



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**REGULAGENS DA COLHEDORA MECANIZADA NA  
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO  
(*Cicer arietinum* L.) DO TIPO DESI**

**RODRIGO SABINO GOMES VITAL**

**Brasília, DF**  
**Fevereiro de 2023**

**RODRIGO SABINO GOMES VITAL**

**REGULAGENS DA COLHEDORA MECANIZADA NA  
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO  
(*Cicer arietinum* L.) DO TIPO DESI**

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**

**Fevereiro de 2023**

## FICHA CATALOGRÁFICA

GOMES VITAL, Rodrigo Sabino

“REGULAGENS DA COLHEDORA MECANIZADA NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) DO TIPO DESI” Orientação:

Ricardo Carmona, Brasília, 2023. Coorientação: José de Oliveira Cruz, 2023, 39 páginas.

Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2023.

1. fluxo axial 2. Velocidade de rotação 3. Abertura entre cilindro-côncavo 4. teste de tetrazólio 5. qualidade de sementes.

I. Carmona, R. II. Drº.

III. Cruz, J.O. IV. Me.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GOMES VITAL, R. S. Regulagens da colhedora mecanizada na qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) Do tipo desi. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2023, 39 páginas. Monografia.

## CESSÃO DE DIREITOS

**Nome do Autor:** RODRIGO SABINO GOMES VITAL

**Título da Monografia de Conclusão de Curso:** Regulagens da colhedora mecanizada na qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) do tipo desi

**Grau:** 3º **Ano:** 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação 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 de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

RODRIGO SABINO GOMES VITAL - (61) 99403-3743 - E-mail: rodrigogs6519@gmail.com. End.: QNP 13, Conjunto H, Casa 34. P Norte CEP: 72 241 – 308, Ceilândia, Brasília, DF, Brasil.

**RODRIGO SABINO GOMES VITAL**

**REGULAGENS DA COLHEDORA MECANIZADA NA  
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GRÃO-DE-BICO  
(*Cicer arietinum* L.) DO TIPO DESI**

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:**

---

Ricardo Carmona  
Doutor, Universidade de Brasília – UnB  
Orientador / e-mail: rcarmona@unb.br

---

José de Oliveira Cruz  
Mestre, Universidade de Brasília – UnB  
Examinador / e-mail: josecruz08@yahoo.com

---

Nara Oliveira Silva Souza  
Doutora, Universidade de Brasília – UnB  
Examinadora / e-mail: narasouza@unb.br

Brasília - DF, fevereiro de 2023

A Deus.

À minha mãe, Maria Aparecida Rodrigues, pelo apoio incondicional, amor, carinho e incentivo diário.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela vida, pelas bênçãos, pela proteção e por me guiar nesta longa estrada da vida.

À minha mãe, Maria Aparecida Rodrigues, por sempre estar ao meu lado, pelo amor, pelo carinho, pelo cuidado, pela criação, pelos ensinamentos e incentivos e por ser um grande exemplo em todos os quesitos.

Ao meu pai, Raimundo Gomes, pelo apoio, pela criação, pelo amor e por ser um grande exemplo em minha vida.

À minha irmã, Karla de Souza, por todo carinho, apoio e incentivo, e pela paciência comigo.

Às minhas tias, Adriana Belizário e Maria de Fatima, por todo incentivo e carinho, e por fazerem parte de minha caminhada.

À minha família: minha fonte de valores, meu alicerce e minha maior riqueza.

À Keila Alves e à Thamires Dias, pelo incentivo e apoio constante em todos os momentos vivenciados de minha graduação.

À minha vizinha, Damiana Nogueira, por sempre estar ali presente com seu incentivo.

Ao professor Dr. Ricardo Carmona, pela orientação, pela experiência, pelos ensinamentos, pela dedicação e por ser um grande exemplo de profissional e pessoa.

Ao mestre José de Oliveira Cruz, pela orientação, pelo comprometimento e pelo auxílio.

Aos meus amigos, que sempre proporcionaram bons momentos e pelo apoio constante, em especial, Maiza Souza, Creone Tadeu, Thiago Santos e Denise Pelicioli.

À Banca Examinadora, por aceitar o convite e se dispor à avaliação das linhas que se seguem.

A Universidade de Brasília (UnB), pela grande oportunidade e pelos decorrentes e diversos ensinamentos ofertados.

GOMES VITAL, R. S. **Regulagens da colhedora mecanizada na qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) do tipo Desi.** 2023. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Universidade de Brasília – UnB.

## RESUMO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é uma leguminosa originada na Turquia, que vem apresentando importante potencial de uso e consumo para a população. O estudo teve por objetivo avaliar os efeitos diretos da velocidade de rotação do cilindro motor e a abertura entre o cilindro e o côncavo na qualidade fisiológica das sementes de grão-de-bico do tipo Desi no momento da colheita mecanizada via máquina colhedora combinada automotriz. Na colheita empreendida fez-se uso de uma colhedora de fluxo axial da marca John Deere, modelo 9770 STS, com a plataforma medindo 12,5 metros e velocidade de 4 km.h<sup>-1</sup>, a fim de testar as diferentes velocidades de rotação (200, 300 e 400 rpm) e aberturas (1, 2 e 3). Quando da experimentação, promoveu-se o ajuste da velocidade de rotação do cilindro rotor em diferentes valores, e três aberturas do cilindro-côncavo, combinadas entre si e alteradas após uma faixa de colheita de 15 metros. A partir da metodologia empregada foram realizados alguns testes para determinar a qualidade fisiológica da semente: Teste de Germinação, Comprimento de Plântula, Massa Seca de Plântulas, Condutividade Elétrica e Teste de Tetrázólio. O efeito de rotação do rotor para determinar a qualidade das sementes de grão-de-bico do tipo Desi possuem impacto significativo. Assim, com base nas sementes colhidas com a colhedora de fluxo axial da marca John Deere, modelo 9770 STS, e com o teor de água da semente correspondendo a 10%, obteve-se que a rotação de 200 rpm, refletem em qualidade fisiológica superior. As aberturas cilindro-concavo não causam perda na qualidade fisiológica da semente.

**PALAVRAS-CHAVE:** velocidade de rotação, abertura entre cilindro-côncavo, fluxo axial, Teste de Tetrázólio, qualidade de sementes.

## ABSTRACT

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is a legume originated in Turkey, which has shown significant potential for use and consumption by the population. The objective of the study was to evaluate the direct effects of the rotation speed of the motor cylinder and the opening between the cylinder and the concave on the physiological quality of Desi-type chickpea seeds at the time of mechanized harvesting using a self-propelled combined harvester machine. In the harvest undertaken, a John Deere axial flow harvester, model 9770 STS, was used, with a platform measuring 12.5 meters and a speed of 4 km.h<sup>-1</sup>, in order to test the different rotation speeds (200, 300 and 400 rpm) and apertures (1, 2 and 3). During experimentation, the rotation speed of the rotor cylinder was adjusted to different values, and three openings of the concave cylinder were combined with each other and changed after a 15-meter harvesting range. Based on the methodology employed, some tests were carried out to determine the physiological quality of the seed: Germination Test, Seedling Length, Seedling Dry Mass, Electrical Conductivity and Tetrazolium Test. The effect of rotor rotation to determine the quality of Desi-type chickpea seeds has a significant impact. Thus, based on the seeds harvested with the John Deere axial flow harvester, model 9770 STS, and with the water content of the seed corresponding to 10%, it was obtained that the rotation of 200 rpm reflects in superior physiological quality. The cylindrical-concave openings do not cause loss in the physiological quality of the seed.

**KEYWORDS:** rotation speed, opening between cylinder-concave, axial flow, Tetrazolium Test, seed quality.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Sistema de trilha com fluxo axial, com amostragem do cilindro rotor, do cilindro côncavo e do material colhido.....**22**
- Figura 2** Semente de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), com vista ventral evidenciando as partes externas e internas.....**22**
- Figura 3** Efeito da rotação do cilindro rotor (rpm) e da abertura cilindro-côncavo na germinação e na Viabilidade em Tetrazólio (via) de sementes de grão-de-bico do tipo Desi, sob o teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).....**29**
- Figura 4** Efeito da rotação do cilindro rotor (rpm) e da abertura entre cilindro-côncavo nos índices de vigor: Primeira Contagem de Germinação (A e B), Comprimento de Plântula (CP) (C e D), Massa Seca de Plântula (MSP) (E e F), Condutividade Elétrica (CE) (G e H) e Vigor em Tetrazólio (VIG) (I e J) durante a colheita mecanizada de sementes de grão-de-bico do tipo Desi, sob o teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ )..... **31**

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Resumo da análise de Variância da Germinação (G), Primeira Contagem de Germinação (PCG), Comprimento de Plântula (CP), Massa Seca de Plântula (MSP), Condutividade Elétrica (CE), Viabilidade em Tetrazólio (VIA) e Vigor em Tetrazólio (VIG), durante a colheita mecanizada de sementes de grão-de-bico do tipo Desi em diferentes rotações do cilindro rotor (R) e aberturas entre cilindro e côncavo (A)..... **28**

**Tabela 2.** Efeito da velocidade do cilindro rotor (rpm) e da abertura entre o cilindro-côncavo, durante a colheita mecanizada de sementes de grão-de-bico do tipo desi, no comprimento de plântulas (cm plântula<sup>-1</sup>)..... **33**

**Tabela 3.** Efeito da velocidade do cilindro rotor (rpm) e da abertura entre o cilindro-côncavo, durante a colheita mecanizada de sementes de grão-de-bico do tipo desi, no vigor em tetrazólio (%)..... **33**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOD	-	<i>Biochemical Oxygen Demand</i>
CE	-	Condutividade Elétrica
cm	-	Centímetro
CP	-	Comprimento de Plântula
FAV	-	Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
g	-	Gramma
G	-	Germinação
ha	-	Hectare
IN	-	Instrução Normativa
km	-	Quilômetro
m	-	Metro
MAPA	-	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ml	-	Mililitro
MSP	-	Massa Seca de Plântulas
nº	-	Número
°C	-	Celsius
PCG	-	Primeira Contagem de Germinação
RAS	-	Regras para Análise de Sementes
RNC	-	Registro Nacional de Cultivares
rpm	-	Rotação por Minuto
t	-	Tonelada
TZ	-	Teste de Tetrazólio
UnB	-	Universidade de Brasília
VIA	-	Viabilidade em Tetrazólio
VIG	-	Vigor em Tetrazólio

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
2.1. Origem e Botânica.....	14
2.2. Usos do grão-de-bico.....	15
2.3. Consumo e produção do grão-de-bico.....	16
2.4. Produção de sementes.....	17
2.4.1. Teste de germinação.....	17
2.4.2. Teste de condutividade elétrica.....	18
2.4.3. Teste de tetrazólio.....	18
2.5. Colheita de sementes de grão-de-bico.....	19
2.5.1. Dano mecânico na colheita.....	21
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
3.1. Teste de germinação.....	25
3.2. Comprimento de plântula.....	26
3.3. Massa seca de plântulas.....	26
3.4. Condutividade elétrica.....	26
3.5. Teste de tetrazólio.....	27
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>34</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>35</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), uma leguminosa da subfamília *Faboideae*, originado de países de clima semiárido e árido asiático ocidental e norte africano (KHAMSSI *et al.*, 2010), vem ganhando destaque no consumo mundial (SCHLICHTING; PETRY; DUTRA, 2020).

Seu destaque mundial em relação à produção do grão se deu pela crescente demanda devido ao valor nutricional. Nesse viés, Índia, Austrália, Etiópia, Turquia, Myanmar e Rússia, lideram mundialmente a produção e exportação do alimento. A nível sul-americano tem-se a Argentina como destaque (FAO, 2020; 2021). A cultura do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é caracterizada como de inverno, de baixa manutenção e alta produtividade, que pode ser cultivada entres as safras de verão.

Uma vez que o Brasil ainda não apresenta índices expressivos em sua produção e não sendo capaz de abastecer a demanda nacional, tem-se uma importação do grão em comento de aproximadamente 11,3 mil toneladas (BRASIL, 2022). Assim, em razão da alta demanda e da capacidade produtiva local, a expansão de áreas cultiváveis apresenta grande oportunidade de rentabilidade aos agricultores de alto e baixo porte.

Para o sucesso de germinação é preciso considerar a qualidade das sementes a nível fisiológico, físico e averiguação de danos mecânicos, uma vez que a semente é um dos principais insumos para a produção alimentícia na agricultura – o que impacta diretamente na produtividade e no desempenho da espécie (AZEVEDO *et al.*, 2003).

Tendo em vista que danos mecânicos, no momento de debulha, influenciam diretamente na qualidade das sementes, no momento de debulha a semente sofre ação de forças consideráveis, podendo ocasionar danos na mesma (HOLTZ; REIS, 2013), as sementes danificadas no processo da colheita, quando armazenadas, são fonte de deterioração que influenciam a qualidade e reduz o potencial germinativo no campo (PUZZI, 1989). As sementes colhidas com as regulagens adequadas para a cultura, sofrem pouco dano durante o processo, ficando assim mais viáveis e vigorosas.

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo avaliar os efeitos diretos da velocidade de rotação do cilindro motor e a abertura entre o cilindro e o côncavo na qualidade fisiológica das sementes de grão-de-bico do tipo Desi no momento da colheita mecanizada via máquina colhedora combinada automotriz.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Origem e Botânica

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é originado da Turquia, sendo, em 1975, relatado o descobrimento da espécie *C. reticulatum* L. no sudeste do país. A cultura do grão-de-bico se propagou para diversos países da Europa e, posteriormente, para os países da África e América, além da Austrália (Ladizinsky, 1975). É uma leguminosa de ciclo anual que possui dois cromossomos homólogos, diploide, além de ser autógama, de germinação do tipo hipógea, com folhas verde-amareladas, pertencente à família *Fabaceae*, possuindo uma ampla variação morfológica devido aos fatores genéticos (NASCIMENTO *et al.*, 2016).

Existem dois tipos de grão-de-bico catalogadas até então: 1) Desi; e, 2) Kabuli. O tipo Desi possui tonalidade marrom, é pequeno e apresenta superfícies ásperas, sendo a classe mais produzida mundialmente, com destaque na Índia pelo maior índice de produção (WOOD; KNIGHTS; CHOCT, 2011). Segundo estes autores o tipo Kabuli possui a superfície lisa com a coloração variando do branco ao bege, dispondo de semente com maior tamanho em comparação ao tipo Desi.

### 2.2 Os usos do grão-de-bico

O grão-de-bico ocupa a posição de uma das leguminosas mais importantes do mundo, sendo a segunda mais consumida devido às propriedades alimentícias (SCHLICHTING; PETRY; DUTRA, 2020). É um importante componente na alimentação humana nas regiões áridas e semiáridas da Ásia Ocidental e do norte da África (KHAMSSI *et al.*, 2010) devido ao seu alto teor nutritivo, com uma composição de proteínas em torno de 18% a 25% (SINGH *et al.*, 2016) e os carboidratos correspondendo cerca de 41% a 51%. Além disso, têm-se ali ácidos graxos insaturados (ARTIAGA *et al.*, 2015) e uma composição balanceada de aminoácidos (NASCIMENTO *et al.*, 2016).

Devido ao alto teor de proteína, o grão-de-bico é uma alternativa para dietas vegetarianas e/ou veganas por substituir o consumo de carne e ser rico em fibras alimentares (ROORKIWAL *et al.*, 2016). Além disso, é recomendado para os indivíduos que apresentam nível de colesterol elevado, tendo em vista a presença dos óleos linoleico e oleico, que possuem propriedades benéficas para a saúde e auxiliam na redução e conservação dos níveis desejados pelas especificações médicas (NASCIMENTO; PESSOA; GIORDANO, 1998).

### **2.3 O consumo e a produção do grão-de-bico**

O grão-de-bico é a segunda leguminosa mais consumida mundialmente, sendo sua produção elevada e primorosa, a fim de obter métricas que satisfaçam a demanda de saída. Dessa forma, em 2021, a produção mundial do grão-de-bico foi estimada em 15.871.845,65 t, para uma área de 15.004.885 ha, que corresponde a uma produtividade de 1.058kg/ha. Ademais, em 2020, identificou-se a produção de 15.065.906,08 t, para uma área de, aproximadamente, 13.561.629 ha, resultando em uma produtividade de 1.111kg/ha (FAO, 2020; 2021).

Observando tais resultados, tem-se que o país detentor da maior produção e área colhida é a Índia, com valores equivalentes a 10.943.655 ha e 11.910.000 t de grãos em 2021. Na sequência dos países com maior produção mundial, em toneladas, da leguminosa em comento estão: Austrália, com 876.468,13 t; Etiópia, com 478.211,87 t; Turquia, com 475.000 t; Myanmar, com 467.340,51 t; e, Rússia, com 316.840,4 t (FAO, 2021).

Na América do Sul, em 2021, foram colhidas 86.115,73 t em 79.813 ha, com índice de produtividade de 1.079kg/ha; em 2020, foram colhidas 178.407,9 t em 113.585 ha, com índice de produtividade de 1.571kg/ha (FAO, 2020; 2021). Da produção sul-americana, vale destacar a Argentina como a maior produtora da região, colhendo, em 2021, cerca de 84.709 t em 78.461 ha, enquanto em 2020, foram colhidas 177.061 t em 112.549 ha – correspondendo uma contribuição significativa nas métricas continental (FAO, 2020; 2021).

No Brasil, a produção anual do grão-de-bico tem previsão de quatro mil toneladas (BRASIL, 2022), não logrando preencher a demanda interna. Nesse viés, em 2021, as importações empreendidas atingiram um montante de 11,3 mil toneladas do grão; ao realizar a soma desse valor com a produção interna

estimada, obtêm-se que a média de consumo condiz a 15,3 mil toneladas do grão (BRASIL, 2022). Ademais, vale destacar que a produção do grão-de-bico tem sua concentração nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Bahia e Distrito Federal, por possuírem uma região com genótipos bem adaptados para as condições climáticas existentes, obtendo bons índices de produção.

Segundo a pesquisa realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em 2020, foram entrevistados 9.679 consumidores em todo o país, onde o primeiro questionamento fez referência ao consumo do grão-de-bico pela população brasileira, em que 87% dos indivíduos partícipes alegaram que já consumiram ou consomem o grão-de-bico em suas refeições (NASCIMENTO, 2020). E ainda, ao questionar a periodicidade de consumo do grão, foi apurado que: 33,33% dos indivíduos raramente consomem tal grão, 32,29% consomem mensalmente tal grão, 10,42% consomem semanalmente tal grão e 23,96% afirmaram que nunca comeram tal grão (NASCIMENTO, 2020).

#### **2.4 Produção de sementes**

As sementes são um dos principais insumos para a produção de alimentos na agricultura, tendo impacto direto na produtividade e no desempenho da espécie (AZEVEDO *et al.*, 2003). No entanto, sua produção deve seguir os *Padrões para a Produção e a Comercialização de Sementes* de espécies de grandes culturas inscritas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) não contemplados com padrão específico, em observância à Instrução Normativa (IN) nº 45, de 17 de setembro de 2013 (BRASIL, 2013), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece desde os parâmetros para produção em campo até os padrões para a sua comercialização, incluindo os testes e os limites toleráveis em cada amostra.

Para a efetiva produção de sementes deve-se escolher um solo com boa capacidade de drenagem e com textura mediana e argilosa, para que suas raízes possam penetrar o subsolo, a fim de extrair água e nutrientes – diferentemente dos solos compactados, que afetam o crescimento da cultura e a escolha do genótipo que melhor se adapta ao clima da região, permitindo



que, ao cultivar a cultura, não venha sofrer com o clima e, conseqüentemente, reduzir sua produtividade (QUEIROGA; GIRÃO; ALBUQUERQUE, 2021).

Além de uma boa produtividade, faz-se importante a análise da qualidade da semente por meio de diversos testes realizados em laboratórios, seguindo as Regras para Análise de Sementes (RAS) definidas pelo MAPA (BRASIL, 2009). De acordo com a RAS, a semente deve passar por testes que avaliam algumas características específicas. Nesse ínterim, entre os testes, vale destacar o teste de germinação, o teste de tetrazólio e a condutividade elétrica (BRASIL, 2009).

#### **2.4.1 Teste de germinação**

O teste de germinação tem como objetivo determinar o potencial máximo de germinação de um lote em particular, tornando possível a comparação entre os diferentes lotes e os seus poderes germinativos (BRASIL, 2009). Deve ser conduzido em um ambiente controlado, permitindo maior e melhor administração das condições climáticas, quando comparado ao campo (um ambiente aberto e com previsibilidade reduzida) (BRASIL, 2009).

Para sua realização é utilizado um papel do tipo Germitest®, que auxilia no processo de desenvolvimento da semente, além de possuir maior eficácia no teste de germinação devido à boa retenção de água para suprir as necessidades da semente. Portanto, para dar seqüência ao teste, o papel deve ser previamente umedecido com água duas vezes o peso do papel, sendo as sementes semeadas sobre ele, enrolando-o após o semeio e acondicionando-o em uma câmara germinativa com temperatura de 20 °C (ROSA, 2020). Ao atingir o sexto dia após o semeio, tem-se a primeira contagem de germinação e, após o oitavo dia, tem-se a avaliação da amostra, onde serão avaliadas a quantidade de plântulas normais que evidenciam potencial para a continuação de desenvolvimento, até se tornar uma planta saudável. Pode-se considerar uma plântula anormal aquela que não demonstra potencial para uma continuidade no seu desenvolvimento, tornando-se uma semente não germinada, que pode estar sob estado de dormência ou morta (BRASIL, 2009).

#### **2.4.2 Teste de tetrazólio**

O teste de tetrazólio tem como objetivo determinar a viabilidade e o vigor das sementes, identificando eventuais danos mecânicos e ataques por insetos via avaliação bioquímica indicadora do processo de respiração dos tecidos vivos da semente (BRASIL, 2009). Tal verificação ocorre ao embeber as sementes de grão-de-bico em uma solução de 0,1% de sal de tetrazólio, onde a coloração obtida após 6 horas funciona como um indicador do processo de redução que se dá dentro das células vivas (BRASIL, 2009).

O processo em questão se dá, principalmente, pelos íons de  $H^+$  liberados no processo de respiração dos tecidos vivos em transferência, através da enzima desidrogenase do ácido málico, para interagir com o tetrazólio, que se reduz a um composto de cor vermelha, estável e não difusível (trifenil formazam) (BRASIL, 2009). Devido à reação ocorrer dentro das células vivas, sendo o composto não difusível, tem-se uma nítida separação entre os tecidos vivos que respiram, ganhando a coloração dos tecidos mortos, que acabam por não colorir, já que não se tem respiração, permitindo também identificar a presença, onde se localiza e a natureza dos distúrbios ocorridos na semente (MARCOS-FILHO, 2015; FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998).

Nesse ínterim, para a análise do grão-de-bico, observou-se que ao utilizar a concentração do sal de tetrazólio a 0,075%, com a temperatura a 41 °C e o tempo de embebição variando entre 4 e 6 horas, os resultados apresentados são satisfatórios, percebendo que a menor concentração do sal torna o teste de tetrazólio mais rápido e com menor custo (COSTA, [s. d.]).

#### **2.4.3 Teste de condutividade elétrica**

Por ser um teste de baixo custo, fácil execução e interpretação dos resultados, o teste de condutividade elétrica é comumente utilizado para a determinação do vigor de sementes. Segundo Vieira e Kryzanowski (1999), este tem por base a permeabilidade da membrana do grão, avaliando, assim a exsudação de açúcares, íons e outros metabolitos.

Para determinar o vigor das sementes tem-se a avaliação da intensidade da corrente elétrica, que está diretamente associada aos exsudatos liberados

na solução; logo, as sementes que possuem o menor valor medido são aquelas que exibem maior vigor (SILVA *et al.*, 2014). Além disso, para a análise do grão-de-bico, observou-se que, utilizando 25 sementes em um volume de 50 ml de água destilada por um período de 4 horas sob temperatura constante de 30 °C, é suficiente para que o teste apresente uma boa eficácia na determinação de suas conclusões (CASTILHO *et al.*, 2019).

## **2.5 A colheita de sementes de grão-de-bico**

Após a realização dos testes tem-se a colheita do grão-de-bico, na qual depende de alguns fatores importantes como, por exemplo, o condicionamento da planta e a eficácia do processo de debulha ou trilha (COSIANSI *et al.*, 2016). Nesse ínterim, para uma avaliação do condicionamento da planta, leva-se em conta o estágio de desenvolvimento, tamanho, densidade populacional e o teor de umidade da planta, suas vagens e sementes.

Após isso, é preciso proceder a colheita quando a planta de grão-de-bico atingir seu ponto de maturação fisiológica, observado pela coloração de suas folhas em tons amarelados. Assim, segundo Queiroga, Girão e Albuquerque (2021), a colheita pode ser realizada sob três modalidades, quais sejam:

1. Colheita manual: realizada de forma manual, sendo as plantas cortadas ao nível do solo, com o auxílio de uma foice de mão ou arrancada junto com as raízes. Após, elas são empilhadas para secar até que o grão chegue a, aproximadamente, 14% de umidade, sendo colocadas em terreiros de secagem para completar o processo de secagem e realizar o processo de batedura – o que faz com que os grãos saiam das vagens. Tal processo pode ser realizado via pisoteio, varas ou despencamento manual, sendo o último passo o processo de separação e limpeza dos grãos.

2. Colheita semimecanizada: as plantas são removidas manualmente do mesmo modo que na colheita manual, adicionando o procedimento de “chacoalhão” para remover a terra ainda aderente às raízes e vagens. Por conseguinte, as plantas cortadas são enleiradas manualmente, expostas por um período de 12 a 15 dias para a secagem natural; ao atingirem uma umidade de 14% tem-se o processo de recolhimento e trilha pela recolhadora-trilhadora. No processo

mecanizado, a máquina faz a separação dos grãos das vagens e limpeza, saindo, por um lado, a palha e, no outro, o grão limpo e seco.

3. Colheita totalmente mecanizada: todo o processo de corte, recolhimento, trilha, limpeza e acondicionamento temporário do grão se dá por uma colhedora automotriz, que permite um aumento do rendimento operacional e redução dos custos com mão de obra, proporcionando, assim menor custo de produção.

Para a realização da colheita de forma totalmente mecanizada, as plantas devem estar com, no mínimo, 80% de desfolhamento, ao passo que seus pecíolos e caules secos e a umidade do grão deve estar entre 14 e 16%, com vistas à redução de perdas durante o procedimento por quebra do grão. Tal processo de colheita tem início com o corte da planta próximo ao solo há uma altura entre 3 e 5cm em condições normais (GIORDANO *et al.*, 2012). Por conseguinte, os garfos do molinete puxam a planta para a esteira ou caracol transportador, levando-a para o centro e conduzindo-a para canal alimentador da trilha. O sistema de trilha em questão tem a função de separar o grão dos restos culturais, sendo composto, basicamente, por cilindro rotor e cilindro concavo (ABNT, 1987).

O cilindro rotor é constituído por barras estriadas dispostas sobre uma estrutura metálica que possui forma de cilindro. Sua função é exercer ações mecânicas de impacto, atrito e compressão por esfregamento sobre o material que está sendo introduzido através do alimentador entre ele e o cilindro côncavo, causando, assim, a trilha. Já o cilindro côncavo possui forma similar a uma calha que envolve o cilindro, sendo composto por barras estriadas unidas por uma estrutura metálica, obtendo forma de grelha e permitindo a filtração de sementes, vagens e fragmentos de hastes e vagens (ABNT, 1987).

No sistema de trilha com fluxo axial, o produto gira entre o cilindro rotor e o côncavo, entra por uma extremidade e sai por outra, ficando mais tempo exposto por algumas voltas (ABNT, 1987). As colhedoras com fluxo axial demonstram maior eficiência em tais processos, permitindo maior alimentação para o mesmo porte de máquina, além de

reduzir as perdas e os danos ao grão, quando comparadas às de fluxo radial (CASSIA *et al.*, 2015; CAMOLESE; BAIO ALVES, 2015).

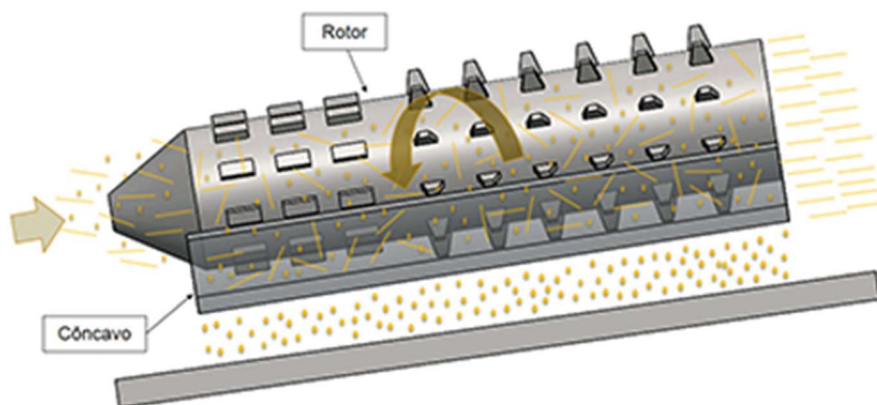
Passado pelo processo de trilha, o produto vai para o sistema de separação que pertence ao mesmo corpo do sistema de trilha de fluxo axial. Ele é assim composto: extensão regulável do cilindro côncavo, cortinas retardadoras, batedores e saca palhas (ABNT, 1987). Por conseguinte, o processo de separação do grão segue para o sistema de limpeza, ao passo que a palha segue para a parte traseira, onde é picada e espalhada na área – sistema de limpeza que possui peneira superior, peneira inferior e ventilador (ABNT, 1987).

Conforme o sistema de limpeza é iniciado, os grãos caem naturalmente por gravidade ao passar pela primeira peneira, chegando à peneira inferior, onde são atingidos por uma corrente de vento horizontal gerada pelo ventilador, responsável por transportar o palhiço para fora. Assim, os grãos limpos caem em um escorregador, no fundo da máquina (abaixo da peneira inferior), sendo levados via helicóide transportadora até o elevador de grãos (ABNT, 1987).

### **2.5.1 Sobre o dano mecânico na colheita**

No momento de colheita, as sementes ficam susceptíveis a alguns danos mecânicos, sendo eles latentes ou imediatos, onde o dano imediato apresenta a lesão no momento da colheita, ao passo que o dano latente aparece depois, gerando consequências futuras (PAIVA; MEDEIROS FILHO; FRAGA, 2000).

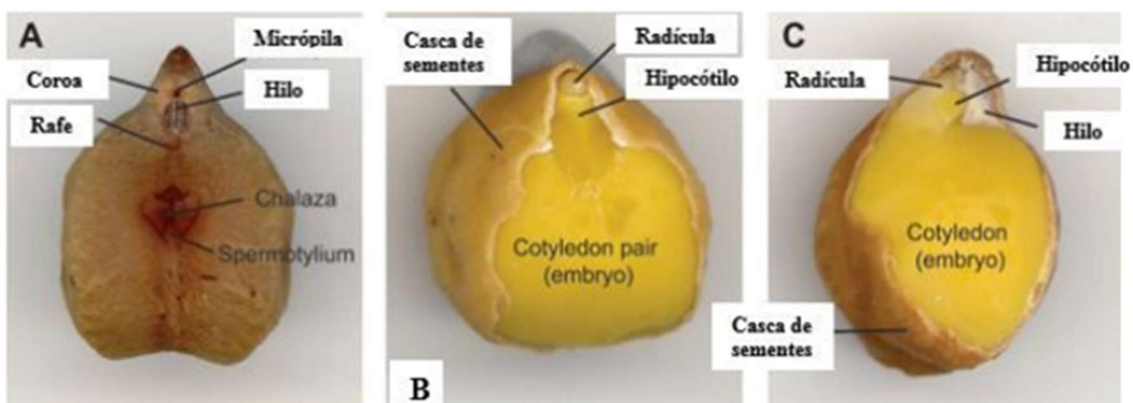
Os danos latentes são originados no momento da debulha, quando forças consideráveis são aplicadas diretamente na semente, para que se tenha a separação da semente da vagem. Assim, o impacto do cilindro rotor, quando o material colhido passa pelo cilindro côncavo, é a principal origem (HOLTZ; REIS, 2013), podendo ser observado na Figura 1, a seguir.



**Figura 1** Sistema de trilha com fluxo axial, com amostragem do cilindro rotor, do cilindro côncavo e do material colhido.

**Fonte:** Santos e Dallmeyer (2014).

No decorrer do processo de colheita, as regulagens dos componentes se tornam um dos fatores mais significativos ao obter as sementes. Tal regulagem deve ser adequada ao tipo de cultura, variedade, teor de umidade e finalidade, podendo reduzir eventuais danos mecânicos e garantindo melhor viabilidade e vigor das sementes (CHIODEROLI *et al.*, 2012). Os danos ocasionados no momento de debulha podem ter influência direta na produção de sementes, reduzindo o seu vigor e dificultando o processo de germinação devido à região embrionária do grão ficar altamente exposta (HOLTZ; REIS, 2013), conforme evidenciado na Figura 2, a seguir.



**Onde:** Cotyledon (cotilédones); pair (par); Chalaza (calaza).

**Figura 2** Semente de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), com vista ventral evidenciando as partes externas e internas. **Legenda:** A – Vista ventral evidenciando as características externas; B – Vista ventral sem a casca da semente, evidenciando as principais características internas; e, C – Vista lateral sem a casca da semente, evidenciando as principais características internas.

**Fonte:** Wood, Knights e Choct (2011).

As sementes que são quebradas ou rachadas durante o processo de colheita são fonte de deterioração quando armazenadas, influenciando na qualidade final e reduzindo a porcentagem de germinação em campo (PUZZI, 1989).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo foram utilizadas sementes de grão-de-bico do tipo Desi, produzidas na Fazenda Agrogarbanzo, situada em Cristalina, Goiás, selecionadas em áreas homogêneas, para que a colheita fosse realizada assim que os grãos atingissem a umidade de, aproximadamente, 10%. Tal umidade foi aferida pelo medidor de umidade portátil AL-101, fazendo uso da escala para feijão carioca, pois, o aparelho não possui escala própria para grão-de-bico.

Para a realização da colheita fez-se uso de uma colhedora de fluxo axial da marca John Deere, modelo 9770 STS, com a plataforma medindo 12,5 metros e sua velocidade de 4 km.h-1.

Foram testadas as seguintes regulagens do mecanismo de trilha, totalizando 9 tratamentos:

- Velocidade de rotação do cilindro rotor de 200 rpm com a abertura cilindro-côncavo 1 em uma faixa de 15 metros;
- Velocidade de rotação do cilindro rotor de 200 rpm com a abertura cilindro-côncavo 2 em uma faixa de 15 metros;
- Velocidade de rotação do cilindro rotor de 200 rpm com a abertura cilindro-côncavo 3 em uma faixa de 15 metros
- Velocidade de rotação do cilindro rotor de 300 rpm com a abertura cilindro-côncavo 1 em uma faixa de 15 metros;
- Velocidade de rotação do cilindro rotor de 300 rpm com a abertura cilindro-côncavo 2 em uma faixa de 15 metros;
- Velocidade de rotação do cilindro rotor de 300 rpm com a abertura cilindro-côncavo 3 em uma faixa de 15 metros;
- Velocidade de rotação do cilindro rotor de 400 rpm com a abertura cilindro-côncavo 1 em uma faixa de 15 metros;
- Velocidade de rotação do cilindro rotor de 400 rpm com a abertura cilindro-côncavo 2 em uma faixa de 15 metros;
- Velocidade de rotação do cilindro rotor de 400 rpm com a abertura cilindro-côncavo 3 em uma faixa de 15 metros;



As amostras obtidas na saída do cano de descarga da colhedora obtiveram o peso correspondente a 1kg para cada combinação de abertura do concavo e a rotação do cilindro em cada parcela, acondicionadas em sacos de papel Kraft.

Na sequência, as amostras foram transportadas para o Laboratório de Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (FAV-UnB) e armazenadas sob refrigeração com temperatura média de 5 °C durante três meses em sacos de papel Kraft. Tais amostras tiveram seu teor de água determinado antes da montagem dos testes de qualidade fisiológica realizados, quais sejam: teste de Germinação; Comprimento de Plântula; Massa Seca de Plântulas; Condutividade Elétrica; e, Teste de Tetrazólio.

Para determinar o teor de água foi utilizado o método universal da estufa à 105 °C ± 2 °C por 24 horas, seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009) e utilizando quatro subamostras de dez sementes de cada lote. Assim, os resultados obtidos foram definidos em porcentagem (base de peso úmido).

### **3.1 Teste de germinação**

Para o teste de germinação foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes que foram semeadas em rolo de papel do tipo Germitest, umedecido com água destilada com volume de duas vezes a massa do papel seco. Tais rolos foram mantidos em uma incubadora do tipo BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), com temperatura constante de 25 °C por cinco dias, quando se deu a Primeira Contagem de Germinação. Por conseguinte, oito dias após a semeadura, foi possível a obtenção dos dados finais da germinação, contabilizando-se a quantidade total de plântulas normais e anormais. Aqui vale destacar que as plântulas normais são aquelas que apresentam potencial para continuar seu desenvolvimento, ou seja, elas precisam ser uma plântula com todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e saudáveis. No entanto, as plântulas anormais são aquelas que não apresentam potencial para continuar seu desenvolvimento, que possuem suas estruturas danificadas, deformadas ou deterioradas. Desse modo, os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

### **3.2 Comprimento de plântula**

No teste em questão foram aplicados os procedimentos descritos por Nakagawa (1999), adaptados aos procedimentos da *Association of Official Seed Analysts* (AOSA) (1983), que fizeram uso de quatro repetições de dez sementes de grão-de-bico com papéis toalha do tipo Germitest, sendo traçada uma linha no terço superior com sentido longitudinal. Os referidos papéis foram previamente umedecidos com água destilada em um volume de duas vezes a massa do papel seco.

Após isso, as sementes de grão-de-bico foram posicionadas de modo que a micrópila estivesse voltada para a parte inferior do papel, ao passo que os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes posicionados verticalmente na câmara BOD durante oito dias a uma temperatura de 25 °C. Ao final do período em questão, efetuou-se a medida do ápice da raiz principal até a última inserção foliar, fazendo uso de uma régua para definir seus resultados, sendo expressos em centímetros por plântula.

### **3.3 Massa seca de plântulas**

Para avaliar a massa seca de plântulas, foram utilizadas as plântulas normais, obtidas do teste de comprimento de plântula, retirando-lhes os cotilédones. Logo, as repetições de cada lote foram acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft, identificadas e, posteriormente, encaminhadas para uma estufa, com circulação de ar forçada e temperatura constante de 80 °C durante um período de 24 horas (NAKAGAWA, 1999). Após o período na estufa, as amostras tiveram seus pesos avaliados em uma balança com precisão de 0,001 grama, sendo seus resultados escritos em miligramas por plântulas.

### **3. 4 Condutividade elétrica**

O teste de condutividade elétrica se deu com quatro subamostras com 25 sementes de cada amostra, pesadas em uma balança de precisão de 0,001 grama e acondicionadas em copos plásticos que possuem 50 ml de água destilada e deionizada, conforme a metodologia recomendada por Dias *et al.* (2019). Assim, a condutividade elétrica da solução, que foi mantida em uma temperatura constante de 30 °C, foi avaliada após 4 horas, utilizando um condutímetro digital que expressa seus valores em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$  de sementes.

### 3.5 Teste de tetrazólio

Foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes, submetidas à pré-embebição fazendo uso de envelopes umedecidos. Tais envelopes foram umedecidos com água destilada a duas vezes o peso do papel seco e mantidos em temperatura de 30 °C durante 18 horas. Após finalizar o processo de pré-embebição, as sementes em questão foram acondicionadas em copos de polietileno com capacidade de 50 ml, juntamente com a solução de tetrazólio a 0,1%, em uma temperatura de 40 °C na câmara escura, por um período de 6 horas. Depois de ficarem submersas na solução, as sementes foram lavadas em água destilada, seccionadas longitudinalmente e avaliadas individualmente, onde foi possível observar a diferença das cores dos tecidos, sendo assim classificadas:

Classe 1: sementes viáveis e vigorosas, sem lesões;

Classe 2: sementes viáveis e vigorosas, com lesões superficiais distantes das partes vitais;

Classe 3: sementes viáveis, com lesões externas e internas menores que 50% do seu tecido de reserva, e não vigorosas, com lesões no eixo embrionário que não afetaram o cilindro vascular; e

Classe 4: sementes não viáveis e não vigorosas, com danos em partes vitais, comprometendo o desenvolvimento normal da plântula e/ou sementes mortas, com tecidos embrionários sem respiração, embrionário vivo com cotilédones morto e embriões necrosados ou ausentes.

Em seguida, o resultado foi expresso em porcentagem, sendo que o somatório das Classes 1, 2 e 3 se refere às sementes viáveis, ao passo que o somatório das Classes 1 e 2 corresponde às sementes viáveis e vigorosas.

Para a análise estatística fez-se uso do programa AgroEstat, com o delineamento de blocos casualizados, sendo o arranjo experimental de parcelas subdivididas assim definido: a rotação do cilindro rotor correspondendo às parcelas; e, a abertura do cilindro-côncavo correspondendo às subparcelas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Scott-Knott, com 5% de probabilidade.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na aplicação da metodologia outrora apresentada, obteve-se que o teor de água das sementes de grão-de-bico do tipo Desi, antes da instalação dos testes, variou entre 11,3 a 11,5%, ao passo que a velocidade de rotação do cilindro rotor afetou a Primeira Contagem de Germinação (PCG), a Condutividade Elétrica (CE) e o Vigor em Tetrázólio (VIG), apresentando uma diferença significativa, conforme apresentado (Tabela 1). Ademais, resultados semelhantes foram encontrados por Bonfim *et al.* (2019), que afirmaram que a rotação do cilindro rotor influenciou significativamente a qualidade das sementes de soja.

**Tabela 1.** Resumo da análise de Variância da Germinação (G), Viabilidade em Tetrázólio (VIA), Primeira Contagem de Germinação (PCG), Comprimento de Plântula (CP), Massa Seca de Plântula (MSP), Condutividade Elétrica (CE) e Vigor em Tetrázólio (VIG), durante a colheita mecanizada de sementes de grão-de-bico do tipo Desi em diferentes rotações do cilindro rotor (R) e aberturas entre cilindro e côncavo (A).

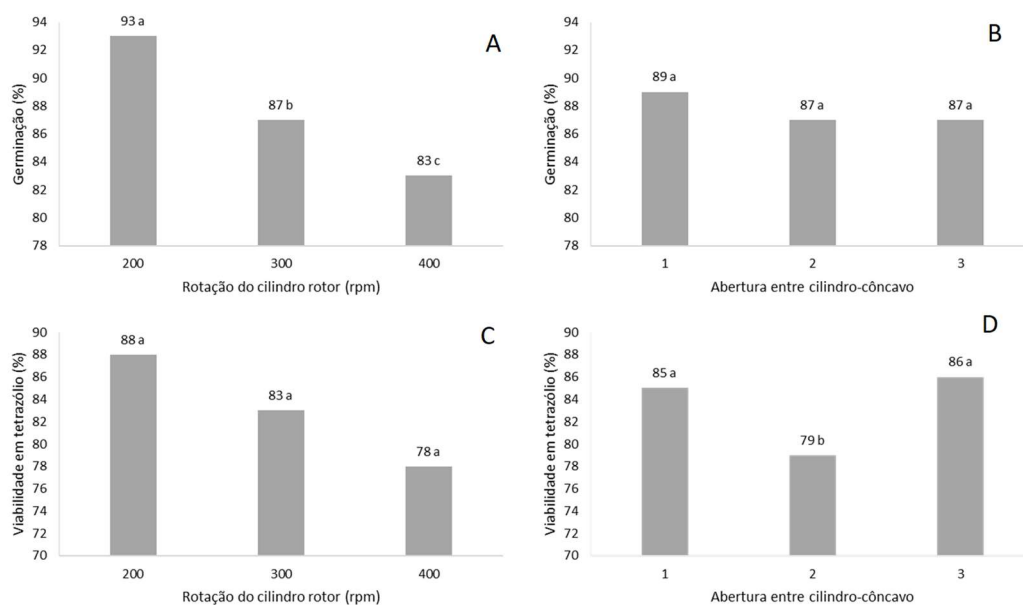
FV	GL	G	VIA	PCG	CP	MSP	CE	VIG
			%		cm plântula <sup>-1</sup>	mg plântula <sup>-1</sup>	μS cm <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup>	
Bloco	3	13,1 <sup>ns</sup>	1,3 <sup>ns</sup>	18,2 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	135,2 <sup>ns</sup>	57,4 <sup>ns</sup>	86,7 <sup>ns</sup>
Rotação (R)	2	333,0 <sup>**</sup>	311,4 <sup>ns</sup>	290,1 <sup>**</sup>	5,0 <sup>ns</sup>	56 <sup>ns</sup>	2699,3 <sup>**</sup>	834,3 <sup>**</sup>
Erro	6	9,6	65,1	11,00	1,6 <sup>ns</sup>	32,5	183	49,7
Abertura (A)	2	13,0 <sup>ns</sup>	180,1 <sup>*</sup>	24,1 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	133,6 <sup>ns</sup>	13,6 <sup>ns</sup>	136,3 <sup>ns</sup>
R x A	4	11,0 <sup>ns</sup>	172,4 <sup>*</sup>	11,0 <sup>ns</sup>	9,0 <sup>**</sup>	63,0 <sup>ns</sup>	217,6 <sup>ns</sup>	143,7 <sup>ns</sup>
Erro	18	21	49,4	16,5	1,5	39,4	386,2	156,5
Média	-	88	83	86	22	39	119	65
CV (R)	-	3,5	9,8	3,8	5,7	14,8	11,3	10,8
CV (A)	-	5,2	8,5	4,7	5,5	16,3	16,5	19,2

ns: não significativo, \* e \*\* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott respectivamente.

Na interação que se dá entre as diferentes rotações do cilindro rotor (R) e a abertura do cilindro-concavo (A) apresentada (TABELA 1), apenas o Comprimento de Plântula (CP) e Viabilidade em Tetrázólio (VIA) apresentaram alguma diferença significativa.

Conforme os dados evidenciados (Tabela 1), têm-se que na abertura entre cilindro-côncavo (A), apenas a Viabilidade em Tetrázólio (VIA) apresentou uma diferença significativa em comparação aos outros aspectos.

Ao observar a germinação das sementes (Figura 3A), têm-se que, ao realizar a colheita com a rotação do cilindro rotor de 200 rpm como velocidade, o resultado apresentado é de 93%, ao passo que a Viabilidade em Tetrazólio (VIA), conforme apontado na parte C da mesma Figura a seguir, nesta mesma rotação, se dá com a máxima de 88%. Assim, conforme o aumento da rotação do cilindro rotor, até atingir a velocidade de 400 rpm, tem-se um decréscimo da porcentagem de germinação e Viabilidade em Tetrazólio (VIA), tendo como os menores valores médios de 83% e 78%, respectivamente.



**Figura 3** Efeito da rotação do cilindro rotor (rpm) e da abertura cilindro-côncavo na germinação e na Viabilidade em Tetrazólio (via) de sementes de grão-de-bico do tipo Desi, médias seguidas da mesma letra não diferem de acordo com o teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

No estudo empreendido por Bonfim *et al.* (2019), fez-se o teste em diferentes rotações na colheita mecanizada de fluxo axial em sementes de soja, na qual utilizaram as velocidades de rotação do cilindro rotor de 500, 600, 700 e 800 rpm. Nas rotações de 500 rpm, foi obtido 91% de germinação e, conforme o aumento da velocidade ia prosseguindo, a porcentagem de

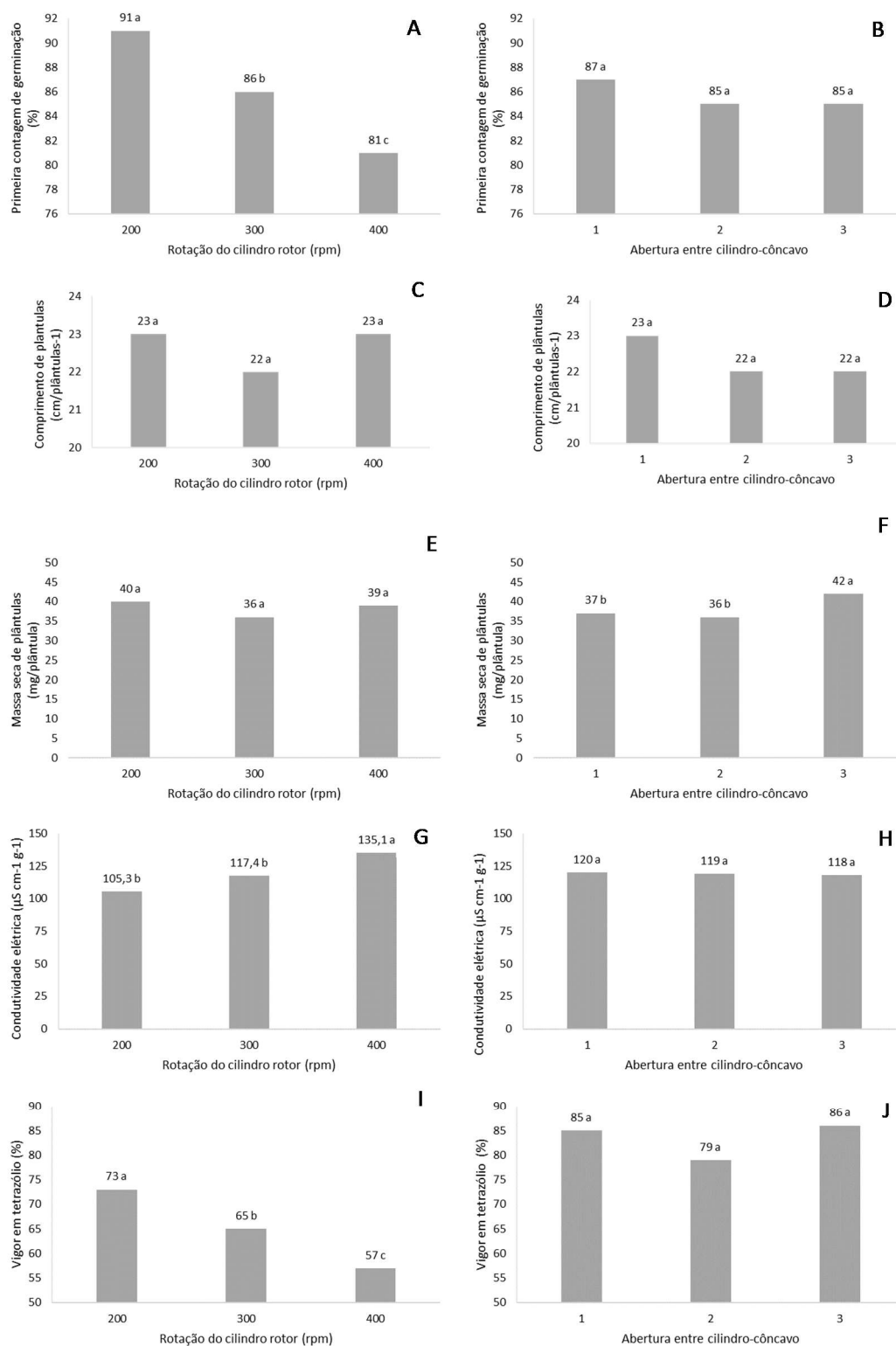
germinação foi diminuindo, chegando a 71% na rotação de 900 rpm. Percebeu-se, portanto, que as colheitas mecanizadas realizadas com rotações menores possuem melhores índices de germinação, pois, as sementes sofrem menos danos mecânicos.

Posteriormente, ao analisar as aberturas 1, 2 e 3 (Figura 3B), foi possível perceber que elas não demonstraram nenhuma diferença estatística para a germinação, tendo um valor médio de 88%. Isto é, apesar de verificar que a viabilidade em tetrazólio, conforme evidenciado (Figura 3D) tem-se nenhuma diferença estatística nas aberturas 1 e 3, em relação a abertura 2 – trata-se de uma diferença numérica irrelevante à análise empreendida.

No teste de Primeira Contagem de Germinação (PCG) (Figura 4A), tem-se que a menor rotação do cilindro rotor, de 200 rpm, apresentou sementes com maior vigor. Nesse ínterim, é sabido que quando da diminuição da qualidade fisiológica, um dos primeiros efeitos é a redução da velocidade de germinação. Assim, como o teste de Primeira Contagem de Germinação (PCG) avalia a velocidade do processo germinativo, o torna um bom indicador do vigor em sementes (DIAS *et al.*, 2021; MARCOS-FILHO, 2015).

Os testes de Comprimento de Plântula (CP) (Figura 4E) e de Massa Seca de Plântula (MSP) (Figura 4C) não apresentaram um padrão, como verificado nos outros testes de vigor para a velocidade de rotação do cilindro rotor realizados. Logo, têm-se que os testes em questão não apontaram alguma eficiência para avaliar o vigor das sementes de grão-de-bico.

Ao observar as três aberturas existentes (1, 2 e 3) entre cilindro-côncavo que foram aqui testadas, foi possível notar que elas demonstraram não exercer influência sobre a qualidade das sementes. De fato, a abertura entre cilindro-côncavo somente apresentou diferença estática na Massa Seca de Plântulas (MSP), conforme evidenciado (Figura 4F) obtendo o maior valor de 42 mg na abertura 3. Para as demais análises – a Primeira Contagem de Germinação (PCG), conforme evidenciado (Figura 4B); o Comprimento de Plântula (CP), conforme evidenciado (Figura 4D); a Condutividade Elétrica (CE), conforme evidenciado (Figura 4H); e, Vigor em Tetrazólio (VIG), conforme evidenciado (Figura 4J), não houve influência nos resultados obtidos.



**Figura 4** Efeito da rotação do cilindro rotor (rpm) e da abertura entre cilindro-côncavo nos índices de vigor: Primeira Contagem de Germinação (A e B), Comprimento de Plântula (CP) (C e D), Massa Seca de Plântula (MSP) (E e F), Condutividade Elétrica (CE) (G e H) e Vigor em Tetrazólio (VIG) (I e J) durante a colheita mecanizada de sementes de grão-de-bico do tipo Desi, médias seguidas da mesma letra não diferem de acordo com o teste de scott-knott ( $p \leq 0,05$ ).

Na realização do teste de Condutividade Elétrica (CE) (Figura 4 G), as rotações 200 e 300 rpm apresentaram menores resultados (105,3 e 117,4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ), indicando que sofreram danos menores no processo de colheita mecanizada. Em um estudo realizado por Dias *et al.* (2021) sobre diferentes rotações do cilindro rotor na colheita mecanizada do grão-de-bico, os resultados estatísticos não apontaram alguma significância, mas, numericamente, constatou-se algum aumento da Condutividade Elétrica (CE) das soluções com sementes das rotações mais elevadas.

Para avaliar o Vigor em Tetrazólio (VIG) (Figura 4I), têm-se índices maiores em baixa rotação, indicando que plantas colhidas na velocidade de 200 rpm as plantas são mais vigorosas, correspondendo aos resultados semelhantes que foram obtidos por Bonfim *et al.* (2019) e Dias *et al.* (2021). Ali se tem o relato de que o uso de menores rotações do cilindro rotor na colheita de sementes de soja e do grão-de-bico resultam em sementes mais vigorosas, em comparação às sementes que foram colhidas em rotações elevadas, correspondendo aos dados obtidos na presente investigação.

Em relação ao desdobramento da rotação do cilindro rotor e à abertura entre o cilindro-côncavo no Comprimento de Plântula (CP), tem-se que o máximo comprimento de plântula (Tabela 2) atingido corresponde a 24,2cm plântula<sup>-1</sup> e o mínimo a 20,00cm plântula<sup>-1</sup>. Tais medidas podem ser obtidas devido à diferença na velocidade, de 300 rpm, e na abertura 3, que proporcionaram um comprimento menor. Para o comprimento máximo, como configurações, tem-se a diminuição da velocidade, utilizando 200 rpm, e a abertura ainda em 3. Ademais, não foi possível observar diferença na rotação de 300 rpm e na abertura 1 em relação às demais aberturas, obtendo comprimento máximo de 23,4cm plântula<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Efeito da velocidade do cilindro rotor (200, 300 e 400 rpm) e da abertura entre o cilindro-côncavo (1, 2 e 3) durante a colheita mecanizada de sementes de grão-de-bico do tipo Desi, no comprimento de plântulas (cm plântula<sup>-1</sup>).

	1	2	3
200	21,9aB	22,0Ab	24,2aA



300	23,4aA	21,2Ab	20,0bB
400	22,2aA	22,5Aa	22,8aA

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, minúscula na coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Conforme evidenciado (Tabela 3) a velocidade de 400 rpm em combinação com a abertura 2 é a regulação utilizada na máquina, que apresentou maior prejuízo ao Viabilidade em Tetrázólio (VIA), obtendo uma média de 66%.

**Tabela 3.** Efeito da velocidade do cilindro rotor (200, 300 e 400rpm) e da abertura entre o cilindro-côncavo (1, 2 e 3) durante a colheita mecanizada de sementes de grão-de-bico do tipo Desi, no Viabilidade em Tetrázólio (VIA) (%).

	1	2	3
200	85aA	90Aa	91aA
300	86aA	81Aa	82aA
400	83aA	66Bb	86aA

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, minúscula na coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

## **5. CONCLUSÕES**

O efeito de rotação do rotor para determinar a qualidade das sementes de grão-de-bico do tipo Desi possuem impacto significativo. Assim, com base nas sementes colhidas com a colhedora de fluxo axial da marca John Deere, modelo 9770 STS, e com o teor de água da semente correspondendo a 10%, obteve-se que a rotação de 200 rpm, refletem em qualidade fisiológica superior. As aberturas cilindro-concavo não causam perda na qualidade fisiológica da semente.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9740**: Colhedora autopropelida de grãos – Determinação das características técnicas e de desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. 13 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93 p. (Contribution nº 32).

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. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, Recife, v. 10, n. 1, p. 102-109, 2015.

AZEVEDO, M. R. Q. ; GOUVEIA, J. P. G. de; TROVÃO, D. M. de M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 7, n. 3, p. 519-524, 2003.

BOMFIM, J. L.; LIVAI, J.; CARVALHO, T. C. de. Interferência de diferentes velocidades do rotor trilhador, de uma colhedora axial no atributo físico e fisiológico de sementes de soja. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, PR, v. 12, n. 3, p. 31-38, set./dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. **Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**. Brasília, 2013. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy\\_of\\_INN45de17desetembrode2013.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf). Acesso em: 26 dez. 2022.

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

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Comex Stat. **Exportação e importação geral**. Brasília, 2022. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 26 dez. 2022.

CAMOLESE, H. S.; BAILO, F. H. R.; ALVES, C. Z. Perdas quantitativas e qualitativas de colhedoras com trilha radial e axial em função da umidade do grão. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 21-29, 2015.

CASSIA, Marcelo T.; VOLTARELLI, Murilo A.; SILVA, Rouverson P. da; ZERBATO, Cristiano; LIMA, Pedro H. de. Monitoramento da operação de colheita mecanizada de sementes de soja. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 19, n. 12, p. 1209-1214, 2015.

CASTILHO, I. M.; CATÃO, H. C. R. M.; CAIXETA, F.; MARINKE, L. de S.; MARTINS, G. Z.; MENEZES, J. B. de C.. Teste de condutividade elétrica na

avaliação do potencial fisiológico de sementes de grão de bico. **Revista de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 42, n. 3, p. 691-697, 2019.

CHIODEROLI, C. A.; SILVA, R. P. da; NORONHA, R. H. de F.; CÁSSIA, M. T.; SANTOS, E. P. dos. Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 71, n. 1, p. 112-121, 2012.

COSIANSI, R.; COIRINI, J.; GODOY, S. H.; HAYIPANTELI, S. Mecanización en el cultivo del garbanzo. In: CARRERAS, Julia; MAZZUFERI, Vilma; KARLIN, Marcos (Eds.). **El cultivo de garbanzo en Argentina**. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2016. p. 293-320. 567 p.

COSTA, C. A. da; MENEZES, J. B. C.; SOUZA, J. T. A. de; BRANDÃO JUNIOR, Delacyr da Silva; PARAÍSO, H. A.; GOMES, L. S. de P.; SANTOS, G. B. Adequação do teste tetrazólio para concentração, temperatura e tempo de embebição, e sua influência na qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico. In: I Congresso Luso-Brasileiro de Horticultura, Sessão Horticultura Herbácea (Olericultura), Universidade Federal de Minas Gerais, [s. l.], p. 408-414, [s. d]. **Anais...** [s. l.], [s. d]. Disponível em: [https://aph.aphorticultura.pt/wp-content/uploads/2019/10/adequa%C3%A7%C3%A3o\\_do\\_teste\\_tetraz%C3%B3lio\\_para\\_concentra%C3%A7%C3%A3o\\_temperatura.pdf](https://aph.aphorticultura.pt/wp-content/uploads/2019/10/adequa%C3%A7%C3%A3o_do_teste_tetraz%C3%B3lio_para_concentra%C3%A7%C3%A3o_temperatura.pdf). Acesso em: 26 dez. 2022.

DIAS, L. B. X.; QUEIROZ, P. A. de M.; FERREIRA, L. B. da S.; SANTOS, W. V. dos; FREITAS, M. A. M. de; SILVA, P. P. da; NASCIMENTO, W. M.; LEÃO-ARAÚJO, É. F. Teste de condutividade elétrica e embebição de sementes de grão-de-bico. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.**, Recife, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2019.

DIAS, L. B. X.; QUEIROZ, P. A. de M.; CASTRO, T. C. de C.; FREITAS, M. A. M. de; LEÃO-ARAÚJO, É. F.; NASCIMENTO, W. M. Physiological quality of mechanically harvested chickpea seeds. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 29, p. 28-35, 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. FAOSTAT. **Área colhida, rendimento e produção nos principais países produtores de grão-de-bico**. [<https://www.fao.org/faostat/en/#home>], 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. FAOSTAT. **Área colhida, rendimento e produção nos principais países produtores de grão-de-bico**. [<https://www.fao.org/faostat/en/#home>], 2021.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina, PR: EMBRAPA, CNPSo, 1998. 72 P. (EMBRAPA CNPSo Documentos nº 116).

GIORDANO, J.; SÁNCHEZ, F.; MÉNDEZ, J.; PEIRETTI, J.; BRAGACHINI, M. **Eficiencia de cosecha de garbanzo**. [S. l.]: [s. n.], 2012.

HOLTZ, V.; REIS, E. F. dos. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa. **Rev. Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 3, p. 347-353, maio/jun. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/MFwmg8jdkCKxYWqdx7wm5Mh/?lang=pt>. Acesso em: 26 dez. 2022.

KHAMSSI, N. N.; GOLEZANI, K. G.; SALMASI, S. Z.; NAJAPHY, A.. Effects of water deficit stress on field performance of chickpea cultivars. **Afr. J. Agric. Res.**, v. 5, n. 15, p. 1973-1977, ago. 2010.

LADIZINSKY, G. A new Cicer from Turkey. **Notes from the Royal Botanic Garden**, Edinburgh, v. 34, p. 201-202, 1975.

MARCOS-FILHO, Júlio. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999. p. 1-24.

NASCIMENTO, W. M. (Coord.). Pesquisa sobre consumo de grão-de-bico. **Embrapa Hortaliças**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/pesquisa-grao-de-bico>. Acesso em: 12 jan. 2023.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P. da; ARTIAGA, O. P.; SUINAGA, F. A.. Grão-de-bico. In: NASCIMENTO, Warley Marcos (Ed.). **Hortaliças leguminosas**. Brasília: EMBRAPA, 2016. p. 89-118. 232 p.

NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, H. B. S. Veiga; GIORDANO, L. de B. (Eds.). **Cultivo do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)**. Brasília: EMBRAPA, CNPH, 1998. 11 p. (Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças nº 14).

PAIVA, L. E.; MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A. C.. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, MG, v. 24, n. 4, p. 846-856, out./dez. 2000.

PUZZI, D.. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1989. 603 p.

QUEIROGA, V. de P.; GIRÃO, E. G.; ALBUQUERQUE, E. M. B. de. (Eds.). **Grão de bico (*Cicer arietinum* L.): tecnologias de plantio e utilização**. Campina Grande, PB: AREPB, 2021. 199 p.

ROORKIWAL, M.; RATHORE, A.; DAS, R. R.; SINGH, M. K.; JAIN, A.; SRINIVASAN, Sa.; GAUR, P. M.; CHELLAPILLA, B.; TRIPATHI, S.; LI, Y.; HICKEY, J. M.; LORENZ, A.; SUTTON, T.im; CROSSA, J.; JANNINK, J.; VARSHNEY, R. K. Genome-enabled prediction models for yield related traits in chickpea. **Front. Plant Sci.**, [s. l.], v. 7, nov. 2016.

ROSA, M. R.. **Metodologia padronizada para o teste de germinação em sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)**. 2020. 37 p. Trabalho de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Urutaí, GO, 2020. Disponível em: [https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1408/7/tcc\\_Marina\\_Rodrigues\\_Rosa.pdf](https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1408/7/tcc_Marina_Rodrigues_Rosa.pdf). Acesso em: 12 jan. 2023.

SANTOS, C. G. dos; DALLMEYER, A.. Colhedoras: diferentes sistemas de trilha e separação. **Revista A Granja**, ed. 792, 2014. Disponível em: <https://edcentaurus.com.br/agranja/edicao/792/materia/6527>. Acesso em: 12 jan. 2023.

SCHLICHTING, M.; PETRY, C.; DUTRA, C. Braga. Qualidade de sementes de *Cicer arietinum* L. para produção de brotos germinados. **Cadernos de Agroecologia – Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, São Cristóvão, SE, v. 15, n. 2, 2020. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/5781/4173>. Acesso em: 12 jan. 2023.

SILVA, V. N.; ZAMBIASI, C. A.na; TILLMANN, M. Â. A.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Condução do teste de condutividade elétrica utilizando partes de sementes de feijão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 206-213, 2014.

SINGH, V. K.; KHAN, A. W.; JAGANATHAN, D.; THUDI, M.; ROORKIWAL, M.; TAKAGI, H.; GARG, V.; KUMAR, V.; CHITIKINENI, A.; GAUR, P. M.; SUTTON, T.im; TERAUCHI, R.; VARSHNEY, Rajeev K. QTL-seq for rapid identification of candidate genes for 100-seed weight and root/total plant dry weight ratio under rainfed conditions in chickpea. **Plant Biotechnol. J.**, v. 14, n. 11, p. 2110-2119, 2016.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999. p. 1-24.

WOOD, J. A.; KNIGHTS, E. J.; CHOCT, M.. Morphology of Chickpea Seeds (*Cicer arietinum* L.): comparison of desi and kabuli. **Int. J. Plant Sci.**, [s. l.], v. 172, n. 5, p. 632-643, jun. 2011.