**, 27: 61-68, 2015.

KNIGHTS, E.J.; AÇIKGOZ, N.; WARKENTIN, T.; BEJICA, G.; YADAV, S.S.; SANDHU, J.S. Area, production and distribution. In: Yadav S.S.; Redden, R.J.; Chen, W.; Sharma, B. (Eds.). **Chickpea breeding and management**. Wallingford: CABI. cap. 7, p.167-178, 2007.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, p. 163-166, 2006.

LACERDA, A. L. S.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E.; e VALERIO FILHO, W. V. Efeito da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 447-457, 2005.

LEISSO, R.S., MILLER P.R., BURROWS M.E. The influence of biological and fungicidal seed treatments on chickpea (*Cicer arietinum* L.) damping-off. **Canadian Journal Plant Pathology**, 31:38-46, 2009.

LONG, R., LEINFELDER-MILES, M., MATHESIUS, K., BALI, K., LIGHT, S., GALLA, M. e MEYER, R. D. Garbanzo Bean (Chickpea) Production in California. **Agriculture and Natural Resources** - ANR, Publication 8634, University of California, 18p. 2019.

MACEDO, E.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, p.454-461, 1998.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 138 p., 2000.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadastro Nacional De Cultivares Registradas – CNCR**. Consulta ao Registro Nacional de Cultivares (CultivarWeb) / Sistema Nacional de Sementes e Mudas – SNSM / Ministério da Agricultura e Pecuária, Brasília, MAPA, 2023. Disponível em: <[https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)>. Acesso em 30 de março de 2023.

MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G.; **Herbicidas: mecanismos de ação e uso**. Documentos/Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, 36p. 2008

MARCOS FILHO, J.; DA SILVA, W. R.; NOVEMBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 12, p. 1805-1815, 1990.

MARCOS FILHO, J. Conceitos e testes de vigor para sementes de soja. In: Anais do **Congresso Brasileiro de Soja**, Londrina. Anais. Londrina: Embrapa Soja, p. 220-226, 1999.

MARCOS FILHO, J. Deterioração de sementes. In: MARCOS FILHO, J. (ed.). **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, cap. 9, p. 291-348, 2005.

MERGA, B.; HAJI, J. Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. **Food & Agriculture**, 5:1-13, 2019.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, 39(1), 13-18, 2009.

MIGUEL, M. H. **Herbicidas dessecantes**: momento de aplicação, eficiência e influência no rendimento e na qualidade de sementes de feijão. 2003. 111f. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. AGROFIT: **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. MAPA/CGAF/DFIA/DAS, Brasília, Brasil, 2020. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em 13 de maio de 2020.

NENE, Y. L.; REDDY, M. V.; HAWARE, M. P., GHANEKAR, A. M.; AMIN, K. S.; PANDE, S.; SHARMA, M. Field Diagnosis of Chickpea Diseases and their Control. Information Bulletin 28. Technical Report. **International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics**. Andhra Pradesh, India, 2012.

NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, H. B. S.; GIORNADO, L. B. **Cultivo do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)**. Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças 14: CNPH, Brasília/DF. 13p, 1998.

NASCIMENTO, W. M.; DIAS, D. C. F. S.; DA SILVA, P. P. Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. **Embrapa Hortaliças - Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2011.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P.; ARTIAGA, O. P.; SUINAGA, F. A. Grão-de-bico. In: Nascimento W. M. (Ed.) **Hortaliças Leguminosas**. Brasília/DF 1:99-118, 2016.

NEUBERN, R. G.; CARVALHO, N. M.; Maturação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Científica**, v. 4, n. 1, p. 28-32. 1976.

OSBORNE, D. J. Defoliation and defoliant. **Nature**, v. 219, n. 10, p. 564-567. 1968.

PANDE, S.; SHARMA, M.; GAUR, P.M.; GOWDA, C. L. L. Host Plant Resistance to Ascochyta Blight of Chickpea. **International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics**. Bulletin 82. Andhra Pradesh, India, 2010.

PAUL, P.; PATIL, S. S.; MANOJKUMAR, N.; GANDHI, M. K. Study of correlations and path evaluations to find yield contributing characters in chickpea genotypes. **International Journal of Environment and Climate Change**, 83-90, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.9734/IJECC/2022/v12i830725>>. Acessado em 26 de outubro de 2022.

PELEGRINI, H. F. **Maturação das sementes e dessecação química do feijoeiro em cultivo de inverno**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Sementes). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 81 p., 1986.

PEREIRA, L. A. G.; COSTA, N. P.; ALMEIDA, M. R.; FRANÇA NETO, J. B.; GILIOLI, J. L.; HENNING, A. A. Tratamento de sementes de soja com fungicida e/ou antibiótico, sob condição de semeadura em solo com baixa disponibilidade hídrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 241-246, 1993.

PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, D.; RODRIGUES, A.C.P.; SOUZA, G. S. F. e CARDOSO, L.A. Seletividade do herbicida saflufenacil a *Eucalyptus urograndis*. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 617-624, 2011.

PEREIRA, T.; COELHO, C.; SOBIECKI, M.; SOUZA, C. Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja em Função da Dessecação Pré-Colheita. **Planta Daninha**, 33(3), 441-450, 2015.

PINTHUS, M. J.; KIMEL, U. Speed of germination as criterion of seed vigor in soybeans. **Crop Science**, v. 19, p. 291-292, 1979.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. AGIPLAN, Brasília, DF, 1977.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: [s.n.], 289p., 1985.

RAÍSSE, E. R. Efeito de herbicidas dessecantes na antecipação da colheita, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa / UFV, 45 p., 2019.

REDDEN, R. J.; BERGER, J. D. History and Origin of chickpea. In: YADAV, S.S.; REDDEN, R.J.; CHEN, W.; SHARMA, B. (Ed.). **Chickpea Breeding and Management**. Pondicherry, Índia: CABI, p. 1-13, 2007.

RODRIGUES, B. N.; e ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 7ª edição, Londrina: Edição dos Autores, 764 p., 2018.

RUBIALES, D.; MIKIC, A. Introduction: legumes in sustainable agriculture. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.34, N° 2-3, 2015.

RUTHS, R.; DA SILVA BONOME, L. T.; TOMAZI, Y.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; LIMA, C. S. M. Influência da temperatura e luminosidade na germinação de sementes das

espécies: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 2, 194-201, 2019.

SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, E. A.; SILVA, A. A.; SILVA, F.M.; FERREIRA, L. R. Qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) após aplicação do carfentrazoneethyl em pré-colheita. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 633-639, 2004.

SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; FERREIRA, E. M.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeitos da dessecação de plantas de feijão sobre a qualidade de sementes armazenadas. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4. p. 645-651, 2005.

SCHEEREN, B. R., PESKE, S. T., SCHUCH, L. O. B., e BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, 32(3), 35-41, 2010.

SCHLICHTING, M.; PETRY, C.; DUTRA, C. Qualidade de sementes de *Cicer arietinum* L. para produção de brotos germinados. **Cadernos de Agroecologia**, vol. 15, n. 2, 2020.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.305-312, 2000.

SEIDLER, E. P.; VELHO, J. P.; CHRISTOFARI, L. F.; ALMEIDA, P. S. G; ANDREATTA, T. Dessecação em pré-colheita do trigo: nova preocupação para a qualidade do cereal no consumo humano. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 18, n. 3, jul./set., p. 200-208, 2019.

SILVA, H. P. **Dessecação de plantas de girassol e qualidade das sementes armazenadas**. Lavras: UFLA, 76 p., 2011.

SILVA, J. G. da; FONSECA, J. R. Colheita. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**. p. 209-222, 2014.

SILVA, J. N.; COSTA, E. M.; PEREIRA, L. S.; GONÇALVES, E. C. Z.; ZUCHI, J.; JAKELAITIS, A. Rendimento e qualidade de sementes de feijão-caupi após a aplicação de herbicidas dessecantes. **Journal of Seed Science**, 42, 2020.

SINGH, K.B.; SAXENA, M. C. **Chickpeas**. The Tropical Agriculturalist Series. CTA/Macmillan/ICARDA. Macmillan Education Ltd., London: UK, 134 p., 1999.

STEFANELLO, J.; BACHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; HIRATA, L. M.; e PONTIM, B. C. A. Incidência de fungos em grãos de milho em função de diferentes épocas de aplicação foliar de fungicida. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 42(4), 476-481, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000400014>>. Acesso em 21 de fevereiro de 2020.

SWAMY, S. G., RAJA, D. S.; e WESLEY, B. J. Susceptibility of stored chickpeas to bruchid infestation as influenced by physico-chemical traits of the grains, **Journal of Stored Products Research**, Volume 87, 2020, 101583, ISSN 0022-474X, <<https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101583>>. Acesso em 17 de novembro de 2021.

TALAMINI, V.; CARVALHO, H. W.; OLIVEIRA, I. R. **Qualidade sanitária de sementes de soja de diferentes cultivares introduzidos para o cultivo em Sergipe**. Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2012.16 p.

TERASAWA, J. M.; PANOBIANCO, M.; POSSAMAI, E.; KOEHLER, H. S. Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 765-773, 2009.

TAVARES, C. J.; ARAÚJO, A. C.; JAKELAITIS, A.; RESENDE, O.; SALES, J. D. F.; FREITAS, M. A. Qualidade de sementes de feijão-azuki dessecadas com saflufenacil e submetidas ao armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 12, p. 1197-1202, 2015.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; WICKHAM, D.A. Corn seed vigor on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield. **Crop Science**, v.29, p.1528-1531, 1989.

TEÓFILO, E. M.; ANDRADE, M. J. B.; FRAGA, A. C.; e SOUZA, I. F. Dessecação química na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): efeitos sobre a produção de grãos. **Ciência e Agrotecnologia**, 20:425-436, 1996.

TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. **Manual de sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 224 p., 1977.

TRINDADE, N. L. S. R. **Identificação de espécies de *Calonectria* e reação de acessos de grão-de-bico a isolados de *Calonectria brassicae***. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil, 60 p., 2019.

VIEIRA, R. F.; RESENDE, M. A. V. D.; VIEIRA, C. Leopoldina: primeira cultivar de grão-de-bico para Minas Gerais. **Horticultura Brasileira** [online], v. 17, n. 3, pp. 257-258, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-05361999000300018>>. Acesso em 12 Novembro 2021.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R.F. (2001) **Leguminosas graníferas**. Viçosa, Editora UFV, p.141-150, 2001.

XU, M.; J. I. N., Z.; O. H. M., J. B.; SCHWARZ, P.; RAO, J.; CHEN, B. Improvement of the antioxidative activity of soluble phenolic compounds in chickpea by germination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 66 (24), 6179-6187, 2018.



ZUFFO, A; SANTOS, M. D. A. D; OLIVEIRA, I. C. D; ALVES, C. Z; AGUILERA, J. G; TEODORO, P. E. Does chemical desiccation and harvest time affect the physiological and sanitary quality of soybean seeds? **Revista Caatinga** 32: 934-942, 2020.

CAPÍTULO I:

**Herbicidas dessecantes na antecipação da colheita e manutenção da qualidade de sementes de grão-de-bico<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Artigo aceito para publicação na revista Horticultura Brasileira – HB, v. 41, janeiro-março/2023.

## HERBICIDAS DESSECANTES NA ANTECIPAÇÃO DA COLHEITA E MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO

**Resumo:** Herbicidas dessecantes podem promover a uniformidade de maturação, antecipar a colheita e proporcionar manutenção na qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o uso de herbicidas dessecantes na antecipação da colheita e na qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico. Os tratamentos foram constituídos da dessecação com os herbicidas nas respectivas doses: glufosinate ammonium (200, 400 e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>), diquat (200, 400 e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>), carfentrazone ethyl (15, 30 e 37,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e saflufenacil (49, 98 e 122,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>). O arranjo experimental foi em esquema fatorial 4 x 3 + 1 (testemunha como tratamento adicional, sem herbicida), em blocos casualizados, com quatro repetições. O saflufenacil, sob a dose de 49 g i.a. ha<sup>-1</sup>, foi o que apresentou a menor antecipação da colheita (4 dias) e baixo vigor (50%). O glufosinato, sob a dose de 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, foi o mais promissor na dessecação, por possibilitar maior germinação (84%) e vigor (78%), além de promover a antecipação da colheita em até 17 dias, enquanto o ciclo normal da cultura do grão-de-bico, observado na testemunha, foi de 154 dias.

**Palavras-chave:** *Cicer arietinum* L., Fabaceae, glufosinato, diquate, carfentrazone-etílica, saflufenacil.

## CHEMICAL DESICCANTS FOR ANTICIPATION OF HARVEST AND MAINTAINING THE QUALITY OF CHICKPEA SEEDS

**Abstract:** Desiccating herbicides can promote uniformity of maturation, and early harvest and provide improvements in the physical, physiological, and sanitary seeds quality. The objective of this work was to evaluate the use of herbicides in early harvest and in the physiological quality of chickpea seeds. The experimental design was of the randomized block with four replications, considering of a complete factorial design with one control (no application) + two factors (four herbicides x three different doses): glufosinate-ammonium (200, 400 e 500 g a.i. ha<sup>-1</sup>), diquat (200, 400 and 500 g a.i. ha<sup>-1</sup>), carfentrazoneethyl (15, 30 and 37.5 g a.i. ha<sup>-1</sup>) and saflufenacil (49, 98 and 122.5 g a.i. ha<sup>-1</sup>). Saflufenacil (49 g a.i. ha<sup>-1</sup>) showed the lowest harvest anticipation (4 days) and a low percentage of vigor (50%). Glufosinate (400 g a.i. ha<sup>-1</sup>), was the most promising as it increased germination to 84% and vigor to 78%, in addition to promoting the anticipation of harvest by up to 17 days, while the normal cycle of the crop, observed in the control, was 154 days.

**Keywords:** *Cicer arietinum* L.; Fabaceae; Carfentrazone-ethyl; diquat; glufosinate-ammonium; saflufenacil.

# 1. INTRODUÇÃO

A produção e expansão das áreas em regime de sequeiro e irrigado de grão-de-bico estão possibilitando a ampliação da diversidade de produção brasileira (CORDEIRO *et al.*, 2015). Esse fato exerce importante influência no mercado de sementes, uma vez que aumenta ainda mais a exigência com relação à qualidade fisiológica e sanitária para a cultura.

O processo de maturação envolve profundas alterações morfológicas, fisiológicas e funcionais da semente. Esse processo se inicia com a maturação do óvulo e chega até o momento em que as sementes podem ser colhidas. As principais alterações observadas são variação da massa seca, do teor de água, tamanho, germinação e vigor, além de modificações bioquímicas (POPINIGIS, 1985; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Se, após a maturação, a semente for submetida a elevadas precipitações pluviais, oscilações de umidade relativa do ar e variações de temperatura, poderão ocorrer acentuadas perdas na qualidade fisiológica em campo. Outro fator que pode afetar esta qualidade são os fatores genéticos envolvidos em cada cultivar.

O ponto de maturidade fisiológica, ou seja, quando o vigor, germinação e massa de matéria seca são os mais elevados, é o melhor momento para realização da colheita (sementes com alta qualidade). Entretanto, quando a colheita ocorre nesta ocasião, as plantas ainda se encontram com acentuada quantidade de folhas, com ramos verdes e úmidos, o que dificulta a colheita mecanizada e aumenta a quantidade de injúrias às sementes.

Para plantas de crescimento indeterminado, como é o caso do grão-de-bico, a floração e maturação não acontecem de uma só vez. É um processo contínuo que torna possível uma mesma planta apresentar diferentes estádios de maturação de sementes. Essa característica das plantas de crescimento indeterminado dificulta ainda mais a identificação do ponto de colheita.

Quando a colheita é feita no momento exato, é possível aliar elevado rendimento e excelente qualidade de semente (TRANCOSO *et al.*, 2021). Sendo assim, a identificação do ponto de maturidade das sementes e definição do ponto de colheita são fundamentais para garantir bom produto e conservar as sementes com elevada qualidade fisiológica. O teor de água ideal para colheita de grão-de-bico está entre 10 e 12% (LONG *et al.*, 2019).

A colheita mecânica direta prioriza a uniformidade das vagens, fato que nem sempre ocorre no grão-de-bico. Dessa forma, as sementes que amadurecem primeiro apresentam baixo teor de água, enquanto restam algumas ainda com elevado teor de água. Isso faz com que algumas injúrias sejam maiores ou menores, conforme o grau de uniformidade do campo de produção.

Levando em consideração todas essas variáveis, uma etapa que se mostra extremamente crítica no processo de produção de grão-de-bico é a colheita, pois a maturação das vagens pode apresentar grande desuniformidade e, por consequência, elevado teor de água. Por outro lado, com a prorrogação da colheita, o tempo de ocupação da terra é aumentado, as sementes ficam sujeitas à deterioração, ao ataque de microrganismos e pragas, bem como a possíveis precipitações pluviométricas, pouco interessantes para a qualidade fisiológica da semente.

Acredita-se, portanto, que o emprego de herbicidas dessecantes possa promover a aceleração da secagem das plantas e o aumento da uniformidade de maturação, de forma a antecipar a colheita e trazer manutenção da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes produzidas. A aplicação de herbicidas dessecantes minimiza a deterioração da qualidade das sementes no campo e ainda proporciona a antecipação da colheita em áreas de produtores de semente e grãos (INOUE *et al.*, 2003). O emprego desses produtos normalmente é efetuado quando a maioria das sementes está madura, com o intuito de promover a homogeneidade de maturação, a diminuição de perdas na colheita e a aceleração da secagem das plantas.

Entretanto, é importante levar em consideração alguns aspectos no processo de tomada de decisão para uso de herbicidas dessecantes, tais como: melhor momento da colheita, eficiência do herbicida e a influência da aplicação e dose do produto na qualidade da semente. Também é preciso tomar cuidado com o uso dos dessecantes no que se refere a rendimento de semente, germinação e vigor.

A prática de dessecação é comumente empregada em culturas como algodão, cevada, feijão, soja, sorgo, trigo, entre outras. A dessecação é alcançada por meio do uso de produtos químicos apropriados, que resulta no aceleramento da secagem de todas as partes da planta coberta pelo produto, inclusive de plantas daninhas que porventura estejam na área de produção.

Para os estudos clássicos (ADDICOTT e CARNS, 1964; ANDREOLI e EBELTOFT, 1992), a principal ação da dessecação é a injúria da membrana celular dos tecidos da planta,

suficiente para ocasionar a perda de água. Para esses autores, a velocidade e a intensidade da injúria variam conforme o ingrediente ativo usado e têm forte relação com o estágio fenológico da planta.

Muitos fatores físicos e abióticos podem favorecer a ação dos herbicidas dessecantes, como alta temperatura e baixa umidade do ar. Entretanto, é importante considerar outros aspectos no processo de dessecação, tais como impacto na fisiologia da semente, quantidade de resíduos tóxicos no grão/sememente e momento ideal de aplicação do herbicida.

Diante da ausência de pesquisa sobre o assunto nas condições do Cerrado brasileiro e da crescente demanda por informações relacionadas a esse tema, fez-se necessário avaliar o uso de herbicidas dessecantes na antecipação da colheita e na qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em duas etapas, a primeira conduzida em campo e a segunda, em laboratório.

### **Etapa em Campo**

A parte de campo foi implantada na área de produção de sementes da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), na Fazenda Sucupira, coordenadas geográficas S 15°54'40,7'' e W 48°02'13,6'', área com altitude de 1.260 metros, localizada na Região Administrativa do Riacho Fundo II, Brasília-DF. A área dos experimentos apresentava solo homogêneo classificado como Latossolo Vermelho distrófico com a seguinte composição granulométrica: argila de 300 g kg<sup>-1</sup>, areia 425 g kg<sup>-1</sup>, e silte 275 g kg<sup>-1</sup>. O solo distrófico estava corrigido (pH de 5,9) e apresentava os seguintes teores de nutrientes na camada de 0 a 20 cm: P em 14,1 mg dm<sup>-3</sup>, Ca em 1,8 cmol dm<sup>-3</sup>, Mg em 0,5 cmol dm<sup>-3</sup>, K em 0,16 cmol dm<sup>-3</sup> e Capacidade de Troca de Cátions (CTC) de 4,9 cmol dm<sup>-3</sup>. A matéria orgânica (MO) do solo estava em 42,5 g kg<sup>-1</sup>.

O clima da região tem estação chuvosa e seca bem definida e tem a classificação climática de Köppen-Geiger como Aw (CARDOSO *et al.*, 2014). A estação chuvosa normalmente vai de outubro a abril e o período de seca, de abril a outubro. Durante a estação das chuvas, as temperaturas médias são mais elevadas durante o dia (máxima de 29 °C) e amenas durante a noite (mínima de 18 °C). No período seco, as temperaturas médias são mais amenas durante o dia (máxima de 26 °C) e baixas durante a madrugada (mínima 12 °C). Durante o ano, em geral, a temperatura varia entre 12 °C e 29 °C e raramente é superior a 32 °C ou inferior a 9 °C.

A cultivar de grão-de-bico avaliada foi a BRS Toro, que apresenta arquitetura de planta semiereta, ciclo médio de 130 dias da emergência a maturação, altura média de planta de 70 cm e potencial de produtivo acima de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> em áreas irrigadas e de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> em área de segunda safra (sequeiro). É uma cultivar de polinização aberta e indicada para regiões com altitudes superiores a 600 metros (NASCIMENTO *et al.*, 2017).



O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, em esquema fatorial  $4 \times 3 + 1$  (testemunha como tratamento adicional sem herbicida). Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 3 m e espaçamento entre linhas de 0,5 m (Figura 1 e Figura 2). Todas as parcelas foram semeadas no mesmo dia (15/05/2018), com cerca de 10 plantas por metro (população de 200 mil plantas por ha), receberam o mesmo manejo cultural e a aplicação de quatro herbicidas dessecantes em três doses distintas, de 50%, 100% e 125% (Figura 3) da dose recomendada para feijão (BRASIL, 2023) - cultura com registro e da mesma família do grão-de-bico, além da testemunha (sem aplicação de herbicida). As doses estudadas foram as seguintes:

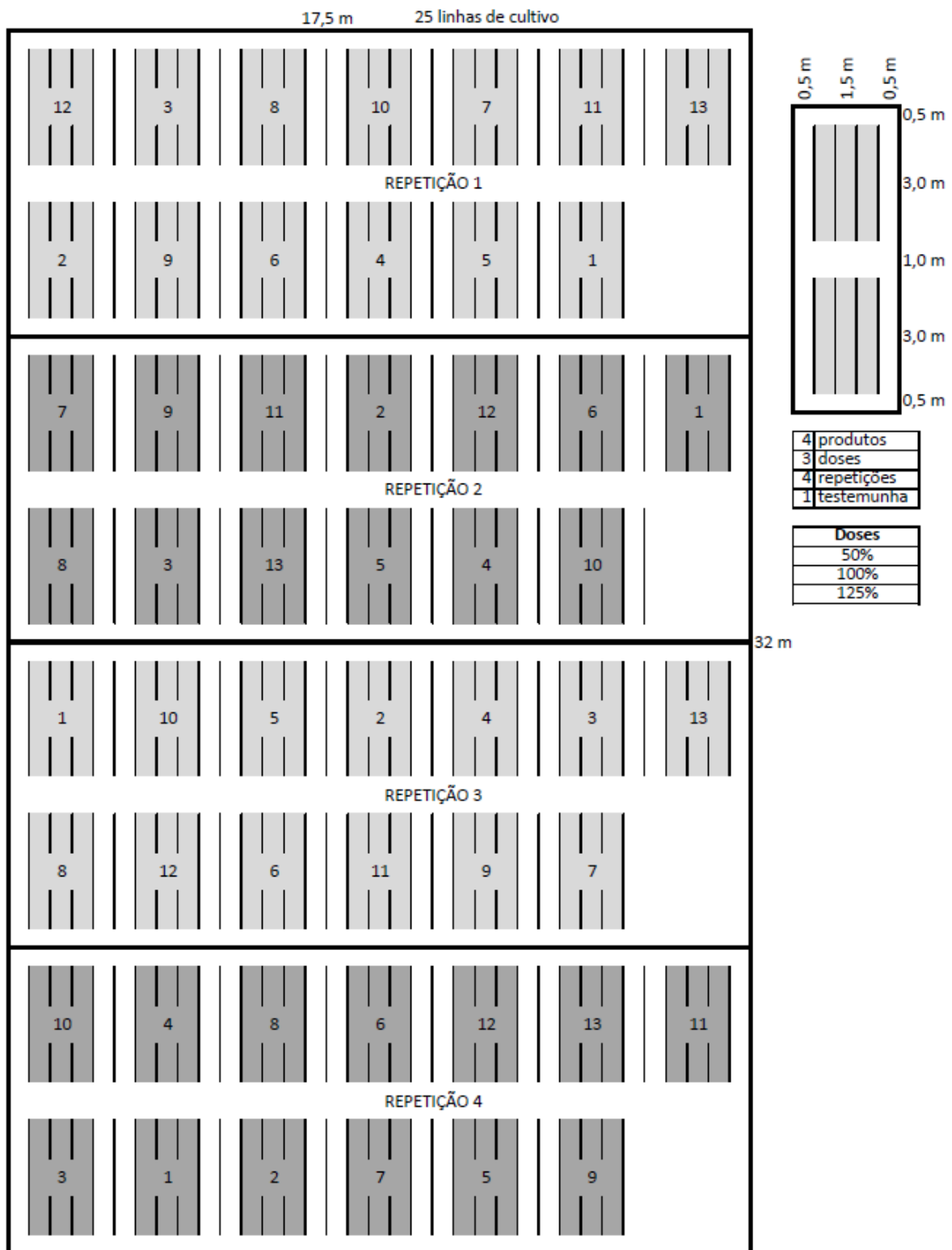
- Glufosinate ammonium: 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>, 400 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>;
- Diquat: 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>, 400 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>;
- Carfentrazone-ethyl: 15,00 g i.a. ha<sup>-1</sup>, 30,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 37,50 g i.a. ha<sup>-1</sup>; e
- Saflufenacil: 49,00 g i.a. ha<sup>-1</sup>, 98,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 122,50 g i.a. ha<sup>-1</sup>.

As nomenclaturas utilizadas para as doses ou tratamentos durante as análises e elaboração dos gráficos foram as seguintes: Glufosinate ammonium: 200 g i.a. ha<sup>-1</sup> - G050, 400 g i.a. ha<sup>-1</sup> - G100, e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup> - G125; Diquat: 200 g i.a. ha<sup>-1</sup> - D050, 400 g i.a. ha<sup>-1</sup> - D100, e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup> - D125; Carfentrazone-ethyl: 15,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> - C050, 30,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> - C100, e 37,50 g i.a. ha<sup>-1</sup> - C125; e Saflufenacil: 49,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> - S050, 98,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> - S100, 122,50 g i.a. ha<sup>-1</sup> - S125; e testemunha sem a aplicação de nenhum produto – T0.

No momento da aplicação do dessecante (Figura 1), as plantas de grão-de-bico tinham 130 dias após a emergência (DAE), 139 dias após a semeadura (DAS), apresentavam 78% de vagens secas e o restante, em processo de secagem. Os herbicidas foram aplicados no dia 01/10/2018, entre 08h00 e 10h00, momento em que foi registrado de 87% a 88% de umidade relativa do ar, de 24 °C a 29 °C de temperatura do ar e vento ameno/brisa suave, com velocidade de aproximadamente 9 km h<sup>-1</sup>. Utilizou-se pulverizador costal pressurizado por CO<sub>2</sub> (Figuras 3 e 4) à pressão de trabalho constante de 2,8 kgf cm<sup>-2</sup>, equipado com barra com quatro bicos de jato plano *Turbo TeeJet Induction* (TTI 110015), espaçados de 0,5 m, com volume de calda equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup>.



**Figura 1** – Experimento em campo e momento de limpeza dos bicos do equipamento. Fazenda Sucupira, 2018.



**Figura 2** – Croqui do experimento instalado. Fazenda Sucupira, 2018.





**Figura 3** – Barra do pulverizador, garrafas contendo os tratamentos (herbicida e dose) e pulverizador costal com cilindro de CO<sub>2</sub>. Fazenda Sucupira, 2018.



**Figura 4** – Operador testando sistema de pulverização costal pressurizado por CO<sub>2</sub>. Fazenda Sucupira, 2018.



Após a aplicação das doses de herbicidas dessecantes, as parcelas foram monitoradas diariamente para avaliação visual do percentual de vagens secas e determinação do teor de água das sementes. Foi estabelecido que o ponto de colheita do experimento seria registrado quando as sementes atingissem entre 18 e 20% de teor de água. Nesse momento, observou-se que o percentual de vagens secas era superior a 98%.

Durante a colheita, realizada manualmente e no período de seca, foram eliminadas as duas linhas externas das parcelas e 0,5 metros do início e fim de cada linha central. As plantas da parcela útil foram cortadas ao nível do solo, devidamente etiquetadas, amarradas e transportadas para quadra de secagem, onde permaneceram até atingirem umidade aproximada de 13% (Figuras 5 e 6). As sementes das plantas de cada parcela, após atingirem a umidade esperada, foram debulhadas manualmente (Figura 7), limpas com auxílio de peneiras e armazenadas em câmara fria até seguirem para análise laboratorial.



**Figura 5** – Plantas das parcelas colhidas identificadas. Fazenda Sucupira, 2018.





**Figura 6** – Secagem natural das plantas de cada parcela. Fazenda Sucupira, 2018.



**Figura 7** – Operação de trilha manual das sementes de cada parcela. Fazenda Sucupira, 2018.

### **Avaliações realizadas no Campo:**

- **Ciclo da Cultura (CC):** determinado pelo número de dias contados a partir da semeadura (SE) até o ponto de colheita (CO), quando as sementes atingiram o teor médio de água de 18 a 20%; e
- **Rendimento de grãos (RG):** determinado após a trilha das vagens e limpeza dos grãos. A pesagem foi realizada em balança analítica de precisão (0,01g) e os valores foram expressos em gramas.

### **Avaliações realizadas em laboratório:**

O peso de mil sementes (PMS), teor de água (TA) da semente, germinação (GE) e envelhecimento acelerado (EA) foram conduzidas nos laboratórios de análise de sementes do Escritório de Brasília da Embrapa, na Fazenda Sucupira, e da Embrapa Hortaliças. A avaliação de condutividade elétrica (CE) foi realizada no laboratório de análise de sementes da Universidade de Brasília (UnB), enquanto que a lixiviação de Potássio (LIXK) foi determinada na Embrapa Cerrados (CPAC).

A sementes foram avaliadas pelos seguintes critérios:

- **Peso de Mil Sementes (PMS):** foi utilizada a média da massa de oito subamostras de 100 sementes provenientes da porção “Semente Pura” para cálculo da massa de mil sementes. As sementes foram pesadas em balança com precisão de 0,01g e os resultados expressos em gramas (BRASIL, 2009);
- **Teor de Água (TA):** foi determinado o teor de água de duas subamostras de sementes inteiras pelo método de estufa durante 24 horas à temperatura de  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 2009);
- **Germinação (GE):** determinado pelo teste conduzido com quatro subamostras de 25 sementes, distribuídas em rolos de papel, umedecidos com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após essa etapa, os rolos foram acondicionados em germinador (câmara de germinação tipo BOD) à temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ , durante oito dias. A contagem de plântulas normais foi

realizada no quinto e oitavo dia após instalação do teste (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem;

- **Envelhecimento Acelerado (EA):** optou-se pelo protocolo estabelecido pelo Comitê de Vigor da *Association of Official Seed Analysis* (AOSA, 1983), com adaptações sugeridas por Dias *et al.* (2020). Uma camada de sementes foi posicionada sobre tela metálica da caixa transparente *gerbox* de poliestireno cristal com 40 mL de água ao fundo. Após o fechamento, as caixas foram levadas à estufa incubadora DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), onde permaneceram por 48 horas à temperatura entre 41 e 42 °C. Após este protocolo, quatro subamostras de 25 sementes foram colocadas para germinar, conforme descrito no teste de germinação;
- **Condutividade Elétrica (CE):** o protocolo utilizado por ISTA (2018) e Khajeh-Hosseini *et al.* (2019) foi adaptado para quatro subamostras de 25 sementes por amostra. Cada subamostra foi pesada e colocada em copos plásticos contendo 50 mL de água destilada e mantidas a 35 °C por 24 horas de embebição. A solução foi analisada por meio de condutivímetro digital de bancada, os valores obtidos foram divididos pela massa da amostra (g) e os resultados foram expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  (valores médios de condutividade elétrica massal), conforme metodologia adaptada de Vieira (1994); e
- **Lixiviação de Potássio (LIXK):** o protocolo elaborado por Amorim (1978) foi adaptado para quatro repetições de 25 sementes puras, pesadas em balança de precisão de 0,01g, foram colocadas em copos plásticos contendo 50 mL de água destilada e mantidas à temperatura de 35 °C por 24 horas. Após este período, foram retirados 5 mL de cada amostra para a determinação da quantidade de potássio lixiviado, mediante leitura em fotômetro de chama, marca e modelo Micronal B462. Os resultados obtidos foram expressos em ppm de potássio/g de semente.

Como houve acentuada incidência de fungos nos testes preliminares, optou-se pelo tratamento das sementes de grão-de-bico com 500g/L do fungicida iprodione (grupo das



dicarboxamidas) antes de serem iniciados os testes de germinação (GE) e envelhecimento acelerado (EA).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Aqueles que apresentaram diferença estatística significativa foram testados quanto à normalidade, homogeneidade de variâncias e aditividade. Os desdobramentos possíveis foram realizados por meio da comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa utilizado para análise estatística dos dados foi o Assistat 7.7 e R-Studio (R CORE TEAM, 2020). Para análise de variáveis canônicas (combinação linear multivariada empregada em análises discriminantes) relacionadas à qualidade fisiológica da semente, foi utilizado o software Genes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste paramétrico ANOVA dos fatores Herbicidas (glufosinate ammonium, diquat, carfentrazone-ethyl, e saflufenacil) e Doses (50%; 100% e 125% da dose recomendada para feijão) + testemunha (sem aplicação de herbicida) indicou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as médias das variáveis ciclo da cultura (CC), rendimento de grão (RG), peso de mil sementes (PMS), germinação (GE) e vigor (EA) para os diferentes tratamentos com herbicida. Por outro lado, a análise de variância não indicou diferença significativa para os parâmetros referentes a condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LIXK), conforme Tabela 1.

**Tabela 1** - Análise de variância para ciclo da cultura (CC), rendimento de grão (RG), peso de mil sementes (PMS), germinação (GE), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LIXK) das sementes de grão-de-bico tratadas com diferentes herbicidas na pré-colheita. Brasília-DF, 2023.

QM							
FV	CC	RG	PMS	GE	EA	CE	LIXK
<b>Herbicida</b>	159,08**	28559,03*	1268,66*	155,08**	272,72*	3229,56 <sup>ns</sup>	0,360 <sup>ns</sup>
<b>Dose</b>	92,52**	2128,65 <sup>ns</sup>	196,97 <sup>ns</sup>	403,00**	1105,33**	1408,43 <sup>ns</sup>	0,022 <sup>ns</sup>
<b>Herb. x Dose</b>	11,99 <sup>ns</sup>	10298,09 <sup>ns</sup>	794,48 <sup>ns</sup>	171,56**	469,56**	2053,27 <sup>ns</sup>	0,523 <sup>ns</sup>
<b>Fat x Test.</b>	252,57**	21584,78 <sup>ns</sup>	390,89 <sup>ns</sup>	2342,44**	1489,26**	60,60 <sup>ns</sup>	1,427 <sup>ns</sup>
<b>Erro</b>	6,44	7367,95	465,92	32,44	82,65	1931,27	0,85
<b>CV%</b>	1,74	17,06	6,17	6,66	13,66	22,07	8,51
<b>Média</b>	145,87	503,08	349,72	85,25	66,54	199,09	10,88

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F.

A aplicação dos herbicidas aconteceu na mesma condição vegetativa para todos as parcelas, quando as plantas apresentavam mais de 80% das vagens em processo de secagem. Mesmo diante do avançado estágio vegetativo, a rápida dessecação gerada por alguns herbicidas pode suspender o acúmulo de matéria seca que ainda estava sendo transferida para

as sementes (PEREIRA *et al.*, 2015). Comprovando esta possibilidade, no presente estudo foi observada diferença significativa para rendimento de grão (RG) em relação aos diferentes herbicidas (Tabela 1). Parreira *et al.* (2015) também verificaram que a aplicação de 360 g i.a. ha<sup>-1</sup> de glufosinate na pré-colheita de feijão comum, aos 74 dias após a semeadura, também não afetou o peso de mil sementes.

No que se refere ao rendimento de grão (RG), resultado oposto foi observado por Marchiori Jr. *et al.* (2002), que realizaram a aplicação dos dessecantes glufosinate ammonium (500 g i.a. ha<sup>-1</sup>), carfentrazone-ethyl (30 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e diquat (300 g i.a. ha<sup>-1</sup>) no momento em que o teor de água das sementes de canola era de aproximadamente 35%. Assim, para Marchiori Jr. *et al.* (2002), o uso dos diferentes ingredientes ativos não interferiu negativamente na produtividade da canola.

Os valores de condutividade elétrica (CE) das soluções de imersão medem a intensidade da corrente elétrica entre dois pontos, determinada pela quantidade de lixiviados, indicando o nível de organização do sistema de membranas celulares e, indiretamente, o nível de vigor da amostra de sementes, desse modo, quanto maiores os valores, menor o vigor das sementes (SILVA *et al.*, 2014). A leitura da quantidade de potássio lixiviado visa identificar o teor desse elemento na solução conforme danos das membranas celulares das sementes. Ambos os métodos são extremamente úteis e céleres para auxiliar na caracterização da qualidade fisiológica (MEDEIROS *et al.*, 2019).

Entretanto, para os testes de condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LIXK), não se notou diferença estatística, possivelmente devido à falta de adequação do protocolo utilizado para feijão à espécie estudada neste trabalho. Segundo Dias *et al.* (2019), seria necessário ajustar o protocolo de Peleg para avaliação da condutividade elétrica em grão-de-bico. Para estes autores, a metodologia mais adequada consiste na utilização de subamostras de 75 sementes, volume de 100 mL de água e permanência de 30 horas à temperatura de 25 °C.

Para Castilho *et al.* (2019), a condição mais adequada para as sementes do grão-de-bico consiste no uso de 25 sementes, volume de 50 mL de água e permanência de quatro horas à temperatura de 30 °C. Ressalta-se que ambos os testes utilizados podem demonstrar, de maneira indireta, o nível de vigor da amostra de sementes (SILVA *et al.*, 2014).

A Tabela 2 apresenta as médias de ciclo da cultura (CC), Germinação (GE) e Envelhecimento Acelerado (EA), bem como confirma a diferenciação estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey à 5%.

**Tabela 2** - Ciclo da cultura (CC), rendimento de grãos (RG), germinação (GE), envelhecimento acelerado (EA) em função de herbicidas dessecantes. Brasília-DF, 2023.

Tratamento	CC (dias)	RG (g)	GE (%)	EA (%)
G050	145,50 b <sup>1</sup>	562,50 a	82,75 a	53,00 b
G100	136,75 b	523,75 a	83,75 a	78,25 a
G125	138,75 b	591,25 a	82,25 a	75,00 a
D050	149,25 a	516,25 a	83,75 a	67,00 a
D100	146,00 b	581,25 a	94,75 a	81,00 a
D125	146,25 b	428,75 a	94,75 a	75,00 a
C050	147,25 b	532,50 a	72,25 b	66,75 a
C100	144,00 b	536,25 a	90,00 a	74,25 a
C125	143,00 b	506,25 a	95,00 a	48,25 b
S050	150,00 a	410,00 a	89,00 a	50,25 b
S100	149,25 a	446,25 a	82,25 a	69,50 a
S125	146,75 b	472,50 a	95,75 a	78,75 a
T0	153,50 a	432,50 a	62,00 b	48,00 b

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade: G050: glufosinate 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>, G100: glufosinate 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, G125: glufosinate 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>; D050: diquate 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>, D100: diquate 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, D125: diquate 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>; C050: carfentrazona-etílica 15 g i.a. ha<sup>-1</sup>, C100: carfentrazona-etílica 30 g i.a. ha<sup>-1</sup>, C125: carfentrazona-etílica 37,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>; S050: saflufenacil 49 g i.a. ha<sup>-1</sup>, S100: saflufenacil 98 g i.a. ha<sup>-1</sup>, S125: saflufenacil 122,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> e; T0: testemunha.

Com a análise de comparação de médias, é possível observar que a testemunha seguida dos tratamentos com S050, S100 (saflufenacil na dose de 49 g i.a. ha<sup>-1</sup> e 98 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e D050 (diquat na dose de 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>) resultaram no maior ciclo da cultura. Para todos os demais tratamentos houve significativo efeito de antecipação da colheita. Antecipação da colheita é fator extremamente importante para reduzir o período de permanência da planta em campo e a

exposição da semente a fatores adversos que podem prejudicar sua qualidade fisiológica. Os tratamentos com glufosinate ammonium nas doses de 400 g i.a. ha<sup>-1</sup> (G100) e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup> (G125) tiveram os melhores resultados. Estes, quando comparados com a testemunha, proporcionaram uma antecipação na colheita de quase 17 e 15 dias, respectivamente.

Para glufosinate ammonium e carfentrazone-ethyl, não houve diferença estatística suficiente para distinguir a ação das doses dos produtos em relação à antecipação da colheita. Os resultados também demonstraram que não houve diferenciação entre o uso de dose e sobredose do Diquat, bem como da subdose e dose do Saflufenacil.

Estudo similar conduzido com dessecantes químicos em soja (*Glycine max* L.) também demonstraram que o uso de glufosinate ammonium e paraquat permitiu a antecipação da colheita em seis dias, sem redução da produtividade (RG) e sem prejuízos ao potencial de germinação das sementes (PEREIRA *et al.*, 2015). No experimento conduzido por Raisse *et al.* (2020) em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), foram testados sete herbicidas (carfentrazone-ethyl, saflufenacil, glyphosate, paraquat, flumioxazin, glufosinate ammonium e diquat) e observou-se um período de antecipação de até 9 dias em relação à testemunha (RAISSE *et al.*, 2020).

Na cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) foi observada a antecipação da colheita em 29 dias e 22 dias, utilizando-se os ingredientes ativos diquat na dose de 450 g i.a. ha<sup>-1</sup> e glufosinate ammonium na dose de 550 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente (DA SILVA *et al.*, 2017).

A análise comparativa também demonstrou que apenas as parcelas que não receberam aplicação de dessecante e que receberam a subdose de carfentrazone-ethyl (15 g i.a. ha<sup>-1</sup>) tiveram comprometimento na germinação das sementes. De acordo com esta análise, não houve prejuízo na condição germinativa das sementes em função da aplicação das demais doses dos herbicidas.

De maneira semente, o experimento conduzido por Silva *et al.* (2017) demonstrou que não houve efeito negativo na germinação das sementes provenientes de plantas de feijão comum (cultivar IAC Imperador) que receberam a aplicação de diquat (450 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e glufosinate ammonium (550 g i.a. ha<sup>-1</sup>). Freitas e Gonçalves (2020), observaram que a aplicação de 2 L ha<sup>-1</sup> de produto comercial de diquat (400 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e glufosinate ammonium (400 g i.a. ha<sup>-1</sup>) na

pré-colheita da soja (estádio R7.3) não afetou significativamente o potencial germinativo das sementes da espécie.

Entretanto, na experimentação de Raisse *et al.* (2020) que comparou sete herbicidas em dois ambientes de armazenamento, observou-se que o uso de 400 g i.a. ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo glufosinate ammonium na dessecação de feijão-caupi afetou negativamente a germinação e o vigor das sementes. Enquanto que a dose de 50 g i.a. ha<sup>-1</sup> de carfentrazone-ethyl não comprometeu a qualidade fisiológica das sementes (resultados de germinação e vigor nos dois ambientes (tanto após a colheita como depois do período de seis meses de armazenamento)).

Quando considerados os resultados obtidos por meio do teste de envelhecimento acelerado (EA), é possível observar na Tabela 2 que a testemunha seguida dos tratamentos com carfentrazone-ethyl (37,50 g i.a. ha<sup>-1</sup>), saflufenacil (49 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e glufosinate ammonium (200 g i.a. ha<sup>-1</sup>) apresentaram os resultados mais baixos no comparativo das médias, diferenciando-se estatisticamente de todos os outros tratamentos. É importante destacar que para os três tratamentos citados, houve acentuada diferença entre os valores obtidos para germinação e para envelhecimento acelerado. Esta constatação corrobora a ideia de que os referidos tratamentos, apesar de não comprometerem significativamente a germinação após a colheita, podem afetar a capacidade germinativa da semente após períodos de armazenamento.

Lima *et al.* (2018) também avaliaram a ação dos herbicidas glufosinate ammonium e diquat (400 g i.a. ha<sup>-1</sup>) em pré-colheita do feijão comum, cultivar TAA Bola Cheia. Neste estudo, a dessecação química mostrou-se eficiente na antecipação da colheita (em até 13 dias) e não afetou negativamente a germinação ou vigor das sementes, desde que a aplicação fosse feita quando 50 % das vagens apresentassem coloração característica de seca (característica indicativa de possibilidade de colheita).

Na experimentação conduzida em soja por Inoue *et al.* (2003) com utilização dos herbicidas diquat (300 g i.a. ha<sup>-1</sup>), glufosinate ammonium (500 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e carfentrazone-ethyl (30 g i.a. ha<sup>-1</sup>), não houve diferenciação nos resultados relacionados à produtividade, germinação e classificação do vigor das plântulas. Entretanto, neste mesmo estudo, as parcelas que receberam a dose de glufosinate ammonium e a testemunha (sem herbicida) apresentaram maior número de plântulas normais na leitura do teste de envelhecimento acelerado (EA).

Se, por um lado, não foi identificado efeito negativo direto no teste pós-colheita de envelhecimento acelerado da testemunha, por outro lado, a análise de fitossanidade realizada naquele experimento constatou elevada presença de sementes contaminadas por fungos patogênicos nas amostras que não receberam qualquer desseccante (INOUE *et al.*, 2003).

Ao isolar o fator herbicida no teste de comparação de médias (Tabela 3), foi observada antecipação de colheita significativa do glufosinate ammonium quando comparado com os demais herbicidas. O herbicida que menos influenciou na antecipação da colheita foi o saflufenacil. Efeito similar ocorreu para rendimento de grão, sendo o glufosinate ammonium o herbicida que ocasionou o maior rendimento de grãos e o saflufenacil o que proporcionou menor massa de sementes na avaliação de rendimento de grãos.

**Tabela 3** - Ciclo da cultura (CC), rendimento de grãos (RG), peso de mil sementes (PMS), germinação (GE), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LIXK) em função da aplicação de herbicidas desseccantes. Brasília-DF, 2023.

<b>Herbicida</b>	CC (dias)	RG (g)	PMS (g)	GE (%)	EA (%)	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ )	LIXK ( $\text{dm}^{-3} \text{ g}^{-1}$ )
<b>Glufosinato</b>	140,33c <sup>1</sup>	559,17a	351,87ab	82,92 b	68,75ab	184,26a	10,82a
<b>Diquate</b>	147,17ab	508,75ab	334,97b	91,08 a	74,33a	198,81a	10,99a
<b>Carfentrazone- etílica</b>	144,75b	525,00ab	359,58a	85,75ab	63,08b	190,33a	10,93a
<b>Saflufenacil</b>	148,67a	442,92b	349,29ab	89,00ab	66,17ab	221,70a	10,59a
<b>Testemunha</b>	153,50	432,50	359,22	62,00	48,00	202,83	11,45
<b>DMS</b>	2,78	94,01	23,63	6,22	9,96	48,13	1,01

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ainda considerando os resultados agrupados pelo fator herbicida (Tabela 3), o diquat foi o desseccante que menos afetou a germinação e os resultados do envelhecimento acelerado, enquanto que glufosinate ammonium foi o que mais prejudicou a germinação e carfentrazone-ethyl, o envelhecimento acelerado. Não houve diferenciação estatística no agrupamento de médias de condutividade elétrica e lixiviação de potássio.

Quando isolado o fator dose de cada produto (Tabela 4), é possível observar que não há diferenciação estatística no que se refere a rendimento de grão (RG), peso de mil sementes (PMS), condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LIXK). Por outro lado, comprovou-se que há diferença significativa (Tukey a 5%) entre a subdose (50% da dose recomendada para feijão comum) quando comparada com a dose e sobredose (100 e 125%) nas avaliações de ciclo da cultura (CC), Germinação (GE) e vigor (EA).

**Tabela 4** - Ciclo da cultura (CC), rendimento de grãos (RG), peso de mil sementes (PMS), germinação (GE), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e lixiviação de potássio (LIXK) em função de doses dos herbicidas glufosinate, diquat, carfentrazone e saflufenacil. Brasília-DF, 2023.

Dose	CC (dias)	RG (g)	PMS (g)	GE (%)	EA (%)	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )	LIXK ( $\text{dm}^{-3} \text{g}^{-1}$ )
50%	148,00a <sup>1</sup>	505,31a	350,68a	81,94b	59,25b	195,51a	10,84a
100%	144,00b	521,88a	351,21a	87,69a	75,75a	191,45a	10,79a
125%	143,69b	499,69a	344,89a	91,94a	69,25a	209,35a	10,86a
<b>Testemunha</b>	153,50	432,50	359,22	62,00	48,00	202,83	11,45
<b>DMS</b>	2,18	73,89	18,58	4,89	7,83	37,83	0,80

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A ação da dose dos quatro ingredientes ativos estudados neste trabalho (glufosinate ammonium, diquat, carfentrazone-ethyl e saflufenacil) na concentração recomendada para o feijão comum demonstra que existe similaridade entre as culturas de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) e feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Essa análise também comprova que a utilização de concentrações maiores de produto (sobredose) não prejudicam nem auxiliam na antecipação da colheita (CC), germinação (GE) ou vigor (EA). Por outro lado, tentativas de economia ocasionadas pela redução da concentração dos ingredientes ativos (i.a.) ocasionam perda na efetividade da aplicação para os três critérios destacados anteriormente. O emprego de dose excessiva (intencional ou acidental) além de ocasionar perdas econômicas também pode proporcionar risco de impacto ambiental e aumentar o efeito residual da substância química no grão (utilizado para alimentação humana ou animal).



Penckowski *et al.* (2005) também observaram que a aplicação dos dessecantes diquat nas doses de 300 e 600 g i.a. ha<sup>-1</sup> e glufosinate ammonium na dose 300 g i.a. ha<sup>-1</sup> na pré-colheita não afetaram a germinação e vigor das sementes de feijão comum. Santos *et al.* (2004) também avaliando os efeitos de diferentes doses de carfentrazone-ethyl em feijão, obtiveram o maior rendimento de grão sem prejuízo para sementes quando a aplicação do dessecante aconteceu com as doses entre 10 e 30 g i.a. ha<sup>-1</sup> (aos 30 dias após a florescimento - DAF).

Na Tabela 5 são apresentados os resultados de interação entre os fatores herbicida (glufosinate, diquat, carfentrazone-ethyl e saflufenacil) e dose (50%, 100% e 125% da dose recomendada pelo fabricante para uso na cultura de feijão comum). Os resultados que merecem destaque nessa comparação foram apresentados na germinação (GE) pela sobredose de saflufenacil, seguida da sobredose de carfentrazone-ethyl e da dose e sobredose de diquat; e no vigor (EA) pela dose de diquat, sobredose de saflufenacil e dose de glufosinate ammonium. Esses, além de apresentarem os maiores percentuais de germinação e vigor, não se diferenciam estatisticamente entre si.

**Tabela 5.** Germinação (GE) e envelhecimento acelerado (EA) em função de herbicidas e doses. Brasília-DF, 2023.

Teste	Herbicidas	Doses		
		50%	100%	125%
GE (%)	Glufosinato	82,75 abA <sup>1</sup>	83,75 bA	82,25 bA
	Diquate	83,75 aB	94,75 aA	94,75 aA
	Carfentrazone-etílica	72,25 bB	90,00 abA	95,00 aA
	Saflufenacil	89,00 aAB	82,25 bB	95,75 aA
	Testemunha		62,00	
	CV (%)		6,66%	
EA (%)	Glufosinato	53,00 aB	78,25 aA	75,00 aA
	Diquate	67,00 aA	81,00 aA	75,00 aA
	Carfentrazone-etílica	66,75 aA	74,25 aA	48,25 bB
	Saflufenacil	50,25 aB	69,50 aA	78,75 aA
	Testemunha		48,00	
	C.V. (%)		13,66	

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. GE: Germinação; e EA: Envelhecimento Acelerado; Dose: 50%, 100% e 125% da dose recomendada para uso na cultura de feijão comum.

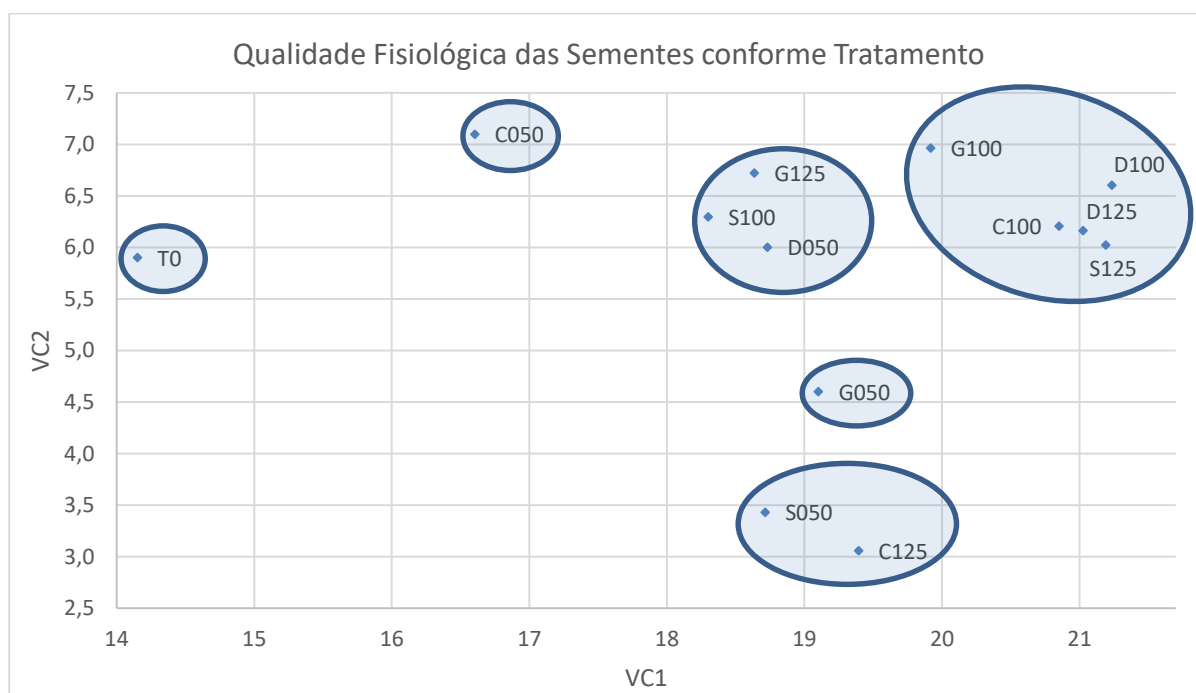
O uso dos herbicidas diquate, nas doses 400 e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>, carfentrazone-etílica, nas doses 30 e 37,50 g i.a. ha<sup>-1</sup>, e saflufenacil, na dose 122,50 g i.a. ha<sup>-1</sup>, influenciaram

positivamente na germinação das sementes de grão-de-bico (Tabela 5). Glufosinato (400 e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>), diquate, (400 e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>), carfentrazone-etílica (15 e 30 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e saflufenacil (98,00 e 122,50 g i.a. ha<sup>-1</sup>) proporcionaram aumento de vigor das sementes, pelo teste de envelhecimento acelerado (Tabela 5). Ressalta-se que a germinação apresentou correlação positiva com os resultados de envelhecimento acelerado em nível de 0,9 ou 90% ( $p \leq 0,05$ ), ratificando que a qualidade inicial do lote de sementes da cultivar de grão-de-bico é fundamental na manutenção da qualidade fisiológica e ocorreu independentemente de tratamento e dose empregada.

Os quatro herbicidas estudados (glufosinato, diquate, carfentrazone-etílica e saflufenacil), aplicados na concentração recomendada para o feijão comum, proporcionaram resultados que indicaram similaridade no comportamento das duas culturas. Na cultura do feijão comum, foi observada a antecipação da colheita em 29 dias e 22 dias, utilizando-se os ingredientes ativos diquate (450 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e glufosinato (550 g i.a. ha<sup>-1</sup>), respectivamente (SILVA *et al.*, 2017).

Se o critério de avaliação fosse apenas focado exclusivamente na qualidade fisiológica (Tabela 5), seria recomendável o uso da dose de 400 g i.a. ha<sup>-1</sup> de diquat (D100) e de 30 g i.a. ha<sup>-1</sup> de carfentrazone-ethyl (C100) sob o ponto de vista de eficiência, eficácia e economia. Entretanto, há que se destacar que essa avaliação não leva em consideração um fator importante no contexto de produção de sementes: a antecipação da colheita.

Na análise de variáveis canônicas relacionadas à qualidade fisiológica da semente, foram utilizados os seguintes dados: *germinação (%)* - leitura no 5º dia; *germinação (%)* - leitura no 8º dia; *condutividade elétrica* ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ); *lixiviação de potássio* (ppm g<sup>-1</sup>); e *envelhecimento acelerado (%)* - leitura no 5º dia. Na combinação linear de multivariáveis, o VC1 teve maior relação com os dados relacionados à germinação das sementes e o VC2 apresentou maior relação com os dados de vigor (Figura 8).

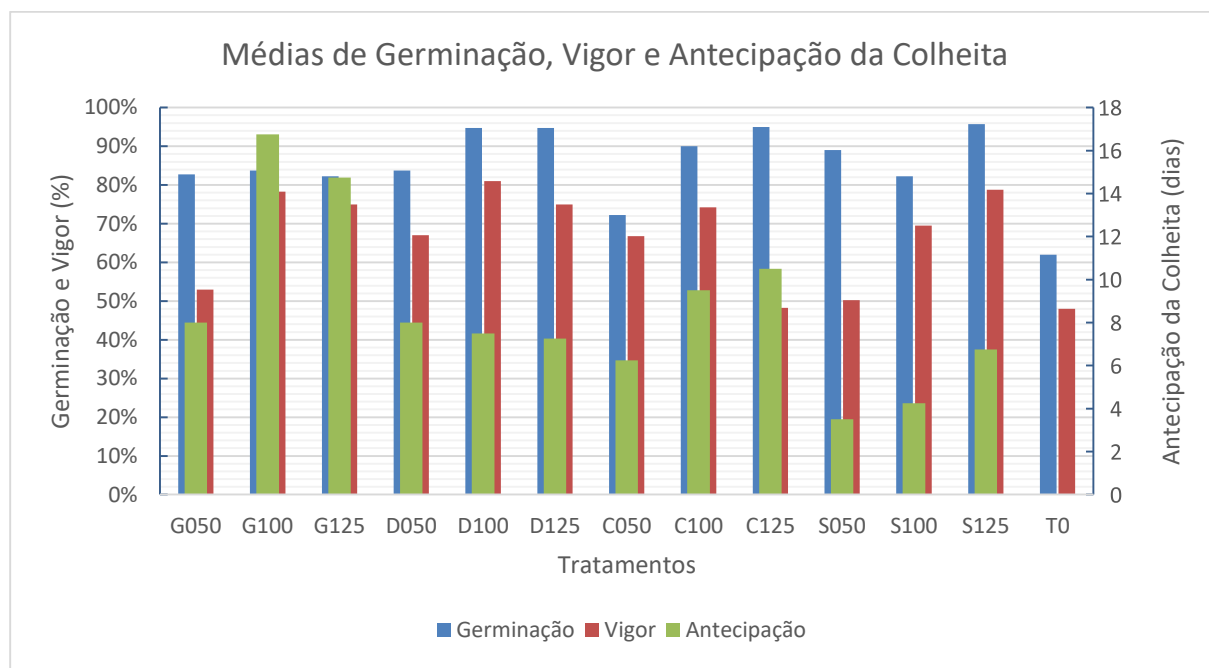


**Figura 8** – Gráfico de dispersão de 13 tratamentos de herbicidas em relação aos escores de variáveis canônicas (VC1 e VC2) relacionadas à qualidade fisiológica de sementes: G050: glufosinate 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>, G100: glufosinate 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, G125: glufosinate 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>, D050: diquate 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>, D100: diquate 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, D125: diquate 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>, C050: carfentrazona-etílica 15 g i.a. ha<sup>-1</sup>, C100: carfentrazona-etílica 30 g i.a. ha<sup>-1</sup>, C125: carfentrazona-etílica 37,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>, S050: saflufenacil 49 g i.a. ha<sup>-1</sup>, S100: saflufenacil 98 g i.a. ha<sup>-1</sup>, S125: saflufenacil 122,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> e T0: testemunha.

Os tratamentos que melhor apresentaram qualidade fisiológica (maior viabilidade e vigor) na análise composta de variáveis independentes foram agrupados da seguinte forma: dose e sobredose de diquat (D100 com 400 g i.a. ha<sup>-1</sup> e D125 com 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>), sobredose de saflufenacil (S125 com 122,50 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e doses recomendadas pelo fabricante para feijão de carfentrazone (C100 com 30,00 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e a glufosinate ammonium (G100 com 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>); seguidos da subdose de diquat (D050 com 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>), da dose de saflufenacil (S100 com 98,00 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e da sobredose de glufosinate ammonium (G125 com 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>), conforme Figura 8.

Por outro lado, pode-se inferir que a testemunha (T0), seguida das subdoses de carfentrazone (C050 com 15,00 g i.a. ha<sup>-1</sup>), de saflufenacil (S050 com 49,00 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e da sobredose de carfentrazone (C125 com 37,50 g i.a. ha<sup>-1</sup>) foram aqueles que apresentaram os piores resultados, menor percentual de germinação e envelhecimento acelerado (Figura 8).

Ao correlacionar os resultados de *qualidade fisiológica* (germinação e envelhecimento acelerado) com os dados de *antecipação da colheita* (Figura 9), observou-se que os tratamentos com glufosinate ammonium à dose de 400 e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup> (G100 e G125), respectivamente, foram os tratamentos que, além de terem elevados resultados de qualidade, promoveram acentuada redução no número de dias da cultura.



**Figura 9** – Germinação (%), vigor (%) e antecipação da colheita (dias) em função da dessecção com herbicidas. G050: glufosinate 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>, G100: glufosinate 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, G125: glufosinate 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>, D050: diquate 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>, D100: diquate 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, D125: diquate 500 g i.a. ha<sup>-1</sup>, C050: carfentrazona-etílica 15 g i.a. ha<sup>-1</sup>, C100: carfentrazona-etílica 30 g i.a. ha<sup>-1</sup>, C125: carfentrazona-etílica 37,5 g i.a. ha<sup>-1</sup>, S050: saflufenacil 49 g i.a. ha<sup>-1</sup>, S100: saflufenacil 98 g i.a. ha<sup>-1</sup>, S125: saflufenacil 122,5 g i.a. ha<sup>-1</sup> e T0: testemunha.

Entretanto, é oportuno considerar que não houve diferença estatística para antecipação de colheita entre os tratamentos G100 e G125. Sendo assim, torna-se mais interessante a aplicação da dose de 400 g i.a. ha<sup>-1</sup> de glufosinate ammonium (G100), que garante menor custo ao agricultor e proporciona resultados similares, tanto relacionados à qualidade fisiológica da semente como à antecipação da colheita. Por outro lado, o emprego de dose excessiva, seja intencional ou acidental, além de ocasionar perdas econômicas também pode proporcionar risco de impacto ambiental e aumentar o efeito residual da substância química no grão, que pode ser

inutilizado para alimentação humana ou animal. Outro herbicida com dose recomendada para feijão que proporcionou elevada qualidade fisiológica à semente e intermediária antecipação de colheita foi a carfentrazone a 30,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> (C100).

De maneira oposta, as doses dos herbicidas que aliaram reduzida qualidade fisiológica das sementes e baixa capacidade de antecipação de colheita foram a testemunha (T0) e a subdose de saflufenacil com 49,00 g i.a. ha<sup>-1</sup> (S50). Os pioneiros estudos conduzidos por Osei-Bonsu (1981) e Ellis *et al.* (1987) correlacionaram a queda de germinação de semente de grão-de-bico de 99% para 80% após o atraso de 30 dias na colheita.

Este trabalho se mostrou relevante e pioneiro nos estudos do uso de herbicidas dessecantes em grão-de-bico para antecipação da colheita e no efeito desses produtos para a qualidade fisiológica das sementes. Entretanto, ressalta-se que não se recomenda a utilização desses herbicidas para grão-de-bico enquanto os mesmos não estiverem registrados junto ao Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Espera-se, porém, a partir dos resultados obtidos com o desenvolvimento deste trabalho, subsidiar e motivar as indústrias químicas a efetuarem registros e/ou extensões de uso de alguns desses produtos sob recomendação do MAPA para uso nessas áreas de produção.

## 4. CONCLUSÃO

Os efeitos mais expressivos para antecipação foram das doses de 400 e 500 g i.a. ha<sup>-1</sup> de Glufosinato de Amônio (17 e 15 dias, respectivamente).

O glufosinato, sob a dose de 400 g i.a. ha<sup>-1</sup>, foi o mais promissor na dessecação, por possibilitar maior germinação (83,75%) e vigor (78,25%), além de promover a antecipação da colheita em até 17 dias.

Dessecação é recomendada para os produtores de sementes de grão-de-bico e proporciona menor tempo de permanência das sementes em campo e contribui para a manutenção da qualidade da semente colhida.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDICOTT, F. T.; CARNS, H. R. Abscission responses to herbicides. In: AUDUS, I. J. **The physiology and biochemistry of herbicides**. New York: Academic Press, p. 276-289, 1964.

AMORIM, H.V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade**. Piracicaba, Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 85 p., 1978.

ANDREOLI, C.; EBELTOFT, D. C. Dessecantes no rendimento e na qualidade de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 14, n. 2, Jaboticabal: UNESP, 247 p., 1992.

AOSA, Association of Official Seed Analysts. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32. **Association of Official Seed Analysts**. Lincoln, NE, USA, 1983.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, MAPA/ACS, 399 p., 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários – **AGROFIT: consulta de produtos formulados**. Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins - CGA/DFIA/DAS, 2023. Disponível em: <[https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acessado janeiro 25, 2023.

CARDOSO, M. R. D; MARCUZZO, F. F. N; e BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.8, n.16, jan./mar. de 2014. p. 40-55. DOI: 10.5654/actageo2014.0004.0016

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2000.

CASTILHO, I. M.; CATÃO, H. C. R. M.; CAIXETA, F.; MARINKE, L. S.; MARTINS, G. Z.; MENEZES, J. B. C. Teste de condutividade elétrica na avaliação do potencial fisiológico de sementes de grão de bico. **Revista de Ciências Agrárias**, 42: 691-697, 2019.

CORDEIRO, M. B.; DALLACORT, R.; FREITAS, P. S. L; JUNIOR, S. S; SANTI, A; FENNER, W. **Aptidão agroclimática do trigo para as regiões de Rondonópolis**, São José do Rio Claro, São Vicente e Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. *Revista Agro@mbiente online*, 9(1): 96-101, 2015.

DA SILVA, P. V.; CARVALHO RONCHI FILHO, P. C.; VIEIRA DOS SANTOS, P. H.; MORAES, N.; MONQUERO, P. A.; DIAS, ROQUE; TRONQUINE, S.; BETITO BUZZATO,

A. C. Dessecação da cultura do feijão através de herbicidas visando a antecipação de colheita. **Revista Ensaios Pioneiros**, v. 1, n. 1, p. 14-25, 19 dez. 2017.

DIAS, L. B. X.; QUEIROZ, P. A. M.; FERREIRA, L. B. S.; FREITAS, M. A. M.; ARAUJO, E. F. L.; SILVA, P. F.; NASCIMENTO, W. M. Accelerated aging as a vigor test on chickpea seeds. **Australian Journal of Crop Science** 14: 339-346, 2020.

DIAS, L. B. X.; QUEIROZ, P. A. DE M.; FERREIRA, L. B. DA S.; DOS SANTOS, W.V.; DE FREITAS, M. A. M.; DA SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M.; LEÃO-ARAÚJO, É. F. Teste de condutividade elétrica e embebição de sementes de grão-de-bico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 14: 1-8, 2019.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. The development of desiccation-tolerance and maximum seed quality during seed maturation in six grain legumes. **Annals of Botany**, v. 59, p. 23–29, 1987.

FREITAS, V. D. O. S.; GONÇALVES, F. O. M. Germinação de sementes de soja expostas a herbicidas em Itararé-SP. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT**. n. 2. Novembro, 2020. ISSN 1806-6933.

ISTA. International Seed Testing Association. **International Rules for Seed Testing**, edition 2002-2018. ISTA Basserdorf, CH, 2018.

INOUE, M. H., MARCHIORI JÚNIOR, O.; BRACCINI, A. DE L. E; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. DE; ÁVILA, M. R.; CONSTANTIN, J. Rendimento de grãos e qualidade de sementes de soja após a aplicação de herbicidas dessecantes. **Ciência Rural**, 33(4), 769–770, 2003. doi:10.1590/s0103-84782003000400030

KHAJEH-HOSSEINI, M.; GALLO, C. D. V.; WAGNER, M. H.; ILBI, H. Validation study for the addition of *Cicer arietinum* L. (Desi type) as a species to which the conductivity test for seed vigour can be applied to support Rules proposal C. 15.1. **International Seed Testing Association**, 2019.

LIMA, H. M.; SCHUCH, L. O. B.; MENEGHELLO, G. E.; AUMONDE, T. Z.; PEDO, T. Qualidade fisiológica de sementes de feijão em função da dessecação química das plantas. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 180-187, 2018.

LONG, R.; LEINFELDER-MILES, M.; MATHESIUS, K.; BALI, K.; LIGHT, S.; GALLA, M.; MEYER, R. D. Garbanzo Bean (Chickpea) Production in California. **Agriculture and Natural Resources** - ANR, Publication 8634, University of California, 18 p., 2019.

MARCHIORI J. R. O.; INOUE, M. H.; A. L. BRACCINI; OLIVEIRA JR, R.S.; AVILA, M. R.; LAWDER, M; CONSTANTIN, J. Qualidade e produtividade de sementes de canola (*Brassica napus*) após aplicação de dessecantes em pré-colheita. **Planta Daninha** [online]. v. 20, n. 2. 2002.



MEDEIROS, M. L. S.; DEMARTELAERE, A. C. F.; PEREIRA, M. D.; PÁDUA, G. V. G. 2019. Adequação do teste de lixiviação de potássio em sementes de *Moringa oleifera*. **Ciência Florestal**, 29: 941-949.

NASCIMENTO, W. N.; ARTIAGA, O. P.; BOITEUX, L. S.; SUINAGA, F. A.; PINHEIRO, J. B.; SILVA, P. P. **BRS Toro Grão de Bico-Rusticidade e desempenho**. EMBRAPA HORTALIÇAS, Brasília-DF, 2017.

OSEI-BONSU, K. **Storage and vigour problems in grain legume seeds**. Ph.D. Thesis. University of Reading, 1981.

PARREIRA, M. C.; LEMOS, L. B.; PORTUGAL, J.; ALVES, P. L. C. A. Effects of desiccation with glyphosate on two common bean cultivars: physiology and cooking quality of the harvested product. **Australian Journal of Crop Science**, 10: 925–930, 2015.

PENCKOWSKI, L. H.; PODOLAN, M. J.; LOPEZ-OVEJERO, R. F. Efeito de herbicidas aplicados na pré-colheita na qualidade fisiológica das sementes de feijão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 2, p. 102-113, 2005.

PEREIRA, T.; COELHO, C. M. M.; SOUZA, C. A.; MANTOVANI, A.; MATHIAS, V. Dessecação química para antecipação de colheita em cultivares de soja. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 4, p. 2383-2394, 2015.

POPINIGS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília, AGIPLAN, 1985. 289 p.

RAISSE, E. R.; DE OLIVEIRA ASSIS, M.; ARAUJO, E. F.; DE FREITAS, F. C. L.; ARAUJO, R. F. Efeito de dessecantes químicos na antecipação da colheita e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 878-887, 2020.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>. Acesso em 5 de maio de 2022.

SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, E. A.; SILVA, A. A.; SILVA, F. M.; FERREIRA, L. R. Qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) após aplicação do carfentrazone-ethyl em pré-colheita. *Planta Daninha*, v. 22, p. 633-639, 2004.

DA SILVA, P. V.; RONCHI FILHO, P. C. C.; DOS SANTOS, P. H. V.; MORAES, N.; MONQUERO, P. A.; TRONQUINE, S.; BUZZATO, A. C. B. Dessecação da cultura do feijão através de herbicidas visando a antecipação de colheita. **Revista Ensaios Pioneiros** 1: 14-25, 2017.

SILVA, V. N.; ZAMBIASI, C. A.; TILLMANN, M. A. A.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Condução do teste de condutividade elétrica utilizando partes de sementes de feijão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, p. 206-213, 2014.

TRANCOSO, A. C. R.; DIAS, D. C. F. S.; Picoli, E. A. T.; SILVA JUNIOR, R. A. S.; SILVA, L. J.; NASCIMENTO, W. M. Anatomical, histochemical and physiological changes during maturation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, n. 4, 2021. ISSN 1806-6690. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20210048>>. Acesso em 06 de janeiro de 2021.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 103-132.

## CAPÍTULO II:

### **Ação do tempo e condições de armazenamento na qualidade de sementes de grão-de-bico<sup>2</sup>**

<sup>2</sup> Artigo submetido à revista Ciência Agronômica, fev/2023.

## **AÇÃO DO TEMPO E CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO**

**Resumo:** A manutenção da qualidade fisiológica durante o armazenamento é um fator importante para se garantir sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) viáveis, vigorosas e proporcionar o máximo potencial produtivo das plantas. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a qualidade de sementes de grão de bico, de quatro cultivares diferentes, submetidas a duas condições de armazenamento (câmara fria, com temperatura de  $15 \pm 3$  °C e umidade relativa do ar de  $25 \pm 10\%$  e armazém, sem controle de temperatura e umidade relativa do ar) e avaliadas em quatro momentos distintos: aos 0, 90, 180 e 270 dias. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado e distribuído em esquema fatorial com quatro repetições. Observou-se que o armazenamento em câmara fria se mostrou mais eficiente que o armazenamento em armazém a partir dos 90 dias para todos os testes, exceto para o teste de emergência em campo aos 10 dias. A cultivar com menor queda da qualidade fisiológica em função de tempo foi a Cícero, com queda de 6% em câmara fria e 8% em armazém, seguida das cultivares BRS Cristalino, de 9% e 13%, BRS Aleppo, de 12 e 21%, e BRS Toro, de 21 e 29%, respectivamente.

**Palavras-chave:** *Cicer arietinum* L., Fabaceae, germinação, vigor, envelhecimento acelerado.

## QUALITY OF CHICKPEA SEEDS AS A FUNCTION OF STORAGE PERIOD AND CONDITIONS

**Abstract:** The maintenance of physiological quality during storage is an important factor to guarantee viable, vigorous chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds and provide the maximum productive potential of the plants. The objective of this work was to evaluate the chickpea seed quality from four different cultivars, subjected to two storage conditions (cold chamber, at  $15 \pm 3$  °C and relative humidity of  $25 \pm 10\%$  and storage, with no temperature and relative humidity control) and evaluated at four different times: at 0, 90, 180 and 270 days. The design used in the experiment was completely randomized and distributed in a factorial scheme with four replications. It was observed that storage in a cold chamber was more efficient than storage in storage after 90 days for all tests, except for the emergency test in the field at 10 days, that were not influenced by storage conditions. The cultivar with the lowest decrease in physiological quality as a function of time was Cícero, with a drop of 6% in Cold Chamber and 8% in Warehouse followed by cultivars BRS Cristalino, with 9% and 13%, BRS Aleppo, of 12 and 21%, and BRS Toro, 21 and 29%, respectively.

**Keywords:** *Cicer arietinum* L., Fabaceae, germination, vigor, accelerated aging,

# 1. INTRODUÇÃO

A manutenção da qualidade fisiológica durante o armazenamento é um fator de acentuada importância para se obter sementes viáveis, vigorosas e garantir o máximo potencial produtivo das plantas. Entretanto, o armazenamento de sementes em condições adequadas e em ambientes minimamente controlados ainda é uma dificuldade para o setor produtivo de algumas culturas, como exemplo, o grão-de-bico

Dentre os principais elementos que prejudicam a qualidade durante o armazenamento estão o teor de água da semente, a umidade e temperatura do ambiente de armazenamento (SMANIOTTO *et al.*, 2014). Berbert *et al.* (2008) destacam que o teor de água da semente é motivo de maior relevância na contenção da deterioração. Segundo estes autores, em condições controladas de temperatura e umidade, a respiração e a ação de microorganismos são retardadas.

Outro fator que merece destaque e influencia no potencial de armazenamento está relacionado ao estágio de maturação da semente no momento da colheita. Quando a colheita é feita fora do prazo adequado, a viabilidade das sementes também é reduzida devido ao processo de deterioração (SANO, 2016). O armazenamento de leguminosas com teor de água inicial superior a 13% ocasionará mudanças metabólicas celulares e, por consequência, danos na semente, como resultado do aumento da atividade enzimática e respiratória, desenvolvimento de fungos e elevação da temperatura (VIEIRA e YOKOYAMA, 2000).

Destarte, o controle da umidade relativa e da temperatura é determinante no processo de deterioração. O armazenamento em condições adversas resulta no envelhecimento acentuado das sementes e pode ocasionar a redução do vigor até a completa perda do potencial germinativo. E, quando esses fatores não são controlados, geram alterações na qualidade dos produtos e dos subprodutos (KONG *et al.*, 2008). Por exemplo, a infecção das sementes por fungos que produzem toxinas (micotoxinas) ocasiona acentuado prejuízo para estruturas organolépticas do produto, gera sementes de baixa qualidade e, em alguns casos, inviabiliza o uso ou consumo como alimento (BEWLEY e BLACK, 1994; ALEMAYEHU *et al.*, 2020).

Não é possível aumentar a qualidade fisiológica das sementes durante o processo de armazenamento. Entretanto, é possível garantir a preservação por maior tempo quando as

condições de armazenamento são favoráveis. A atividade metabólica do propágulo e o processo de deterioração são inevitáveis, contudo podem ser atrasados conforme características das sementes e/ou condições de armazenamento (CARDOSO *et al.*, 2012).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade de sementes de grão-de-bico em função do tempo em duas diferentes condições de armazenamento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### **Produção e beneficiamento:**

O estudo foi iniciado na área de produção de sementes na Fazenda Sucupira, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, área com altitude de 1.260 metros, localizada na Região Administrativa do Riacho Fundo II, Brasília-DF. A área de cultivo utilizada apresentava solo homogêneo classificado como Latossolo Vermelho com a seguinte composição granulométrica: argila de 300 g kg<sup>-1</sup>, areia 425 g kg<sup>-1</sup> e silte 275 g kg<sup>-1</sup>. O solo distrófico estava corrigido (pH de 5,9) e apresentava os seguintes teores de nutrientes na camada de 0 a 20 cm: P em 14,1 mg dm<sup>-3</sup>, Ca em 1,8 cmol dm<sup>-3</sup>, Mg em 0,5 cmol dm<sup>-3</sup>, K em 0,16 cmol dm<sup>-3</sup> e Capacidade de Troca de Cátions (CTC) de 4,9 cmol dm<sup>-3</sup>. A matéria orgânica (MO) do solo estava em 42,5 g kg<sup>-1</sup>.

O clima da região tem estação chuvosa e seca bem definida com classificação climática de Köppen-Geiger como Aw (CARDOSO *et al.*, 2014). Nessas condições foram conduzidos os campos de produção de sementes das cultivares comerciais: Cícero, BRS Toro, BRS Cristalino e BRS Aleppo.

Antes do plantio direto, cada 100 kg sementes foi tratado com 12,5 g i.a. de piraclostrobina, 112,5 g i.a. de tiofanato metílico e 125,0 g i.a. de fipronil. A densidade de semeadura da cultivar Cícero foi de 14,3 sementes por metro (194 kg ha<sup>-1</sup>) e a dos demais de 17 sementes por metro (144 kg ha<sup>-1</sup> para o BRS Toro e 137 kg ha<sup>-1</sup> para o BRS Cristalino e BRS Aleppo). O espaçamento entre linhas foi de 0,5 m e a adubação de semeadura foi 400 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 05-25-15. A adubação de cobertura foi realizada em 29/06/2018 com 50 kg de ureia (22,5% de N); e em 06/07/2018 e 20/07/2018 foi realizada a adubação foliar com 5,9 kg ha<sup>-1</sup> de ureia + micro (17,2 ha<sup>-1</sup> de Mg, 17,2 ha<sup>-1</sup> de S, 8,61 ha<sup>-1</sup> de B, 17,2 ha<sup>-1</sup> de Mn, 0,17 ha<sup>-1</sup> de Mo, 8,61 ha<sup>-1</sup> de Zn).

As datas de semeadura, emergência, floração e colheita de cada cultivar estão disponíveis na Tabela 1.



**Tabela 1** - Datas de semeadura, emergência, floração e colheita das sementes de cada cultivar. Brasília-DF, 2023.

<b>Cultivar</b>	<b>Semeadura</b>	<b>Emergência</b>	<b>Floração</b>	<b>Colheita</b>
Cícero	16/05/2018	28/05/2018	10/07/2018	04 e 05/10/2018
BRS Toro	15/05/2018	24/05/2018	26/07/2018	16/10/2018
BRS Cristalino	16/05/2018	24/05/2018	31/07/2018	08/10/2018
BRS Aleppo	17/05/2018	28/05/2018	31/07/2018	11/10/2018

Durante o processo de maturação das sementes e secagem das plantas, antes da colheita, houve precipitação pluviométrica (incidência de chuva) de 6 mm no campo de produção da cultivar Cícero, de 9 mm nos campos de BRS Cristalino e BRS Aleppo e de 17 mm na área de produção da BRS Toro.

Devido ao porte da cultivar Cícero (semiprostrado), as plantas foram colhidas à mão e enleiradas para secagem e recolhimento. Posteriormente, utilizou-se a recolhadora de feijão MIAC (Marca MIAC/Modelo: Master Plus) para recolhimento das plantas e trilha das sementes da cultivar Cícero. As sementes das demais cultivares (BRS Toro, BRS Cristalino e BRS Aleppo) foram colhidas e trilhadas mecanicamente pela colheitadeira axial MF9790 (Massey Ferguson).

Após a colheita, as sementes passaram pelo processo de secagem natural até alcançarem entre 12 e 13% de umidade. Em seguida, foram direcionadas para o beneficiamento na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Fazenda Sucupira. A primeira etapa do beneficiamento foi realizada na máquina de pré-limpeza com quatro peneiras (dois pares de peneiras para peneiração fina - 4/5 mm - e para peneiração grosseira – 7/8 mm). Posteriormente, as sementes foram para a máquina de ar e peneira (marca: Kepler, Weber S.A./modelo: LC160) e passaram pelas seguintes peneirações: 1ª peneira de 10 mm redonda; 2ª peneira de 7,5 mm redonda, 3ª peneira de 9,5 mm redonda e última peneira de 5,45 mm oblonga. A última etapa do beneficiamento foi realizada na mesa densimétrica (marca: CASP/modelo: S75).

As sementes de cada cultivar foram beneficiadas na seguinte ordem: Cícero em 12/11/2018, BRS Aleppo em 21/11/2018, BRS Cristalino em 03/12/2018 e BRS Toro em 19/12/2018. Entre o beneficiamento e o envio das amostras para as primeiras análises, em

04/02/2019, as sementes ficaram acondicionadas em embalagens de 1.000 kg (*Big Bag*) sob condição de armazém.

#### **Armazenamento:**

Após o beneficiamento, foi coletada a amostra inicial de cada lote de semente e em seguida os volumes de cada material foram acondicionados em embalagem valvulada de papel KRAFT (composto de três folhas) nas seguintes condições:

- **Câmara Fria (CF):** com condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar. As sementes foram armazenadas sob a temperatura de  $15 \pm 3$  °C e umidade relativa do ar de  $25 \pm 10\%$ . As condições de temperatura e umidade foram monitoradas com o auxílio da central de controle e aferição (termohigrômetro digital) da Câmara Fria; e
- **Armazém de sementes (ARM):** dentro da estrutura da Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Fazenda Sucupira, com condições externas não controladas de temperatura e umidade relativa do ar. Na região, a estação chuvosa é predominantemente entre outubro e abril e o período de seca entre maio e setembro. Durante a estação das chuvas, as temperaturas médias são mais elevadas durante o dia e amenas durante a noite. No período seco, as temperaturas médias são mais amenas durante o dia e baixas durante a madrugada. Durante o ano de 2019, a temperatura da Fazenda Sucupira variou entre 9 e 36 °C (Tabela 2).

**Tabela 2.** Temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, precipitação total e umidade relativa do ar média nos meses de 2019 na Fazenda Sucupira. Brasília-DF, 2023.

Meses	T. Média (°C)	T. Máx. (°C)	T. Mín. (°C)	PPT (mm)	UR Média (%)
Janeiro	24	33	16	85	68
Fevereiro	23	33	18	269	76
Março	23	31	17	141	79
Abril	23	30	17	217	79
Maiο	23	30	14	75	76
Junho	21	29	11	0	64
Julho	20	30	9	0	54
Agosto	22	32	12	0	45
Setembro	25	36	14	5	37
Outubro	26	35	16	104	53
Novembro	25	35	17	160	71
Dezembro	24	31	19	192	74

T. Média: Temperatura média; T. Máx.: Temperatura máxima; T. Mín.: Temperatura mínima; PPT (mm): Precipitação Total; UR Média: Umidade relativa do ar média.

#### **Avaliações realizadas em laboratório:**

A qualidade das sementes foi avaliada em quatro momentos distintos: no início do armazenamento (fevereiro de 2019) e a cada três meses (maio, agosto e novembro de 2019). As amostras foram coletadas e enviadas para análise no laboratório Germinax (credenciado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), que seguiu os protocolos estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Cada amostra foi avaliada pelos seguintes critérios:

- **Peso de Mil Sementes (PMS):** foi utilizada a média da massa de oito subamostras de 100 sementes provenientes da porção “Semente Pura” para cálculo da massa de mil sementes. As sementes foram pesadas em balança com precisão de 0,01g e os resultados expressos em gramas (BRASIL, 2009);

- **Teor de Água (TA):** foi determinado o teor de água de duas subamostras de sementes inteiras pelo método de estufa durante 24 horas à temperatura de  $105 \pm 3$  °C (BRASIL, 2009);
- **Germinação (GE):** determinada pelo teste conduzido com quatro subamostras de 25 sementes distribuídas em rolos de papel, umedecidos com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel seco. Após essa etapa, os rolos foram acondicionados em germinador (câmara de germinação tipo BOD) à temperatura de 20 °C, durante oito dias. A contagem de plântulas normais foi realizada no quinto e oitavo dia após instalação do teste (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem;
- **Emergência em Canteiro (EC):** o teste de emergência de plântulas em canteiro de areia foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram semeadas a 2,0 cm de profundidade, a primeira avaliação ocorreu ao sétimo dia (EC7) e a segunda, ao décimo dia (EC10) após a semeadura. Registrou-se o número de plântulas normais emergidas nessas duas ocasiões (NAKAGAWA, 1994; COSTA *et al.*, 2008);
- **Viabilidade e Vigor por Tetrazólio (VBTZ e VGTZ):** foram imersas em água e mantidas em incubadora DBO duas subamostras de 25 sementes por 40 minutos à temperatura de 40 °C. Após esta etapa, cada semente recebeu um corte superficial com auxílio de uma lâmina na extremidade oposta ao eixo do embrião e o tegumento foi retirado manualmente e com cuidado. Sem o tegumento, as sementes foram novamente imersas em água em estufa incubadora DBO por 60 minutos à temperatura de 40 °C. Em seguida, novo corte foi realizado na extremidade superior da semente (de modo similar ao feito para a retirada do tegumento) e a membrana que envolve o embrião (endosperma/perisperma) foi removida com o auxílio de uma pinça. Após esse conjunto de operações, os embriões foram imersos em solução de 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio a 0,075% e mantidas no escuro, em estufa, por 60 minutos à temperatura de 40 °C para coloração. Por fim, foi realizada a lavagem em água corrente e os embriões foram analisados individualmente (externa e internamente) após o seu

seccionamento longitudinal, verificando-se a ocorrência de danos nos cotilédones e no eixo embrionário. A análise foi feita com auxílio de lupa de aumento (6x) com iluminação fluorescente e foram utilizados os critérios de avaliação de viabilidade e vigor, baseados nos danos observados nas estruturas das sementes. A localização, profundidade e extensão de cada lesão foram decisivas para interpretação dos resultados. A coloração branca ou amarela e textura flácida foi utilizada como indicativo de tecido morto, enquanto que a coloração vermelha, resultante da reação de redução do sal de tetrazólio, foi utilizada para determinar indiretamente a atividade respiratória das células vivas (DUARTE e LOBO JUNIOR, 2011; NETO e KRZYZANOWSKI, 2018). Cada semente foi classificada como viável e vigorosa, viável e não vigorosa ou não viável (BHERING *et al.*, 1999). As porcentagens das sementes classificadas em cada classe de viabilidade e vigor foram registradas e calculou-se o potencial de germinação e o vigor de cada subamostra (BAALBAKI *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2019); e

- **Envelhecimento Acelerado (EA):** optou-se pelo protocolo estabelecido pelo Comitê de Vigor da *Association of Official Seed Analysis* (AOSA, 1983) com adaptações sugeridas por Dias *et al.* (2020). Uma camada de sementes foi posicionada sobre tela metálica da caixa transparente *gerbox* de poliestireno Cristal com 40 mL de água ao fundo. Após o fechamento, as caixas foram levadas à estufa incubadora DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), onde permaneceram por 48 horas à temperatura entre 41 e 42° C. Após este protocolo, quatro subamostras de 100 sementes foram colocadas para germinar, conforme descrito no teste de germinação.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado e distribuídos em esquema fatorial com 4 repetições, conforme descrito a seguir:

- a) Análise da qualidade das sementes das diferentes cultivares armazenadas em condições diferentes por 90 dias: 2 fatores (4 x 2), representados por 4 lotes (Cícero, BRS Toro, BRS Cristalino e BRS Aleppo) e 2 condições de armazenamento (CF e ARM.).

- b) Análise de variáveis canônicas: combinação linear de multivariáveis de cada um dos 4 lotes (Cícero, BRS Toro, BRS Cristalino e BRS Aleppo) sob 2 condições de armazenamento (CF e ARM.) relacionadas aos aspectos de germinação (GE, EC10 e VBTZ) e vigor (EC7, EA e VGTZ).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Aqueles que apresentaram diferença estatística significativa foram testados quanto à normalidade, homogeneidade de variâncias e aditividade. Os desdobramentos possíveis foram realizados por meio da comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa utilizado para análise estatística dos dados foi o Assistat 7.7.

Para o fator quantitativo tempo (0, 90, 180 e 270 dias), foi realizada regressão do percentual de germinação de cada uma das cultivares (Cícero, BRS Toro, BRS Cristalino e BRS Aleppo), nas duas condições de armazenamento (CF e ARM.).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste paramétrico ANOVA realizado para as sementes das diferentes cultivares (Cícero, BRS Toro, BRS Cristalino e BRS Aleppo) indicou diferença significativa pelo teste F ( $p < 0,01$ ) para os resultados relacionados com germinação (GE), viabilidade por tetrazólio (VBTZ), emergência em campo ao 10º dia (EC10), emergência em campo ao 7º dia (EC7), vigor por envelhecimento acelerado (EA) e vigor por tetrazólio (VGTZ), conforme Tabela 3. Para o fator condições de armazenamento (câmara fria e armazém), só não houve diferença significativa pelo teste F ( $p < 0,05$ ) para os resultados relacionados à emergência em campo ao 10º dia (EC10).

A análise entre os lotes de cultivares (Cícero, BRS Toro, BRS Cristalino e BRS Aleppo) e condições de armazenamento (câmara fria e armazém) indicou interação significativa (teste F com  $p < 0,05$ ) para viabilidade por tetrazólio (VBTZ), emergência em campo ao 10º dia (EC10), emergência em campo ao 7º dia (EC7) e vigor por envelhecimento acelerado (EA), conforme Tabela 3. Não houve interação significativa (Cv. x Arm.) apenas para germinação (GE) e vigor por tetrazólio (VGTZ).

**Tabela 3** - Análise de variância para germinação (GE), viabilidade por Tetrazólio (VBTZ), emergência ao 10º dia (EC10), emergência ao 7º dia (EC7), envelhecimento acelerado (EA) e vigor por Tetrazólio (VGTZ), das sementes de grão-de-bico tratadas em função da cultivares e da condição de armazenamento aos 90 dias. Brasília-DF, 2023.

FV	QM					
	GE	VBTZ	EC10	EC7	EA	VGTZ
<b>Cultivar</b>	1750,17**	2231,70**	432,53**	651,37**	2272,61**	1906,88**
<b>Armazenamento</b>	220,50**	236,53**	0,53 <sup>ns</sup>	58,25**	693,78**	288,00*
<b>Cv. x Arm.</b>	54,83 <sup>ns</sup>	31,86**	6,66*	13,04*	34,28*	11,58 <sup>ns</sup>
<b>Erro</b>	21,67	4,55	2,04	3,36	8,64	24,19
<b>CV%</b>	7,08	2,89	2,37	3,43	4,69	9,45
<b>Média</b>	70,13	73,72	60,28	53,51	62,59	52,06

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F.

Algumas sementes permanecem viáveis durante longos períodos de tempo, enquanto outras perdem com rapidez a viabilidade conforme espécie ou genótipo. A partir da maturidade, cada espécie tem diferentes níveis de deterioração e há a queda do potencial germinativo, vigor e longevidade, em ritmo progressivo, determinado e irreversível (MARCOS FILHO, 2015).

Assim como características genéticas, as condições ambientais em que as sementes são produzidas, secadas, beneficiadas e armazenadas proporcionam diferentes níveis de deterioração (BEWLEY *et al.*, 2006; COLVILLE, 2017). E mesmo que as condições de armazenamento sejam adequadas e se aproximem ao máximo do ideal, todas as sementes sempre perderão sua viabilidade com o passar do tempo (ZHANG *et al.*, 2021).

A Tabela 4 apresenta as médias dos valores obtidos para qualidade fisiológica das sementes das diferentes cultivares de grão-de-bico e confirma a existência de diferenças significativas, pelo teste de Tukey, na probabilidade de significância de 5%, para todas as análises: germinação (GE), viabilidade por tetrazólio (VBTZ), emergência em campo ao 10º dia (EC10), emergência em campo ao 7º dia (EC7), vigor por envelhecimento acelerado (EA) e vigor por tetrazólio (VGTZ).

**Tabela 4.** Média geral de avaliação de campo e de qualidade fisiológica em sementes de grão-de-bico, considerando o fator cultivar aos 90 dias de armazenamento. Brasília-DF, 2023.

<b>MÉDIA</b>						
<b>Cultivar</b>	<b>GE (%)</b>	<b>VBTZ (%)</b>	<b>EC10 (%)</b>	<b>EC7 (%)</b>	<b>EA (%)</b>	<b>VGTZ (%)</b>
<b>Cícero</b>	84,50 a	91,75 a	65,79 a	57,24 b	79,75 a	68,75 a
<b>BRS Toro</b>	50,00 d	52,50 d	49,69 c	40,23 c	39,88 d	31,63 c
<b>BRS Cristalino</b>	76,75 b	80,63 b	64,65 a	60,34 a	69,00 b	51,50 b
<b>BRS Aleppo</b>	69,25 c	70,00 c	61,01 b	56,21 b	61,75 c	56,38 b
<b>DMS</b>	6,85	2,94	1,97	2,53	4,05	6,78

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade. GE: Germinação; VBTZ: Viabilidade por Tetrazólio; EC10: Emergência em Campo após 10 dias; EC7: Emergência em Campo após 7 dias EA: Envelhecimento Acelerado; e VGTZ: Vigor por Tetrazólio.



As sementes da cultivar Cícero se destacaram com as maiores médias para todos os testes, exceto para emergência em campo ao 7º dia (EC7). As sementes da cultivar BRS Cristalino apresentaram o segundo melhor desempenho para Germinação (GE), viabilidade por tetrazólio (VBTZ) e vigor por envelhecimento acelerado (EA). Não houve diferença significativa entre as sementes da cultivar Cícero e BRS Cristalino para o teste de emergência em campo ao 10º dia (EC10). E apenas no teste de emergência em campo ao 7º dia (EC7), as sementes da cultivar BRS Cristalino se comportaram melhor que as sementes da cultivar Cícero (Tabela 4).

É importante considerar que a cultivar Cícero passou por processo diferenciado de colheita e trilha, com operação de arranquio manual e posterior uso de recolhadora trilhadora de feijão. As demais cultivares foram colhidas com o auxílio de colheitadeira axial.

Processos diferentes podem ocasionar diferentes níveis de danos nas sementes e, por consequência, proporcionar diferentes resultados relacionados à qualidade fisiológica das sementes. As recolhadoras trilhadoras, geralmente, processam adequadamente as plantas e proporcionam baixo índice de perda, elevado rendimento operacional e reduzidos danos às sementes de feijão (DA SILVA *et al.*, 2020).

Dessa forma, era esperado que resultados relacionados à cultivar Cícero fossem superiores em detrimento às demais cultivares em função da colheita manual, secagem em leiras das plantas e melhor regulação do sistema de trilha da recolhadora de feijão. Tais operações, apesar de mais dispendiosas, podem ter ocasionado maior celeridade na secagem das plantas arrancadas e redução nos danos mecânicos às sementes (UCHÔA *et al.*, 2020).

Ainda conforme Tabela 4, é possível observar que as sementes da cultivar BRS Toro apresentaram as menores médias em todas as avaliações (bem inferior quando comparadas com os demais materiais). A BRS Aleppo foi a cultivar com os lotes com qualidade intermediária em todos os testes.

É oportuno considerar que o campo de produção de sementes da cultivar Cícero recebeu a menor incidência de chuva (6 mm) durante o período de pré-colheita. Dessa forma, é possível inferir que há uma relação inversamente proporcional entre a incidência de chuva e a qualidade fisiológica das sementes. Insta observar, ainda, que a cultivar que recebeu a maior incidência

pluviométrica antes da colheita, BRS Toro, com 17 mm, foi aquela que teve o pior resultado relacionado à qualidade fisiológica das sementes.

A incidência pluviométrica e oscilações na temperatura ou flutuação de umidade do ar na fase de pré-colheita podem ocasionar prejuízos físicos, fisiológicos e na sanidade das sementes de soja (DALTRO *et al.*, 2010). Para Inoue *et al.* (2012), o adiamento da colheita é um dos principais fatores de diminuição da qualidade fisiológica das sementes de soja na condição de campo.

Consoante com Vergara *et al.* (2019), em sementes de soja foi observada influência negativa nos testes de primeira contagem de germinação, germinação, envelhecimento acelerado e tetrazólio ocasionadas pelo aumento na incidência de danos por umidade e pelo atraso na colheita. E, como consequência, notou-se comportamento decrescente nas variáveis germinação e vigor, durante o período de 120 dias de armazenamento.

Por outro lado, constatou-se que as cultivares que tiveram a mesma exposição à chuva no período pré-colheita (BRS Cristalino e BRS Aleppo, com 9 mm) apresentaram resultados diferentes em relação à qualidade fisiológica. Essa constatação vai ao encontro dos resultados obtidos por Santos (2022), que observou que as características fisiológicas e químicas inerentes às sementes podem variar em função do genótipo. Sementes de diferentes cultivares de soja que apresentavam maior teor de lignina no tegumento demonstraram melhor qualidade fisiológica e menor porcentagem de danos por umidade (CASTRO *et al.*, 2016).

Na tabela 5, foi apresentado o resultado da comparação das médias entre as condições de armazenamento de sementes de grão-de-bico para qualidade fisiológica e confirmada a existência de diferenças significativas, por meio da probabilidade de significância inferior à 0,05, para todas as análises, exceto para emergência em campo ao 10º dia (EC10). Ou seja, praticamente para todas as variáveis a condição de armazenamento em câmara fria se mostrou mais adequada para manutenção da qualidade fisiológica das sementes mesmo durante o prazo de 90 dias de acondicionamento.

**Tabela 5.** Média geral de avaliação de campo e de qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico, considerando o fator condição de armazenamento, aos 90 dias. Brasília-DF, 2023.

<b>MÉDIA</b>						
<b>Condição</b>	<b>GE (%)</b>	<b>VBTZ (%)</b>	<b>EC10 (%)</b>	<b>EC7 (%)</b>	<b>EA (%)</b>	<b>VGTZ (%)</b>
<b>CF</b>	72,75 a	76,44 a	60,41 a	54,86 a	67,25 a	55,06 a
<b>Arm.</b>	67,50 b	71,00 b	60,15 a	52,16 b	57,94 b	49,06 b
<b>DMS</b>	3,63	1,56	1,04	1,34	2,15	3,59

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Tukey a 5% de probabilidade. GE: Germinação; VBTZ: Viabilidade por Tetrazólio; EC10: Emergência em Campo após 10 dias; EC7: Emergência em Campo após 7 dias EA: Envelhecimento Acelerado; e VGTZ: Vigor por Tetrazólio.

Sementes de soja armazenadas em ambiente climatizado com temperatura média de 20 °C ao longo de 180 dias apresentaram melhores resultados nos testes de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação e condutividade elétrica do que sementes da mesma espécie armazenadas no ambiente de laboratório, com temperatura média de 27 °C (SMANIOTTO *et al.* (2014). Ludwig *et al.* (2021) também concluíram em seu estudo com diferentes cultivares de soja que o armazenamento das sementes acima de 25 °C não foi recomendado para nenhuma cultivar avaliada. De acordo com estes autores, o ar ambiente não manteve a qualidade fisiológica das sementes quando submetidas a 25 e 30 °C, após 210 dias de armazenamento.

Carvalho *et al.* (2016) também avaliaram o potencial de armazenamento de duas cultivares de soja (TMG 1176 RR e SYN 9074 RR) e confirmou que o armazenamento de sementes sob condições adequadas diminui a velocidade do processo de deterioração. Nesse estudo, as sementes foram avaliadas por meio dos testes de primeira contagem de germinação, germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência e emergência em cinco momentos (0, 2, 4, 6 e 8 meses) pelo período de 8 meses.

Na Tabela 6, foram detalhados os resultados da interação entre os fatores cultivares (Cícero, BRS Toro, BRS Cristalino, BRS Aleppo) e condição de armazenamento (câmara fria e armazém) para viabilidade por tetrazólio (VBTZ), emergência em campo ao 10º dia (EC10), emergência em campo ao 7º dia (EC7) e vigor por envelhecimento acelerado (EA).

**Tabela 6.** Interação entre os fatores cultivar e condição de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes de grão-de-bico aos 90 dias de armazenamento. Brasília-DF, 2023.

<b>Características</b>	<b>Cultivar</b>	<b>Câmara fria</b>	<b>Armazém</b>
<b>VBZ</b>	<b>Cícero</b>	93,50 aA	90,00 aB
	<b>BRS Toro</b>	53,25 dA	51,75 dA
	<b>BRS Cristalino</b>	86,00 bA	75,25 bB
	<b>BRS Aleppo</b>	73,00 cA	67,00 cB
<b>EC10</b>	<b>Cícero</b>	66,66 aA	64,92 aA
	<b>BRS Toro</b>	50,20 cA	49,18 cA
	<b>BRS Cristalino</b>	63,45 bB	65,85 aA
	<b>BRS Aleppo</b>	61,34 bA	60,67 bA
<b>EC7</b>	<b>Cícero</b>	58,31 aA	56,17 bA
	<b>BRS Toro</b>	42,42 bA	38,05 cB
	<b>BRS Cristalino</b>	60,01 aA	60,68 aA
	<b>BRS Aleppo</b>	58,70 aA	53,73 bB
<b>EA</b>	<b>Cícero</b>	83,25 aA	76,25 aB
	<b>BRS Toro</b>	43,75 cA	36,00 dB
	<b>BRS Cristalino</b>	72,50 bA	65,50 bB
	<b>BRS Aleppo</b>	69,50 bA	54,00 cB

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para cada característica separadamente. DMS para as colunas: 17,25. Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para cada característica separadamente. DMS para linhas: 15,65. EA: Envelhecimento Acelerado

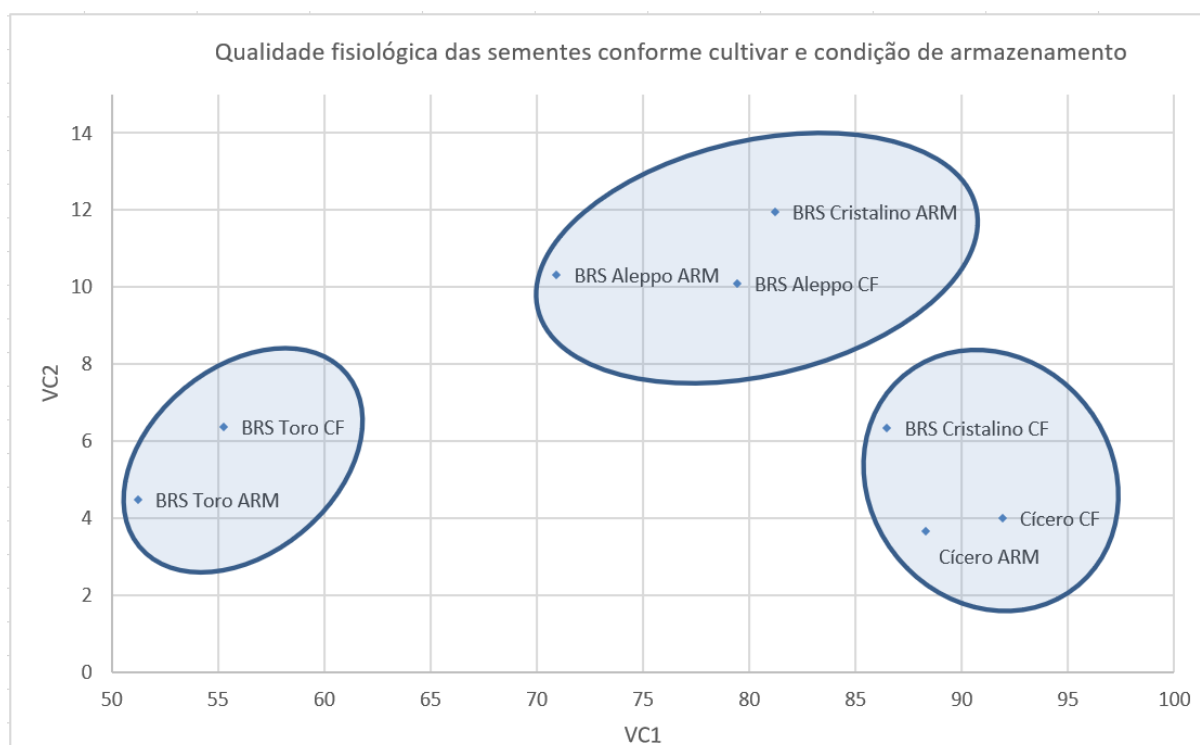
Em pelo menos dois desses testes (VBZ e EA), as sementes da cultivar Cícero armazenadas em câmara fria se destacaram com o maior percentual (melhor resultado) relacionado à qualidade fisiológica. E de maneira oposta, sementes da cultivar BRS Toro mantidas em armazém apresentaram o menor resultado quando avaliadas pelo teste de emergência em campo ao 7º dia (EC7) e pela viabilidade por tetrazólio (VBZ). Houve ainda diferença estatística entre Cícero e BRS Toro para as duas condições de armazenamento e para todas as análises de interação apresentadas pela Tabela 6.

O estudo conduzido por Adebisi (2020) com sementes de 14 genótipos de amendoim (espécie da mesma subfamília botânica do grão-de-bico) identificou diferenças significativas

em seis variáveis relacionadas à qualidade fisiológica das sementes (testes de germinação, viabilidade de sementes, comprimento de plântulas, índice de vigor de plântulas, massa fresca de plântulas e massa seca de plântulas). O período de armazenamento das sementes (0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias) influenciou significativamente cada um dos seis atributos de qualidade estudados. De acordo com Adebisi (2020), o período de armazenamento do amendoim não deve exceder 90 dias em condições ambientais para 12 dos 14 genótipos avaliados.

Para Schons *et al.* (2018), a qualidade das sementes de soja é mais influenciada pelas condições de armazenamento e pelo genótipo do que pelo tratamento de sementes com defensivos. O armazenamento em galpão com 4 metros de altura de pé-direito e telhado de zinco apresentou melhores condições para a viabilidade das sementes do que quando comparado com o armazenamento em condições de câmara fria e úmida (com 8 a 10 °C de temperatura e 75 a 80% de umidade relativa do ar) e silo bolsa (hermeticamente fechado e em condições não controladas).

Com base no grande número de informações sobre a qualidade fisiológica das sementes e características originais correlacionadas, foi possível obter combinações lineares para análise de similaridade ou de dissimilaridade de grupos em conjunto de dados. Sendo assim, por meio das variáveis canônicas, obteve-se uma redução da dimensionalidade dos dados, o que possibilitou a captura de variações não percebidas quando do uso de características originalmente isoladas. Na análise de variáveis canônicas relacionada à qualidade fisiológica das sementes, foram utilizados os seguintes dados: germinação (GE), viabilidade por Tetrázólio (VBTZ), emergência ao 10º dia (EC10), emergência ao 7º dia (EC7), envelhecimento acelerado (EA) e vigor por Tetrázólio (VGTZ). Para efeito de análise, os dados foram dispostos em um gráfico de dispersão e agrupados em três grupos (Figura 1).



**Figura 1** – Gráfico de dispersão dos quatro lotes submetidos a duas condições de armazenamento em relação aos escores de variáveis canônicas (VC1 e VC2) relacionadas à qualidade fisiológica de sementes. Brasília-DF, 2023.

O agrupamento que apresentou melhor resultado relacionado à qualidade fisiológica (maior viabilidade e vigor) na análise composta de variáveis foi composto pelos lotes de Cícero em câmara fria, Cícero em armazém e BRS Cristalino em câmara fria. O agrupamento que demonstrou resultados intermediários foi composto por BRS Cristalino em armazém, BRS Aleppo em câmara fria e BRS Aleppo em armazém. E o agrupamento com pior comportamento relacionado à viabilidade e vigor foi composto pela cultivar BRS Toro tanto na condição de câmara fria como na condição de armazém.

Por meio do gráfico de dispersão (Figura 1) é possível observar que as sementes da cultivar Cícero submetidas à condição de câmara fria e armazém tiveram a menor diferença em relação aos atributos de qualidade (germinação, viabilidade por tetrazólio, emergência em campo ao 10º dia, emergência em campo ao 7º, envelhecimento acelerado e vigor por tetrazólio). Ou seja, a cultivar Cícero foi o material que teve menor prejuízo quando comparadas as duas formas distintas de acondicionamento das sementes. Por outro lado, a cultivar BRS

Cristalino foi o genótipo mais prejudicado quando comparados os tipos diferentes de armazenamento.

A regressão na análise de variância aplicada para as sementes das quatro cultivares (Cícero, BRS Toro, BRS Cristalino e BRS Aleppo) submetidas a duas condições de armazenamento (câmara fria e armazém) e analisados em quatro momentos distintos (aos 0, 90, 180 e 270 dias) demonstrou diferença significativa (pelo menos 5% de probabilidade pelo teste F) para regressão linear para todas condições, bem como na regressão quadrática para os lotes das cultivares BRS Toro e BRS Aleppo (Tabela 7).

**Tabela 7** – Regressão na análise de variância para sementes de BRS Cícero, BRS Toro, BRS Cristalino e BRS Aleppo em câmara fria (CF) e armazém (ARM) durante o período de armazenamento de 0, 90, 180 e 270 dias. Brasília-DF, 2023.

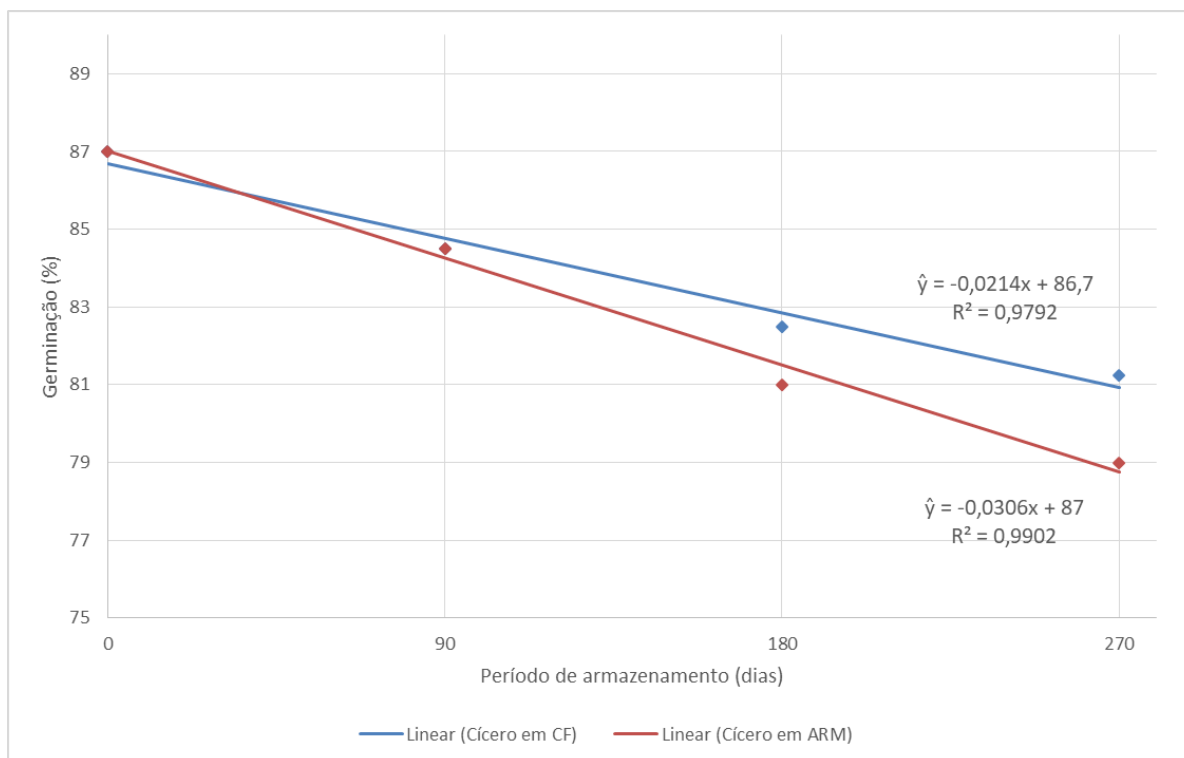
FV	QM							
	Cícero		BRS Toro		BRS Cristalino		BRS Aleppo	
	CF	ARM	CF	ARM	CF	ARM	CF	ARM
<b>Reg. linear</b>	80,00**	151,25**	938,45**	1901,25**	211,25**	530,45**	214,51**	884,45**
<b>Reg. quadra</b>	2,25ns	0,25ns	210,25*	306,25**	12,25ns	132,25ns	33,06*	380,25**
<b>Reg. cúbica</b>	00,00**	1,25ns	4,05ns	11,25ns	11,25ns	48,05ns	3,61ns	84,05*
<b>Erro</b>	1,63	14,08	29,25	14,42	15,58	28,92	6,56	18,08
<b>CV%</b>	1,52	4,53	10,43	8,01	4,88	7,11	3,40	6,24
<b>Média</b>	83,88	82,88	51,88	47,38	80,88	75,63	75,44	68,13

\*\*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. ns Não significativo pelo teste F.

Apesar de haver diferença significativa para Cícero na condição de câmara fria (CF) e para BRS Aleppo na condição de armazém (ARM) na regressão cúbica (Tabela 7), optou-se pelo desdobramento gráfico por meio de modelos matemáticos que melhor se adequaram à distribuição das médias de germinação (GE).

A germinação apresentou interação significativa entre tempo de armazenamento para as sementes de Cícero nas duas condições de armazenamento, câmara fria e em armazém. Neste caso, os dados se ajustaram à regressão linear a partir da data inicial até os 270 dias de armazenamento. As sementes da cultivar Cícero apresentaram percentual de germinação inicial

de 87% e, após 270 dias de armazenamento, o percentual de germinação caiu para 81%, em câmara fria, e 79%, em armazém, conforme Figura 2.



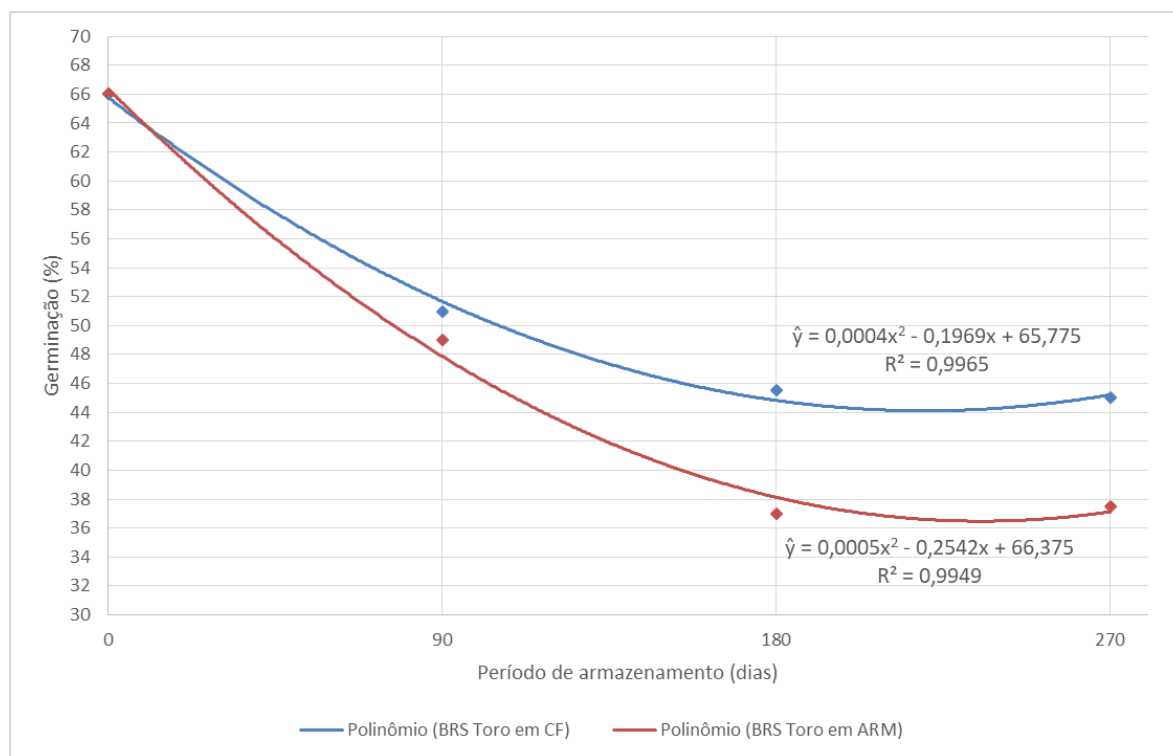
**Figura 2** – Análise de regressão da germinação em função do tempo de armazenamento para sementes da cultivar Cícero armazenadas em câmara fria e em armazém

A redução da germinação foi gradual e com comportamento linear durante todo o período. Entretanto, é possível observar que a reta de tendência relativa ao armazém apresentou queda mais acentuada quando comparada com a reta relativa à câmara fria. Ao final do período de 270 dias houve pouca diferença (de apenas dois pontos percentuais) entre as sementes da cultivar Cícero submetidas às duas condições distintas de armazenamento (Figura 2).

A germinação também apresentou interação significativa entre tempo de armazenamento para as sementes da cultivar BRS Toro nas duas condições de armazenamento (câmara fria e em armazém). Os dados se ajustaram à regressão quadrática a partir da data inicial até os 270 dias de armazenamento. A germinação das sementes da cultivar BRS Toro iniciou com 66% e, após os 270 dias de armazenamento, o percentual caiu para 45%, em câmara fria, e 38%, em armazém (Figura 3). Ao final do período de 270 dias, houve diferença elevada,



de quase 8 pontos percentuais, entre a germinação das sementes submetidas às duas condições de armazenamento.

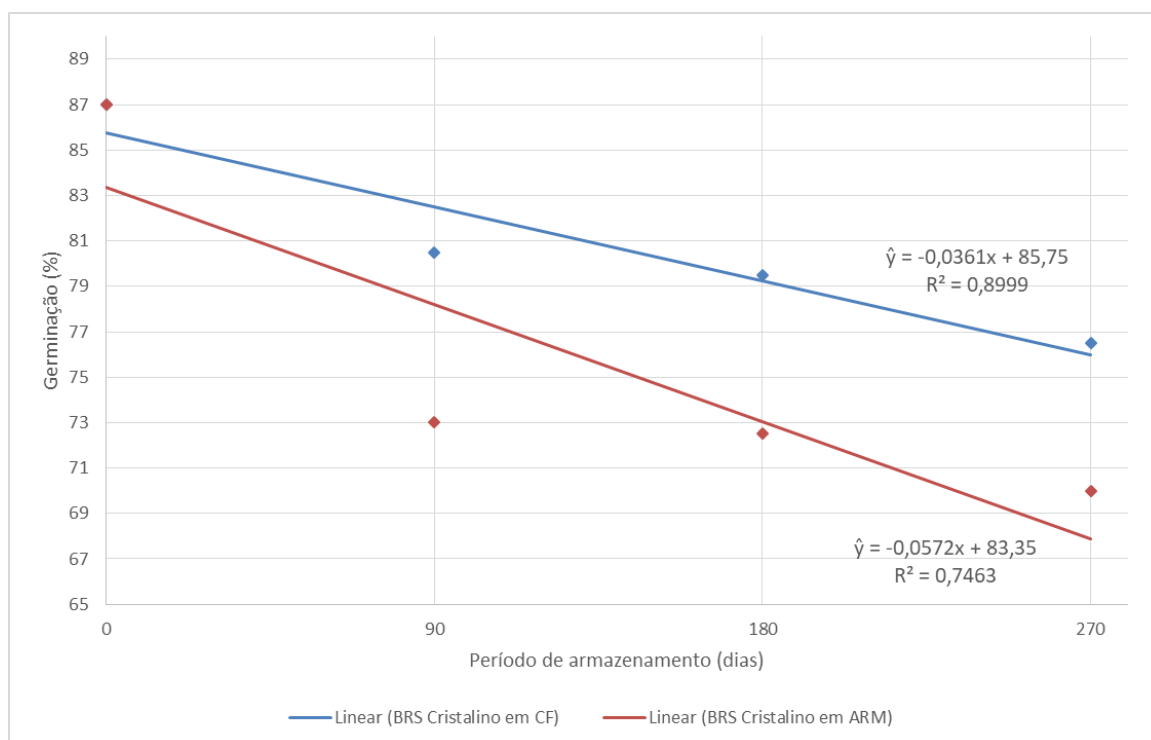


**Figura 3** – Análise de regressão da germinação em função do tempo de armazenamento para sementes da cultivar BRS Toro armazenadas em Câmara Fria e em Armazém

A queda no potencial germinativo das sementes da cultivar BRS Toro foi a mais acentuada, 21 pontos percentuais para sementes armazenadas em câmara fria e 28,5 pontos percentuais para aquelas submetidas à condição de armazém. O maior índice de queda na germinação foi observado durante os primeiros 90 dias de armazenamento. Nesse primeiro momento, as sementes da cultivar BRS Toro que ficaram em câmara fria perderam 15 pontos percentuais de germinação e as que ficaram em condição de armazém apresentaram redução de 17 pontos percentuais. Não houve alteração significativa no resultado de germinação entre os 180 e 270 dias de germinação para as duas condições de armazenamento do BRS Toro (Figura 3).

Houve interação significativa entre tempo de armazenamento e as duas condições de armazenamento (câmara fria e em armazém) para germinação das sementes da cultivar BRS

Cristalino. Os dados foram melhor ajustados à regressão linear, sendo que o percentual de germinação inicial de 87% que, após 270 dias de armazenamento, caiu para 77%, em câmara fria, e 70%, em armazém (Figura 4). Ao final do período de 270 dias, foi constatada diferença significativa, de quase sete pontos percentuais, entre os lotes submetidos às duas condições de armazenamento.

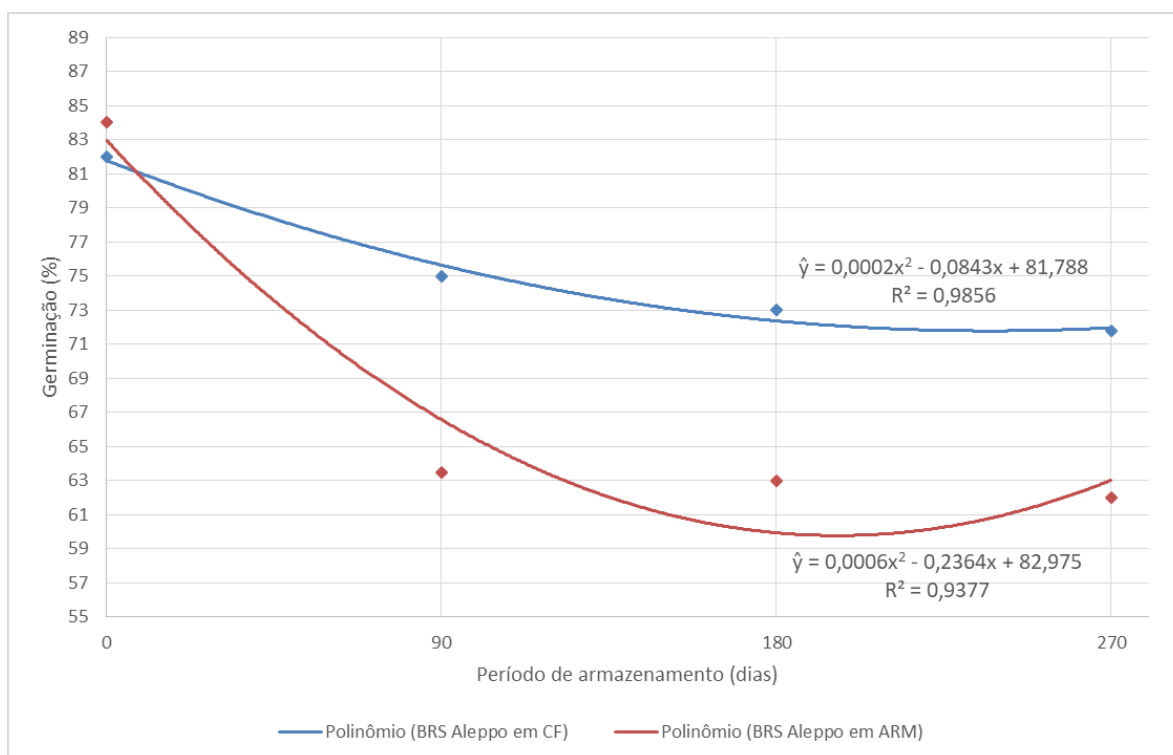


**Figura 4** – Análise de regressão da germinação em função do tempo de armazenamento para sementes da cultivar de BRS Cristalino armazenadas em câmara fria e em armazém

Apesar do comportamento gradual e linear da linha de tendência, a maior queda na germinação foi observada durante os primeiros 90 dias de armazenamento, principalmente para as sementes de BRS Cristalino armazenadas em condições de armazém, estas apresentaram redução de 14 pontos percentuais. Também é possível observar que a reta de tendência relativa ao armazém apresentou queda mais acentuada quando comparada com a reta relativa à câmara fria (Figura 4).

Na interação entre o tempo de armazenamento para as sementes da cultivar BRS Aleppo submetidas às duas condições de acondicionamento (câmara fria e armazém), houve significância estatística e os dados foram ajustados para a regressão quadrática. O percentual

de germinação inicial foi de 82%, em câmara fria, e 84%, em armazém, e, após os 270 dias de armazenamento, o percentual de germinação caiu para 72% e 62%, respectivamente (Figura 5). Ao final do período, foi constatada acentuada diferença, de quase 10 pontos percentuais, entre os lotes submetidos às duas condições de armazenamento.



**Figura 5** – Análise de regressão da germinação em função do tempo de armazenamento para sementes da cultivar de BRS Aleppo armazenadas em câmara fria e em armazém.

A queda no potencial germinativo das sementes da cultivar BRS Aleppo foi mais acentuada durante os primeiros 90 dias de armazenamento (Figura 5), principalmente para o lote acondicionado em armazém. Dos 90 aos 270 dias, os resultados das sementes acondicionadas sob as duas condições de armazenamento apresentaram comportamento linear, gradual e pouco acentuado (redução de 3 pontos percentuais para as sementes mantidas em câmara fria e de menos de 2 pontos percentuais para as sementes mantidas em armazém).

Os trabalhos conduzidos por Chormule *et al.* (2015) também identificaram acentuada perda de qualidade de sementes de grão-de-bico em função do tempo de armazenamento. A

queda da qualidade fisiológica das sementes de grão-de-bico foi gradual durante o período de 22 meses, segundo observado por Basavegowda e Hosamani (2013).

Em comparação, as sementes de feijão-caupi em diferentes períodos de armazenamento também apresentaram diminuição da velocidade de emergência e do número de plântulas ao final de 270 dias de armazenamento (SMIDERLE *et al.*, 2017). Outras culturas (tais como soja e feijão), também apresentaram queda na germinação e o no vigor ao longo do tempo de armazenamento (ALMEIDA *et al.*, 2010; CARDOSO *et al.*, 2012).

O atraso na colheita após a maturação fisiológica prejudicou substancialmente o vigor e a germinação das sementes de soja, além de aumentar a incidência de patógenos. O armazenamento das sementes dessa espécie por oito meses em condições de laboratório, a 25 °C ( $\pm 3$  °C), independentemente do atraso na colheita, também ocasionou prejuízos à qualidade das sementes, bem como culminou com o incremento da incidência de *Phomopsis* spp. (ZUFFO *et al.*, 2017).

Ferreira *et al.* (2017) foi além e demonstrou que a utilização da técnica de resfriamento artificial dinâmico a 13 °C seguido de manutenção a 20 °C garantiu a preservação da qualidade fisiológica das sementes de soja por até 225 dias. As sementes mantidas em câmara fria, independente de terem sido submetidas ou não ao procedimento de resfriamento dinâmico, apresentaram maior preservação da qualidade fisiológica com o passar dos 225 dias.

No presente estudo foi confirmada diferença no comportamento da qualidade das sementes conforme a cultivar avaliada (genótipo). No estudo conduzido por Carvalho *et al.* (2016), também houve a constatação de diferentes tolerâncias ao armazenamento de genótipos de soja quando comparados os resultados de germinação durante o período de 8 meses.

O período de tempo máximo que as sementes de cada espécie se mantêm viáveis sob condições de armazenamento ideais é denominado de longevidade da semente (SANTOS, 2022). A longevidade também pode ser entendida como a predisposição que as sementes têm de estabilizar os processos biológicos intrínsecos (alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas) por longos períodos, sendo a atividade metabólica atenuada de forma a retardar ao máximo os efeitos da deterioração (DONA *et al.*, 2013). Todas as reações químicas que ocorrem no interior das sementes são dependentes da temperatura e teor de água (SOLBERG

*et al.*, 2020). Assim como a soja (SANTOS, 2022), as sementes de grão-de-bico são consideradas naturalmente como de longevidade curta.

O tempo de manutenção da viabilidade poderá ser quase dobrado para cada diminuição de 5,6 °C na temperatura (COLVILLE, 2017). De forma equivalente, a viabilidade também poderá ser dobrada a cada 1% de redução no teor de água das sementes, desde que o este esteja entre 5 e 14% e a temperatura seja mantida na faixa de 0 a 40 °C. Dessa forma, ambos os critérios destacam a relevância de utilizar graus adequados de umidade e de temperatura para a ampliação da longevidade de sementes.

Se, para os bancos de germoplasma, há a necessidade de manutenção da qualidade das sementes sob condições rigorosamente controladas para prolongação máxima da viabilidade das sementes (SOLBERG *et al.*, 2020), em situações comerciais, há a necessidade de manutenção das condições de sementes (geralmente em grandes volumes) até o período de comercialização.

Nesse contexto, outros fatores também precisam ser considerados, tais como: chuva na colheita, regulagem da colhedora, tipo de trilha, tempo decorrido entre colheita e armazenamento, operações do beneficiamento, teor de água da semente, qualidade inicial das sementes, tratamentos fitossanitários ou processos térmicos aplicados, tipo de embalagem, temperatura e umidade relativa do ar no ambiente de armazenamento (VIEIRA, *et al.*, 2021; SANTOS, 2022).

É oportuno considerar que no presente trabalho as sementes da cultivar Cícero foram colhidas à mão e enleiradas para secagem e posterior recolhimento por equipamento usado para feijão (recolhedora de feijão MIAC). Esse equipamento apresenta trilha do tipo axial, ou seja sistema de Fluxo Axial de Baixo Impacto. Já as sementes das cultivares BRS Toro, BRS Cristalino e BRS Aleppo foram colhidas e trilhadas mecanicamente por equipamento (colheitadeira MF9790) que também tinha o sistema axial. Essa consideração torna-se relevante quando comparamos com o estudo conduzido por Strobel *et al.* (2016). Naquele trabalho, foram comparados diferentes sistemas de colheita (convencional, axial e manual) em soja. Para Strobel *et al.* 2016, as sementes colhidas com as diferentes máquinas com sistema axial não apresentaram diferença para germinação, envelhecimento acelerado e emergência em campo quando comparadas entre si ou com o sistema manual.

## 4. CONCLUSÃO

O armazenamento em câmara fria, após 90 dias, foi mais eficiente e permitiu manter a qualidade fisiológica das sementes das diferentes cultivares de grão-de-bico.

A cultivar Cícero se destacou positivamente em todas os testes, após 90 dias de armazenamento, exceto para emergência em campo ao 7º dia (EC7).

A BRS Toro apresentou os menores resultados para todos os parâmetros relacionados à qualidade fisiológica das sementes.

Independentemente da cultivar, o potencial germinativo reduziu significativamente em função do período de armazenamento.

A cultivar que apresentou menor redução no percentual de germinação em função do tempo de armazenamento foi Cícero, seguida por BRS Cristalino, BRS Aleppo e BRS Toro.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEBISI, M. A. Genetic variability in seed physiological quality and storage life of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) Genotypes stored under ambient conditions. **Nigeria Agricultural Journal**, v. 51, n. 3, p. 238-247, 2020.

ALMEIDA, F. D. A.; JERÔNIMO, E. D. S.; ALVES, N. M. C.; GOMES, J. P.; SILVA, A. S. Estudo de técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, n. 2, p. 189–202, 2010.

ALEMAYEHU, S.; ABAY, F.; AYIMUT, K. M.; ASSEFA, D.; CHALA, A.; MAHROOF, R.; HARVEY, J.; SUBRAMANYAM, B. Evaluating different hermetic storage technologies to arrest mold growth, prevent mycotoxin accumulation and preserve germination quality of stored chickpea in Ethiopia. **Journal of Stored Products Research**, v. 85, p. 101526, 2020.

AOSA, Association of Official Seed Analysts. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32. **Association of Official Seed Analysts**. Lincoln, NE, USA, 1983.

BAALBAKI, R.; ELIAS, S.; MARCOS-FILHO, J.; MCDONALD, M. B. (Ed.). Seed vigor testing handbook. Ithaca: **Association of Official Seed Analysts**, 341 p., 2009.

BASAVEGOWDA, G. S.; HOSAMANI, A. Effect of commercial cold storage conditions and packaging materials on seed quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Global Journal of Science Frontier Research**, v. 13, n. 2, p. 23–28, 2013.

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

BEWLEY, J. D.; BLACK, M.; HOLMES, P. **The encyclopedia of seeds: science, technology and uses: technology and uses**. Wallingford: CABI, 2006. p. 138-142.

BERBERT, P. A.; SILVA, J. S.; RUFATO, S.; AFONSO, A. D. L. Indicadores da qualidade dos grãos. In: Silva, J. S. (Ed) **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, p.63-107, 2008.

BHERING, M. C.; SILVA, R. F.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, D. C. F. S. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de feijão. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p.8.3-1 - 8.3-10, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 399 p., 2009.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.8, n.16, jan./mar. de 2014. p. 40-55, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.101526>> Acesso em 11 de outubro de 2022.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. DA S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 272–278, 2012.

CASTRO, E. D. M.; OLIVEIRA, J. A.; LIMA, A. E. D.; SANTOS, H. O. D.; BARBOSA, J. I. L. Physiological quality of soybean seeds produced under artificial rain in the pre-harvesting period. **Journal of Seed Science**, 38, 14-21, 2016.

CARVALHO, E. R.; OLIVEIRA, J. A.; MAVAIÉIE, D. P. D. R.; SILVA, H. W. D.; LOPES, C. G. M. Pre-packing cooling and types of packages in maintaining physiological quality of soybean seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v. 38, p. 129-139, 2016.

CARVALHO, I. L.; MENEGHELLO, G. E.; TUNES, L. M.; COSTA, C. J.; SOARES, V. N. Preparo da semente de arroz para execução do teste de tetrazólio. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215. p. 51-63, 2019.

CHORMULE, S. R.; BHATIYA, V. J.; PATIL, A. S. Effect of seed treatments on quality of chickpea (*Cicer Arietinum* L.). **AGRES – An International e-Journal**, v. 4, n. 1, p. 65–71, 2015.

COLVILLE, L. Seed Storage. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*, **Elsevier**. v.1, p. 335-339, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-394807-6.00080-0>>. Acesso em 24 de maio de 2022.

COSTA, C. J.; VILLELA, F. A.; BERTONCELLO, M. R.; TILLMANN, M. Â. A.; MENEZES, N. L. Pré-hidratação de sementes de ervilha e sua interferência na avaliação do potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, 30(1), p. 198–207, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000100025>>. Acesso em 29 de março de 2023.

DALTRO, E. M. F.; ALBUQUERQUE, M. C. D. F.; FRANÇA NETO, J. D. B.; GUIMARÃES, S. C.; GAZZIERO, D. L. P.; HENNING, A. A. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, 32, 111-122, 2010.

DA SILVA, J. G.; NASCENTE, A. S.; MACHADO, ALT. **Colheita mecanizada do feijoeiro: passado, presente e futuro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 18 p., 2020.

DIAS, L. B. X.; QUEIROZ, P. A. M.; FERREIRA, L. B. S.; FREITAS, M. A. M.; ARAUJO, E. F. L.; SILVA, P. F.; NASCIMENTO, W. M. Accelerated aging as a vigor test on chickpea seeds. **Australian Journal of Crop Science** 14: 339-346, 2020.



DONA, M.; BALESTRAZZI, A.; MONDONI, A.; ROSSI, G.; VENTURA, L.; BUTTAFAVA, A.; MACOVEI, A.; SABATINI, M.; VALLASSI, A.; CARBONERA, D. DNA profiling, telomere analysis and antioxidant properties as tools for monitoring ex situ seed longevity. **Annals of Botany**, 111 (5), 987-998, 2013.

DUARTE, L. T.; LOBO JUNIOR, M. **Comparação do vigor e da viabilidade de sementes de feijão comum pelos testes de germinação em papel e tetrazólio**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 10, 2011.

FERREIRA, F. C.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E.; SOARES, V. N. Cooling of soybean seeds and physiological quality during storage. **Journal of Seed Science**, v. 39, p. 385-392, 2017.

INOUE, M. H.; PEREIRA, P. S. X.; MENDES, K. F.; BEM, R.; DALLACORT, R.; MAINARDI, J. T.; ARAÚJO, D. V.; CONCIANI, P. A. Determinação do estágio de dessecação em soja de hábito indeterminado no Mato Grosso. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 769-770, 2012.

KONG, F.; CHANG, S. K. C.; LIU, Z.; WILSON, L. A. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, v.73, p.134-144, 2008.

LUDWIG, V.; BERGHETTI, M. R. P.; ROSSATO, F. P.; WENDT, L. M.; SCHULTZ, E. E.; BOTH, V.; BRACKMANN, A. Impact of controlled atmosphere storage on physiological quality of soybean seed. **Journal of Stored Products Research**, v. 90, p. 101749, 2021.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-85.

NETO, J. B. F; KRZYZANOWSKI, F. C. **Metodologia do teste de tetrazólio**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 108 p.

SANO, N.; RAJJOU, L.; NORTH, H. M.; DEBEAUJON, I.; MARION-POLL, A.; SEO, M. Staying alive: molecular aspects of seed longevity. **Plant Cell Physiology**, v. 54, n. 4, p. 660–674, 2016.

SANTOS, A. R. P. D. **Estimativa da longevidade de sementes de soja e sua relação com o sistema de defesa antioxidativo**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 102 p., 2022.

SCHONS, A.; DA SILVA, C. M.; PAVAN, B. E.; DA SILVA, A. V.; MIELEZRSKI, F. Genotype responses, seed treatment and storage conditions on physiological potential of soybean seeds. **Revista de Ciências Agrárias** (Portugal), v. 41, n. 1, p. 109-121, 2018.

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. v. 18, n. 4, 2014. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000400013>> Acesso em 28 de março de 2022.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. D. G.; ALVES, J. M. A.; BARBOSA, C. Z. D. R. Physiological quality of cowpea seeds for different periods of storage. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 5, p. 817–823, 2017.

SOLBERG, S. Ø.; YNDGAARD, F.; ANDREASEN, C.; VON BOTHMER, R.; LOSKUTOV, I. G.; ASDAL, Å. Long-Term Storage and Longevity of Orthodox Seeds: a systematic review. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 1007-1007, 3 jul. 2020. Frontiers Media SA. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.01007/full>>. Acesso em 24 de maio de 2022.

STROBEL, T.; KOCH, F.; AISENBERG, G. R.; SZARESKI, V. J.; CARVALHO, I. R.; NARDINO, M.; SOUZA, V. Q.; VILLELA, F. A.; PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z. Physical and physiological quality of soybean seeds harvested under different trial systems after storage period. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 10, n. 13, p. 124-130, 2016.

UCHÔA, M. R.; BASTOS, R. L. G.; ALBIERO, D.; FERNANDES, F. R. B.; CAVALCANTE, R.; SILVESTRE, F. E. R.; MACEDO, D. X. S.; DOS SANTOS, V. C. Influência da rotação de trabalho de uma trilhadora estacionária na qualidade do feijão Caupi/Influence of the work rotation of a stationary tracker on the quality of Caupi beans **Brazilian Journal of Development**, 6(4), 19678-19688, 2020.

VERGARA, R.; SILVA, R. N. O. D.; NADAL, A. P.; GADOTTI, G. I.; AUMONDE, T. Z.; E VILLELA, F. A. Harvest delay, storage and physiological quality of soybean seeds. **Journal of Seed Science**, v. 41, p. 506-513, 2019.

VIEIRA, E. H. N.; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. **Sementes de feijão** - produção e tecnologia. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz E Feijão, p. 233-248, 2000.

VIERA, B.; PANAZOLLO, G. X.; WOJCIECHOWSKI, M. B.; PANISSON, F.; SCHEEREN, P. (2021). Germinação na espiga em pré-colheita na cultura do trigo. In **Embrapa Trigo-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: Mostra de Iniciação Científica, 15; Mostra de Pós-Graduação da Embrapa Trigo, 12, 2020, Passo Fundo. Resumos. Brasília, DF: Embrapa, p. 32, 2021.

ZHANG, K.; ZHANG, Y.; SUN, J.; MENG, J.; TAO, J. Deterioration of orthodox seeds during ageing: influencing factors, physiological alterations and the role of reactive oxygen species. **Plant Physiology and Biochemistry**, [S.L.], v. 158, p. 475-485, jan. 2021. Elsevier BV. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.11.031>>. Acesso em 24 de maio de 2022.

ZUFFO, A. M; ZUFFO, J. M; ZAMBIAZZI, E. V; STEINER, F. Physiological and sanitary quality of soybean seeds harvested at different periods and submitted to storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, p. 312-320, 2017.