

SAMUEL GONÇALVES FERREIRA DOS SANTOS

**BENEFICIAMENTO NA QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
GRÃO-DE-BICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Eduardo Fontes Araujo

Coorientadores: Roberto Fontes Araujo
Warley Marcos Nascimento

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S237b
2022 Santos, Samuel Gonçalves Ferreira dos, 1997-
Beneficiamento na qualidade física e fisiológica de
sementes de grão-de-bico / Samuel Gonçalves Ferreira dos
Santos. – Viçosa, MG, 2022.
1 dissertação eletrônica (83 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Eduardo Fontes Araújo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Agronomia, 2022.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.528>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Leguminosa. 2. Beneficiamento. 3. Sementes -
Qualidade. 4. Sementes - Limpeza - Equipamento e acessórios.
5. *Cicer arietinum*. I. Araújo, Eduardo Fontes, 1957-.
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.
III. Título.

CDD 22. ed. 664.80565

Bibliotecário(a) responsável: Euzébio Luiz Pinto CRB-6/3317

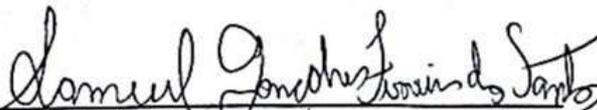
SAMUEL GONÇALVES FERREIRA DOS SANTOS

**BENEFICIAMENTO NA QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
GRÃO-DE-BICO**

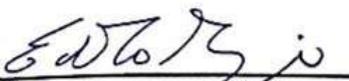
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 09 de agosto de 2022

Assentimento:



Samuel Gonçalves Ferreira dos Santos
Autor



Eduardo Fontes Araujo
Orientador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por Seu amor, amparo e bênçãos concedidas durante essa caminhada.

Aos meus pais, Silvano e Kênia, pela educação recebida através de bons exemplos e valores que levarei comigo por toda vida.

Às minhas irmãs, Andressa e Samira, pelo apoio e por acreditarem em minha capacidade e a todos familiares que sempre estiveram ao meu lado.

A minha namorada Isadora Xavier, pelo apoio durante esta jornada.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, por contribuir com minha formação profissional e pela oportunidade.

Ao professor, pesquisador e orientador, Dr. Eduardo Fontes Araujo, pelos ensinamentos, apoio e compreensão.

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

Ao coorientador, Dr. Roberto Fontes Araujo, por suas sugestões, disponibilidade e suporte durante a realização deste trabalho.

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

Aos amigos, Rafaela, Sediane, Janlylle e Gustavo por todo suporte durante o mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

SANTOS, Samuel Gonçalves Ferreira dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2022. **Beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico**. Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Coorientadores: Roberto Fontes Araujo e Warley Marcos Nascimento.

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma Fabaceae de grande importância, sendo a segunda mais consumida no mundo, depois do feijão comum, constituindo em torno de 20% da produção mundial de leguminosas. A espécie é propagada sexuadamente, sendo necessário o estudo de técnicas adequadas, como o beneficiamento, para garantir a produção de sementes de alta qualidade. O beneficiamento consiste no processo pelo qual são realizadas operações sequenciais em equipamentos específicos, através dos quais as sementes são limpas, classificadas e tratadas, tendo em vista a melhoria da sua qualidade geral. Poucas informações referentes ao beneficiamento de sementes de grão-de-bico estão presentes na literatura. Ainda, salienta-se que suas sementes podem apresentar diferenças na variabilidade dimensional, sendo importante uma padronização por tamanho das mesmas, com o intuito de facilitar a operação de semeadura e permitir a obtenção de uma população de plantas capaz de propiciar os melhores rendimentos por área. O presente trabalho teve como objetivos avaliar a qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico de diferentes tamanhos e; avaliar os efeitos das etapas do beneficiamento na qualidade física e fisiológica das sementes. Para a avaliação do efeito do tamanho, as sementes foram classificadas em quatro classes de tamanho, com auxílio de quatro peneiras de crivo circular, sendo elas de 10, 9, 8 e 7 mm de diâmetro. Portanto, os tratamentos foram constituídos por quatro classes de tamanhos de sementes e um lote sem classificação (Controle). Para avaliar o efeito das etapas do beneficiamento nas sementes de grão-de-bico, realizaram-se amostragens de sementes antes do processamento e em vários pontos da linha de beneficiamento, com destaques para a máquina de ventilador e peneiras (um, após passagem na peneira superior, de 12 mm; e outro, sementes retidas na peneira inferior, de 7,5 mm) e mesa de gravidade (nas descargas superior, intermediária alta, intermediária baixa e inferior). As sementes foram avaliadas quanto ao teor de água, pureza física (somente para as sementes oriundas do beneficiamento), peso de mil sementes, teste de germinação,

teste de condutividade elétrica, emergência em areia, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado e teste de tetrazólio. Recomenda-se a utilização de sementes classificadas em peneiras 8 e 9 milímetros. O processo de beneficiamento na máquina de ar e peneiras, seguido pela mesa de gravidade, é eficiente para a melhoria da qualidade física e fisiológica do lote de sementes de grão-de-bico.

Palavras-chave: Pulses. Mesa de gravidade. Máquina de ventilador e peneiras. Hortaliças.

ABSTRACT

SANTOS, Samuel Gonçalves Ferreira dos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August 2022. **Processing on the physical and physiological quality of seeds of chickpea**. Adviser: Eduardo Fontes Araújo. Co-advisers: Roberto Fontes Araujo and Warley Marcos Nascimento.

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is a Fabaceae of great importance, being the second most consumed in the world, after common bean, constituting around 20% of the world production of legumes. The species is sexually propagated, requiring the study of appropriate techniques, such as processing, to ensure the production of high quality seeds. Processing consists of the process by which sequential operations are carried out in specific equipment, through which the seeds are cleaned, classified and treated, with a view to improving their general quality. Little information regarding the processing of chickpea seeds is present in the literature. Furthermore, it should be noted that their seeds may present differences in dimensional variability, and it is important to standardize their size, in order to facilitate the sowing operation and allow for obtaining a population of plants capable of providing the best yields per area. The present work aimed to evaluate the physiological quality of chickpea seeds of different sizes and; to evaluate the effects of the processing stages on the physical and physiological quality of the seeds. To evaluate the effect of size, the seeds were classified into four size classes, with the aid of four sieves with a circular sieve, with 10, 9, 8 and 7 mm in diameter. Therefore, the treatments consisted of four seed size classes and an unclassified lot (Control). In order to evaluate the effect of the processing steps on the chickpea seeds, seed samples were taken before processing and at various points of the processing line, with emphasis on the air screen machine (one, after passing through the upper sieve, 12 mm, and another, seeds retained in the lower sieve, 7.5 mm) and gravity table (in the upper, intermediate high, intermediate low and lower discharges). The seeds were evaluated for moisture content, physical purity (only for seeds from processing), weight of a thousand seeds, germination test, electrical conductivity test, emergence in sand, emergence speed index, accelerated aging and of tetrazolium. It is recommended to use seeds classified in 8 and 9 millimeters sieves. Processing in the air screen machine, followed by the gravity table, is efficient for improving the physical and physiological quality of the chickpea seed lot.

Keywords: Pulses. Gravity table. Air screen machine. Vegetables.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Origem e distribuição do grão-de-bico	12
2.2 Principais produtores de grão-de-bico no mundo.....	12
2.3 Produção de grão-de-bico no Brasil.....	12
2.4 Tipos de grão-de-bico	13
2.5 Principais cultivares de grão-de-bico no Brasil.....	14
2.6 Cultivar 'BRS Cicero'	14
2.7 Funcionalidade do grão-de-bico.....	15
2.8 Ciclo e condições edafoclimáticas para produção de grão-de-bico	16
2.9 Qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes	16
2.10 Beneficiamento de sementes	17
2.11 Tamanho das sementes e influência na qualidade fisiológica.....	19
3 REFERÊNCIAS	21
CAPÍTULO 1	28
Efeito do tamanho das sementes de grão-de-bico na sua qualidade fisiológica	29
RESUMO.....	29
ABSTRACT	29
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS.....	45
CAPÍTULO 2	50
Beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.)	51
RESUMO.....	51
ABSTRACT	51
INTRODUÇÃO	52
MATERIAL E MÉTODOS	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS.....	67
APÊNDICE A – Análise estatística.....	72
APÊNDICE B – Figuras diversas	81

1. INTRODUÇÃO GERAL

O grão de bico (*Cicer arietinum* L.) é uma Fabaceae de grande importância, sendo a segunda mais consumida no mundo, depois do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), e constituindo em torno de 20% da produção mundial de leguminosas (DIAS & LEÃO-ARAÚJO, 2020). No Brasil, a produção é escassa, levando o país a importar quase a totalidade do que é consumido, principalmente da Argentina e México (NASCIMENTO et al., 2016).

A crescente demanda internacional por grão-de-bico tem aumentado devido à maior conscientização sobre os benefícios dessa leguminosa para a saúde. O grão-de-bico é uma excelente fonte de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras, diferencia-se das outras leguminosas por sua maior digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais, além de apresentar alta disponibilidade de ferro, sendo considerado um alimento de elevado valor nutricional (TRIPATHI et al., 2012).

O grão-de-bico é uma espécie propagada por sementes. A qualidade destas é o somatório de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade de estabelecimento e desenvolvimento da planta (ABD EL-HAKIM et al., 2022; MICHELS et al., 2014), podendo variar entre e dentro dos lotes. Dessa forma, para minimizar essas interferências na qualidade e, ao mesmo tempo, homogeneizar os lotes, efetua-se o beneficiamento das sementes, o qual constitui uma etapa essencial para o aprimoramento da qualidade (VAUGHAN et al., 1976).

O beneficiamento consiste no processo pelo qual são realizadas operações sequenciais em equipamentos específicos, através dos quais as sementes são limpas, classificadas e tratadas, tendo em vista a melhoria da sua qualidade geral (FERREIRA e SÁ, 2010; HESSEL et al., 2012; PEREIRA et al., 2012). No entanto, mesmo com equipamentos cada vez mais precisos, que geram menos danos, conservam e aprimoram a qualidade dos lotes de sementes advindos do campo de produção, se faz necessário mensurar os efeitos causados pelo beneficiamento.

Amaral et al. (1984) verificaram que a utilização da máquina de ar e peneiras e da mesa de gravidade elimina materiais indesejáveis, aumentando a pureza física e sanitária de lotes de sementes de ervilha. Já Gadotti et al. (2020), observaram que o

beneficiamento de coentro foi eficiente na separação de sementes com melhor qualidade sanitária, pela remoção de sementes contaminadas. Em sementes de soja (MOREANO, et al., 2013; TELES et al., 2013;), feijão-miúdo (MERTZ et al., 2007), feijão-mungo-verde (ARAÚJO et al., 2011) e mamona (SANTOS NETO et al., 2012), foi verificado que o beneficiamento consiste em um processo de extrema importância para garantir a melhora da qualidade dos lotes de sementes. No entanto, em relação a sementes de grão-de-bico, poucas informações referentes ao beneficiamento estão descritas na literatura, sendo estas não conclusivas.

Os lotes de sementes de grão-de-bico podem apresentar diferenças na variabilidade dimensional. Geralmente, as sementes maiores tendem a apresentar melhor desempenho fisiológico do que as sementes menores da mesma espécie e cultivar, proporcionando um desenvolvimento mais rápido às mudas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Devido à diversidade de comportamento das sementes de diferentes tamanhos, torna-se necessária uma padronização para definir quais sementes são capazes de expressar satisfatoriamente as qualidades físicas e fisiológicas do lote (SANTOS et al., 2010).

Portanto, objetivou-se com o presente trabalho estudar o efeito de etapas do beneficiamento e do tamanho das sementes de grão-de-bico nas suas qualidades físicas e fisiológicas.

REVISÃO DE LITERATURA

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem e distribuição do grão-de-bico

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma leguminosa diploide ($2n = 16$), autógama, pertencente à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Cicereae e gênero Cicer, sendo classificada como uma planta herbácea e de ciclo anual (GHRIBI et al., 2015). É uma planta com origem no Oriente Médio, mais precisamente na Turquia e na Síria, de onde foi levado para outras regiões do mundo (NASCIMENTO et al., 2016).

Atualmente, o cultivo de grão-de-bico ocorre em mais de 56 países (FAOSTAT, 2017) e a maior parte da sua produção e consumo se encontram em países em desenvolvimento, como no subcontinente Indiano, Oeste da Ásia, Norte e Leste da África, Sudoeste Europeu e América Central. Saliente-se que no Brasil, sua introdução foi feita por imigrantes espanhóis e do Oriente Médio (NASCIMENTO et al., 2016).

2.2 Principais produtores de grão-de-bico no mundo

O continente asiático é o principal produtor mundial com uma produção de 11,87 milhões de toneladas e a Índia o maior país produtor atingindo 83,74% da produção (FAOSTAT, 2018). Além destes, outros países se destacam na produção de grão-de-bico, como Austrália, Turquia, Bangladesh, Paquistão, Irã, Canadá, México, Iraque e os países da antiga União Soviética (DIAS, 2020; SIDDIQUE, 2016).

2.3 Produção de grão-de-bico no Brasil

Nos últimos anos, o cultivo de grão-de-bico vem se expandindo no Brasil, sobretudo, pela disponibilização de novas cultivares e de novas tecnologias de cultivo

pela Embrapa Hortaliças e parceiros, atingindo em 2018 uma área aproximada de 8000 hectares (FAOSTAT, 2018).

No entanto, apesar da expansão do cultivo de grão-de-bico no Brasil, salienta-se que a produção ainda é pequena, sendo insuficiente para atender a demanda do mercado interno, necessitando, assim, importar de outros países como Argentina e México (ARTIAGA et al., 2015; AVELAR et al., 2018; NASCIMENTO et al., 2016). Dessa forma, o país tem importado anualmente quase a totalidade do grão-de-bico consumido, o que gira em torno de 8 mil toneladas.

O grão-de-bico tem respondido de forma satisfatória às condições edafoclimáticas do cerrado brasileiro e do Norte de Minas Gerais, gerando boas expectativas em relação ao seu cultivo no país. Diversos estudos nessas regiões (AVELAR et al., 2018; HOSKEM et al., 2017; NASCIMENTO et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2017) evidenciaram que a produtividade é superior à média mundial, que é de 1015 kg ha⁻¹ (FAOSTAT, 2017).

No ano de 2019, o Brasil exportou 60 toneladas de grão de bico, dos quais 79% foram destinados à Índia, e importou pouco mais de 7 mil toneladas do México e Argentina (BRASIL, 2020) para atender o consumo interno.

2.4 Tipos de grão-de-bico

Dois tipos principais de grão-de-bico estão disponíveis no mercado, cultivados em todo o mundo: o tipo Desi e o Kabuli (ROY et al., 2010). De acordo com Sharma et al. (2013), o tipo Desi representa cerca de 85% da produção mundial, enquanto que o tipo Kabuli, representa cerca de 15%.

As plantas do tipo Desi têm como características principais a haste verde com manchas púrpuras, flor roxa, e sementes pequenas, de formato angular e superfície rugosa, com cores variando de amarelo a preto. Já as plantas do tipo Kabuli, apresentam hastes verdes, flores brancas, sementes grandes e onduladas com tons mais claros (NASCIMENTO et al., 2016).

2.5 Principais cultivares de grão-de-bico no Brasil

Em 1989, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) lançou a cultivar de grão-de-bico do tipo Kabuli, IAC Marrocos (VIEIRA et al., 1999). No entanto, mesmo após 33 anos do primeiro lançamento, o Brasil dispõe de apenas oito cultivares de grão-de-bico registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC), sendo elas: Amâ, Apu, BRS Cícero, BRS Aleppo, BRS Cristalino, BRS Toro, BRS Kalifa e IAC Marrocos (BRASIL, 2022).

2.6 Cultivar 'BRS Cícero'

A cultivar 'BRS Cícero' é uma cultivar de grão-de-bico que se adapta bem às condições edafoclimáticas do Brasil Central. Nesta região, a cultura se desenvolve bem no período seco de inverno, em locais de maiores altitudes, necessitando de irrigação suplementar (não sendo, entretanto, muito exigente em água) (EMBRAPA, 2005).

Pertence ao grupo Kabuli, a cultivar BRS Cícero apresenta plantas de tamanho médio, podendo atingir altura de 45 cm. Seu porte é semiereto, com folíolos grandes (10 a 20 mm) e flores brancas, tendo em cada vagem uma a duas sementes grandes (320g/1000 sementes), com formato meio arredondado e coloração creme (EMBRAPA, 2005). Salienta-se que, por ser uma cultivar relativamente nova, diversos trabalhos vem sendo realizados com a BRS Cícero.

Hoskem et al. (2017) estudaram o desempenho produtivo e a qualidade fisiológica e sanitária das sementes do cultivar de grão-de-bico 'BRS Cícero' em dois locais, no município de Montes Claros, MG, sob sistema irrigado. De acordo com os autores, verificou-se que o plantio desta cultivar nestas regiões propiciou um bom desenvolvimento das plantas, garantindo uma boa produtividade (de 2 a 4 t ha⁻¹, para a melhor situação) de sementes, com qualidade fisiológica satisfatória. Portanto, os autores concluíram que a cultivar 'BRS Cícero' mostrou alto desempenho produtivo nas condições de Montes Claros, MG.

Em relação à resistência a pragas, Corrêa (2019) estudou a resistência de genótipos de grão-de-bico a lagartas do complexo *Spodoptera*. Dentre genótipos

menos preferidos para alimentação das lagartas, destaca-se o cultivar 'BRS Cícero', indicando que este pode apresentar estímulos repelentes à atração e deterrentes à alimentação de *Spodoptera*.

Portanto, verifica-se que esta cultivar apresenta potencial para ser utilizada pelos produtores de grão-de-bico no Brasil, sendo de extrema importância a realização de outros trabalhos para consolidar sua utilização.

2.7 Funcionalidade do grão-de-bico

Além de uma excelente fonte de proteínas, o grão-de-bico é rico em carboidratos, gorduras (ácido oleico e linoleico não saturado), minerais, vitaminas e fibras, diferenciando-se das outras leguminosas por sua maior digestibilidade e baixo teor de substâncias antinutricionais (ARTIAGA et al., 2015; TRIPATHI et al., 2012). Quando maduros, os grãos apresentam entre 12% a 31% de proteínas, 60% a 65% de carboidratos e 6% de gorduras (GEERVANI, 1989).

Salienta-se que esta leguminosa tem, nutricionalmente, grande potencial a ser explorado, a fim de minimizar as deficiências minerais da população, uma vez que o grão apresenta P (402 mg/100 g), Mg (136 mg/100 g), Fe (7,89 mg/100 g), K (1.250 mg/100 g), Co (0,73 mg/100 g) e Mn (4,40 mg/100 g) (FERREIRA et al., 2006). Além disso, o grão-de-bico apresenta vitaminas do complexo B, vitamina A, Tiamina, Riboflavina e Niacina (NASCIMENTO et al., 1998).

Os brotos e vagens verdes de grão-de-bico podem ser consumidos como saladas e suas folhas podem ser consumidas como espinafre (RAO et al., 2010). Além disso, seus grãos podem ser consumidos verdes, secos e fritos, torrados e cozidos na forma de lanches, doces e condimentados. Também podem ser moídos na forma de farinhas e utilizados em sopas, pastas e para a fabricação de pães e biscoitos (NASCIMENTO et al., 2016; MANICKAVASAGAN; THIRUNATHAN, 2020).

O grão-de-bico pode ser utilizado para confecção de empadas livres de glúten (SANTOS et al., 2017), produção de hambúrguer vegano (LIMA, 2018) e, ainda, na produção de materiais biodegradáveis (devido ao seu alto teor de amilose), como filmes biodegradáveis de polietileno (OLIVEIRA, 2007).

2.8 Ciclo e condições edafoclimáticas para produção de grão-de-bico

A duração do ciclo e do tempo de floração do grão-de-bico está fortemente condicionado pelo genótipo, pela temperatura, pelo fotoperíodo e pela disponibilidade de água do mesmo (GORDILLO, 1991). De forma geral, os materiais precoces apresentam ciclo mais curto com 110 a 120 dias, desde a semeadura até a maturidade fisiológica, onde seus estádios fenológicos ocorrem mais rapidamente. Os intermediários apresentam ciclo médio em torno de 125 a 140 dias. Já, os tardios, apresentam ciclo mais longo, acima de 140 dias; nestes, todos os estádios fenológicos ocorrem em períodos mais prolongados (MORALES, et. al., 2004).

O grão-de-bico é uma leguminosa anual bem adaptada a clima seco e ameno, podendo ser cultivado no inverno em regiões tropicais. Pode ser cultivado em solos menos férteis, como os de Cerrado, porém não tolera solos ácidos e mal drenados (SINGH e DIWAKAR, 1995). Na região Centro-oeste do Brasil, a cultura se desenvolve bem no período seco de inverno, em locais de maiores altitudes, necessitando de irrigação suplementar. Temperaturas elevadas ou ocorrência de déficit hídrico reduzem o período de crescimento vegetativo, provocando maturação precoce, com prejuízos na produção. Os intervalos de temperatura máxima e mínima mais favoráveis à maior parte das cultivares são de 25 a 30°C e de 10 a 15°C, respectivamente.

Ainda na região Centro-oeste, maiores produções são obtidas com semeaduras feitas no mês de abril (NASCIMENTO et al., 1998; NASCIMENTO et al., 2014; RAO et al., 2010). Contudo, pode-se estender o período de plantio até a segunda quinzena de maio. Plantios mais tardios resultam em menor produtividade e maior risco de perdas na produção, devido à possibilidade de ocorrência de chuvas durante a colheita (NASCIMENTO et al., 1998; RAO et al., 2010).

2.9 Qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes

A qualidade da semente é o somatório de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que afetam a capacidade de estabelecimento e

desenvolvimento de uma determinada planta (ABD EL-HAKIM et al., 2022; MICHELS et al., 2014), podendo variar entre e dentro dos lotes em virtude de diferenças qualitativas presentes nas sementes.

A qualidade fisiológica da semente é avaliada por duas características fundamentais: germinação e vigor (POPINIGIS, 1977). De acordo com BRASIL (2009), o teste de germinação tem como objetivo estabelecer a máxima germinação da semente. Já os testes de vigor têm como objetivo identificar os lotes com maior ou menor probabilidade de apresentar melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento (GUEDES et al., 2009). De forma geral, avaliam a emergência e a sobrevivência das plântulas no campo e o potencial de produção e de armazenamento das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Salienta-se que as informações relacionadas ao vigor são ainda mais importantes para sementes de maior valor comercial, como as hortaliças, em função de seu tamanho, volume limitado de reservas armazenadas e propensão à deterioração (ABDO et al., 2005).

A qualidade física da semente é expressa pela pureza física do lote, sendo constituída pela porcentagem de sementes silvestres, outras sementes e material inerte (BRASIL, 2009). Salienta-se que a consequência da utilização de um lote de sementes com baixa pureza física é a infestação da lavoura com plantas indesejáveis, que competirão em nutrientes, água e luz, reduzindo a produtividade e a eficiência da colheita.

Por fim, a qualidade sanitária, que está relacionada com a presença de patógenos que infestam as sementes e podem reduzir a população de plantas, a produtividade e até mesmo servir como veículo de disseminação de determinadas doenças e pragas.

Dessa forma, para reduzir as interferências na qualidade geral e, ao mesmo tempo, homogeneizar os lotes de sementes, efetua-se o beneficiamento, o qual constitui uma etapa essencial para a produção e comercialização de sementes.

2.10 Beneficiamento de sementes

O beneficiamento consiste no processo pelo qual são realizadas operações sequenciais em equipamentos específicos, através dos quais as sementes são limpas, classificadas e tratadas, tendo em vista a melhoria da sua qualidade geral (FERREIRA & SÁ, 2010; HESSEL et al., 2012; PEREIRA et al., 2012). Salienta-se que este processo se torna possível quando existem diferenças de características físicas entre as sementes e o material indesejável (DECHAMPS, 2006).

No beneficiamento as sementes passam por várias etapas. Contudo, a escolha dos tipos de máquinas para o beneficiamento de um lote de sementes, depende do tipo, da natureza e quantidade de impurezas e das características desejáveis do material beneficiado. Geralmente, para a cultura da soja, por exemplo, são utilizados equipamentos de pré-limpeza, secagem, máquina de ar e peneiras, separador em espiral, padronizadora por tamanho e mesa de gravidade (FRANÇA NETO et al., 2016).

Poucas informações relacionadas ao beneficiamento de sementes de grão-de-bico estão presentes na literatura. No entanto, equipamentos de pré-limpeza, máquina de ventilador e peneiras, padronizadora por tamanho e mesa de gravidade são os mais utilizados (NICOLE, 2021). É importante que as sementes sejam colhidas com grau de umidade próximo de 13%, sendo assim dispensado a secagem e, ainda, facilitando o processo de limpeza (NASCIMENTO et al., 1998).

É válido salientar que o processo de beneficiamento de grão-de-bico é de suma importância para garantir a qualidade física e fisiológica das sementes. Amaral et al. (1984) verificaram que a utilização da máquina de ar e peneiras e da mesa de gravidade elimina materiais indesejáveis, aumentando a pureza física e sanitária de lotes de sementes de ervilha. Já Gadotti et al. (2020) observaram que o beneficiamento de coentro foi eficiente na separação de sementes com melhor qualidade sanitária, pela remoção de sementes contaminadas. Resultados semelhantes foram encontrados para outras culturas, como feijão (BUITRAGO et al., 1991), soja (TELES et al., 2013) e mamona (SANTOS NETO et al., 2012).

A máquina de ventilador e peneiras (MVP) consiste no equipamento que utiliza peneiras e ventiladores para separar os materiais indesejáveis do meio do lote de sementes. É a máquina básica de uma UBS, pois todos os lotes passam por ela e

muitas vezes é suficiente para remover todos os materiais indesejáveis do lote (PESKE e BAUDET, 2012).

Salienta-se que a MVP tem como base a separação de acordo com diferenças de tamanho (largura e espessura) e a massa específica das sementes e do material indesejável. Dependendo do número de peneiras e do sistema de ventilação, essas máquinas podem ser utilizadas para a pré-limpeza, a limpeza e a classificação das sementes (HESSEL et al., 2012; NERY et al., 2009).

Já a mesa de gravidade é, geralmente, a última a ser utilizada na linha de beneficiamento de sementes. Tem como objetivo completar a limpeza física das sementes, por meio da separação da semente menos densa das mais densas, mas de mesmo tamanho e forma, ou seja, separa as sementes de acordo com sua massa específica (FRANÇA NETO et al., 2016).

Na mesa de gravidade, ocorre a estratificação em camadas das sementes e, em consequência do movimento vibratório elíptico da mesa, cuja inclinação pode ser regulada, há a separação das sementes leves das mais pesadas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; HESSEL et al., 2012; NERY et al., 2009). De acordo com França Neto et al. (2012), as sementes em diferentes estádios de maturação, mal formadas, atacadas por insetos ou infectadas por microrganismos são eliminadas devido a diferença quanto a sua massa específica. Fundamentalmente, este equipamento é utilizado em sementes de hortaliças, como é o caso das sementes de tomate (PESSOA, 1995), coentro (GADOTTI et al., 2020) e grão-de-bico (NICOLE, 2021).

2.11 Tamanho das sementes e influência na qualidade fisiológica

A qualidade fisiológica das sementes (viabilidade e vigor) pode influenciar diretamente muitos aspectos do desempenho, como, por exemplo, a taxa de emergência e a emergência total, sendo também o tamanho de semente outro componente da qualidade que vem sendo avaliado para muitas espécies (PÁDUA et al., 2010). Geralmente, as sementes maiores tendem apresentar melhor desempenho fisiológico do que as sementes menores da mesma espécie e cultivar, proporcionando um desenvolvimento mais rápido às mudas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

A superioridade das sementes maiores está relacionada, normalmente, com a presença de embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, sendo potencialmente as mais vigorosas (DOMIC et al., 2020). A maior disponibilidade de reservas aumenta a probabilidade de sucesso no estabelecimento da plântula (HAIG e WESTOBY, 1991), pois permite a sobrevivência por maior tempo em condições ambientais desfavoráveis.

A influência do tamanho sobre a qualidade fisiológica de sementes foi avaliada em diversas espécies de plantas. Em cenoura, foi observado que as sementes de menor tamanho apresentaram menor percentagem de germinação, emergência em campo e rendimento, que as sementes de maior tamanho (SANTOS et al., 2010). Em soja, resultados semelhantes foram encontrados, onde as sementes menores apresentaram menor germinação e potencial de armazenamento, em comparação com as maiores (SANTOS et al., 2005).

Vale salientar que nem todos os trabalhos evidenciaram relação entre o tamanho das sementes com a qualidade fisiológica das mesmas. Cangussú et al. (2013) não encontraram diferenças significativas para a velocidade de emergência de plântulas e condutividade elétrica em sementes de feijoeiro classificadas em diferentes tamanhos. Para grão-de-bico, no entanto, poucas informações referentes a influência do tamanho de suas sementes na qualidade fisiológica estão presentes na literatura.

3 REFERÊNCIAS

ABD EL-HAKIM, A. F.; MADY, E.; ABOU TAHOUN, A. M.; GHALY, M. S. A.; EISSA, M. A. Seed quality and protein classification of some quinoa varieties. **Journal of Ecological Engineering**, v. 23, n. 1, p. 24-33, 2022.

ABDO, M.T.V.N.; PIMENTA, R.S.; PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Testes de vigor para avaliação de semente de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n.1, p.195-198, 2005.

AMARAL, A.S.; BICCA, L.H.F.; WOBETO, L.A. Classificação de sementes de ervilha. **Lavoura Arrozeira**, v.37, n.348, p.32-35, 1984.

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**, v. 10, n. 1, p. 102-109, 2015.

ARAÚJO, R. F.; ARAÚJO, E. F.; ZONTA, J. B.; VIEIRA, R. F.; DONZELES, S. M. L. D. Fluxograma de beneficiamento para sementes de feijão-mungo-verde (*Vigna radiata* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 387-394, 2011.

AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A.; ROCHA, F. S.; OLIVEIRA, N. L. C.; NASCIMENTO, W. M. Yield of chickpeas sown at different times. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 900-906, 2018.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **CultivarWeb – Registro Nacional de Cultivares**. Disponível em: <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 25 Fev. 2022.

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. 399p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Exterior-MDIC/COMEX. **Exportação e importação geral**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral> Acesso em: 23 fev. 2022.

BUITRAGO, I.C.; VILLELA, F.; TILLMANN, M. A.A.; SILVA, J.B. Perdas e qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquinas de ventiladores e peneiras e mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, n.2, p.99-104, 1991.

CANGUSSÚ, L. V. S.; DAVID, A. M. S. S.; AMARO, H. T. R.; ASSIS, M. O. Efeito do tamanho de sementes no desempenho fisiológico de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 19, ns.1/2, p. 71-79, 2013.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CORRÊA, F. **Resistência de genótipos de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) A *Spodoptera* spp. (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**. 2019. 77 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, 2019.

DESCHAMPS, L.H. **Qualidade da semente de soja e de seu repasse beneficiados em mesa de gravidade**. Pelotas, 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

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.; FREITAS, M. A. M.; LEÃO-ARAÚJO, E. F.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M. Accelerated ageing as a vigour test on chickpea seeds. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 1, p. 339-346, 2020.

DOMIC, A. I.; CAPRILES, J. M.; CAMILO, G. R. Evaluating the fitness effects of seed size and maternal tree size on *Polylepis tomentella* (Rosaceae) seed germination and seedling performance. **Journal of Tropical Ecology**, v. 36, n. 1, p. 115–122, 2020.

EMBRAPA. **Grão-de-bico: Cícero**. Brasília-DF, 2005, 2p.

FERREIRA, A. C. P.; BRAZACA, S. G. C.; ARTHUR, V. Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) cru irradiado e submetido à cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.26, n.1, p.80-88, 2006.

FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.4, p.99-110, 2010.

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. **Área colhida, rendimento e produção nos principais países produtores de grão-de-bico, 2018.**

Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 24 fev. 2022.

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. **Food and agriculture data.** In: FAOSTAT. Rome, Italy, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2gz1a6s>>.

Acesso em 24 fev. 2022.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade.** Embrapa Soja, 2016. 82p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. Plantas de alto desempenho e a produtividade da soja. **SEEDNews**, v.16, n.6, p.8-11, 2012.

GADOTTI, G. I; HORNKE, N. F; CAVALCANTE, J. A; SILVA, J. G; GONÇALVES, V. P; CAPILHEIRA, A. F. Efficiency of the gravity table in the processing of coriander seeds. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 211-216, 2020.

GEERVANI, P. Utilization of chickpea in India and scope for novel and alternative uses. **Uses of Tropical Grain Legumes**, v. 27, n. 1, p. 47-54, 1989.

GHRIBI, A.M.; SILA, A.; GAFSI, I.M.; BLECKER, C.; DANTHINE, S.; ATTIA, A.; BOUGATEF, A.; BESBES, S. Structural, functional and ACE inhibitory properties of water-soluble polysaccharides from chickpea flours. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 75, n. 1, p. 276-282, 2015.

GORDILLO, E. Fases de desarrollo: Aspectos fisiológicos. In: GORDILLO, M. (Ed.). **El garbanzo. Una alternativa para el secano.** Mundi-Prensa. Madrid, España. 1991, p.33-39.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; SANTOS, S. R. N.; LIMA, C. R. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae - Papilionoideae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1360-1365, 2009.

HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, v.5, n.2 p.231-247, 1991.

HESSEL, C. L. E.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T. Mesa densimétrica e qualidade fisiológica de sementes de brachiária. **Informativo ABRATES**, v.22, n.3, p.73-76, 2012.

HOSKEM, B. C. S.; COSTA, C. A.; NASCIMENTO, W. M.; SANTOS, L. D. T.; MENDES, R. B.; MENEZES, J. B. C. Productivity and quality of chickpea seeds in Northern Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 261-268, 2017.

LIMA, E. C. **Produção de hambúrguer vegano de grão-de-bico com resíduo agroindustrial de acerola**. 2018. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2018.

MANICKAVASAGAN, A.; THIRUNATHAN, P. Pulses Processing and Product Development. **Springer Nature Switzerland AG**, v. 1, n.1, 342p. 2020.

MICHELS, A. F.; SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M.; ZILIO, M. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas no oeste e planalto catarinense. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 3, p. 620-632, 2014.

MORALES, J.; DURON, L.; MARTINEZ, G.; NUÑEZ, J.; FU, A. **El cultivo de garbanzo blanco en Sonora** (Vol. 6). Sonora, Sonora, Mexico, 2004.

MOREANO, T. B.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MARQUES, O. J. Physical and physiological qualities of soybean seed as affected by processing and handling. **Journal of Seed Science**, v.35, n.4, p.466-477, 2013.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; MAIA, M. S.; Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-miúdo beneficiadas em mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 01-08, 2007.

NASCIMENTO, W. M.; ARTIAGA, O. P.; BOITEUX, L. S.; SUINAGA, F. A.; REIS, A.; PINHEIRO, J. B., SPEHAR, C. R. **BRS Aleppo: grão de bico. Maior tolerância a fungos de solo**. Brasília; Anápolis: Embrapa Hortaliças, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2H2oRR1>>. Acesso: 24 fev. 2022.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P.; ARTIAGA, O. P.; SUINAGA, F. A. Grão-debico. In: **Hortaliças leguminosas**. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2016, p.89-118.

NASCIMENTO, W. M.; SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; PINHEIRO, J. B., ARTIAGA, O. P. **BRS Cristalino: grão de bico. Nova cultivar de grão-de-bico de dupla aptidão.** Brasília; Anápolis: Embrapa Hortaliças, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2EfS33J>>. Acesso: 24 fev. 2022.

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).

NERY, M. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, J. A.; KATAOKA, V. Y. Beneficiamento de sementes de nabo forrageiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 4, p. 36-42, 2009.

NICOLI, D. F. **Qualidade de sementes de grão-de-bico variedade Jamu 96 nas etapas do beneficiamento.** 2021. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

OLIVEIRA, T. M. **Desenvolvimento e avaliação de filme biodegradável de polietileno incorporado de amido de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)**. 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos; Tecnologia de Alimentos; Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

PÁDUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; FRANÇA NETO, J. B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 9-16, 2010.

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.

PESKE, S. T.; BAUDET, L. Beneficiamento de Sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos.** 3º ed. Pelotas, UFPel, 2012. 573p.

PESSOA, H.B.S.V. Produção de sementes genéticas de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.) (Karsten ex Farw): um exemplo com a cultivar Nemadoro. **Informativo ABRATES**, v.5, p.73-83. 1995.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

RAO, P. P.; BIRTHAL, P. S.; BHAGAVATULA, S.; BANTILAN, M. C. S. **Chickpea and Pigeonpea Economies in Asia: Facts, Trends and Outlook**. Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the SemiArid Tropics, 2010. p. 1–76.

ROY, F.; BOYE, J. I.; SIMPSON, B. K. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. **Food Research International**, v. 43, n. 2, p. 432-442, 2010.

SANTOS NETO, A. L.; CARVALHO, M. L.; OLIVEIRA, J. A.; FRAGA, A. C.; SOUZA, A. A. Use of densimetric table to improve the quality of commercial castor bean seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4 p. 549-555, 2012.

SANTOS, I. H. V. S.; SOUZA, I. C. F.; SILVA, S. C. B.; NASCIMENTO, K. P. S. M.; OLIVEIRA, T. W.; LIMA, E. M. C.; SOUZA, S. F. N. Análise nutricional e de aceitabilidade de empada à base de grão-de-bico, com recheio de frango e pupunha. **Revista Saber Científico**, v. 6, n. 2, p. 26-34, 2017.

SANTOS, P. M.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; ARAÚJO, E. F.; CECON, P. R.; SANTOS, M. R. Efeito da classificação por tamanho da semente de soja na sua qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 395-402, 2005.

SANTOS, V. J. DOS; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; EICHELBERGER, L. Qualidade fisiológica de sementes de cenoura classificadas por tamanho. **Ciência Rural**, v.40, n.9, p.1903-1908, 2010.

SHARMA, S.; UPADHYAYA, H. D.; ROORKIWAL, M.; VARSHNEY, R. K.; GOWDA, C. L. L. Chickpea. In: **Genetic and Genomic Resources of Grain Legume Improvement**, p. 81–111, 2013.

SIDDIQUE, K.H.M. **Chickpea: Agronomy. Encyclopedia of Food Grains: 2º Ed.** Agronomy of grain growing. 2016. p.216-222.

SINGH, F.; DIWAKAR, B. **Chickpea Botany and Production Practices**. Índia. ICRISAT. 1995. 64p. (Skill Development Series, nº.16)

TELES, H. F.; PIRES, L. L.; CUNHA, M. G.; SANTOS, F. P.; AMELOTI NETO, F. Incidence of *Sclerotinia sclerotiorum* and the physical and physiological quality of soybean seeds based on processing stages. **Journal of Seed Science**, v.35, n.4, p.409-418, 2013.

TRIPATHI, S.; SRIDHAR, V.; JUKANTI, A.K.; SURESH, K.; RAO, B.; GOWDA, C.; GAUR, P. M. Genetic variability and interrelationships of phenological, physicochemical and cooking quality traits in chickpea. **Plant Genetic Resources**, v. 10, n. 1, p. 194–201, 2012.

VAUGHAN, C.E.; GREGG, B.R.; DELOUCHE, J.C. **Beneficiamento e manuseio de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura/AGIPLAN, 1976. 195p.

VIEIRA, R. F.; RESENDE, M. A. V.; CASTRO, M. C. S. Comportamento de cultivares de grão-de-bico na Zona da Mata e Norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, p.166-170, 1999.

CAPÍTULO 1

EFEITO DO TAMANHO DAS SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO NA SUA QUALIDADE FISIOLÓGICA

Efeito do tamanho das sementes de grão-de-bico na sua qualidade fisiológica

RESUMO: O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma leguminosa de grande importância, sobretudo para a saúde, sendo fonte de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras. Suas sementes podem apresentar diferenças na variabilidade dimensional, sendo importante a padronização por tamanho, com o intuito de facilitar a operação de semeadura e permitir a obtenção de uma população de plantas capaz de propiciar os melhores rendimentos por área. Objetivou-se com o presente trabalho estudar o efeito do tamanho das sementes de grão-de-bico, cultivar BRS Cicero, na sua qualidade fisiológica. Para isso, as sementes foram classificadas em quatro classes de tamanho, com auxílio de quatro peneiras de crivo circular, com 10, 9, 8 e 7 mm de diâmetro. Portanto, os tratamentos foram constituídos por quatro classes de tamanhos de sementes e um lote sem classificação (Controle). Para comparação, efetuaram-se as seguintes análises: teor de água, massa de 1000 sementes, teste de germinação, teste de condutividade elétrica, emergência em areia, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado e teste de tetrazólio. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. As sementes de grão-de-bico da classe 7 apresentaram menor germinação e vigor. As sementes de grão-de-bico da classe 10 apresentaram elevados índices de danos mecânicos. Recomenda-se a utilização de sementes classificadas em peneiras 8 e 9 milímetros.

Palavras-chave: Grão-de-bico BRS Cicero, beneficiamento, *Cicer arietinum* L. leguminosas

Effect of chickpea seed size on their physiological quality

ABSTRACT: Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is a legume of great importance, especially for health, being a source of proteins, carbohydrates, minerals, vitamins and fibers. Its seeds can present differences in dimensional variability, being important to standardize their size, in order to facilitate the sowing operation and allow obtaining a plant

population capable of providing the best yields per area. The objective of the present work was to study the variations in the physiological quality of chickpea seeds, cultivar BRS Cicero, in relation to their classification by size. For this, the seeds were classified into four size classes, with the aid of four sieves with a circular sieve, with 10, 9, 8 and 7 mm in diameter. Therefore, the treatments consisted of four seed size classes and an unclassified lot (control). For comparison, the following analyzes were carried out: moisture content, weight of 1000 seeds, germination test, electrical conductivity test, sand emergence, emergence speed index, accelerated aging and tetrazolium test. The design used was completely randomized, with five treatments and four replications. Class 7 chickpea seeds showed lower germination and vigor. Class 10 chickpea seeds showed high levels of mechanical damage. It is recommended to use seeds classified in 8 and 9 mm sieves.

Keywords: BRS Cicero chickpeas, processing, *Cicer arietinum* L. legumes

INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma leguminosa diploide ($2n = 16$), autógama, pertencente à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Cicereae e gênero Cicer, sendo classificada como uma planta herbácea e de ciclo anual (GHRIBI et al., 2015). No Brasil, a produção é escassa, levando o país a importar quase a totalidade do que é consumido, principalmente da Argentina e México (NASCIMENTO et al., 2016).

A crescente demanda internacional por grão-de-bico tem aumentado devido a uma maior conscientização sobre seus benefícios para a saúde, sendo esta a segunda leguminosa para grão com maior importância mundial (DIAS e LEÃO-ARAÚJO, 2020). O grão-de-bico é uma excelente fonte de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras (MERGA e HAJI, 2019), diferenciando-se das outras leguminosas por sua maior digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais, além de apresentar alta disponibilidade de ferro, sendo considerado um alimento de elevado valor nutricional (FERREIRA et al., 2006).

O grão-de-bico é uma espécie propagada por sementes. A qualidade destas é o somatório de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade de estabelecimento e desenvolvimento das plantas (ABD EL-HAKIM et al., 2022; MICHELS et al., 2014), podendo variar entre e dentro dos lotes em virtude de diferenças qualitativas presentes nas sementes. Dessa forma, para minimizar essas interferências na qualidade fisiológica e, ao mesmo tempo, homogeneizar os lotes, efetua-se o beneficiamento das sementes, o qual constitui uma etapa essencial para o aprimoramento da qualidade (MELO et al., 2016).

Os lotes de sementes de grão-de-bico podem apresentar diferenças na variabilidade dimensional. Geralmente, as sementes maiores tendem a apresentar melhor desempenho fisiológico do que as menores da mesma espécie e cultivar, proporcionando um desenvolvimento mais rápido às mudas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Devido a essa diversidade de comportamento das sementes de diferentes tamanhos, torna-se necessária uma padronização para definir quais sementes são capazes de expressar satisfatoriamente as qualidades fisiológicas da espécie (SANTOS et al., 2010).

Ainda em relação ao tamanho das sementes de grão-de-bico, é descrito na literatura que as cultivares IAC Marrocos e BRS Alepoo possuem sementes de tamanho médio, enquanto que as sementes da cultivar BRS Cicero apresentam sementes de tamanho maiores (BRAGA et al., 1992; DIAS et al., 2019). Salienta-se que a classificação das sementes por tamanho facilita a operação de semeadura e permite a obtenção de uma população de plantas capaz de propiciar os melhores rendimentos por área (QUEIROGA et al., 2011). Dessa forma, trabalhos que observaram o efeito do tamanho das sementes na sua qualidade fisiológica estão presentes na literatura, como por exemplo feijão (CANGUSSÚ et al., 2013) e soja (PÁDUA et al., 2010). De forma geral, estes trabalhos concluíram que as sementes menores destas leguminosas apresentam qualidade inferior.

Biçer et al. (2009) avaliaram o efeito do tamanho das sementes na produtividade de grão de bico e lentilha. Os autores verificaram que para o grão-de-bico, o efeito do tamanho da semente na produtividade e no peso de 100 sementes foi significativo, contudo, nenhuma diferença no tamanho da semente afeta os demais componentes de produtividade. Dessa forma, verifica-se que tal trabalho ainda não é conclusivo, sobretudo em relação ao efeito do tamanho na qualidade fisiológica das sementes.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho estudar o efeito do tamanho de sementes de grão-de-bico, cultivar BRS Cicero, na sua qualidade fisiológica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Embrapa-Hortaliças, DF. As sementes de grão-de-bico da cultivar BRS Cicero foram produzidas e colhidas no campo de produção de sementes da mesma empresa. Salienta-se que as sementes foram colhidas com 10 % de teor de água.

Após a colheita, 50 kg de sementes de grão-de-bico foram encaminhadas para o laboratório. O lote de sementes foi limpo manualmente e classificado em diferentes tamanhos, utilizando-se sete peneiras de crivo circular, sendo elas de 12, 11, 10, 9, 8, 7 e 6 mm de diâmetro. Contudo, apenas as peneiras de 10, 9, 8 e 7 mm apresentaram retenção de sementes suficiente para a realização do trabalho.

Portanto, os tratamentos foram constituídos por quatro classes de tamanhos de sementes e um lote sem classificação (Controle).

As sementes dos tratamentos foram acondicionadas em sacos de papel e, posteriormente, a qualidade das mesmas avaliada por meio dos seguintes testes:

Teor de água – foi realizado pelo método da estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, com quatro repetições de 25 g de sementes cada, conforme Brasil (2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Massa de 1000 sementes - quatro repetições de 100 sementes foram pesadas em balança de precisão 0,001 g. Posteriormente, a massa média das quatro repetições de 100 sementes foi multiplicada por 10 (BRASIL, 2009). Os valores médios foram expressos em quilogramas (kg).

Teste de germinação - foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes, utilizando-se como substrato o papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Os rolos de papel com as sementes foram mantidos em câmara de germinação à temperatura de 20°C . As avaliações foram realizadas aos 5 (primeira contagem) e 8 dias, computando-se as plântulas consideradas normais e os resultados expressos em % (BRASIL, 2009).

Teste de condutividade elétrica – foi realizado com quatro repetições de 50 sementes intactas, previamente pesadas em balança de precisão. As sementes foram colocadas em copos descartáveis com capacidade para 200 mL, nos quais foram adicionados 75 mL de água destilada. Os copos com as sementes e água foram colocados em câmara de germinação (B.O.D.) a 25°C , por 24 horas. Posteriormente, realizou-se a leitura de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes com o condutivímetro (AKSO ®/AK 51) e os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

Emergência em areia - foi conduzido em bandejas plásticas contendo areia, utilizando-se 100 sementes para cada tratamento, divididas em quatro subamostras de 25 sementes, semeadas na profundidade de 3 cm. As bandejas foram mantidas em condições ambientes onde a irrigação foi feita frequentemente. A porcentagem de emergência foi calculada computando-se o total de plântulas emergidas após a completa estabilização do estande (10 dias após a instalação do teste). Foram

consideradas emergidas, as plântulas que se apresentaram com os cotilédones acima da superfície do substrato (NAKAGAWA, 1999).

Índice de velocidade de emergência- foi calculado a partir dos valores diários obtidos do número de plantas emergidas, do primeiro ao último dia de duração do teste de emergência, conforme Maguire (1962).

Envelhecimento acelerado – foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, para cada tratamento, as quais foram dispostas em camada única e distribuídas sobre uma tela de plástico, fixada no interior de uma caixa plástica do tipo “gerbox”, contendo no fundo solução de cloreto de sódio (NaCl). Em seguida, as caixas, tampadas, foram colocadas em câmara B.O.D., a 41 °C, por 24 horas (DIAS et al., 2020). Após esse período, as sementes foram colocadas para germinar, conforme metodologia descrita para o teste de germinação. Os resultados foram expressos em %.

Teor de água após o envelhecimento acelerado – foi realizado com as sementes que foram submetidas ao envelhecimento acelerado, de acordo com a metodologia do teor de água convencional, já descrito no presente trabalho.

Teste de tetrazólio - foi realizado com quatro repetições de 25 sementes cada, colocadas em pré-condicionamento para embeber em folhas de papel germitest umedecido com quantidade de água igual a 2,5 vezes o peso do papel seco, permanecendo durante 18 horas em câmara de germinação, à temperatura de 30°C. Posteriormente, as sementes foram submetidas à solução de tetrazólio na concentração de 0,1% por 6 horas, em câmara de germinação, no escuro, à temperatura de 30°C. Após este período, a solução foi drenada e, em seguida, realizada a remoção do tegumento. Posteriormente, com auxílio de um bisturi, as sementes foram seccionadas longitudinalmente através do embrião e feita a análise interna e externa, quantificando os níveis de vigor e viabilidade e identificando as causas da perda de qualidade fisiológica das sementes, sejam elas por dano mecânico, percevejo e/ou umidade (PARAÍSO, et al., 2019).

Por fim, as sementes foram submetidas à classificação proposta por Paraíso et al. (2019), sendo: Classe 1: sementes viáveis e vigorosas, com ausência de lesões; Classe 2: sementes viáveis e vigorosas, com lesões superficiais distantes das partes

vitais; Classe 3: sementes viáveis e não vigorosas com lesões no eixo embrionário que não afetaram o cilindro vascular e; Classe 4: sementes não viáveis, com danos em partes vitais, comprometendo o desenvolvimento normal da plântula.

O resultado foi expresso em porcentagem de sementes viáveis (TZV) (classes 1, 2 e 3); porcentagem de sementes vigorosas (TZVI) (classe 1 e 2); porcentagem de sementes com danos mecânicos (TZDM) (classe 2, 3 e 4) e; porcentagem de sementes sem danos (SSD) (classe 1) (NICOLI, et al., 2021; PARAÍSO, et al., 2019).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os dados foram avaliados quanto a normalidade e homogeneidade dos resíduos pelos testes de Kolmogorov Smirnov e Layard, respectivamente. Em seguida, foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) por meio do teste F e, quando significativo, as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Salienta-se que os dados da variável TZV não apresentaram normalidade e, portanto, foram avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se os valores da retenção em peneiras dos 50,5 kg de sementes grão-de-bico da cultivar BRS Cicero nas peneiras de 12, 11, 10, 9, 8, 7 e 6 mm de diâmetro. Nota-se que, aproximadamente 90% do lote é constituído por sementes de tamanho 9 e 8 mm. Além disso, observa-se que apenas 0,3% do lote é constituído por sementes com tamanho de 6 mm, os quais não foram avaliadas no presente trabalho, devido a pequena quantidade. Verifica-se também que não houve sementes de tamanho 12 e 11 mm no lote avaliado. Sabe-se que as sementes da cultivar BRS Cicero apresentam tamanhos consideravelmente maiores do que as de outras cultivares (HOSKEM, 2014), como a BRS Aleppo (DIAS et al., 2019) e a IAC Marrocos (BRAGA et al., 1992).

Tabela 1. Percentual de retenção das sementes de grão-de-bico, cultivar BRS Cicero, em diferentes tamanhos de peneira.

Peneira (mm)	Peso (kg)	Retenção (%)
12	0	0
11	0	0
10	4,3	8,5
9	34,3	67,9
8	10,85	21,5
7	0,9	1,8
6	0,15	0,3
TOTAL	50,5	100

A análise de variância dos dados referentes às características avaliadas encontra-se na Tabela 2, exceto pela variável TZV, que não apresentou normalidade. Com exceção do teor de água, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado e teor de água após o envelhecimento acelerado, as demais variáveis foram influenciadas pelas diferentes classes de tamanhos das sementes.

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos dados referentes ao teor de água (TA), peso de mil sementes (PMS), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), emergência de plântulas (E), teor de água após o envelhecimento acelerado (TAAEA), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), vigor pelo teste de tetrazólio (TZVI), danos mecânicos pelo teste de tetrazólio (TZDM) e sementes sem danos pelo teste de tetrazólio (SSD), de acordo com tamanhos de sementes de grão-de-bico.

Fator de Variação	TA	PMS	PCG	G	E
Tamanhos	0,1798	< 0,000	0,1491	0,0185	0,731
CV (%)	3,86	2,74	8,45	8,1	10,88
Fator de Variação	IVE	CE	EA	TAAEA	TZVI
Tamanhos	0,7425	< 0,000	0,1701	0,1421	< 0,000
CV (%)	16,17	8,22	10,24	5,59	11,97
Fator de Variação	TZDM	SSD			
Tamanhos	0,0022	0,0022			
CV (%)	23,9	30,17			

Os resultados de teor de água, peso de mil sementes, primeira e última contagem de germinação estão apresentados na Tabela 3. Verifica-se que apenas as variáveis peso de mil sementes e última contagem de germinação evidenciaram respostas significativas ($p < 0,05$) entre as diferentes classes de tamanhos de sementes avaliadas (Tabela 2 e 3).

Tabela 3. Teor de água (TA), peso de mil sementes (PMS), primeira (PCG) e última contagem de germinação (G) de sementes de grão-de-bico cultivar BRS Cicero classificadas em diferentes tamanhos.

Tamanho (mm)	PMS* (g)	TA (%)	PCG (%)	G* (%)
Controle	502,015 c*	9,98	73,7	75,32 ab
10	637,062 a	10,39	76,0	76,9 ab
9	534,164 b	10,63	73,0	74,0 ab
8	414,086 d	10,63	74,5	82,59 a
7	288,428 e	10,55	65,0	65,5 b
Média	-	10,43	72,44	-

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação ao peso de mil sementes, verifica-se que as sementes da classe 10 apresentaram maior valor, resultado já esperado, pois as sementes desta classe possuem tamanho superior. Já as sementes da classe 7, por consequência, foram as que apresentaram menor peso (Tabela 3). O peso de sementes é uma medida utilizada para diferentes finalidades, dentre elas a comparação da qualidade de diferentes lotes. Sementes mais pesadas geralmente são mais vigorosas, pois são mais propensas a conter um embrião viável e possivelmente maiores teores de carboidratos e proteínas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; DOMIC et al., 2020; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ et al., 2011). Salienta-se que reservas nutricionais das sementes, como carboidratos e proteínas, são de extrema importância para nutrição do eixo embrionário, contribuindo assim para o processo de germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

As variáveis teor de água e primeira contagem de germinação não diferiram entre as classes avaliadas, apresentando valores médios de 10,43% e 72,44%, respectivamente. Os resultados do teor de água do presente trabalho foram semelhantes ao de Dias et al. (2019), onde o teor de água inicial das sementes variou de 9,62 a 10,05% para o grão-de-bico cultivar BRS Aleppo e de 8,80 a 9,33% para as sementes de grão-de-bico da cultivar Cícero. Salienta-se que o teor de água das sementes influencia diretamente vários aspectos de sua qualidade fisiológica, como a velocidade do grau de deterioração (SARMENTO et al., 2015).

Ainda na Tabela 3, observa-se que a germinação diferiu estatisticamente entre as classes de sementes, sendo que as da classe 8 e 7 apresentaram maiores e menores valores, respectivamente. Sementes maiores e mais pesadas podem ser mais vigorosas por apresentarem maiores reservas nutricionais (DOMIC et al., 2020); todavia, estas são mais propensas a sofrerem danos mecânicos durante a colheita e o beneficiamento (PESKE e BAUDET, 2012). Por outro lado, sementes pequenas demais são menos vigorosas por conterem baixas reservas em seu interior. Dessa forma, as sementes intermediárias podem apresentar melhores resultados em sua qualidade fisiológica. Salienta-se que os danos mecânicos ocorrem como consequência dos impactos recebidos no cilindro de trilha e, especificamente, quando as sementes passam pelo côncavo da colhedora (MARCONDES et al., 2010).

Ainda em relação à germinação, observa-se que as sementes da classe 10, 9 e 8 não diferiram estatisticamente do Controle (Tabela 3). Portanto, levando em consideração o Controle, não justifica a classificação das sementes de grão-de-bico em tamanho. No entanto, salienta-se que este processo facilita a operação de semeadura, evitando semeaduras duplas, permitindo a obtenção de uma população de plantas capaz de propiciar os melhores rendimentos por área (QUEIROGA et al., 2011). PÁDUA et al. (2010), que trabalharam com sementes de soja, obtiveram resultados diferentes do presente trabalho, no qual as sementes maiores apresentaram maiores porcentagens de germinação e, portanto, melhor qualidade fisiológica em relação às menores.

Os valores de germinação variaram de 65,5 a 82,59% para as classes 8 e 7, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Dias et al. (2019) que trabalharam com grão-de-bico da cultivar Cicero, onde o melhor resultado de germinação foi de 76,5%. Já Hoskem et al. (2017) encontraram resultados de germinação de até 85,5% dentre os tratamentos estudados para a mesma cultivar de grão-de-bico do presente trabalho. Salienta-se ainda que as sementes da cultivar Cícero têm apresentado menor qualidade fisiológica quando comparada com outras cultivares de grão-de-bico, como a BRS Aleppo (DIAS et al., 2019).

Os resultados da condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, teor de água após o envelhecimento acelerado, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência estão descritos na Tabela 4. Verifica-se que apenas a variável condutividade elétrica evidenciou resposta significativa ($p < 0,05$) entre as classes de tamanhos de sementes (Tabela 4).

Tabela 4. Condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), teor de água após o envelhecimento acelerado (TAAEA), emergência de plântulas (E) índice de velocidade de emergência de sementes (IVE) de grão-de-bico cultivar BRS Cicero classificadas em diferentes tamanhos.

Tamanho (mm)	CE* uS/cm/g	EA (%)	TAAEA (%)	E (%)	IVE
Controle	115,96 bc	77,7	13,19	66,0	11,45
10	109,46 c	71,0	11,89	70,0	13,02
9	117,61 bc	71,9	13,01	64,0	12,10
8	136,09 b	69,0	12,69	65,0	13,10
7	163,36 a	64,0	12,93	69,0	13,82
Média	-	70,72	12,742	66,8	12,69

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados de condutividade elétrica variaram de 109,46 a 163,36 uS/cm/g. Nota-se que os valores de condutividade elétrica foram superiores para as sementes de classe 7 (Tabela 4). Segundo Haesbaert et al. (2017), valores mais elevados de condutividade elétrica estão relacionados a uma maior liberação de exsudatos para o meio ambiente através da membrana celular, indicando que as sementes estão mais deterioradas. Portanto, verifica-se que as sementes de classe 7 apresentam menor vigor quando comparadas com as das demais classes, resultado que corrobora com o teste de germinação.

Ainda em relação a condutividade elétrica, observa-se que as sementes de classe 10 apresentaram menores valores, não diferindo estatisticamente do Controle e da classe 9 (Tabela 4). No entanto, levando em consideração o resultado do teste de germinação, verifica-se que a classe 8 apresentou resultados satisfatórios, diferindo estatisticamente da classe 7, que apresentou piores resultados.

As variáveis envelhecimento acelerado, teor de água após o envelhecimento acelerado, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência não diferiram entre as classes de tamanhos avaliadas, apresentando valores médios de 70,72%, 12,742%, 66,8% e 12,69, respectivamente (Tabela 4). A exposição das sementes ao envelhecimento acelerado promoveu aumento no teor de água; no

entanto, não houve diferença entre os tratamentos avaliados, evidenciando que o tamanho das sementes não influenciou na absorção de água.

Salienta-se que o teste de envelhecimento acelerado é importante para verificar quais sementes são mais vigorosas e, portanto, mais tolerantes às altas temperaturas e umidade relativa do ar (FINA et al., 2016). Já o teste de emergência de plântulas é importante para prever o comportamento das sementes no campo, onde as condições nem sempre são favoráveis (BYRUM & COPELAND, 1995). Valores de envelhecimento acelerado, emergência e índice de velocidade de emergência semelhantes ao presente trabalho foram encontrados por Araújo (2019). Cangussú et al. (2013) avaliaram o efeito do tamanho de sementes no desempenho fisiológico de feijoeiro e, também, não encontraram respostas significativas para a variável índice de velocidade de emergência. Para lentilha, de acordo com o trabalho de Biçer et al. (2009), não há efeito do tamanho das sementes nas características de produtividade, como por exemplo peso de 100 sementes e produção de sementes (kg ha^{-1}).

Os resultados de viabilidade (TZV), vigor (TZVI), danos mecânicos (TZDM) e sementes sem danos (SSD) pelo teste de tetrazólio estão descritos na Tabela 5. Observa-se que a viabilidade das sementes não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($p > 0,05$), onde o valor médio encontrado foi de 99,4%, evidenciando alta viabilidade das sementes, independentemente do tamanho das mesmas. No entanto, ao analisar o teste de vigor, juntamente com as variáveis danos mecânicos e sementes sem danos, nota-se que as sementes maiores (classe 10 e 9) apresentaram menor qualidade quando comparadas com as menores (classe 8 e 7) e com o Controle. Tal fato é devido às sementes maiores serem mais propensas a danos mecânicos, durante a colheita e o beneficiamento, do que as sementes menores. Além disso, sabe-se que as sementes de grão-de-bico, assim como as de feijão e as de soja, por apresentarem o eixo embrionário relativamente exposto e o tegumento pouco espesso, são bastante susceptíveis a danos mecânicos (MONDO et al., 2009; PINTO et al., 2012).

Tabela 5. Viabilidade (TZV), vigor (TZVI), danos mecânicos (TZDM) e sementes sem danos pelo teste de tetrazólio (SSD) em sementes de grão-de-bico cultivar BRS Cicero classificadas em diferentes tamanhos.

Tamanho (mm)	TZV** (%)	TZVI* (%)	TZDM* (%)	SSD* (%)
Controle	100 a	87,0 a	52,0 ab	48,0 ab
10	100 a	63,0 b	80,0 a	20,0 b
9	100 a	63,0 b	67,0 ab	33,0 ab
8	100 a	81,0 ab	38,0 b	62,0 a
7	97 a	82,0 ab	42,0 b	58,0 a
Média	99,4	-	-	-

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

No teste de tetrazólio, as enzimas desidrogenases atuam na respiração celular, produzindo uma substância vermelha, estável e não difusiva. Este composto, denominado trifenilformazana, é formado a partir da hidrogenação do cloreto de 2,3,5-trifenil tetrazólio. Como resultado dessa reação, as partes vivas da semente são tingidas de vermelho, enquanto as mortas mantêm a cor original, permitindo distinguir os tecidos por sua condição (ABBADÉ e TAKAKI, 2014). No presente trabalho, foi verificado que as sementes de classe 10 e 9 apresentaram maiores índices de lesões, tanto superficiais quanto críticas, prejudicando assim a qualidade das mesmas (Tabela 5, Figura 1).

Observa-se que os resultados de índices de danos mecânicos (TZDM e SSD) foram contrários ao teste de condutividade elétrica (Tabelas 4 e 5). As sementes de classe 7 apresentaram maiores valores de condutividade indicando, assim, menor qualidade; todavia, em relação aos danos mecânicos, nota-se que as sementes das classes 7 e 8 apresentaram os resultados mais satisfatórios. Portanto, os valores mais elevados de condutividade elétrica das sementes de classe 7 estão relacionados, provavelmente, à má estruturação das membranas e a presença de células danificadas, evidenciando deterioração das sementes (HESLEHURST, 1988) e não a danos mecânicos. Vale salientar, que as sementes de classe 7 são compostas de sementes imaturas, defeituosas 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 (DIAS et al., 2006; GONÇALVES et al., 2015; VIDIGAL et al., 2009).



Figura 1. Sementes de grão-de-bico de tamanho 10, cultivar BRS Cicero, caracterizadas pelo teste de tetrazólio com diferentes níveis de lesões. Fonte: Samuel Gonçalves Ferreira dos Santos (2021).

É válido destacar que, além de favorecer a operação de semeadura, a classificação das sementes de grão-de-bico por tamanho pode contribuir para a melhora da qualidade fisiológica do lote, por meio da remoção das sementes de classe 7, que apresentam qualidade inferior. Além disso, levando-se em consideração os resultados de germinação e índice de danos mecânicos pelo teste de tetrazólio, recomenda-se a classificação de sementes, com o intuito de destinar as sementes de classe 10 para comercialização direta e, as sementes de classe 8, para o armazenamento. Por sofrerem mais danos mecânicos, as sementes de classe 10 podem apresentar danos latente, que tem evolução acentuada durante o armazenamento, contribuindo de forma significativa com o processo de deterioração (MARCOS FILHO, 2005).

Portanto, considerando o percentual de retenção em peneiras (aproximadamente 90% do lote é constituído por sementes de tamanho 9 e 8 mm); considerando os resultados de germinação e vigor (inferiores nas sementes da classe 7); considerando o percentual de danos mecânicos (de forma geral, mais elevados nas sementes da classe 10), recomenda-se a utilização de sementes das classes 8 e 9.

CONCLUSÕES

Aproximadamente 90% do lote de sementes de grão-de-bico foi retido nas peneiras de 8 e 9 milímetros.

As sementes de grão-de-bico da classe 7, de forma geral, apresentaram menor germinação e vigor.

As sementes de grão-de-bico da classe 10 apresentaram elevados índices de danos mecânicos.

Recomenda-se a utilização de sementes classificadas em peneiras 8 e 9 milímetros.

REFERÊNCIAS

- ABBADE, L.C.; TAKAKI, M. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith Bignoniaceae, submetidas ao armazenamento. **Revista Arvore**, v. 38, n. 1, p. 233-240, 2014.
- ABD EL-HAKIM, A. F.; MADY, E.; ABOU TAHOUN, A. M.; GHALY, M. S. A.; EISSA, M. A. Seed quality and protein classification of some quinoa varieties. **Journal of Ecological Engineering**, v. 23, n. 1, p. 24-33, 2022.
- ARAÚJO, J. O. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.): testes de vigor e atividade de enzimas antioxidantes**. 2019. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitotecnia, Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.
- BIÇER, 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.
- BRAGA, N. R.; VIEIRA, R. F.; RAMOS, J. A. O. A cultura do grão-de-bico. **Informe Agropecuário**, v. 16, n. 174, p.47-52, 1992.
- 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. 399p.
- BYRUM, J.R.; COPELAND, L.O. Variability in vigour testing of maize (*Zea mays* L.) seed. **Seed Science and Technology**, v.23, n.2, p.543-549, 1995.
- CANGUSSÚ, L. V. S.; DAVID, A. M. S. S.; AMARO, H. T. R.; ASSIS, M. O. Efeito do tamanho de sementes no desempenho fisiológico de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 19, ns.1/2, p. 71-79, 2013.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p..
- DIAS, D. C. F. S.; RIBEIRO, F. P.; DIAS, L. A. S.; SILVA, D. J. H.; VIDIGAL, D. S. Tomato seed quality harvested from different trusses. **Seed Science and Technology**, v. 34, n. 3, p. 681-689, 2006.

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.; FREITAS, M. A. M.; LEÃO-ARAÚJO, E. F.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M. Accelerated ageing as a vigour test on chickpea seeds. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 1, p. 339-346, 2020.

DIAS, L. B. X.; QUEIROZ, P. A. M.; FERREIRA, L. B. S.; SANTOS, W. V.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M.; LEÃO-ARAÚJO, E. F. Teste de condutividade elétrica e embebição de sementes de grão-de-bico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2019.

DOMIC, A. I.; CAPRILES, J. M.; CAMILO, G. R. Evaluating the fitness effects of seed size and maternal tree size on *Polylepis tomentella* (Rosaceae) seed germination and seedling performance. **Journal of Tropical Ecology**, v. 36, n. 1, p. 115–122, 2020.

FERREIRA, A. C.; BRAZACA, S. G. C.; ARTHUR, V. Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) cru irradiado e submetido à cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 80-88, 2006.

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.

GHRIBI, A.M.; SILA, A.; GAFSI, I.M.; BLECKER, C.; DANTHINE, S.; ATTIA, A.; BOUGATEF, A.; BESBES, S. Structural, functional and ACE inhibitory properties of water-soluble polysaccharides from chickpea flours. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 75, n. 1, p. 276-282, 2015.

GONÇALVES, V. D.; MULLER, D. H.; FAVA, F. F. L. C.; CAMILI, E. C. Maturação fisiológica de sementes de pimenta 'bode vermelha'. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 137-146, 2015.

GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V.; VILLAR, R.; NAVARRO-CERRILLO, R. M. Maternal influences on seed mass effect and initial seedling growth in four *Quercus* species. **Acta Oecologica**, v. 37, n. 1, p. 1–9, 2011.

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.

HESLEHURST, M.R. Quantifying initial quality and vigour of wheat seeds using regression analysis of conductivity and germination data from aged seeds. **Seed Science & Technology**, v. 16, p. 75-85, 1988.

HOSKEM, B. C. S. **Época de plantio de grão-de-bico em Montes Claros, Minas Gerais: produtividade e qualidade de sementes**. 2014. 65 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG, 2014.

HOSKEM, B. C. S.; CÂNDIDO, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; SANTOS, L. D. T.; ENDES, R. B.; MENEZES, J. B. C. Productivity and quality of chickpea seeds in Northern Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 261-268, 2017.

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.

MARCONDES, M. C.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I. C. B. Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 2, p. 315-321, 2010.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 2005. 495p.

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.

MICHELS, A. F.; SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M.; ZILIO, M. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas no oeste e planalto catarinense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 620-632, 2014.

MONDO, V. H. V.; GOMES JUNIOR, F. G.; PUPUM, T. L.; CICERO, S. M. Avaliação de danos mecânicos em sementes de feijão por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 27-35, 2009.

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.; SILVA, P. P.; ARTIAGA, O. P.; SUINAGA, F. A. Grão-de-bico. In: **Hortaliças leguminosas**. Embrapa Hortaliças, Brasília, 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.

PÁDUA, G. P.; ZITO, R. K.; ARANTES, N. E.; FRANÇA NETO, J. B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 9-16, 2010.

PARAÍSO, H.A.; BRANDÃO-JUNIOR, D.S.; AVELAR, R.I.S.; COSTA, C.A; GOMES, L.S.P.; NASCIMENTO, W.M. Ajustes na metodologia do teste de tetrazólio para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico. **Journal of Seed Science**, v.41, n.1, p.7-12, 2019.

PESKE, S. T.; BAUDET, L. Beneficiamento de Sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3° ed. Pelotas, UFPel, 2012. 573p.

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.

QUEIROGA, V. P.; FREIRE, R. M. M.; ARAÚJO, M. E. R.; LIMA, V. I.; QUEIROGA, D. A. N. Influência do tamanho da semente de amendoim sobre sua qualidade fisiológica. **Revista Agro@ambiente**, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2011.

SANTOS, V. J.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; EICHELBERGER, L. Qualidade fisiológica de sementes de cenoura classificadas por tamanho. **Ciência Rural**, v. 40, n. 9, p. 1903-1908, 2010.

SARMENTO, H. G. S.; DAVID, A. M. S. S.; BARBOSA, M. G.; NOBRE, D. A. C.; AMARO, H. T. R. Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão-manso por métodos alternativos. **Energia na Agricultura**, v. 30, n. 3, p.249-256, 2015.

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.

CAPÍTULO 2

BENEFICIAMENTO NA QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.)

**Beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico
(*Cicer arietinum* L.)**

RESUMO: O beneficiamento consiste no processo pelo qual são realizadas operações sequenciais em equipamentos específicos, através dos quais as sementes são limpas, classificadas e tratadas, visando a melhoria da qualidade do lote. Poucas informações referentes ao beneficiamento de sementes de grão-de-bico estão presentes na literatura. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito das etapas de beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico, cultivar BRS Cicero. As sementes foram amostradas antes do processamento e após a saída da máquina de ventilador e peneiras (peneira superior, de crivos redondos com diâmetro de 12 mm e na peneira inferior, de crivos redondos com diâmetro de 7,5 mm) e da mesa de gravidade (descarga superior, intermediária alta, intermediária baixa e inferior), entre outros pontos. As sementes foram avaliadas quanto aos teores de água, pureza física, peso de mil sementes, teste de germinação, teste de condutividade elétrica, emergência em areia, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado e teste de tetrazólio. O beneficiamento promoveu o aumento da pureza física e redução do percentual de sementes quebradas no lote de sementes de grão-de-bico. De forma geral, as sementes coletadas nas bicas superiores e intermediárias da mesa de gravidade apresentaram valores superiores de germinação. Portanto, conclui-se que o beneficiamento de sementes, na máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade, é eficiente para o aprimoramento da qualidade física e fisiológica do lote de sementes de grão-de-bico.

Palavras-chave: Pulses, mesa de gravidade, hortaliças

**Processing on the physical and physiological quality of chickpea (*Cicer
arietinum* L.)**

ABSTRACT: Seeds processing consists of the process by which sequential operations are carried out in specific equipment, through which the seeds are cleaned, classified

and treated, aiming at improving the quality of the lot. Few informations regarding the processing of chickpea seeds is present in the literature. The objective of this work was to evaluate the effect of the processing stages on the physical and physiological quality of chickpea seeds, cultivar BRS Cicero. The seeds were sampled before processing and after leaving the air screen machine (upper sieve, with round sieves with a diameter of 12 mm and in the lower sieve, with round sieves with a diameter of 7.5 mm) and on the gravity table (upper, intermediate high, intermediate low and lower discharge). The seeds were evaluated for moisture content, physical purity, weight of a thousand seeds, germination test, electrical conductivity test, sand emergence, emergence speed index, accelerated aging and tetrazolium test. The processing promoted an increase in physical purity and a reduction in the percentage of broken seeds in the chickpea seed lot. In general, the seeds collected in the upper and intermediate spouts of the gravity table showed superior germination values. Therefore, it is concluded that the seeds processing, in the air screen machine and gravity table, is efficient for improving the physical and physiological quality of the chickpea seeds lot.

Keywords: Pulses, gravity table, vegetables

INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma Fabaceae de grande importância, sendo a segunda mais consumida no mundo depois do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L) e constituindo em torno de 20% da produção mundial de leguminosas (DIAS e LEÃO-ARAÚJO, 2020). Além de uma excelente fonte de proteínas, o grão-de-bico é rico em carboidratos, minerais, vitaminas e fibras, diferenciando-se das outras leguminosas por sua maior digestibilidade e baixo teor de substâncias antinutricionais (MERGA e HAJI, 2019).

O Brasil dispõe de apenas oito cultivares de grão-de-bico registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC), sendo elas: Amâ, Apu, BRS Cícero, BRS Aleppo, BRS Cristalino, BRS Toro, BRS Kalifa e IAC Marrocos (BRASIL, 2022).

Salienta-se que existe uma variabilidade dimensional do tamanho das sementes de acordo com a cultivar, como exemplo, as cultivares IAC Marrocos e BRS Aleppo que possuem sementes de tamanho médio, enquanto que as sementes da cultivar BRS Cicero apresentam sementes maiores (BRAGA et al., 1992; DIAS et al., 2019).

O beneficiamento consiste no processo pelo qual são realizadas operações sequenciais em equipamentos específicos, através dos quais as sementes são limpas, classificadas e tratadas visando a melhoria da qualidade do lote (FERREIRA e SÁ, 2010; HESSEL et al., 2012; PEREIRA et al., 2012). No entanto, mesmo com equipamentos cada vez mais precisos, os quais diminuem os danos e aprimoram a qualidade do lote, se faz necessário mensurar os efeitos causados pelo beneficiamento na qualidade.

Amaral et al. (1984) verificaram que a utilização da máquina de ar e peneiras e da mesa de gravidade elimina materiais indesejáveis, aumentando a pureza física e sanitária de lotes de sementes de ervilha. Já Gadotti et al. (2020) observaram que o beneficiamento de coentro foi eficiente na separação de sementes com melhor qualidade sanitária, pela remoção de sementes contaminadas. Resultados semelhantes foram encontrados para outras culturas, como feijão (BUITRAGO et al., 1991), feijão-mungo-verde (ARAÚJO et al., 2011) soja (JUVINO et al., 2014; MOREANO et al., 2018; TELES et al., 2013) e mamona (SANTOS NETO et al., 2012). No entanto, poucas informações referentes ao beneficiamento de sementes de grão-de-bico estão presentes na literatura, sendo estas não conclusivas (NICOLI, et al., 2021).

Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito das etapas de beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), cultivar BRS Cicero.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de grão-de-bico, cultivar BRS Cicero, foram colhidas mecanicamente em campo de produção da Embrapa-Hortaliças, em Brasília-DF, no ano de 2021. As sementes foram colhidas com 10% de teor de água. Posteriormente,

foram processadas na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da mesma empresa, passando pela máquina de ar e peneiras e pela mesa de gravidade.

Após a estabilização do funcionamento das máquinas, aproximadamente uma hora após o início do processo, realizou-se a coleta das amostras (sementes) em cada etapa do beneficiamento, com intervalos regulares de cinco minutos entre as amostragens. Foram coletadas, aproximadamente, 25 amostras simples de cada tratamento, com peso médio de 240 g, obtidos em diferentes pontos de descarga das máquinas e equipamentos, conforme fluxograma apresentado na Figura 1.

Para cada tratamento, realizou-se o agrupamento/homogeneização das amostras simples em compostas para formar as amostras médias (6000 g), que foram encaminhadas para a análise no laboratório. Foram obtidos 10 tratamentos nas diversas etapas do beneficiamento e nas diferentes máquinas, conforme descrito a seguir (Tabela 1 e Figura 1):

Tabela 1. Descrição dos tratamentos, representados pelos pontos de coletas de amostras de sementes nas etapas do beneficiamento de grão-de-bico.

TRATAMENTOS	DESCRIÇÃO
T0	Composto pelas sementes brutas, ou seja, não beneficiadas (T0).
T1	Sementes coletadas após passagem pelo primeiro elevador e antes da máquina de ventilador e peneiras (MVP)
T2	Sementes coletadas na MVP, após passagem na peneira superior de 12 mm (crivos redondos) e antes da peneira inferior de 7,5 mm (crivos redondos).
T3	Sementes coletadas na MVP, que ficaram retidas na peneira inferior de 7,5 mm (crivos redondos) e antes do segundo elevador. O objetivo desta peneira é remover as sementes extremamente pequenas (< 7,5 mm de diâmetro).
T4	Sementes coletadas após passagem 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.

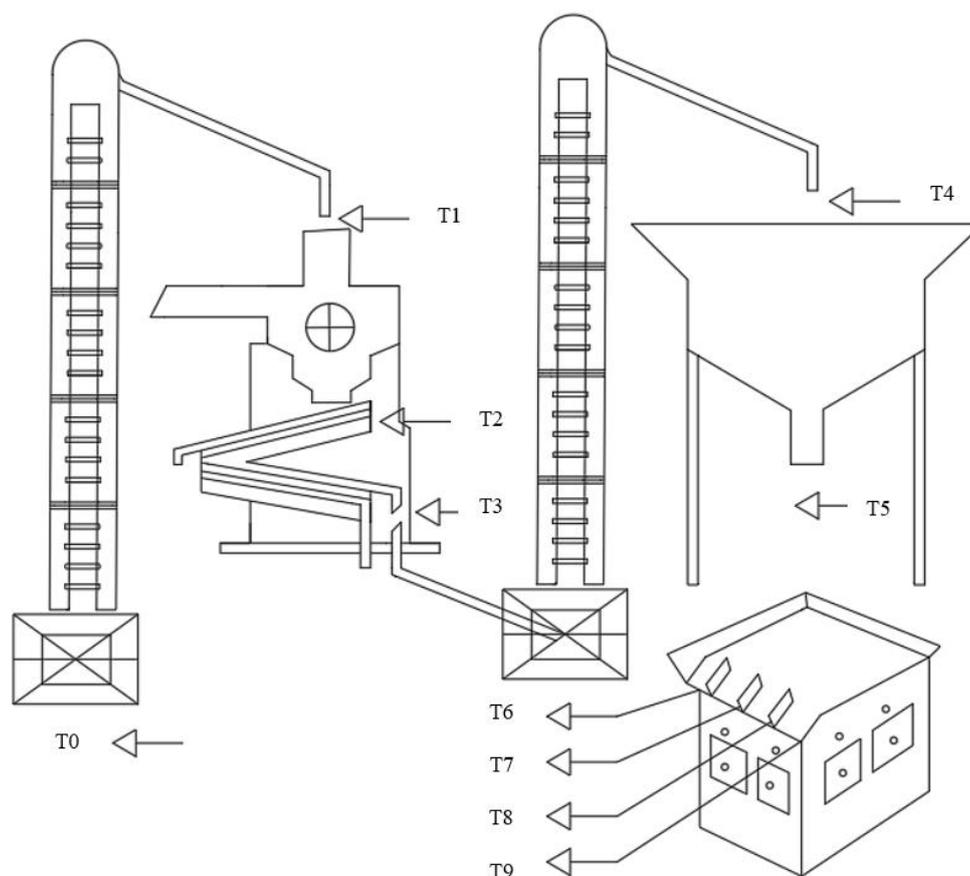


Figura 1. Fluxograma das etapas de beneficiamento de sementes de grão-de-bico com indicação dos pontos de obtenção das amostras para constituir os tratamentos (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 e T9).

No Laboratório, a qualidade das sementes de cada tratamento foi avaliada pelos seguintes testes:

Teor de água – foi realizado pelo método da estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, com quatro repetições de 25 g de sementes cada, conforme Brasil (2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Pureza física – em quatro repetições de 1.000 g, foi realizada a separação dos componentes por catação manual com o auxílio de uma pinça. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes puras (P) e sementes quebradas (SQ) (BRASIL, 2009).

Massa de 1000 sementes - quatro repetições de 1000 sementes foram pesadas em balança de precisão 0,001 g, e os valores médios expressos em quilogramas (kg) (BRASIL, 2009).

Teste de germinação - foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes, utilizando-se como substrato o papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. Os rolos de papel com as sementes foram mantidos em câmara de germinação à temperatura de 20 °C. As avaliações foram realizadas aos 5 (primeira contagem) e 8 dias, computando-se as plântulas consideradas normais e os resultados expressos em % (BRASIL, 2009).

Teste de condutividade elétrica – foi realizado com quatro repetições de 50 sementes intactas, previamente pesadas em balança de precisão. As sementes foram colocadas em copos descartáveis com capacidade para 200 mL, nos quais foram adicionados 75 mL de água destilada. Os copos com as sementes e água foram colocados em câmara de germinação (B.O.D.) a 25 °C, por 24 horas. Posteriormente, realizou-se a leitura de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes com o condutivímetro (AKSO ®/AK 51) e os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

Emergência em areia - foi conduzido em bandejas plásticas contendo areia, utilizando-se 100 sementes para cada tratamento, divididas em quatro repetições de 25 sementes, semeadas na profundidade de 3 cm. As bandejas foram mantidas em condições ambientes onde a irrigação foi feita frequentemente. A porcentagem de emergência foi calculada computando-se o total de plântulas emergidas após a completa estabilização do estande (dez dias após a instalação do teste). Foram consideradas emergidas, as plântulas que se apresentaram com os cotilédones acima da superfície do substrato (NAKAGAWA, 1999).

Índice de velocidade de emergência- foi calculado a partir dos valores diários obtidos do número de plantas emergidas, do primeiro ao último dia de duração do teste de emergência, conforme Maguire (1962).

Envelhecimento acelerado – foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, para cada tratamento, as quais foram dispostas em camada única e distribuídas sobre uma tela de plástico, fixada no interior de uma caixa plástica do tipo “gerbox”, contendo no fundo solução de cloreto de sódio (NaCl). Em seguida, as caixas, tampadas, foram colocadas em câmara B.O.D., a 41 °C, por 24 horas (DIAS et al., 2020). Após esse período, as sementes foram colocadas para germinar,

conforme metodologia descrita para o teste de germinação. Os resultados foram expressos em %.

Teste de tetrazólio - foi realizado com quatro repetições de 25 sementes cada, colocadas em pré-condicionamento para embeber em folhas de papel germitest umedecido com quantidade de água igual a 2,5 vezes o peso do papel seco, permanecendo durante 18 horas em câmara de germinação, à temperatura de 30 °C. Posteriormente, as sementes foram submetidas à solução de tetrazólio na concentração de 0,1% por 6 horas, em câmara de germinação, no escuro, à temperatura de 30°C. Após este período, a solução foi drenada e, em seguida, realizada a remoção do tegumento. Posteriormente, com auxílio de um bisturi, as sementes foram seccionadas longitudinalmente através do embrião e feita a análise interna e externa, quantificando os níveis de vigor e viabilidade e identificando as causas da perda de qualidade fisiológica das sementes, sejam elas por dano mecânico, percevejo e/ou umidade (PARAÍSO, et al., 2019).

Por fim, as sementes foram submetidas à classificação proposta por Paraíso et al. (2019), sendo: Classe 1: sementes viáveis e vigorosas, com ausência de lesões; Classe 2: sementes viáveis e vigorosas, com lesões superficiais distantes das partes vitais; Classe 3: sementes viáveis e não vigorosas com lesões no eixo embrionário que não afetaram o cilindro vascular; Classe 4: sementes não viáveis, com danos em partes vitais, comprometendo o desenvolvimento normal da plântula.

O resultado foi expresso em percentagem de sementes viáveis (TZV) (classes 1, 2 e 3); percentagem de sementes vigorosas (TZVI) (classe 1 e 2); percentagem de sementes com danos mecânicos (TZDM) (classe 2, 3 e 4); percentagem de sementes sem danos (SSD) (classe 1) (NICOLI, et al., 2021; PARAÍSO, et al., 2019).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com dez tratamentos e quatro repetições. Os dados foram avaliados quanto a normalidade e homogeneidade dos resíduos pelos testes de Kolmogorov Smirnov e Layard/Samiuddin, respectivamente. Em seguida, estes foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) por meio do teste F e, quando significativo, as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Salienta-se que a variável TZV não apresentou normalidade e, portanto, foi avaliada pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados referentes às características avaliadas encontra-se na Tabela 2, exceto o TZV, que não apresentou normalidade. Nota-se que as variáveis teor de água, envelhecimento acelerado, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, vigor pelo teste de tetrazólio, danos mecânicos pelo teste de tetrazólio e sementes sem danos pelo teste de tetrazólio não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos avaliados ($P > 0,05$). No entanto, as demais variáveis, como pureza, sementes quebradas, peso de mil sementes, primeira contagem de germinação, germinação e condutividade elétrica, foram influenciadas pelas diferentes etapas do beneficiamento ($P < 0,05$).

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos dados referentes ao teor de água (TA), pureza (P), sementes quebradas (SQ), peso de mil sementes (PMS), primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G), emergência de plântulas (E), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), vigor pelo teste de tetrazólio (TZVI), danos mecânicos pelo teste de tetrazólio (TZDM) e sementes sem danos pelo teste de tetrazólio (SSD), de acordo com etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico, cultivar BRS Cicero.

Fator de Variação	TA	P	SQ	PMS	PCG
Etapas do Beneficiamento	0,0571	< 0,000	< 0,000	0,0024	0,0013
CV (%)	1,39	2,32	11,68	1,42	7,04
Fator de Variação	G	CE	EA	E	IVE
Etapas do Beneficiamento	0,04215	0,0347	0,8516	0,8876	0,0859
CV (%)	7,8	5,99	10,03	21,82	26,11
Fator de Variação	TZVI	TZDM	SSD		
Etapas do Beneficiamento	0,5607	0,1093	0,1224		
CV (%)	16,78	15,54	42,97		

O teor de água inicial das sementes não deferiu estatisticamente entre etapas do beneficiamento, apresentando valor médio de 10,1% (Tabela 3). Essa semelhança de valores é importante para que os testes de qualidade não sejam afetados (STEINER et al., 2011). Sarmento et al. (2015) relatam que o teor de água da semente

influencia diretamente em vários aspectos de sua qualidade fisiológica, como em sua velocidade de deterioração (SMANIOTTO et al., 2014); por isso, a sua determinação é fundamental em testes oficiais de qualidade de lotes de sementes.

Tabela 3. Teor de água (TA), pureza (P), sementes quebradas (SQ) peso de mil sementes (PMS) e germinação (G), de acordo com etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico, cultivar BRS Cicero.

Tratamento	TA (%)	P* (%)	SQ* (%)	PMS* (kg)	G* (%)
T0-amostra bruta	10,1	84,27 e	12,82 b	0,508 abc	74,5 ab
T1-elevador 1	11,0	83,38 e	12,75 b	0,493 bc	81,5 ab
T2-peneira de 12 mm	11,0	85,29 de	12,87 b	0,505 abc	73,5 ab
T3-peneira de 7,5 mm	11,0	91,88 bc	8,07 cd	0,504 abc	77,5 ab
T4-elevador 2	10,9	91,51 c	8,20 c	0,513 ab	72,8 ab
T5-silo armazenador	10,9	89,33 cd	10,42 bc	0,503 abc	79,0 ab
T6-descarga superior	10,8	96,35 ab	3,64 de	0,493 bc	77,0 ab
T7-descarga intermediária alta	10,8	96,84 a	3,15 e	0,516 a	84,0 a
T8-descarga intermediária baixa	10,8	92,13 bc	7,86 cd	0,510 abc	79,0 ab
T9-descarga inferior	11,1	20,93 f	78,62 a	0,513 ab	68,50 b
Média	10,8	-	-	-	-

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas diferentes etapas do beneficiamento, observou-se que a pureza física variou de 20,93 a 96,84 % (Tabela 3). Observa-se que o material coletado da descarga inferior da mesa de gravidade (T9) apresentou menor valor de pureza enquanto que, as amostras coletadas da descarga superior (T6) e intermediária alta (T7), apresentaram os maiores valores (96,35 e 96,84%, respectivamente). Salienta-se que na descarga inferior, da mesa de gravidade (T9), houve uma predominância de vagens vazias e pedaços de plantas, fato já esperado, por serem materiais mais leves. O princípio da utilização da mesa de gravidade no beneficiamento de sementes é separar as sementes de menor massa específica (menor qualidade fisiológica) e, em seguida, (MOREANO et al., 2013; PESKE e BAUDET, 2012) conduzi-las para a descarga inferior do equipamento.

Ainda, o beneficiamento das sementes possibilitou o aumento da pureza física, o que pode ser observado nas sementes provenientes da peneira de 12 mm

(T2) e 7,5 mm (T3) da máquina de ventilador e peneiras, bem como naquelas da descarga superior e intermediária alta da mesa de gravidade (T6 e T7), com valores na ordem de 85,29; 91,88; 96,35 e 96,84% de pureza, respectivamente (Tabela 3). De acordo com a Instrução Normativa nº 42, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), o padrão mínimo de pureza para a comercialização de sementes certificadas (C1 e C2) de grão-de-bico é de 97% (BRASIL, 2019). Nota-se que a pureza de T6 e T7 está muito próxima de 97%, entretanto, recomenda-se a realização de ajustes mais precisos na mesa de gravidade para o alcance do padrão de comercialização.

Portanto, verifica-se a importância do emprego da máquina de ventilador e peneiras e mesa de gravidade no beneficiamento de sementes de grão-de-bico. Resultados semelhantes foram encontrados para sementes de soja (MOREANO, et al., 2013; TELES et al., 2013), feijão-miúdo (MERTZ et al., 2007), feijão-mungo-verde (ARAÚJO et al., 2011) e mamona (SANTOS NETO et al., 2012), onde o uso da máquina de ventilador e peneiras e mesa de gravidade melhoram substancialmente a qualidade dos lotes de sementes.

Verifica-se que o percentual de sementes quebradas variou de 3,15 a 78,62 % (Tabela 3). Observa-se que a descarga inferior da mesa de gravidade (T9) apresentou maiores valores de sementes quebradas (78,62%), fato já esperado, devido ao material coletado apresentar menor peso específico. Nota-se ainda que o tratamento T0 (lote bruto, sem beneficiamento), apresentou 12,82% de sementes quebradas, evidenciando que a colheita promoveu danos mecânicos nas sementes (MARCONDES et al., 2010).

Observa-se que o beneficiamento das sementes promoveu a diminuição do percentual de sementes quebradas, sobretudo, após a passagem das sementes na máquina de ventilador e peneiras (T3) e mesa de gravidade (T6 e T7), com valores de 8,07, 3,64 e 3,05%, respectivamente (Tabela 3).

Ainda na Tabela 3, observa-se que as variáveis peso de mil sementes e germinação não apresentaram grandes distinções em seus valores no decorrer do beneficiamento. Contudo, nota-se que de forma geral, as sementes coletadas na bica intermediária alta da mesa de gravidade (T7) apresentaram valores superiores de germinação quando comparadas com as sementes coletadas na bica inferior (T9).

Resultados semelhantes foram encontrados no beneficiamento de sementes de feijão mungo-verde (ARAÚJO et al., 2011). Já Moreano et al. (2013), verificaram em seu trabalho, que a máquina de limpeza não melhorou a qualidade fisiológica de sementes de soja, no entanto, esta característica foi melhorada após a passagem das sementes na mesa de gravidade.

Salienta-se, ainda, que a germinação das sementes variou de 68,50 a 84,0%, 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.

Os resultados dos testes primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, emergência, índice de velocidade de emergência estão apresentados na Tabela 4. Verifica-se que os valores de primeira contagem de germinação foram semelhantes ao de germinação, sobretudo para as sementes oriundas da descarga inferior da mesa de gravidade (T9), que apresentaram baixa germinação (68,50%). Sobre a condutividade elétrica, nota-se que seus valores variaram de 115,36 a 135,57 uS/cm/g, sendo que o tratamento amostra bruta (T0) e descarga inferior da mesa de gravidade (T9) apresentaram menor e maior valor, respectivamente.

Tabela 4. Primeira contagem de germinação (PCG), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE), de acordo com etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico, cultivar BRS Cicero.

Tratamento	PCG* (%)	CE* uS/cm/g	EA (%)	E (%)	IVE
T0-amostra bruta	71,75 ab	115,36 b	69,50	56,0	9,5
T1-elevador 1	76,75 ab	122,59 ab	70,50	53,0	9,4
T2-peneira de 12 mm	68,50 b	121,72 ab	67,0	52,0	9,1
T3-peneira de 7,5 mm	75,0 ab	131,06 ab	71,0	53,0	12,2
T4-elevador 2	67,75 b	126,29 ab	74,50	62,0	11,8
T5-silo armazenador	79,0 ab	130,35 ab	70,0	56,0	11,4
T6-descarga superior	77,0 ab	130,75 ab	72,25	55,0	9,5
T7-descarga intermediária alta	84,0 a	131,04 ab	76,0	58,0	12,2
T8-descarga intermediária baixa	78,5 ab	126,93 ab	70,0	58,0	14,6
T9-descarga inferior	68,50 b	135,57 a	71,75	47,0	8,3
Média	-	-	71,25%,	55,0%	10,8

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Segundo Haesbaert et al. (2017), valores mais elevados de condutividade elétrica estão relacionados a uma maior liberação de exsudatos para o meio ambiente através da membrana celular, indicando que as sementes estão mais deterioradas (MARCOS FILHO 2005; MILOŠEVIĆ et al. 2010). Portanto, os valores mais elevados encontrados na descarga inferior da mesa de gravidade (T9) indicam que as sementes deste tratamento apresentam menor vigor, corroborando assim com o teste de germinação.

Salienta-se que a maior parte das sementes oriundas do T9 são imaturas, defeituosas, leves e mal formadas. Sementes imaturas, defeituosas e mal formadas apresentam organização de suas membranas celulares deficientes e, portanto, permitem maior liberação de lixiviado para a solução no teste de condutividade elétrica (GONÇALVES et al., 2015; VIDIGAL et al., 2009). Com exceção do T9, verifica-se que o tratamento amostra bruta (T0), não diferiu estatisticamente das demais etapas, evidenciando que as máquinas não afetaram a condutividade elétrica ao longo do processo de beneficiamento.

Ainda na Tabela 4, verifica-se que as variáveis envelhecimento acelerado, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência não diferiram entre as etapas de beneficiamento, apresentando valores médios de 71,25%, 55,0% e 10,8, respectivamente. Salienta-se que o teste de envelhecimento acelerado é importante para verificar quais sementes são mais vigorosas e, portanto, mais tolerantes às altas temperaturas e umidade relativa do ar (FINA et al., 2016); enquanto que o teste de emergência de plântulas é importante para predizer o comportamento das sementes no campo, onde as condições nem sempre são favoráveis (BYRUM e COPELAND, 1995).

Os resultados de viabilidade (TZV), vigor (TZVI), danos mecânicos (TZDM) e sementes sem danos pelo teste de tetrazólio (SSD) das sementes de grão-de-bico estão descritos na Tabela 5. Verifica-se que não houve diferença estatística ($p > 0,05$) em qualquer dessas variáveis. Os valores médios de viabilidade (TZV), vigor (TZVI), danos mecânicos (TZDM) e sementes sem danos (SSD) foram de 99,6, 66,9, 73,3, 24,7%, respectivamente.

Tabela 5. Viabilidade (TZV), vigor (TZVI), danos mecânicos (TZDM) e sementes sem danos (SSD) pelo teste de tetrazólio de acordo com etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico, cultivar BRS Cicero.

Tratamento	TZV** (%)	TZVI (%)	TZDM (%)	SSD (%)
T0-amostra bruta	100 a	68	84	16
T1-elevador 1	100 a	66	79	21
T2-peneira de 12 mm	100 a	58	85	15
T3-peneira de 7,5 mm	100 a	73	69	31
T4-elevador 2	100 a	69	67	33
T5-silo armazenador	99 a	60	73	27
T6-descarga superior	100 a	72	67	33
T7-descarga intermediária alta	100 a	62	78	22
T8-descarga intermediária baixa	97 a	71	66	33
T9-descarga inferior	100 a	70	65	16
Média	99,6	66,9	73,3	24,7

**Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade

Portanto, nota-se que, independentemente das etapas de beneficiamento, as sementes de grão-de-bico já apresentavam elevados índices de danos mecânicos,

fato relacionado com o processo de colheita. Para se ter sementes de qualidade, é de suma importância uma boa regulagem da colhedora para diminuir o índice de danos durante a colheita e debulha (FRANÇA-NETO et al., 2016). Além disso, salienta-se que a regulagem deve ser adequada conforme a cultura, material genético e teor de água da semente (CHIODEROLI et al., 2012). Sabe-se, ainda, que as sementes de grão-de-bico, assim como as de feijão e as de soja, por apresentarem o eixo embrionário relativamente exposto e o tegumento pouco espesso, são bastante susceptíveis a danos mecânicos (MONDO et al., 2009; PINTO et al., 2012).

Os efeitos dos danos mecânicos nas sementes são imediatos ou latentes. Os imediatos são facilmente caracterizados pela observação de tegumentos quebrados, cotilédones separados e/ou quebrados a olho nu. Já, nos latentes, há trincas microscópicas e/ou abrasões ou danos internos no embrião, onde a germinação pode não ser imediatamente atingida, porém, o vigor, o potencial de armazenamento e o desempenho da semente no campo são reduzidos (FRANÇA NETO e HENNING, 1984). De acordo com os resultados do presente trabalho, nota-se que as sementes apresentaram percentual de danos mecânicos significativos, independentemente, da etapa do beneficiamento. Portanto, é possível que durante o armazenamento as sementes dos tratamentos apresentem queda diferenciada na qualidade fisiológica, sendo necessário a condução de novas pesquisas com o intuito de estudar o comportamento das sementes armazenadas.

Com os resultados do presente trabalho, comprova-se a importância do beneficiamento no aprimoramento das características físicas e fisiológicas de sementes de grão-de-bico. Observa-se que este processo é fundamental para a elevação da pureza física do lote, destacando a mesa de gravidade, mais especificamente a descarga intermediária alta e a descarga superior, T7 e T6, respectivamente, que de forma geral, melhorou a qualidade do lote das sementes. Para soja e feijão, foi observado que as sementes descarregadas na parte alta da zona de descarga da mesa de gravidade apresentaram qualidades física e fisiológica significativamente superiores às sementes descarregadas nas partes intermediária e baixa (BUITRAGO et al., 1991; MOREANO et al., 2013), resultados semelhantes ao do presente trabalho.

Ainda, 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.

CONCLUSÕES

O beneficiamento de sementes, utilizando a máquina de ar e peneiras e a mesa de gravidade, é eficiente para o aprimoramento da qualidade física e fisiológica do lote de sementes de grão-de-bico cultivar BRS Cicero.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.S.; BICCA, L.H.F.; WOBETO, L.A. Classificação de sementes de ervilha. **Lavoura Arrozeira**, v.348, p.32-35, 1984.
- ARAÚJO, R. F.; ARAÚJO, E. F.; ZONTA, J. B.; VIEIRA, R. F.; DONZELES, S. M. L. D. Fluxograma de beneficiamento para sementes de feijão-mungo-verde (*Vigna radiata* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 387-394, 2011.
- BRAGA, N. R.; VIEIRA, R. F.; RAMOS, J. A. O. A cultura do grão-de-bico. **Informe Agropecuário**, v. 16, n. 174, p.47-52, 1992.
- 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. 399p.
- 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.
- BRASIL. **Registro Nacional de Cultivares - RNC: Registro Nacional de Cultivares - RNC Descrição e finalidade**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 27 fev. 2022.
- BUITRAGO, I.C.; VILLELA, F.; TILLMANN, M. A.A.; SILVA, J.B. Perdas e qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquinas de ventiladores e peneiras e mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, n.2, p.99-104, 1991.
- BYRUM, J.R.; COPELAND, L.O. Variability in vigour testing of maize (*Zea mays* L.) seed. **Seed Science and Technology**, v.23, n.2, p.543-549, 1995.
- 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.; 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.; FREITAS, M. A. M.; LEÃO-ARAÚJO, E. F.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M. Accelerated ageing as a vigour test on chickpea seeds. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 1, p. 339-346, 2020.

DIAS, L. B. X.; QUEIROZ, P. A. M.; FERREIRA, L. B. S.; SANTOS, W. V.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M.; LEÃO-ARAÚJO, E. F. Teste de condutividade elétrica e embebição de sementes de grão-de-bico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2019.

FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.4, p.99-110, 2010.

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. 39p. (Circular Técnica, 9).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, 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).

GADOTTI, G. I; HORNKE, N. F; CAVALCANTE, J. A; SILVA, J. G; GONÇALVES, V. P; CAPILHEIRA, A. F. Efficiency of the gravity table in the processing of coriander seeds. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 1, p. 211-216, 2020.

GONÇALVES, V. D.; MULLER, D. H.; FAVA, F. F. L. C.; CAMILI, E. C. Maturação fisiológica de sementes de pimenta 'bode vermelha'. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 137-146, 2015.

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.

HESSEL, C. L. E.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T. Mesa densimétrica e qualidade fisiológica de sementes de brachiária. **Informativo ABRATES**, v.22, n.3, p.73-76, 2012.

JUVINO, A. N. K.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; SALES, J. F. Vigor da cultivar BMX Potência RR de soja durante o beneficiamento e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 8, p.844–850, 2014.

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.

MARCONDES, M.C.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, I.C.B. Qualidade de sementes de soja em função do horário de colheita e do sistema de trilha de fluxo radial e axial. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.2, p.315-321, 2010.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 2005. 495p.

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.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; MAIA, M. S.; Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-miúdo beneficiadas em mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 01-08, 2007.

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

MONDO, V. H. V.; GOMES JUNIOR, F. G.; PUPUM, T. L.; CICERO, S. M. Avaliação de danos mecânicos em sementes de feijão por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 27-35, 2009.

MOREANO, T. B.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MARQUES, O. J. Physical and physiological qualities of soybean seed as affected by processing and handling. **Journal of Seed Science**, v.35, n.4, p.466-477, 2013.

MOREANO, T. B.; MARQUES, O. J.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Evolution of the physical and physiological

quality of soybean seeds during processing. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 3, p.313-322, 2018.

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.

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.

PARAÍSO, H.A.; BRANDÃO-JUNIOR, D.S.; AVELAR, R.I.S.; COSTA, C.A; GOMES, L.S.P.; NASCIMENTO, W.M. Ajustes na metodologia do teste de tetrazólio para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico. **Journal of Seed Science**, v.41, n.1, p.7-12, 2019.

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.

PESKE, S. T.; BAUDET, L. Beneficiamento de Sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3° ed. Pelotas, UFPel, 2012. 573p.

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 NETO, A. L.; CARVALHO, M. L.; OLIVEIRA, J. A.; FRAGA, A. C.; SOUZA, A. A. Use of densimetric table to improve the quality of commercial castor bean seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 4 p. 549-555, 2012.

SARMENTO, H. G. dos S.; DAVID, A. M. S. de S.; BARBOSA, M. G.; NOBRE, D. A. C.; AMARO, H. T. R. Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão-manso por métodos alternativos. **Revista Energia na Agricultura**, v. 30, n.3, p.249-256, 2015.

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**, v.18, n.4, p.446–453, 2014.

STEINER, F.; OLIVEIRA, S. S. C.; MARTINS, C. C.; CRUZ, S. J. S. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de triticale. **Ciência Rural**, v. 41, n. 2, p. 200-204, 2011.

TELES, H. F.; PIRES, L. L.; CUNHA, M. G.; SANTOS, F. P.; AMELOTI NETO, F. Incidence of *Sclerotinia sclerotiorum* and the physical and physiological quality of soybean seeds based on processing stages. **Journal of Seed Science**, v.35, n.4, p.409-418, 2013.

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.

APÊNDICE A – Análise estatística

CAPÍTULO 1

TABELA 1. Teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis respostas avaliadas no estudo do efeito do tamanho na qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico.

Variável	P-valor
PMS	0,7913
TA	0,1797
PCG	0,9551
G	0,7480
CE	0,7420
EA	0,8715
TAAEA	0,4576
E	0,7591
IVE	0,9875
TZV	0,0033
TZVI	0,9965
TZDM	0,8638
SSD	0,8638

TABELA 2. Teste de Layard para as variáveis respostas avaliadas no estudo do efeito do tamanho na qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico.

Variável	P-valor
PMS	0,3225
TA	0,1883
PCG	0,8477
G	0,8249
CE	0,5225
EA	0,6202
TAAEA	0,2130
E	0,9785
IVE	0,2281
TZV	-
TZVI	0,5287
TZDM	0,6717
SSD	0,6715

TABELA 3. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre o teor de água.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	1,1742	0,2935	1,8078	0,1798
Erro	15	2,4358	0,1623		
Total	19	3,61			
CV (%)	3,86				

TABELA 4. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre o teor de água após o envelhecimento acelerado.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	4,1179	1,0294	2,0269	0,1421
Erro	15	7,6183	0,5078		
Total	19	11,7362			
CV (%)	5,59				

TABELA 5. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre a massa de 1000 sementes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	276055	69014	406,75	0
Erro	15	2545	1700		
Total	19	278600			
CV (%)	2,74				

TABELA 6. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre a primeira contagem da germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	296,69	74,172	1,9819	0,1491
Erro	15	561,38	37,425		
Total	19	858,07			
CV (%)	8,45				

TABELA 7. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre a germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	610,38	152,596	4,1485	0,0185
Erro	15	551,75	36,783		
Total	19	1162,13			
CV (%)	8,1				

TABELA 8. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre o envelhecimento acelerado.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	389,98	97,495	1,8593	0,1701
Erro	15	786,54	52,436		
Total	19	1176,52			
CV (%)	10,24				

TABELA 9. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre a vigor por tetrazólio.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	2067,2	516,8	6,375	0,0033
Erro	15	1216	81,07		
Total	19	3283,2			
CV (%)	11,97				

TABELA 10. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre a condutividade elétrica.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	7645,4	1911,35	17,134	0
Erro	15	1673,3	111,56		
Total	19	9318,7			
CV (%)	8,22				

TABELA 11. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre os danos mecânicos por tetrazólio.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	4931,2	1232,8	6,931	0,0022
Erro	15	2668	177,87		
Total	19	7599,2			
CV (%)	30,17				

TABELA 12. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre o percentual de sementes sem danos pelo teste de tetrazólio.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	4931,2	1232,8	6,931	0,0022
Erro	15	2668	177,87		
Total	19	7599,2			
CV (%)	30,17				

TABELA 13. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre a emergência.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	107,2	26,8	0,5075	0,731
Erro	15	792	52,8		
Total	19	899,2			
CV (%)	10,88				

TABELA 14. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre o IVE.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	4	6,223	1,555	0,3485	0,8409
Erro	15	66,963	4,4642		
Total	19	73,186			
CV (%)	16,17				

TABELA 15. Teste de teste de Kruskal-Wallis para avaliar o efeito de tratamentos (diferentes tamanhos de sementes de grão-de-bico) sobre a variável viabilidade pelo teste de tetrazólio.

P-valor	Qui-quadrado	GL
0,0773	8,42	4

CAPÍTULO 2

TABELA 1. Teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis respostas avaliadas no estudo do efeito das diferentes etapas do beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico.

Variável	P-valor
M1000	0,8536
PU	0,1407
SQ	0,1311
TA	0,7924
PCG	0,879
G	0,3048
CE	0,8080
EA	0,9776
E	0,5450
IVE	0,7704
TZV	-
TZVI	0,5197
TZDM	0,6668
SSD	0,6683

TABELA 2. Testes de Layard e Samiuddin para as variáveis respostas avaliadas no estudo do efeito das diferentes etapas do beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de grão-de-bico.

Variável	Teste	P-valor
M1000	Layard	0,1472
PU	Layard	0,2336
SQ	Layard	0,5208
TA	Layard	0,7902
PCG	Layard	0,4502
G	Samiudddin	0,9778
CE	Layard	0,966
EA	Layard	0,9314
E	Layard	0,999
IVE	Layard	0,8143
TZV	Layard	-
TZVI	Layard	0,9949
TZDM	Layard	0,383
SSD	Layard	0,3815

TABELA 3. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre o teor de água.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	0,4473	0,0497	2,1407	0,0571
Erro	30	0,6965	0,023		
Total	39	1,1438			
CV (%)	1,39				

TABELA 4. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre a pureza física.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	18020,4	2002,26	537,08	0
Erro	30	111,8	3,73		
Total	39	18132,2			
CV (%)	2,32				

TABELA 5. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre a massa de 1000 sementes.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	0,0017	0,00019	3,8503	0,0024
Erro	30	0,0015	5,1E-05		
Total	39	0,0033			
CV (%)	1,42				

TABELA 6. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre a primeira contagem da germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	1051,53	116,836	4,2268	0,0013
Erro	30	829,25	27,642		
Total	39	1880,78			
CV (%)	7,04				

TABELA 7. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre a germinação.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	742,22	82,469	2,2999	0,04215
Erro	30	1075,75	35,858		
Total	39	1817,97			
CV (%)	7,8				

TABELA 8. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre o envelhecimento acelerado.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	237	26,333	0,5155	0,8516
Erro	30	1532,5	51,083		
Total	39	1769,5			
CV (%)	10,03				

TABELA 9. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre a vigor por tetrazólio.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	987,6	109,73	0,8709	0,5607
Erro	30	3780	126		
Total	39	4767,6			
CV (%)	16,78				

TABELA 10. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre a condutividade elétrica.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	1257,9	139,765	2,4113	0,0347
Erro	30	1738,8	57,962		
Total	39	2996,7			
CV (%)	5,99				

TABELA 11. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre os danos mecânicos por tetrazólio.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	2104,4	233,82	1,8023	0,1093
Erro	30	3892	129,73		
Total	39	5996,4			
CV (%)	15,54				

TABELA 12. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre o percentual de sementes sem danos pelo teste de tetrazólio.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	2049,6	227,73	1,7429	0,1224
Erro	30	3920	130,67		
Total	39	5969,6			
CV (%)	42,97				

TABELA 13. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre a emergência.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	600	66,667	0,4629	0,8876
Erro	30	4320	144		
Total	39	4920			
CV (%)	21,82				

TABELA 14. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre o IVE.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	137,43	15,271	1,9279	0,0859
Erro	30	237,63	7,921		
Total	39	375,06			
CV (%)	25,97				

TABELA 15. Análise de variância do efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento de sementes de grão-de-bico) sobre o percentual de sementes quebradas.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	9	17963,7	1995,97	583,02	0
Erro	30	102,7	3,42		
Total	39	18066,4			
CV (%)	11,68				

TABELA 16. Teste de teste de Kruskal-Wallis para avaliar o efeito de tratamentos (diferentes etapas do beneficiamento) sobre a variável viabilidade pelo teste de tetrazólio.

P-valor	Qui-quadrado	GL
0,1036	14,56	9

APÊNDICE B – Figuras diversas



Figura 1. Lote de sementes de grão-de-bico (Cultivar BRS Cicero) na Unidade de Beneficiamento de Sementes da Embrapa Hortaliças após o processo de colheita mecanizada.



Figura 2. Jogo de peneiras utilizados para classificação de sementes de grão-de-bico em diferentes tamanhos.



Figura 3. Linha de beneficiamento da Embrapa Hortaliças, constituída de: moega, elevador de canecas 1, máquina de ventilador e peneiras, elevador de canecas 2, silo armazenador e mesa de gravidade (descarga superior, intermediária alta, intermediária baixa e inferior).