



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO TIPO DESI CV. BRS HARI DURANTE O BENEFICIAMENTO

DIEGO FERNANDES BACIN

MESTRADO

**Ipameri-GO
2024**

DIEGO FERNANDES BACIN

QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO TIPO DESI CV. BRS HARI DURANTE O BENEFICIAMENTO

Orientador: Prof. Dr. Warley Marcos Nascimento

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE

Ipameri-GO
2024

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Fq Fernandes Bacin, Diego
 QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
 GRÃO-DE-BICO TIPO DESI CV. BRS HARI DURANTE O
 BENEFICIAMENTO / Diego Fernandes Bacin; orientador
 Warley Marcos Nascimento. -- Ipameri, 2024.
 31 p.

 Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
 Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de
 Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, 2024.

 1. Beneficiamento. 2. Cicer arietinum. 3. Produção
 vegetal. I. Marcos Nascimento, Warley , orient. II.
 Título.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO TIPO DESI CV. BRS HARI DURANTE O BENEFICIAMENTO"

AUTOR(A): Diego Fernandes Bacin

ORIENTADOR(A): Warley Marcos Nascimento

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

Prof.ª Dr.ª Patricia Pereira da Silva
Embrapa Hortaliças

Prof.ª Dr.ª Jôsie Cloviane de Oliveira Freitas (Orientadora)

Universidade Estadual de Goiás/ Unidade Palmeiras de Goiás-GO

Prof. Dr. Fabricio Rodrigues

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri- GO

Prof.ª Dr.ª Warley Marcos Nascimento
Embrapa Hortaliças

Data da realização: 28 de Agosto de 2024

Registro de Declaração

Número: 256 Livro: R-01 Folhas: 04A Data: 24/06/2024

Assinatura:



A minha mãe, lâmpada para minha caminhada, que mesmo de longe, ilumina minha
jornada.

EU TE AMO!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por seu amparo e bênçãos durante a caminhada.

Aos meus pais Aquiles Bacin e Irianice Fernandes Bacin (*in memoriam*) pela educação recebida através de bons exemplos e valores que levarei por toda vida.

Aos meus irmãos, Alex e Thiago pelo apoio e por acreditarem em minha capacidade e a todos familiares que sempre estiveram ao meu lado.

À Universidade Estadual de Goiás, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, por contribuir com minha formação profissional e pela oportunidade.

À Embrapa Hortaliças e ao orientador Dr. Warley Marcos Nascimento pelo fornecimento das sementes e pelas colaborações nesta pesquisa.

A Dra. Caroline Jacome Costa pela amizade, empenho e contribuição no desenvolvimento desta pesquisa.

SUMÁRIO

RESUMO		vi
ABSTRACT		vii
1	INTRODUÇÃO	12
2	MATERIAL E MÉTODOS	16
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4	CONCLUSÕES	19
5	REFERÊNCIAS	20
ANEXOS		25

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico tipo Desi cv. BRS Hari, coletadas em nove pontos distintos do processo de beneficiamento de sementes, e verificar a retenção de sementes nas diferentes classificações de peneiras. A colheita mecanizada de sementes de grão-de-bico BRS Hari ocorreu no campo de produção da Embrapa Hortaliças, localizado em Brasília-DF. Foram levadas para o laboratório amostras médias (6.000 g) para análise, que foram formadas agrupando e homogeneizando amostras simples de cada tratamento. Um total de dez tratamentos foram obtidos em diversas etapas de processamento e máquinas. As sementes de cada tratamento passaram por testes para avaliação de sua qualidade: pureza física, retenção de peneiras, germinação, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado e teste de hipoclorito de sódio. Os dados foram submetidos à análise de variância e, atendidos aos pressupostos, e havendo significância dos tratamentos, realizou-se o teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$) com o software Genes. Os resultados apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos no teste de germinação para número de plântulas normais, número de plântulas anormais e percentagem de germinação. Observou-se também diferença significativa entre os tratamentos no teste de envelhecimento acelerado em plântulas normais e sementes mortas e no teste de índice de velocidade de emergência. Em relação a retenção de peneiras, observou-se diferença significativa para pontos de coleta, para tipos de peneira e para a interação entre ponto de coleta de sementes (PC) e tipos de peneiras (PE). Os tratamentos T2 (sementes colhidas depois de passarem pela peneira superior de 12 mm e antes de passarem pela peneira inferior de 7,5 mm) e T5 (sementes coletadas na boca do silo armazenador) foram os que apresentaram melhor qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico tipo Desi CV. BRS Hari. Os tratamentos T3 e T4 apresentaram taxas de germinação abaixo de 80%. Para a retenção de peneira, as que apresentaram melhores resultados foram as peneiras de 4 a 9 mm para o beneficiamento das sementes de grão de bico.

Palavras-chave: Beneficiamento. Germinação. Grão-de-bico. Qualidade. Sementes.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the physical and physiological quality of chickpea seeds of the Desi cv. BRS Hari type, collected at nine different points of the seed processing process, and to verify seed retention in the different sieve classifications. The mechanized harvesting of chickpea seeds of the BRS Hari type occurred in the production field of Embrapa Hortaliças, located in Brasília-DF. Medium samples (6,000 g) were taken to the laboratory for analysis, which were formed by grouping and homogenizing single samples of each treatment. A total of ten treatments were obtained in different processing stages and machines. The seeds of each treatment underwent tests to evaluate their quality: physical purity, sieve retention, germination, electrical conductivity, emergence speed index, accelerated aging and sodium hypochlorite test. The data were subjected to analysis of variance and, once the assumptions were met and there was significance of the treatments, the Scott Knott test ($p \leq 0.05$) was performed using the Genes software. The results showed significant differences between the treatments in the germination test for the number of normal seedlings, number of abnormal seedlings and germination percentage. A significant difference was also observed between the treatments in the accelerated aging test in normal seedlings and dead seeds and in the emergence speed index test. Regarding sieve retention, a significant difference was observed for collection points, sieve types and for the interaction between seed collection point (PC) and sieve types (PE). Treatments T2 (seeds harvested after passing through the upper 12 mm sieve and before passing through the lower 7.5 mm sieve) and T5 (seeds collected at the mouth of the storage silo) were those that presented the best physical and physiological quality of chickpea seeds of the Desi CV. BRS Hari type. Treatments T3 and T4 presented germination rates below 80%. For sieve retention, the ones that presented the best results were the 4 to 9 mm sieves for processing chickpea seeds.

Keywords: Beneficiation. Germination. Chickpea. Quality. Seeds.

1. INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma espécie autógama, leguminosa e de ciclo anual. Pertence à família Fabaceae, especificamente à subfamília *Papilionoideae*, tribo *Cicereae* e gênero *Cicer* (MANARA e RIBEIRO, 1992). É uma leguminosa classificada em segundo lugar em importância a nível mundial (DIAS e LEÃO ARAÚJO, 2020), tem chamado a atenção pelas suas inúmeras vantagens para a saúde, devido a sua composição nutricional, apresentando altos teores de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras, correspondendo à 17– 24% de proteína, 41–51% de carboidratos e alta porcentagem de minerais e gorduras (ácido oleico e linoleico não saturado) (MERGA e HAJI, 2019).

Na América Latina, é cultivado em regiões caracterizadas por um clima seco e ameno, apresenta notável tolerância ao déficit hídrico e possui características desejáveis de alta resiliência, incluindo suscetibilidade mínima a pragas e doenças (BRAGA et al., 1997). Além disso, o baixo custo de produção, a ampla adaptação climática e grande capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico fazem dessa hortaliça uma das leguminosas mais importantes em sistemas de agricultura sustentável (NASCIMENTO et al., 1998). Seu cultivo está difundido em todo o mundo, com produção ocorrendo em 58 países e aproximadamente 14,5 milhões de hectares, apresentando dessa forma uma produção mundial significativa (MOREIRA, 2020).

Contudo no Brasil, a produção é escassa, levando o país a importar quase a totalidade do que é consumido. Em 2022, o país importou cerca de 10,4 mil toneladas, a um valor de US\$ 9,5 milhões (CESEX, 2023), vindos principalmente da Argentina e México. Entretanto, esta situação está se modificando, devido ao aumento substancial da produção nacional nos últimos anos. Há cinco anos, a área cultivada com grão-de-bico no país concentrava-se em poucos hectares, passando a ocupar, em 2018, cerca de 8 mil hectares. O cultivo do grão-de-bico está se tornando realidade sobretudo no bioma Cerrado, notadamente nos estados de Goiás e Mato Grosso, graças às pesquisas agrícolas

voltadas para o manejo da cultura e da disponibilidade de novas cultivares da Embrapa Hortaliças adaptadas às condições edafoclimáticas do Brasil. Estas cultivares, todas do tipo kabuli, são altamente produtivas e chegam a produzir acima de 2.500 kg/ha (a média mundial é de 900 kg/ha), com boa tolerância a doenças de solo, adaptadas a colheita mecânica e apresentando uma dupla finalidade para o mercado, tanto grãos secos ou como reidratados e enlatados. Em áreas comerciais de grão de bico, produtores tem conseguido produtividades variando de 2 mil quilos no regime de sequeiro a 3 mil quilos em sistema irrigado (ARTIAGA et al., 2015).

Com base no tipo de semente, existem dois grupos de grão-de-bico: kabuli e o desi. O primeiro grupo, mais frequentemente encontrado no Mediterrâneo, apresenta sementes grandes, com formato arredondado e coloração creme clara, sendo preferido para fins comerciais e culinários. As plantas são de tamanho médio, as flores brancas, os folíolos grandes e as vagens têm de uma a duas sementes. O segundo grupo, cultivado na Etiópia e parte do Irã e Afeganistão, possui sementes pequenas, de formato anguloso irregular e tegumento de coloração escura variada. As plantas contêm antocianina nas hastes, flores de cor púrpura e folíolos pequenos. São utilizados como cultura de subsistência nos países produtores e consumidos na forma de farinha e grãos partidos (NASCIMENTO et al., 2016; GRAINS RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION, 2018). Do total da produção mundial, os tipos desi e kabuli representam cerca de 80% e 20%, respectivamente.

O grão-de-bico BRS Hari pertence ao grupo Desi, caracterizado por suas sementes menores e de coloração escura. É notável por suas excelentes características agronômicas, como: sementes pequenas, plantas eretas, incluindo resistência ao acamamento. Em comparação com cultivares comerciais indianas, os valores das características agronômicas tais como produtividade, altura de plantas, índice de colheita, número de ramos primários e secundários, número de vagens por planta e peso de mil sementes são iguais ou superiores. Isso contribui significativamente para ampliar as oportunidades econômicas e expandir a fronteira agrícola, estabelecendo uma possível plataforma de exportação. BRS Hari é uma cultivar de polinização aberta, apresentando uma maior estabilidade. É indicada para o cultivo tanto na estação seca como irrigada, com semeadura a partir do mês de abril até o mês de maio em áreas de cultivo irrigado com altitudes superiores a 600 metros. As altas produtividades do BRS Hari são frequentemente registradas em áreas irrigadas. A época de

plantio preferida no Planalto Central é entre 15 de abril e 30 de maio, com a colheita ocorrendo entre agosto e setembro. Dessa forma, justifica-se a escolha da cultivar BRS Hari, tipo Desi (IBRAFE, 2023).

A qualidade das sementes é crucial para o êxito da produção agrícola, impactando diretamente a produtividade e a eficiência das lavouras. As propriedades físicas e fisiológicas das sementes podem interferir na germinação, no desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, na quantidade final de produção (PEREIRA et al, 2012). Entretanto, não existe uma padronização ou protocolo para o beneficiamento de sementes de grãos de bico no Brasil.

Dessa forma, o processo de beneficiamento destaca-se como uma etapa crucial na cadeia de produção, onde ocorrem operações como limpeza, classificação, secagem e tratamento, visando melhorar a qualidade das sementes e garantir um plantio eficiente. No entanto, embora o beneficiamento seja essencial, pode influenciar diversas características das sementes, tanto físicas quanto fisiológicas, e, conseqüentemente, sua capacidade de germinação e vigor.

Para otimizar a produtividade das sementes de grão de bico, é fundamental garantir sua qualidade genética, física, fisiológica e sanitária. Para conseguir isso, é necessário considerar uma série de fatores ao longo das etapas de produção e processamento. Esses fatores abrangem condições ambientais, práticas de gestão e recursos tecnológicos (NICOLI, 2021).

A qualidade das sementes obtidas no campo de produção pode ser refinada através de uma série de operações realizadas por máquinas especializadas, melhorando as características fisiológicas do lote (MELO et al., 2016). Apesar da utilização de equipamentos avançados que minimizam os danos, ainda é importante avaliar o impacto do processamento na qualidade das sementes e fazer as melhorias necessárias.

Além disso, existe uma variação nas dimensões e tamanho das sementes de grão de bico. Normalmente, sementes maiores apresentam desempenho fisiológico superior em comparação com sementes menores da mesma espécie e cultivar, resultando em desenvolvimento acelerado de plântulas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Dado o comportamento diversificado observado entre sementes de tamanhos variados, é imprescindível estabelecer um processo de padronização para identificar quais

sementes possuem a capacidade de manifestar adequadamente as características fisiológicas da espécie (SANTOS et al., 2012).

Compreender como as operações de beneficiamento afetam as características das sementes de grão-de-bico é estritamente necessário para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais eficientes e sustentáveis, contribuindo para o aperfeiçoamento da produção. nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico tipo Desi cv. BRS Hari, coletadas em nove pontos distintos do processo de beneficiamento de sementes, e verificar a retenção de sementes em gramas nas diferentes classificações de peneiras.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Embrapa Hortaliças, localizada em Brasília – DF. Em 2023, foi feita a colheita mecanizada de sementes de grão-de-bico BRS Hari no campo de produção da Embrapa-Hortaliças.

Essas sementes foram coletadas quando continham 10% de teor de água. Depois que foram colhidas, e processou-se as sementes na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Embrapa. Durante esse processo, submeteu-se as sementes na máquina de ar e peneiras e na mesa de gravidade.

Após a estabilização bem-sucedida das máquinas, o que levou cerca de uma hora e 30 minutos desde o início do processo, foram coletadas amostras de sementes em todas as etapas do processamento, com intervalos consistentes de cinco minutos entre cada coleta. Cada tratamento rendeu cerca de 25 amostras individuais, pesando em média 240 g. Essas amostras foram obtidas em diversos pontos onde as máquinas foram descarregadas, seguindo o fluxograma representado na Figura 1.

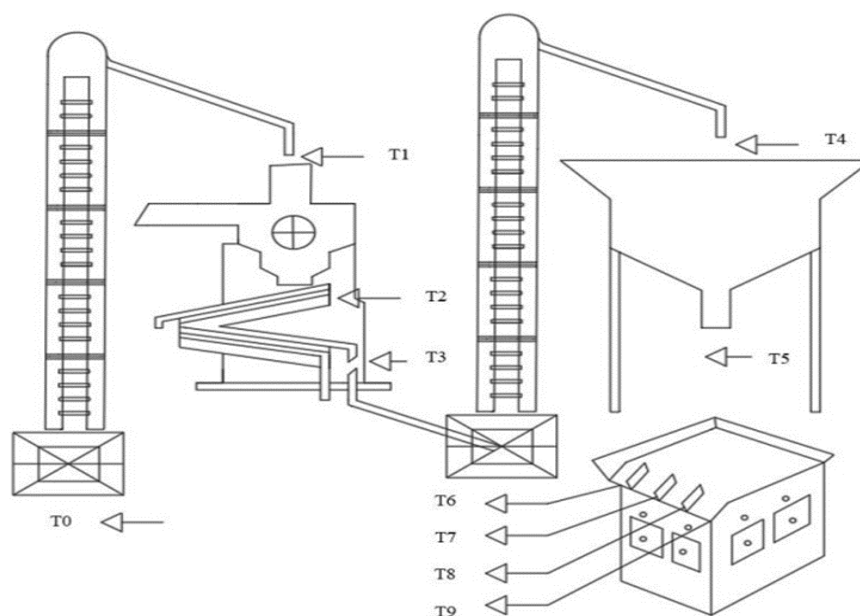


Figura 1. Fluxograma das etapas de beneficiamento com indicação dos pontos de obtenção das amostras para constituir os tratamentos (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 e T9).

Foram levadas para o laboratório de sementes, amostras médias (6.000 g) para análise, que onde as sementes de tratamento foram agrupadas e homogeneizadas em amostras simples. Um total de 10 tratamentos foram obtidos em diversas etapas de processamento e máquinas, conforme descrito na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1. Diversos tratamentos nas etapas de processamento do grão-de-bico descritos com base em pontos de coleta de amostras de sementes.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO
T0	Composto pelas sementes brutas, ou seja, não beneficiadas (T0).
T1	Sementes colhidas após passarem pelo elevador inicial, mas antes de chegarem à máquina de ventilador e peneiras (MVP).
T2	Sementes colhidas depois de passarem pela peneira superior de 12 mm e antes de passarem pela peneira inferior de 7,5 mm,
T3	Sementes colhidas na MVP, retidas na peneira inferior de 7,5 mm (crivos redondos) e antes do segundo elevador. (obs. o objetivo desta peneira é eliminar sementes que sejam muito pequenas (< 7,5 mm de diâmetro).
T4	Sementes coletadas depois de passarem no segundo elevador, responsável por alimentar um silo armazenador.
T5	Sementes coletadas na bica do silo armazenador.
T6	Sementes coletadas na descarga superior da mesa de gravidade.
T7	Sementes coletadas na descarga intermediária alta da mesa de gravidade.
T8	Sementes coletadas na descarga intermediária baixa da mesa de gravidade.
T9	Sementes coletadas na descarga inferior da mesa de gravidade.

As sementes de cada tratamento passaram por uma série de testes em Laboratório para avaliação de sua qualidade:

Pureza física – Com o uso de pinças, os componentes foram separados manualmente em quatro conjuntos de 1.000 gramas. Os resultados foram então apresentados como porcentagem de sementes intactas (P) e sementes danificadas (SQ) (BRASIL, 2009).

Teste de retenção de peneiras - Na determinação da uniformidade de classificação das sementes (teste de retenção de peneiras), foi utilizada uma subamostra de 500 gramas de sementes puras de grão-de-bico, submetidas à agitação durante um minuto, em peneiras manuais, com malhas de 3 mm a 12 mm, totalizando 10 peneiras. Em seguida, estas foram pesadas, obtendo-se o percentual de retenção em cada peneira.

Teste de germinação - O experimento consistiu de quatro conjuntos de 50 sementes cada, utilizando papel germitest como meio de crescimento. O papel foi umedecido com água destilada, equivalente a 2,5 vezes seu peso original. Os rolos de papel com as sementes foram então colocados em uma câmara de germinação regulada a uma temperatura constante de 20 °C. As avaliações foram realizadas no 5º dia (primeira contagem) e no 8º dia a porcentagem de germinação, onde foi determinando a porcentagem de plântulas normais. Os resultados foram expressos em percentual, seguindo as diretrizes estabelecidas (BRASIL (2009).

Teste de condutividade elétrica – Para a condução do experimento foram utilizados quatro conjuntos de 50 sementes intactas que foram previamente pesadas cuidadosamente em balança de precisão. Essas sementes foram então colocadas em copos descartáveis com volume de 200 mL, e em cada copo foram adicionados 75 mL de água destilada. Os copos contendo as sementes e água foram então colocados em uma câmara de germinação especializada (B.O.D.) regulada à temperatura de 25 °C por um período de 24 horas. Após esse período, a condutividade elétrica da solução na qual as sementes foram absorvidas foi medida por meio de um condutivímetro (AKSO ®/AK 51), e os resultados foram registrados em $\mu\text{S cm}^{-1}$, conforme metodologia descrita por Vieira e Krzyzanowski (1999).

Índice de velocidade de emergência - O cálculo do número médio de plantas emergidas ao longo de todo o teste de emergência, do primeiro ao último dia, baseou-se nos valores diários obtidos, seguindo a metodologia delineada por Maguire (1962).

Envelhecimento acelerado – O experimento foi conduzido com quatro conjuntos de 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram dispostas em camada única e colocadas sobre uma tela plástica dentro de uma caixa plástica “gerbox”. A caixa continha uma solução de cloreto de sódio (NaCl) no fundo. Posteriormente, as caixas foram tampadas e colocadas em uma câmara B.O.D. fixada a 41 °C por um período de 24 horas, seguindo procedimento descrito por DIAS et al. (2020). Após esse período de incubação,

as sementes foram submetidas à germinação conforme metodologia especificada por Brasil, 2009. Os resultados foram então expressos em porcentagem.

Teste de hipoclorito de sódio – O teste de hipoclorito de sódio foi preparado na concentração de 0,13 %, usando 25 ml da solução de sódio a 5,25%, adicionou-se 975 ml de água para obter 1 litro de solução, e o teste foi realizado conforme a metodologia de Krzyzanowski, et al, 2023.

Para o teste de peneira, um total de 50 kg de sementes de grão-de-bico foram transportadas para o laboratório de Análise de Sementes da Embrapa Hortaliças. As sementes foram então meticulosamente classificadas e categorizadas de acordo com seu tamanho, utilizando um conjunto de sete peneiras circulares com diâmetros medindo 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5 e 4,3 mm.

Para análise dos dados foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, composto por dez tratamentos e quatro repetições. Os dados foram avaliados quanto à normalidade e homogeneidade dos resíduos pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Layard/Samiuddin, respectivamente. Posteriormente foi realizada análise de variância ($p < 0,05$) por meio do teste F e, se estatisticamente significativa, as médias foram comparadas por meio do teste de Scott Knott ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados referentes às características avaliadas encontra-se na Tabela 2. As variáveis germinação (TG), teste de envelhecimento acelerado, teste de hipoclorito de sódio e índice de velocidade de emergência (IVE) apresentaram diferenças significativas dentro dos tratamentos avaliados ($p < 0,05$). Contudo a variável condutividade elétrica e sementes puras não foram influenciadas pelo beneficiamento.

No teste de germinação, apenas os tratamentos T3 (sementes colhidas na MVP, retidas na peneira inferior de 7,5 mm (crivos redondos) e antes do segundo elevador) e T4 (sementes coletadas depois de passarem no segundo elevador, responsável por alimentar um silo armazenador) apresentaram as menores percentagens de germinação, com taxa de germinação abaixo de 80%, sendo 78 e 79%, respectivamente. Ao mesmo tempo que apresentou as menores médias para plântulas normais (PN) e consequentemente maiores médias para plântulas anormais (PA) (Tabela 3). Observa-se que as etapas iniciais do processo de beneficiamento não foram suficientes para promover a seleção de lotes com maior germinação. De forma semelhante, Moreira (2020) descobriu que o processamento pode impactar diretamente a germinação, especialmente em sementes mais suscetíveis a danos mecânicos, como o grão-de-bico, o que afeta o vigor e a taxa de estabelecimento das plântulas.

Contudo, salienta-se, ainda, que a germinação das sementes variou de 78 a 92,0%, estando de acordo com a Instrução Normativa nº 42, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece o valor mínimo de 60% para a comercialização de sementes certificadas (C1 e C2) de grão-de-bico (BRASIL, 2019). Portanto, verifica-se que em todas as etapas do beneficiamento, as sementes tiveram germinação superior ao exigido pela legislação.

Para o teste de condutividade elétrica (CE) os tratamentos T0 (sementes brutas), T6 (Sementes coletadas na descarga superior da mesa de gravidade), T8 (Sementes coletadas na descarga intermediária baixa da mesa de gravidade) e T9 (Sementes coletadas na descarga inferior da mesa de gravidade) apresentam maior deterioração da membrana celular.

Isso sugere que essas sementes podem ter um vigor reduzido, com membranas danificadas, assim como um aumento na lixiviação de solutos e íons. Os resultados obtidos

estão de acordo com a pesquisa de Haesbaert et al. (2017), que indica que níveis elevados de condutividade elétrica estão associados a uma maior lixiviação de íons, diminuição da integridade celular e, como consequência, menor vigor das sementes. Além disso, Milošević et al. (2010) afirmam que a condutividade elétrica é um bom parâmetro para avaliar a qualidade fisiológica das sementes, especialmente em espécies com embriões expostos, como no caso do grão-de-bico. Desse modo, existe a possibilidade de que as sementes submetidas a diferentes tratamentos apresentem variações na qualidade fisiológica ao longo do armazenamento, assim como afirma Santos (2022), onde os valores mais elevados encontrados para condutividade elétrica em sementes de grão-de-bico indicam que as sementes que passaram por todas as etapas do beneficiamento apresentaram menor vigor, corroborando com os valores de germinação encontrados pelo mesmo.

A maior parte das sementes oriundas do T9 estavam imaturas, defeituosas, leves e mal-formadas. Sementes imaturas, defeituosas e mal-formadas apresentam organização de suas membranas celulares deficientes e, portanto, maior liberação de lixiviado para o meio no teste de condutividade elétrica (VIDIGAL et al., 2009; GONÇALVES et al., 2015).

No teste de envelhecimento acelerado, embora não tenha sido observado diferença significativas entre os tratamentos para plantas normais, verificou-se que os tratamentos T1 (sementes colhidas após passarem pelo elevador inicial, mas antes de chegarem à máquina de ventiladores e peneiras) e T8 (sementes coletadas na descarga intermediária baixa da mesa de gravidade) apresentaram as maiores médias após o envelhecimento, indicando que essas sementes demonstram maior vigor e capacidade de tolerar condições adversárias (MARCOS FILHO, 2015).

A importância do teste de envelhecimento acelerado reside na sua capacidade de determinar a viabilidade e tolerância das sementes a condições extremas, como altas temperaturas e umidade (FINA et al., 2016). Ou seja, o beneficiamento promoveu a seleção de sementes com maior qualidade fisiológica.

No teste de hipoclorito de sódio, as médias para o número de sementes sem danos (NSD) não apresentaram diferenças, já para o número de sementes com danos (NCD) a diferença foi observada nos tratamentos T0 e T1, onde continham o maior número de sementes danificadas. Este teste é essencial para detectar a presença de microfissuras, que podem comprometer a integridade das sementes de soja (KRZYZANOWSKI, et al. 2023). No que se refere às sementes, o grão-de bico é particularmente vulnerável a danos

mecânicos por conta de seu eixo embrionário exposto e tegumento fino (PINTO et al., 2012).

Dessa forma, observa-se que, independentemente das fases de processamento, as sementes de grão-de-bico já revelavam altos níveis de danos mecânicos, um aspecto que está ligado ao método de colheita. Para obter sementes de qualidade, é crucial realizar uma boa calibração da colhedora, a fim de reduzir os danos durante a colheita (FRANÇA-NETO et al., 2016). Adicionalmente, é importante ressaltar que a calibração deve ser apropriada para cada tipo de cultura, além de considerar o material genético e o teor de umidade das sementes (CHIODEROLI et al., 2012). Também se sabe que as sementes de grão-de-bico, assim como as de feijão e soja, são bastante vulneráveis a danos mecânicos devido à exposição do eixo embrionário e à fina espessura do tegumento.

Os danos mecânicos nas sementes podem ser classificados como imediatos ou latentes. Os danos imediatos são facilmente identificáveis pela presença de tegumentos quebrados e cotilédones visivelmente separados ou danificados. Já os danos latentes são mais sutis, manifestando-se através de trincas microscópicas, abrasões ou lesões internas no embrião. Nesses casos, a germinação não ocorre de forma imediata, mas a eficiência, o potencial de armazenamento e o desempenho da semente em campo ficam comprometidos (FRANÇA NETO e HENNING, 1984). Os dados deste estudo mostram que as sementes apresentaram uma quantidade significativa de danos mecânicos, independentemente da fase de beneficiamento. Assim, pode-se concluir que, durante o armazenamento, a qualidade fisiológica das sementes tende a deteriorar, o que justifica a realização de novas pesquisas para investigar o comportamento das sementes armazenadas.

Ou seja, salienta-se, que embora o beneficiamento contribua para o aprimoramento da qualidade fisiológica do lote de sementes, sabe-se que tal característica é determinada no campo, e não nas unidades de beneficiamento de sementes.

Tabela 2. Quadrado médio (QM), graus de liberdade (GL) e níveis de significância para as variáveis número de sementes puras (SP), teste de germinação, condutividade elétrica (CE), teste de envelhecimento acelerado, teste de hipoclorito de sódio e índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de Grão de bico Desi cv. BRS Hari durante o beneficiamento.

Fator	GL	SP (%)	Teste de germinação				CE	Teste de envelhecimento acelerado				Teste de hipoclorito de sódio		IVE
			PN	PA	SM	GER (%)		PN	PA	SM	VIGOR (%)	NSD	NCD	
			QM	QM	QM	QM		QM	QM	QM	QM	QM	QM	
Pontos de coleta de sementes	9	32,55 ^{NS}	26,00*	20,84*	4,44 ^{NS}	104,0*	1686,95 ^{NS}	11,94 ^{NS}	43,91*	70,16*	47,78 ^{NS}	6,03 ^{NS}	6,16*	121,60*
Resíduo	30	28,70	9,13	4,94	2,27	36,53	1804,66	6,20	17,80	18,90	24,80	2,76	2,68	58,78
Total	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	22,24	6,95	64,90	50,18	6,95	49,17	90,55	15,19	22,53	90,55	1,77	27,53	19,43

*Significativo e ^{NS}: não significativo pelo teste F a 5% de significância. PN: Plântulas normais, PA: plântulas anormais, SM: sementes mortas, GER: germinação, NSD: número de sementes sem danos, NCD: número de sementes com danos, CV: coeficiente de variação

Tabela 3. Testes de germinação, teste de envelhecimento acelerado e teste de hipoclorito de sódio, indicando a qualidade fisiológica de sementes de Grão de bico Desi cv. BRS Hari durante o beneficiamento.

Variáveis		Tratamentos										CV (%)
		T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
Teste de germinação	SP (%)	26,8 a	24,8 a	23,9 a	28,8 a	25,45 a	24,8 a	21,0 a	21,05 a	24,8 a	19,45 a	22,24
	PN	43,0 a	45,5 a	44,25 a	39,0 b	39,5 b	45,75 a	46,0 a	43,75 a	45,75 a	42,5 a	6,95
	PA	4,25 b	3,0 b	3,0 b	7,0 a	7,75 a	1,25 b	1,5 b	3,0 b	1,5 b	2,0 b	64,90
	SM	2,25 a	1,25 a	2,75 a	4,0 a	2,75 a	3,0 a	2,75 a	3,25 a	2,75 a	5,25 a	50,18
	GER (%)	86,0 a	91,0 a	88,5 a	78,0 b	79,0 b	91,5 a	92,0 a	87,5 a	91,5 a	85,0 a	6,95
Teste de envelhecimento acelerado	CE	1060,0 a	829,75 a	960,25 a	932,75 a	928,25 a	906,5 a	1057,25 a	989,75 a	1020,25 a	1090,5 a	49,17
	PN	2,25 a	5,75 a	3,5 a	1,5 a	3,75 a	0,25 a	0,75 a	2,75 a	4,75 a	2,25 a	90,55
	PA	33,25 a	29,25 a	24,5 b	31,0 a	24,25 b	23,0 b	27,25 b	29,5 a	29,75 a	26,0 b	15,19
	SM	13,75 b	14,75 b	22,0 a	17,0 b	22,0 a	26,75 a	22,0 a	17,5 b	15,5 b	21,75 a	22,53
	VIGOR (%)	4,5 a	11,5 a	7,0 a	3,0 a	7,5 a	0,5 a	1,5 a	5,5 a	9,5 a	4,5 a	90,55
Teste de hipoclorito de sódio	NSD	91,75 a	92,25 a	93,75 a	94,25 a	94,5 a	95,75 a	94,0 a	94,0 a	95,0 a	95,0 a	1,77
	NCD	8,25 a	7,75 a	6,25 b	5,75 b	5,25 b	4,25 b	6,0 b	6,0 b	5,0 b	5,0 b	27,53
	IVE	38,75 a	43,5 a	41,25 a	39,75 a	40,0 a	37,0 a	40,75 a	44,25 a	44,0 a	25,25 b	19,43

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$). SP: número de sementes puras, PN: plântulas normais, PA: plântulas anormais, SM: sementes mortas, GER: germinação, CE: condutividade elétrica, NSD: número de sementes sem danos, NCD: número de sementes com danos, IVE: índice de velocidade de emergência e CV: coeficiente de variação.

4. CONCLUSÕES

Os tratamentos T2, T5 e T6 se destacaram por oferecerem a melhor qualidade física e fisiológica das sementes de grão-de-bico do tipo Desi CV. BRS Hari nos testes realizados. Por outro lado, os tratamentos T3 e T4 mostraram taxas de germinação inferiores a 80%, evidenciando a suscetibilidade do grão-de-bico a danos mecânicos durante o processamento.

5. REFERÊNCIAS

- ARTIAGA, O. P.; SPEHAR, C. R.; BOITEUX, L. S.; NASCIMENTO, W. M. Avaliação de genótipos de grão de bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v.10, n.1, p.102-109, 2015.
- BRAGA, N. R.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. Comportamento de cultivares de grão de bico (*Cicer arietinum* L.) na microrregião de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Ceres*, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 42, de 17 de setembro de 2019. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 de setembro de 2019. Seção 1, p. 6.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal, ed.5, 2012.
- CHIODEROLI, C. A.; SILVA, R. P.; NORONHA, R. H. F.; CASSIA, M. T.; SANTOS, E. P. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, v. 71, n. 1, p.112-121, 2012.
- DIAS, L. B. X. Técnicas de análise de imagens aplicadas na avaliação do vigor de sementes de grão de bico (*Cicer arietinum* L.). Programa de Pós-graduação em ciências. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, 2023.
- DIAS, L. B. X.; LEÃO-ARAÚJO, E. F. Potencial fisiológico de sementes de grão-de bico. *Scientific Eletronic Arcives*, v. 13, n. 12, p. 116 - 122, 2020
- DIAS, L.B.X.; QUEIROZ, P.A.M.; FERREIRA, L.B.S.; SANTOS, W.V.; FREITAS, M.A.M.; SILVA, P.F.; NASCIMENTO, W.M.; LEÃO-ARAÚJO, E.F. Teste de condutividade elétrica e embebição de sementes de grão-de-bico. *Revista Brasileira Científica*, v.14, n.2, p.1-8, 2019.
- FINA, B. L.; LUPO, M.; DRI, N.; LOMBARTE, M.; RIGALLI, A. Comparison of fluoride effects on germination and growth of *Zea mays*, *Glycine max* and *Sorghum vulgare*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n.11, p. 3679–3687, 2016
- FRANÇA NETO, J. B., HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984.
- FRANÇA NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PADUA, G.P.; LORINI, I.; HENNING, F.A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

GRAINS RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION. Chickpea section 4: plant growth and physiology. 2018. (GRDC. GrowNotes). Disponível em: GrowNotes - Chickpea-West-4-Physiology.pdf. Acesso em: 15 de setembro de 2024.

HAESBAERT, F. M.; LOPES, S. J.; MERTZ, L. M.; LÚCIO, A. D.; HUTH, C. Tamanho de amostra para determinação da condutividade elétrica individual de sementes de girassol. **Bragantia**, v. 76, n. 1, p.54-61, 2017.

IBRAFE. Grão-de-bico (tipo desi) cultivar BRS Hari. Disponível em :<<https://www.ibrafe.org/artigo/grao-de-bico-tipo-desi-cultivar-brs-hari>> Acesso em: 07 de outubro de 2024.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; OLIVEIRA, G.B.F; HENNING, F.A. Teste do hipoclorito de sódio para determinação da ocorrência de microfissuras no tegumento da semente de soja. Circular técnica 192, EMBRAPA, Londrina - PR, 2023.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes e plantas cultivadas**. 2015.

MANARA, W.; RIBEIRO, N. D. Grão-de-bico. **Ciência Rural**, v. 22, n. 3, p. 359-365, 1992.

MELO, L. F.; MARTINS, C. C.; SILVA, G. Z.; BONETI, J. E. B.; VIEIRA, R. D. Beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de capim-mombaça. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 4, p. 667-674, 2016.

MERGA, B.; HAJI, J. Economic importance of chickpea: production, value, and world trade. Cogent Food and Agriculture, v. 5, n. 1, p.1-12, 2019.

MILOŠEVIĆ, M.; VUJAKOVIĆ, M.; KARAGIĆ, Đ. Vigour tests as indicators of seed viability. **Genetika**, v. 42, n. 1, p. 103-118, 2010.

MOREIRA, E. G. S. Grão de bico cultivado sob condições de manejo em sequeiro e irrigado. Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal. Universidade Estadual de Goiás – UEG, Ipameri, 2020.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 2. p. 1-21.

NASCIMENTO, W.M. **Introdução**. In: NASCIMENTO, W.M.; PESSOA, H.B.S.V.; GIORDANO, L.B. (Eds.). Cultivo do grão de bico (*Cicer arietinum* L.). Brasília: Embrapa Hortaliças, 1998. p.1. ((Embrapa-CNPq. Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças, 14).

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, P.P. DA; ARTIAGA, O.P.; SUINAGA, F.A. **Grão-de-bico**. In: Nascimento, W. M. (Ed.). Hortaliças leguminosas. Brasília: Embrapa, 2016. p.89-118.

NICOLI, D. F. **Qualidade de sementes de grão-de-bico variedade Jamu 96 nas etapas do beneficiamento**. 2021. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2021.

PEREIRA, C. E.; ALBURQUERQUE, K. S.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade física e fisiológica de sementes de arroz ao longo da linha de beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.2995-3002, 2012.

PINTO, T. L. F.; MONDO, V. H. V.; GOMES-JÚNIOR, F. G.; CICERO, S. M. Análise de imagens na avaliação de danos mecânicos em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 310-316, 2012.

SANTOS, S.G.F. Beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Agronomia, 83p, 2022.

VIDIGAL, D. S.; DIAS, D. C. F. S.; VON PINHO, E. V. R.; DIAS, L. A. S. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 2, p. 129-136, 2009.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

6. ANEXOS



Figura 1. Avaliação do Teste de condutividade elétrica. Fonte: Autor (2023)



Figura 2. Avaliação do teste de pureza. Fonte: Autor (2023)

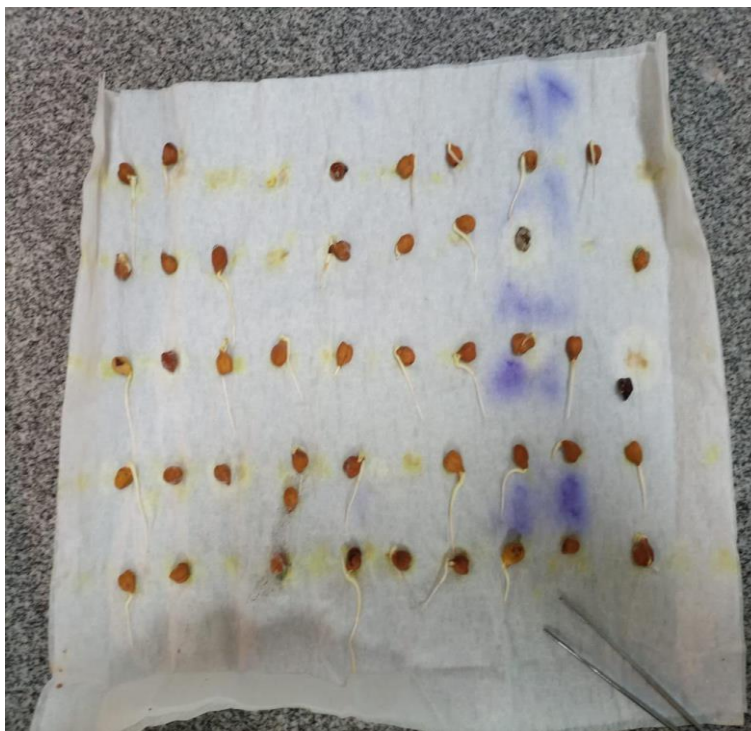


Figura 3. Avaliação do teste de germinação. Fonte: Autor (2023)



Figura 4. Realização do teste Índice velocidade de emergência (IVE). Fonte: Autor (2023)



Figura 5. Realização do teste de envelhecimento Acelerado. Fonte: Autor (2023)



Figura 6. Jogo de peneiras utilizados para classificação de sementes de grão-de-bico em diferentes tamanhos. Fonte: Autor (2023)



Figura 7. Grão de bico Tipo Desi BRS Hari. Fonte: Autor (2023)



Figura 8. Mesa de gravidade Densimétrica. Fonte: Autor (2023)



Figura 9. Realização do Teste de hipoclorito de sódio. Fonte: Autor (2023)