



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB**

**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV**

**DANOS MECÂNICOS NAS QUALIDADES FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DE  
SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) CAUSADOS PELO  
TESTE DO PÊNDULO**

**GABRIEL VOLNEI SILVA FERNANDES**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**Brasília – DF**

**Outubro de 2022**



**GABRIEL VOLNEI SILVA FERNANDES**

**DANOS MECÂNICOS NAS QUALIDADES FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DE  
SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) CAUSADOS PELO  
TESTE DO PÊNDBULO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Carmona

Coorientador: Me. José de Oliveira Cruz

**Brasília – DF**

**Outubro de 2022**

## FICHA CATALOGRÁFICA

FERNANDES, Gabriel Volnei Silva

“DANOS MECÂNICOS NAS QUALIDADES FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) CAUSADOS PELO TESTE DO PÊNDBULO”  
Orientação: Ricardo Carmona, Brasília 2022. Coorientação: José de Oliveira Cruz, 2022, 33 páginas.

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2021.

1. *Cicer arietinum* (L.). 2. teste de germinação. 3. Tetrázólio. 4. susceptibilidade ao dano mecânico.

I. Carmona, R. II. Drº. III. Cruz, J.O. IV. Me.

### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FERNANDES, G.V.S. **DANOS MECÂNICOS NAS QUALIDADES FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) CAUSADOS PELO TESTE DO PÊNDBULO.** 2022. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB, 2022.

### CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: Gabriel Volnei Silva Fernandes

**Título da Monografia de Conclusão de Curso:** Danos mecânicos nas qualidades físicas e fisiológicas de sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) causados pelo teste do pêndulo

**Ano:** 2022

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Gabriel Volnei Silva Fernandes – (61)986080584 – E-mail: [gabrielvolnei1@hotmail.com](mailto:gabrielvolnei1@hotmail.com). End: Quadra 26 casa 93 Setor Leste, Gama, Brasília, DF, Brasil.

**GABRIEL VOLNEI SILVA FERNANDES**

**DANOS MECÂNICOS NAS QUALIDADES FÍSICAS E FISIOLÓGICAS DE  
SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) CAUSADOS PELO  
TESTE DO PÊNDULO**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília – UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Carmona  
Coorientador: Me. José de Oliveira Cruz

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Professor Dr. Ricardo Carmona  
Universidade de Brasília – UnB  
Orientador

---

Doutorando Me. José de Oliveira Cruz  
Universidade de Brasília – UnB  
Coorientador

---

Professora Dra. Nara Oliveira de Silva Souza  
Universidade de Brasília – UnB  
Examinadora

**Brasília – DF**

**Outubro de 2022**

*Aos meus queridos pais, que sempre me apoiaram para que este dia chegasse.*

*Aos professores que estiveram ao meu lado durante todo o período da graduação.*

*A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.*

*Aos meus amigos que estiveram nesta batalha comigo.*

*Dedico com muito amor e carinho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida, pelas bênçãos, pela proteção e por me guiar durante todo esse trajeto.

A minha mãe, Ivany Fernandes por sempre estar ao meu lado, pelo amor, carinho, cuidado e criação, pelos ensinamentos e incentivos, sempre sendo um grande exemplo em todos os quesitos.

Agradeço meu pai, Jean Volnei, pelo amor e carinho, sempre me instruindo e apoiando, fazendo sempre parte desta caminhada, sempre um grande exemplo.

Aos meus avós, por serem minha fonte de valores, sempre me apoiando e orientando.

A minha namorada, Milena Sued, por todo incentivo, cuidado, carinho e amor. Sempre me motivando e ajudando, exemplo de esforço e determinação.

Ao Professor Dr. Ricardo Carmona pela orientação, dedicação e ensinamentos, um exemplo de profissional.

Ao doutorando José de Oliveira Cruz, pela orientação, comprometimento, amizade, incentivo e paciência durante a realização deste trabalho.

A banca examinadora, por aceitar o convite e se dispor à avaliação.

A Universidade de Brasília, pela grande oportunidade que foi me dada e pelos decorrentes ensinamentos ao longo destes anos.

FERNANDES, G.V.S. **DANOS MECÂNICOS NA QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO CAUSADOS PELO TESTE DO PÊNDULO**. 2022. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB, 2022.

## RESUMO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma leguminosa cultivada, tendo uso diversificado e é produzida em todo o mundo. No Brasil ainda é pouco cultivado e consumido, ainda assim, sendo necessária a importação para suprir a demanda interna. O dano mecânico muitas vezes afeta a qualidade física e fisiológica da semente, sendo prejudicial para o desenvolvimento da cultura. Dessa forma, devido a relevância do assunto, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos danos mecânicos causados através do teste do pêndulo na qualidade de sementes de grão-de-bico. As sementes de grão-de-bico cultivar Aleppo foram submetidas ao impacto do pêndulo em quatro regiões distintas (ponta, dorso superior, dorso inferior, cotilédone direito) e 3 alturas do pêndulo (11, 13 e 15 cm). Em seguida estas sementes foram avaliadas por classificação visual de danos mecânicos, porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, comprimento e massa seca de plântulas, vigor e viabilidade pelo teste de tetrazólio. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado e os dados foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. O teste do pêndulo é eficiente para causar danos mecânicos artificiais em sementes de grão-de-bico. As sementes de grão-de-bico do cultivar Aleppo são sensíveis e susceptíveis a danos mecânicos. A região da ponta da semente é a parte mais sensível e impacto sobre esta região afeta drasticamente a qualidade da semente. A altura de 15 cm (energia cinética de 0,3675 J) é inadequada para realização do teste.

**Palavras-chave:** *Cicer arietinum* (L.), teste de germinação, tetrazólio, susceptibilidade ao dano mecânico.

FERNANDES, G.V.S. **DANOS MECÂNICOS NA QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO CAUSADOS PELO TESTE DO PÊNDULO**. 2022. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília – UnB, 2022.

## **ABSTRACT**

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is a cultivated legume, with diversified use and is produced all over the world. In Brazil it is still little cultivated and consumed, even so, it is necessary to import it to supply the internal demand. Mechanical damage often affects the physical and physiological quality of the seed, being harmful to the development of the culture. The objective of this work was to evaluate the effect of mechanical damage caused by the pendulum test on the physiological quality of chickpea seeds. Chickpea seeds cultivar Aleppo were subjected to pendulum impact in four distinct regions (tip, upper dorsum, lower dorsum, right cotyledon) and 3 pendulum heights (11, 13 and 15 cm). Then these seeds were evaluated by visual classification of mechanical damage, percentage of germination, first germination count, length and dry mass of seedlings, vigor and viability by the tetrazolium test. A completely randomized design was used and the data were submitted to analysis of variance and compared using the Scott-Knott test, at 5% probability. The pendulum test is efficient to cause artificial mechanical damage to chickpea seeds. Chickpea seeds of the Aleppo cultivar are sensitive and susceptible to mechanical damage. The seed tip region is the most sensitive part and impact on this region drastically affects seed quality. A height of 15 cm (kinetic energy of 0.3675 J) is inappropriate for the test.

**Keywords:** *Cicer arietinum* (L.), germination test, tetrazolium, susceptibility to mechanical damage.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Danificador Mecânico utilizado para provocar danos no teste do pêndulo (A) base do disco alveolado (B).....21

**Figura 2.** Semente de grão-de-bico com a posição onde foi causado o dano mecânico.....21

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resumo dos critérios utilizados para avaliação e classificação visual de sementes de grão-de-bico danificadas pelo teste do pêndulo. ....	22
<b>Tabela 2.</b> Porcentagem média de sementes submetidas ao teste do pêndulo e classificadas visualmente em cinco classes de acordo com os danos mecânicos.....	25
<b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância para os valores médios de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MSP), em função do fator de variação posição da semente e altura do pêndulo. ....	26
<b>Tabela 4.</b> Resumo da análise de variância para os valores médios de viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio (TZ), em função do fator de variação posição da semente e altura do pêndulo. ....	26
<b>Tabela 5.</b> Efeito da posição nas sementes de grão-de-bico na germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MSP), viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio (TZ).....	27
<b>Tabela 6.</b> Efeito das alturas do pêndulo na germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MSP), viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio (TZ) de sementes de grão-de-bico. ....	27
<b>Tabela 7.</b> Efeito entre a interação altura e posição da semente visando análise em % de germinação. Ponta (PO), Cotilédone Direito (CO), Dorso Superior (DS), Dorso Inferior (DI). ....	28
<b>Tabela 8.</b> Interação entre altura e posição da semente visando análise em % de primeira contagem de germinação. Ponta (PO), Cotilédone Direito (CO), Dorso Superior (DS), Dorso Inferior (DI). ....	28
<b>Tabela 9.</b> Interação entre altura e posição da semente visando análise em cm de comprimento de plântula. Ponta (PO), Cotilédone Direito (CO), Dorso Superior (DS), Dorso Inferior (DI) ....	29
<b>Tabela 10.</b> Interação entre altura e posição da semente visando análise em % de Viabilidade. Ponta (PO), Cotilédone Direito (CO), Dorso Superior (DS), Dorso Inferior (DI). ....	29

<b>Tabela 11.</b> Interação entre altura e posição da semente visando análise em % de vigor. Ponta (PO), Cotilédone Direito (CO), Dorso Superior (DS), Dorso Inferior (DI). .....	30
---	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Grão-de-bico.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Descrição botânica do grão-de-bico.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Aspectos Nutricionais.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Qualidade de sementes.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5 Teste do Pêndulo.....</b>	<b>19</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Determinação do teor de água.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Teste do pêndulo.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Classificação visual de danos mecânicos.....</b>	<b>21</b>
<b>3.4 Teste de germinação.....</b>	<b>22</b>
<b>3.5 Comprimento de plântula.....</b>	<b>22</b>
<b>3.6 Massa seca de plântulas.....</b>	<b>22</b>
<b>3.7 Teste de tetrazólio.....</b>	<b>23</b>
<b>3.8 Delineamento, análise e procedimento estatístico.....</b>	<b>23</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>30</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma espécie originária da Ásia e regiões frias que foi introduzida na Índia e em países europeus (PANDE et al., 2007). Esta é a segunda leguminosa mais consumida no mundo e é considerada uma excelente fonte de minerais (Potássio, Magnésio, Ferro, Fósforo, Cobalto e Manganês), além de fibras, proteínas, vitaminas, carboidratos (ULUKAN et al., 2012). A Índia é o maior produtor e consumidor de grão-de-bico do mundo e mesmo assim necessita importá-lo devido ao alto consumo dos grãos (ICRISAT, 2019).

Mesmo que a produção nacional de grão-de-bico no país tenha aumentado nos últimos anos, tem-se observado uma maior importação nos últimos anos (NASCIMENTO, 2022).

Segundo dados, pesquisas visam tornar o país autossuficiente e com potencial para exportação (NASCIMENTO et al., 2017). O cultivo de grão-de-bico no Cerrado tem se mostrado promissor, respondendo favoravelmente às condições edafoclimáticas do bioma (NASCIMENTO et al., 2017; AVELAR et al., 2018). O período seco, clima favorável e médias altitudes tornam algumas regiões brasileiras aptas para o cultivo de grão-de-bico, visando expandir no Cerrado o cultivo dessa cultura.

Suas sementes apresentam elevados níveis de sacarose e apresentam uma protuberância causada pelo crescimento do eixo embrionário (NASCIMENTO et al., 2016), parte vital das sementes. Danos mecânicos podem prejudicar a qualidade fisiológica da semente, podendo reduzir o poder de germinação ou sendo responsável pelo baixo vigor e menor desempenho das sementes no campo, ocasionando um fraco desenvolvimento de plântulas na fase de estabelecimento da cultura e posterior perdas na produtividade e qualidade (NASCIMENTO, 2019).

Em sementes de soja, constataram que a consequência do impacto mecânico sobre a semente de soja, varia de acordo com a posição de ocorrência do dano (FLOR et al., 2004). O teste do pêndulo pode ser usado para provocar danos mecânicos em sementes (CARBONELL, 1991).

O teste do pêndulo, método proposto por Carbonell (1991), através de queda livre de um pêndulo de aço sobre as sementes individualizadas em

alvéolos de um disco de aço, recebem o impacto de força conhecida, possibilitando no melhoramento genético, a escolha de cultivares mais resistente, além de fornecer informação relacionadas a sensibilidade e ao efeito dos danos mecânicos em sementes. O dano mecânico provocado pelo pêndulo pode ser avaliado pelo teste de germinação, classificação visuais e teste de tetrazólio.

As sementes de grão-de-bico são susceptíveis ao dano mecânico, uma vez que as partes vitais estão sujeitas a impactos durante o processo produtivo. Dessa forma, devido a relevância do assunto, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos danos mecânicos causados através do teste do pêndulo na qualidade de sementes de grão-de-bico.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Grão-de-bico

O grão-de-bico (*Cicer arietinum L.*) Tem origem da região sudeste da Turquia, nas imediações da Síria, de onde saiu e foi levado para a Índia e países da Europa. Mais de 70% da produção mundial está concentrada na Índia (ICRISAT, 2017). Foi introduzido no Brasil por imigrantes espanhóis e do Oriente Médio, sendo a sua produção ainda incipiente e o seu consumo pequeno (NASCIMENTO et al., 2016). No mundo, existem relatos de cultivo em 44 países, sendo a quarta leguminosa mais importante cultivada no mundo, ficando atrás da soja, amendoim e feijão (ARTIAGA et al., 2015).

Sua introdução no Brasil foi realizada por imigrantes espanhóis e do Oriente médio, os relatos de cultivo do grão-de-bico no Brasil ocorreram em período coincidente com a primeira guerra mundial, os plantios eram feitos nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul utilizando variedades de origem europeia (CORRÊA, 1984).

O consumo interno e a produção ainda são baixos, mas, devido às suas características nutritivas a procura pelo grão tem crescido nos últimos anos. No país, o grão-de-bico é pouco difundido e sua produção é insuficiente para atender o consumo interno, dessa forma, dependendo de importação (NASCIMENTO et al., 2016; AMARAL, 2013). Esta cultura trata-se de uma leguminosa de inverno e com elevado potencial como cultivo alternativo (MANARA et al., 1992).

O Brasil tem importado anualmente quase a totalidade do grão-de-bico que é consumido, girando em torno de 8 mil toneladas, entretanto essa situação está mudando diante do aumento substancial da produção nacional, tornando realidade no bioma Cerrado, nos estados de Goiás e Mato Grosso, graças as pesquisas voltadas para o manejo da cultura e da disponibilidade de novas cultivares adaptadas às condições climáticas do Brasil (NASCIMENTO et al., 2019).

A comercialização do grão-de-bico, majoritariamente é na forma de grãos secos, geralmente em embalagens de 500 gramas, mais nota-se o mercado de

enlatados, ou mesmo cozidos e embalados a vácuo e grãos torrados (NASCIMENTO et al., 2019).

Um estudo sobre o desempenho de genótipos de grão-de-bico em condições de Cerrado, em Cristalina, mostrou alto desempenho produtivo em cultivo irrigado, com médias de 1,4 a 3,5 toneladas de grãos por hectare (ARTIAGA, 2012). Hoskem et al. (2017) concluíram que o norte de Minas Gerais é promissor para produção de grão-de-bico, sendo produzido de 2 a 4 toneladas por hectare.

A produção dessa cultura é favorável principalmente na região centro-oeste do país durante o outono-inverno, onde a temperatura noturna é mais amena e as condições atmosféricas mais secas, sendo, necessária irrigação complementar (VIEIRA et al., 1999).

O cultivo desse grão pode ser uma boa opção para os produtores no período de safrinha (ou segunda safra), e no período de inverno sob irrigação, por se tratar de uma espécie mais rústica quando comparada a outras leguminosas, exige menos água e adubo, gerando um custo de produção menor (NASCIMENTO et al., 2019).

## **2.2 Descrição botânica do grão-de-bico**

O grão-de-bico é uma leguminosa, diploide, autógama e cleistogâmica (NASCIMENTO et al., 2016). Pertence à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae e da tribo Cicereae. O gênero *Cicer* possui 43 espécies, sendo 9 anuais incluindo o grão-de-bico, 33 perenes e uma não especificada. Possui uma ampla variação morfológica, devido a fatores genéticos e ambientais sua interação (NASCIMENTO et al., 2016).

Suas plantas podem ser verdes ou púrpura, com hábito de crescimento ereto, semiereto, semiprostrado ou prostrado; as plantas possuem tricomas glandulares ou não glandulares (NASCIMENTO et al., 2016; HOSKEM, 2014).

Com o hábito de crescimento indeterminado, o florescimento contínuo do grão-de-bico ocorre em sucessão de nós e entrenós onde as inflorescências desenvolvem-se nas axilas das folhas. Suas flores podem ser púrpuras ou brancas, suas vagens são infladas, contendo uma ou mais sementes, com baixa

deiscência. Estas sementes, apresentam formato angular, cilíndrico ou arredondado (NASCIMENTO et al., 2016).

Segundo Nascimento et al. (2016), existem dois tipos de grão-de-bico que podem ser diferenciados de acordo com o tamanho, forma e cor da semente: Desi e Kabuli. O tipo Desi possui sementes coloridas e tegumento mais espesso, enquanto o Kabuli apresenta sementes de maior tamanho, já com o tegumento fino, liso, com coloração branca ou bege. Mais de 80% da produção mundial é do grupo Desi, cujo cultivo é feito, predominantemente, sob a forma de agricultura de subsistência (VAN DERMAESEM, 1987). O tipo Desi é mais cultivado na África e na Ásia, enquanto o tipo Kabuli é amplamente cultivado na Europa e na América (NASCIMENTO et al., 2016).

### **2.3 Aspectos Nutricionais**

O grão-de-bico é rico em carboidratos, proteínas, lipídios e minerais (JAMEEL et al., 2021). A composição nutricional varia de acordo com as diferentes cultivares e com os tipos varietais. Os carboidratos apresentam a maior parte da composição nutricional dos grãos, variando de 51% a 65% no tipo Desi e 54% a 71% no tipo Kabuli, já os teores de proteína variam de 17% a 31% para o Desi e 13% a 29% no Kabuli (WOOD; GRUSAK, 2007; GHRIBI et al., 2015).

São inúmeros os usos de grão-de-bico para a alimentação humana, podendo ser consumidos na forma de farinha, cozidos em sopas, torrados ou em forma de óleo para alimentação ou em uso medicinal, industrial e animal (AGBOLA et al., 2000).

Uma recente pesquisa realizada pela Embrapa Hortaliças (Nascimento et al., 2020) mostrou que 45% dos entrevistados no Brasil, consomem grão-de-bico na forma de saladas. Esse fato está associado ao tipo Kabuli, que é predominante no mercado nacional, e que precisa passar pelo processo de cozimento para ser consumido, ao passo que no mercado indiano, os consumidores preferem consumir o grão-de-bico na forma de ensopados, farinhas, ou mesmo cru, e para essas finalidades, o tipo Desi é o mais utilizado (AGBOLA et al. 2000).

## 2.4 Qualidade de sementes

A utilização de sementes de boa qualidade é de extrema importância para o alcance de uma boa produtividade. A qualidade fisiológica pode ser avaliada a partir da germinação e do vigor (POPINIGIS, 1977).

O teste de germinação busca estabelecer a máxima germinação da semente, e conforme está descrito nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), para o teste de germinação, devem ser seguidas as recomendações afim de se conseguir a maior taxa possível de germinação em um teste, como qual o melhor substrato, temperatura a ser conduzido e datas que serão realizadas as avaliações.

O teste de vigor está relacionado com a capacidade das sementes em germinar e produzir uma plântula normal em uma ampla variação de condições de campo, sendo recomendado para avaliar ou detectar diferenças significativas na qualidade fisiológica, classificar em alto e baixo vigor os lotes de sementes, dentre os fatores que afetam o vigor de sementes estão: genótipo, condições climáticas da região de produção, insetos, patógenos e danos mecânicos (SOUZA et al., 2009; FLOR et al., 2004).

Dentre os testes de vigor, o tetrazólio pode ser utilizado para avaliar o vigor e a viabilidade de lotes de sementes. Este teste fornece o diagnóstico das possíveis causas responsáveis pela redução de sua qualidade: danos mecânicos, deterioração por umidade e danos de percevejo, que são os problemas que mais comumente afetam a qualidade fisiológica (FRANÇA-NETO et al., 1998).

Dentre os testes possíveis de serem utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de sementes destaca-se o tetrazólio, o qual, segundo Araújo et al. (2019), é amplamente utilizado para estimar a viabilidade de sementes de várias espécies agrícolas.

O teste de tetrazólio é um teste bioquímico, baseado na atividade enzimática das desidrogenases, as quais catalisam reações respiratórias no interior das células vegetais (CARVALHO et al., 2019).

O teste de tetrazólio é eficiente na identificação de danos mecânicos, principalmente para soja, devido a sua rapidez e precisão. Sendo capaz de

identificar três tipos de danos mecânicos: rachaduras, amassamentos e abrasões (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

## **2.5 Teste do Pêndulo**

O teste do pêndulo foi proposto por Carbonell & Krzyzanowski (1995), que através da queda livre de um pêndulo de aço sobre sementes individualizadas em alvéolos de um disco de aço, recebem um impacto de força conhecida, é uma metodologia que pode ser utilizada em programas de melhoramento, visando avaliações de danos mecânicos em lotes de sementes e na seleção de materiais genéticos resistentes a esses danos.

Utilizando o teste o pêndulo para seleção de cultivares resistentes a danos mecânicos, Carbonell et al. (1993) concluíram que este método é eficiente, o qual permitiu classificar as cultivares em resistentes, medianamente resistente e susceptíveis.

Em sementes de soja, Carbonell & Krzyzanowski (1995) constataram maior resistência do cultivar FT-2 em relação aos cultivares FT-10 (medianamente resistente) e IAC-2 (pouco resistente). Relataram ainda, que a melhor separação entre cultivares com diferentes suscetibilidades a danos mecânicos deu-se com a umidade de 13% e altura de queda do pêndulo de 13 cm. Além disso, mostraram que 13% do teor de água das sementes é o mais adequado para realização do teste e que deve-se realizar o teste de tetrazólio para avaliação do mesmo.

Estes autores afirmaram que um dos fatores que influenciam a suscetibilidade da semente de soja ao dano mecânico é a umidade nas sementes durante o processo de beneficiamento e colheita. Sementes com baixos teores de umidade (8%) são mais susceptíveis ao dano mecânico imediato, o que gera baixa porcentagem de germinação (FRANÇA-NETO et al., 1984).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Um lote de sementes de grão-de-bico da cultivar Aleppo foi obtida a partir de colheita manual de vagens na Fazenda AgroGarbanzo, localizada em Cristalina-GO, em 2021. As vagens foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e encaminhadas ao Laboratório de Tecnologia de Sementes (LaTS) da Universidade de Brasília (UnB).

Em laboratório as vagens foram debulhadas sobre tecido de algodão para evitar danos mecânicos nas sementes. Após a debulha, as sementes foram armazenadas em freezer (5 °C) até a realização da determinação do teor de água e testes.

#### 3.1 Determinação do teor de água

Realizada pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas, utilizando quatro subamostras de 10 sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem de base umidade (BRASIL, 2009).

#### 3.2 Teste do pêndulo

Um lote de sementes com teor de água de 11,5% recebeu o impacto da queda livre de um pêndulo metálico (250 g) com equipamento montado de acordo com recomendações de Carbonell et al. (1993). Foram avaliadas as seguintes alturas do pêndulo: 11, 13 e 15 cm da base do disco alveolado até base do pêndulo, o que corresponde as energias cinéticas: 0,2695, 0,3185 e 0,3675 J (Figura 1AB).

Segundo BURRIS (1979) a força aplicada sobre as sementes é proporcional à energia potencial contida no pêndulo, e logicamente à energia cinética transmitida à semente segundo a equação abaixo.

Onde:  $EP=EC=m.g.h$ .

EP: energia potencial do pêndulo = 0,2695 j

EC: energia cinética do pêndulo aplicada sobre a semente = 0,2695 j

m: massa do pêndulo = 0,25 kg

g: aceleração da gravidade = 9,8 m / s<sup>2</sup>

$h$ : altura de queda livre do pêndulo = 0,11 m.



Figura 1. Danificador mecânico utilizado para provocar danos no teste do pêndulo (A) base do disco alveolado (B).

Os danos foram causados em diferentes regiões nas sementes, conforme suas posições nos alvéolos do disco metálico: ponta (protrusão radicular) (PO), cotilédone direito (CD), dorso inferior (micrópila) (DI) e dorso superior (oposto a micrópila) (DS), conforme figura 2. Após danificação as sementes foram submetidas a classificação visual dos danos mecânicos e aos testes de germinação e tetrazólio.

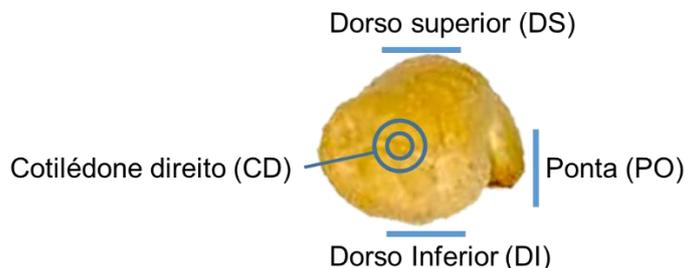


Figura 2. Semente de grão-de-bico com a posição onde foi causado o dano mecânico

### 3.3 Classificação visual de danos mecânicos

A classificação de sementes por danos visuais foi definida em cinco classes de acordo com os danos mecânicos visuais (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo dos critérios utilizados para avaliação e classificação visual de sementes de grão-de-bico danificadas pelo teste do pêndulo

<b>Classe</b>	<b>Características</b>	<b>Semente</b>
<b>1</b>	Semente sem danos (semente íntegra visualmente)	
<b>2</b>	Semente com tegumento danificado	
<b>3</b>	Semente quebrada com tamanho > 50% de seu tamanho	
<b>4</b>	Semente com tegumento danificado e cotilédones quebrados	
<b>5</b>	Semente com ponta amassada.	

Fotos: FERNANDES, G.V.S. (2022)

### **3.4 Teste de germinação**

Para o teste de germinação foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes em substrato rolo de papel e mantidos em câmara de germinação da temperatura constante de 25 °C, com fotoperíodo de 8 horas. A primeira contagem de germinação foi realizada no quinto dia, após o início do experimento, contabilizando-se o total de plântulas normais (possuem todas as estruturas essenciais), conforme critérios estabelecidos na RAS (BRASIL, 2009). A contagem final foi realizada ao 8º dia (BRASIL, 2009).

### **3.5 Comprimento de plântula**

Foram aplicados os procedimentos descritos por Nakagawa (1999), adaptado de AOSA (1983). As plântulas oriundas do teste de germinação foram medidas da ponta da raiz principal até a base da última inserção foliar utilizando uma régua graduada. Os resultados expressos em centímetros por plântula.

### **3.6 Massa seca de plântulas**

Foram avaliadas as plântulas normais, obtidas a partir dos testes de germinação, excluindo destas, os cotilédones. As plântulas de cada repetição foram adicionadas em sacos de papel Kraft e mantidas em estufa de circulação de ar por 72 horas, à 65 °C ± 2. Após este período, foram pesadas em balança de precisão, e os resultados médios expressos em miligrama por plântula.

### **3.7 Teste de tetrazólio**

Com três repetições de 25 sementes, estas foram preembecidas por 18 horas em envelopes de papel germitest umedecidos a 2,5 vezes o peso do papel seco e mantidas em câmara de germinação a 30 °C. Após este período, as sementes foram expostas a solução de tetrazólio (0,1%) em 30 °C por 6 horas.

Após este período a solução foi retirada e as sementes foram lavadas em água destilada, houve a remoção do tegumento e com auxílio do bisturi as sementes foram seccionadas longitudinalmente através do embrião e feita a análise interna e externa. Individualmente, as sementes foram avaliadas de acordo com o vigor e viabilidade, de acordo com classe propostas por Paraíso et al. 2019). As sementes foram classificadas em uma das seguintes classes:

Classe 1: sementes viáveis e vigorosas, sem lesões;

Classe 2: sementes viáveis e vigorosas, com lesões externas superficiais;

Classe 3: sementes viáveis e não vigorosas com lesões no eixo embrionário e nas partes vitais, mais não afetam o cilindro vital;

Classe 4: sementes não viáveis e não vigorosas, com lesões maiores que 50% do tecido reserva e com lesões no seu cilindro central.

Após classificação, foram obtidos os valores de viabilidade a partir do somatório das sementes presente nas classes 1, 2 e 3. O vigor a partir do teste de tetrazólio foi obtido pelo somatório das classes 1 e 2. O resultado foi expresso em porcentagem.

### **3.8 Delineamento, análise e procedimento estatístico**

Em delineamento inteiramente casualizado e esquema fatorial duplo (3 alturas x 4 posições), os dados foram submetidos a análise de variância e em seguida ao teste de Scott-Knott (5%), pelo programa AgroEstat.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os danos mecânicos nas pontas das sementes resultaram em maiores porcentagens de sementes na classe 5 (Tabela 2). Quando o impacto ocorreu sobre o cotilédone verifica-se maiores porcentagens de sementes na classe 2,

Impacto nos dorsos danificam tegumento e provocam quebra dos cotilédones, sendo as únicas posições que apresentaram sementes nessa classe.

Nota-se que os danos causados na ponta causaram os maiores danos (classe 5) de acordo com a tabela 2. A altura do pêndulo em 15 cm causou mais danos em relação as demais alturas.

**Tabela 2.** Porcentagem média de sementes submetidas ao teste do pêndulo e classificadas visualmente em cinco classes de acordo com os danos mecânicos.

Região de impacto	Altura do pêndulo	Classes				
		1	2	3	4	5
PO	11	22	1	0	0	77
	13	17	0	0	0	83
	15	19	1	0	0	80
CO	11	86	14	0	0	0
	13	85	15	0	0	0
	15	79	21	0	0	0
DS	11	92	7	0	1	0
	13	86	12	0	2	0
	15	63	35	0	2	0
DI	11	90	9	1	0	0
	13	88	11	0	1	0
	15	91	8	0	1	0

Região de impacto: ponta (PO), cotilédone direito (CO), dorso superior (DS) e dorso inferior (DI). Classe 1: semente sem danos; Classe 2: Semente com tegumento danificado; Classe 3: Semente quebrada com tamanho > 50% de seu tamanho; Classe 4: Semente com tegumento danificado e cotilédones quebrados; Classe 5: Semente com ponta amassada.

Na tabela 3 verifica-se que germinação e primeira contagem de germinação apresentaram diferença significativa para as fontes de variação posição, altura e interação posição × altura. Entretanto, as variáveis comprimento de plântulas não apresentou diferença significativa para altura e massa seca de plântulas para a interação.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para os valores médios de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), comprimento de plântulas (CP) e massa seca de plântulas (MSP), em função do fator de variação posição da semente e altura do pêndulo.

FV	GL	G (%)	PCG (%)	CP (cm plântula <sup>-1</sup> )	MSP (mg plântula <sup>-1</sup> )
		Quadrado médio			
P	3	10747,9**	12671,7**	35,0**	193,5**
A	2	681,9**	800,8**	1,3 <sup>NS</sup>	191,2*
P x A	6	244,9**	326,3**	5,8*	81,0 <sup>NS</sup>
Erro	36	23,4	15,2	1,9	43,2
Média	-	63,7	61,1	11,6	33,7
CV	-	7,6	6,4	12	19,5

\*\* : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. \* : significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.  
NS: não significativo.

De acordo com a tabela 4, nota-se que, em todas as fontes de variação, a viabilidade e o vigor pelo teste de tetrazólio apresentaram diferenças significativas. Carbonell & Krzyzanowski (1995) afirmaram que o teste de tetrazólio foi eficiente para avaliar danos mecânicos em sementes de soja, quando provocados pelo teste do pêndulo.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para os valores médios de viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio (TZ), em função do fator de variação posição da semente e altura do pêndulo.

FV	GL	Viabilidade – TZ (%)	Vigor – TZ (%)
		Quadrado médio	
P	3	11293,0**	4239,1**
A	2	780,8**	455,4**
P x A	6	201,8**	370,0**
Erro	24	37,4	59,5
Média	-	64,2	35,5
CV	-	9,5	21,8

\*\* : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Na tabela 5 observa-se que o impacto do pêndulo provocado na ponta da semente causou maior prejuízo para as variáveis porcentagem de germinação, vigor (quando avaliado pela primeira contagem de germinação) e, menor comprimento e massa seca de plântulas, viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio. Qualquer que seja o dano mecânico na semente, este reduzirá a qualidade da semente, e quanto maior a sua intensidade maior será a redução (FRANÇA-NETO et al., 1984). Segundo estes autores, a intensidade, número e

local de impactos na semente, têm elevada influência sobre a qualidade da semente.

**Tabela 5.** Efeito da posição nas sementes de grão-de-bico na germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MSP), viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio (TZ).

Posição	G (%)	PCG (%)	CP (cm plântula <sup>-1</sup> )	MSP (mg plântula <sup>-1</sup> )	Viabilidade – TZ (%)	Vigor – TZ (%)
PO	20 C	13 D	9,5 C	28,5 B	12 D	5 C
CO	81 A	81 A	10,8 B	33,2 A	90 A	57 A
DS	73 B	73 C	12,8 A	34,9 A	73 C	40 B
DI	82 A	78 B	13,2 A	38,1 A	81 B	39 B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Posições: ponta (PO), cotilédone direito (CO), dorso superior (DS) e dorso inferior (DI).

Impactos no cotilédone direito e no dorso inferior apresentaram qualidade superior em quase totalidade das variáveis analisadas (Tabela 5). No teste de tetrazólio, observa-se o quão baixo foram as porcentagens quando se tratando de viabilidade e vigor, quando as sementes receberam impactos na ponta, afirmando a susceptibilidade das sementes a danos mecânicos.

Na tabela 6, observa-se os efeitos das alturas do pêndulo nas sementes, avaliadas através da germinação, primeira contagem de germinação, massa seca de plântulas e através de viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio.

**Tabela 6.** Efeito das alturas do pêndulo na germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), comprimento de plântulas (CP), massa seca de plântulas (MSP), viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio (TZ) de sementes de grão-de-bico.

Altura	G (%)	PCG (%)	MSP (mg plântula <sup>-1</sup> )	Viabilidade – TZ (%)	Vigor – TZ (%)
11 cm	70 A	69 A	29,9 B	73 A	43 A
13 cm	67 B	58 B	34,4 A	62 B	32 B
15 cm	65 C	57 B	36,7 A	56 B	32 B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Posições: ponta (PO), cotilédone direito (CO), dorso superior (DS) e dorso inferior (DI).

Nota-se que a altura de 15 cm proporcionou maiores danos mecânicos, acarretando em menor porcentagem de germinação (Tabela 6). Com impactos na altura de 11 cm, as sementes foram menos afetadas em todas as variáveis analisadas, com exceção da massa seca de plântula. Além disso, as variáveis de primeira contagem de germinação, viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio, com a incidência de sementes danificadas teve um reflexo mais severo na

qualidade fisiológica das sementes, uma vez que os efeitos se mostram imediatos quando submetidas a alturas de 13 e 15 cm.

Na tabela 7 observa-se o efeito da interação entre altura e região de impacto na semente de grão-de-bico, na porcentagem de germinação. O impacto na altura de 13 cm na ponta provocou maiores danos mecânicos nas sementes, resultando em menor porcentagem de germinação, em relação as demais alturas. Independente da altura, danos mecânicos no dorso inferior não prejudicou a germinação. Dentre todas as alturas, 11 cm foi a que menos prejudicou a germinação em todas as posições, com exceção da ponta.

**Tabela 7.** Efeito entre a interação altura e posição da semente visando análise em % de germinação. Ponta (PO), Cotilédone Direito (CO), Dorso Superior (DS), Dorso Inferior (DI).

G	PO	CO	DS	DI
11 cm	22 bA	86 aA	85 aA	84 aA
13 cm	10 cB	67 bB	66 bB	83 aA
15 cm	26 dA	91 aA	67 cB	78 bA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Posições: ponta (PO), cotilédone direito (CO), dorso superior (DS) e dorso inferior (DI).

O impacto do pêndulo sobre a ponta foi extremamente prejudicial a germinação (Tabela 7). Os danos mecânicos ocorridos predominantemente na colheita podem reduzir a germinação das sementes em até 10%, podendo este percentual ser elevado para 20%, ou mesmo para 30% durante o beneficiamento (COPELAND, 1972).

Danos mecânicos na ponta resultou em maiores prejuízos na primeira contagem de germinação (Tabela 8), resultado semelhante a porcentagem de germinação (Tabela 7). Na altura de 15 cm apenas impactos no cotilédone direito apresentou maior porcentagem dessa variável (Tabela 8).

**Tabela 8.** Interação entre altura e posição da semente visando análise em % de primeira contagem de germinação. Ponta (PO), Cotilédone Direito (CO), Dorso Superior (DS), Dorso Inferior (DI).

PCG	PO	CO	DS	DI
11 cm	22 bA	86 aA	85 aA	84 aA
13 cm	10 cB	67 bB	66 bB	83 aA
15 cm	6 cB	91 aA	67 bB	67 bB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Posições: ponta (PO), cotilédone direito (CO), dorso superior (DS) e dorso inferior (DI).

De acordo com a tabela 9, observa-se que impactos com altura de 13 cm sobre o cotilédone direito e de 15 cm no dorso inferior, foram as alturas mais prejudiciais nessas posições. Além disso, impactos na ponta, independente de altura, proporcionaram plântulas menores. Segundo Wetzal et al. (1987) esses danos mecânicos manifestam-se na forma de avarias, perda de tecido, redução na capacidade de regulação da absorção de água e aumento na suscetibilidade à invasão por microrganismos patogênicos.

**Tabela 9.** Interação entre altura e posição da semente visando análise em cm de comprimento de plântula. Ponta (PO), Cotilédone Direito (CO), Dorso Superior (DS), Dorso Inferior (DI).

CP	PO	CO	DS	DI
11 cm	9,1 bA	11,5 aA	12,9 aA	14,1 aA
13 cm	9,9 bA	9,2 bB	12,7 aA	14,1 aA
15 cm	9,7 bA	11,8 aA	12,7 aA	11,4 aB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Posições: ponta (PO), cotilédone direito (CO), dorso superior (DS) e dorso inferior (DI).

Na tabela 10 nota-se que o impacto na ponta causou menores porcentagens de viabilidade das sementes. Dano mecânico causado pela queda do pêndulo na altura de 15 cm sobre o cotilédone direito gerou porcentagem maior em relação as demais posições, afirmando que os cotilédones são mais resistentes a danos mecânicos. Numericamente, a viabilidade das sementes foi mais prejudicada quando submetidas a alturas de 15 cm.

**Tabela 10.** Interação entre altura e posição da semente visando análise em % de Viabilidade. Ponta (PO), Cotilédone Direito (CO), Dorso Superior (DS), Dorso Inferior (DI).

Viabilidade	PO	CO	DS	DI
11 cm	23 cA	92 aA	95 aA	83 bA
13 cm	7 cB	89 aA	68 bB	84 aA
15 cm	6 dB	88 aA	59 cB	77 bA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Posições: ponta (PO), cotilédone direito (CO), dorso superior (DS) e dorso inferior (DI).

Na tabela 11 verifica-se que dano na ponta foi mais prejudicial ao vigor das sementes em todas as alturas, do que nas demais posições. Dessa forma, pode-se afirmar que as sementes de grão-de-bico são altamente sensíveis a danos mecânicos na ponta. De forma geral, observa-se sensibilidade das sementes de grão-de-bico a danos mecânicos conforme menores porcentagens, alcançando máxima de apenas 70%.

**Tabela 11.** Interação entre altura e posição da semente visando análise em % de vigor. Ponta (PO), Cotilédone Direito (CO), Dorso Superior (DS), Dorso Inferior (DI).

Vigor	PO	CO	DS	DI
11 cm	7 bA	55 aB	57 aA	51 aA
13 cm	5 bA	47 aB	36 aB	40 aA
15 cm	4 cA	70 aA	27 bB	27 bB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott. Posições: ponta (PO), cotilédone direito (CO), dorso superior (DS) e dorso inferior (DI).

Nota-se por fim com todos esses resultados o quanto é prejudicial em sementes de grão-de-bico os danos mecânicos, principalmente a parte composta pela protrusão radicular (ponta), onde está presente o eixo embrionário.

## 5 CONCLUSÕES

O teste do pêndulo é eficiente para causar danos mecânicos artificiais em sementes de grão-de-bico.

As sementes de grão-de-bico do cultivar Aleppo são sensíveis e susceptíveis a danos mecânicos.

A ponta é a parte mais sensível da semente e impacto sobre esta região afeta drasticamente a qualidade das sementes.

A altura de 11 e 13 cm (energia cinética de 0,2695 e 0,3185 J) é adequada para realização do teste.

## 6 REFERÊNCIAS

- AGBOLA, F.W.; BENT, M.J.M.; KELLEY, T.M.; RAO, P.P. **Factors Influencing the Demand for Chickpea In India: Implications for Marketing and Promotion in the Indian Chickpea**. Market Australian Agricultural and Resource Economics Society Conference, Sydney, Austrália, 2000, 19p.
- AMARAL, C.L., 2013. **Interferência das plantas daninhas na cultura do grão-de-bico cultivado sob doses de adubação nitrogenada**. Universidade Estadual Paulista Câmpus de Jaboticabal Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigortesting handbook** East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution 32).
- ARAÚJO, J. O.; PINHEIRO, D. T.; DIAS, D. C. F. S.; HILST, P. C.; MEDEIROS, A. D. Adequacy of the tetrazolium test to evaluate the viability of *Jatropha curcas* L. seeds. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4. 2019. p. 470-477.
- 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.
- ARTIAGA, O. P. **Avaliação de genótipos de grão-de-bico no cerrado do planalto central brasileiro**. Brasília: UNB, 2012. 92p. Dissertação Mestrado.
- AVELAR, R. I. S.; COSTA, C. A.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; PARAÍSO, H. A.; NASCIMENTO, W. M. Production and quality of chickpea seeds in different sowing and harvest periods. **Journal of Seed Science**, v.40, n.2, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2UoOEGM>>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- CARBONELL, S.A.M. **Metodologia para seleção de genótipos de soja com semente resistente ao dano mecânico**. Londrina. 1991. 103f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual de Londrina, 1991.
- CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; OLIVEIRA, M.C.N.; FONSECA-JUNIOR, N.S. **Teor de água das sementes de soja e métodos de avaliação do dano mecânico provocado no teste do pêndulo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.28, n.11, p.1277-1285, 1993.
- CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. **The pendulum test for screening soybean genotypes for seeds resistant to mechanical damage**. Seed Science and Technology, v.23, n.2, p.331-339, 1995.
- CARVALHO, I. L.; MENEGHELLO, G. E.; TUNES, L. M.; COSTA, C. J.; SOARES, V. N. Preparo da semente de arroz para execução do teste de tetrazólio. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.1. 2019. p. 51-63.
- CORREA, M.P. **Dicionário das Plantas Úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, v.6, 1984.
- COPELAND, L. O. **How seed damage affects germination**. Crops & Soils Magazine. Madison. v. 24, n. 9, p. 9- 22, 1972.
- FLOR, E.P.O.; CICERO, S.M.; FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio de análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.68-76, 2004.
- FRANÇA-NETO, J.B; KRZYZANOWSIKI, F.C.; COSTA, N. P.O. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO. 72p. 1998.
- FRANÇA-NETO, J.B. HENNING, A.A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO. 39p. 1984.

GHRIBI, A. M.; MAKLOUF, I.; BLECKER, C.; ATTIA, H.; BESBES, S. **Nutritional and Compositional Study of Desi and Kabuli Chickpea. (*Cicer Arietinum* L.) Flours from Tunisian Cultivars.** Advances in Food Technology and Nutritional Sciences, 2015, v.1(2): p. 38-47,2015.

HOSKEM, B. C. S. et al. Produtividade e qualidade de sementes de grão-de-bico no Norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 3, p. 261-268, 2017.

HOSKEM, B. C. S. **Época de plantio de grão-de-bico em Montes Claros, Minas Gerais: produtividade e qualidade de sementes.** 2014. 65 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG, 2014.

INTERNATIONAL CROPS RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI-ARID TROPICS - ICRISAT. **Riding High on Chickpea's Growth.** 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/2XgZ7WC>>.

JAMEEL, S; HAMEED, A.; SHAH, T.M. **Biochemical profiling for antioxidant and therapeutic potential of Pakistani chickpea. (*Cicer arietinum* L.) genetic resource.** Journal of Seed Science, v.12: 574, 2021.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 218p. 1999.

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

NASCIMENTO, W.M. **Grão-de-bico: crescimento do mercado externo no Brasil.** Embrapa Hortaliças, 2022. Disponível em:< <https://conexaoagro.com.br/2022/02/14/grao-de-bico-crescimento-do-mercado-externo-no-brasil/>>.

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, P.P.; ARTIAGA, O.P.; SUINAGA, F.A. **Hortaliças leguminosas.** Edição 1. Embrapa Hortaliças, 2016.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P. Grão-de-bico: nova aposta do agronegócio brasileiro. SEEDnews, Porto Alegre, p. 18 - 22, 01 mar. 2019 Disponível em: < <https://www.seednews.com.br/artigos/2969-grao-de-bico-nova-aposta-do-agronegociobrasileiro-edicao-maio-2019>>.

NASCIMENTO, W.M; CARVALHO, H.M.G; SIQUEIRA, K.B. Pesquisa de consumo de grão-de-bico. Embrapa hortaliças, 2020. Disponível em <[www.embrapa.br/hortaliças](http://www.embrapa.br/hortaliças)>

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas.** In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina:ABRATES. p.2.1-2.24. 1999.

PANDE, S. K. H. M. S. e KISHORE, G. K. Ascochyta blight of chickpea: Biology, pathogenicity, and disease management. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.56, [s.n.], p.317-332, 2007.

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

SOUZA, D.C.; ALBUQUERQUE, M.F.; ZORATO, M.F.; CARVALHO, D.C. Análise de danos mecânicos e qualidade de sementes de algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.123-131, 2009.

ULUKAN, H.; BAYRAKTAR, N.; KOÇAK, N. **Agronomic importance of first development of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under semi-arid conditions: I. effect of powder humic acid.** Pakistan Journal of Biological Sciences, v.15, [s.n.], p.203-207, 2012.

VAN DERMAESEN, L. J. G. **Origin, history and taxonomy of chickpea** In: SAXENA, M.C., SINGH, K.B. The chickpea. Oxon: CAB International U.K., 1987, cap.2, p.11-34.

VIEIRA, R.F., VIEIRA, C., VIEIRA, R.F. **Leguminosas graníferas – Grão de bico**. Editora UFV. Viçosa-MG. 1, 141-150. 2001.

SOAVE, J.; WETZEL, M.V.S. (Eds.) **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 480p.

WOOD, J. A.; GRUSAK, M. A. **Nutritional value of chickpea, Chickpea Breeding and Management**. 2007, Cap. 5, p. 101-142.