



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE GRÃO DE BICO A *Sitophilus zeamays* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

LETICIA SILVA E CARVALHO

**Ipameri-GO
2024**

M
E
S
T
R
A
D
O

LETICIA SILVA E CARVALHO

RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE GRÃO DE BICO A *Sitophilus zeamays* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Câmpus de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para a obtenção de Mestre.

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

SS586 Silva e Carvalho, Leticia
lr RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE GRÃO DE BICO A
 Sitophilus zeamays (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) /
 Leticia Silva e Carvalho; orientador Flávio Gonçalves
 de Jesus. -- Ipameri, 2024.
 31 p.

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

 1. Cicer arietinum. 2. Caruncho. 3. Antibiose. 4.
 Antixenose. I. Gonçalves de Jesus, Flávio , orient. II.
 Título.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE GRÃO-DE-BICO A *Sitophilus zeamays* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)”

AUTOR(A): Leticia Silva e Carvalho

ORIENTADOR(A): Flávio Gonçalves de Jesus

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

Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus (Orientador)
Instituto Federal Goiano Urutai – GO



Documento assinado digitalmente

FLAVIO GONCALVES DE JESUS

Data: 09/09/2025 13:52:05-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. André Cirilo de Sousa Almeida
Instituto Federal Goiano



Documento assinado digitalmente

ANDRE CIRILO DE SOUSA ALMEIDA

Data: 26/09/2024 13:16:43-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Márcio da Silva Araújo

Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri – GO



Documento assinado digitalmente

MARCIO DA SILVA ARAUJO

Data: 04/06/2024 14:26:38-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Registro de Declaração

Número: 252

Livro: R-01 Folhas: 04A

Data: 28/05/2024

Assinatura:

Data da realização: 28 de Maio de 2024



AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus primeiramente, por me ajudar a vencer os obstáculos que passei para estar aqui.

Aos familiares, que de longe, sempre me apoiaram nessa jornada acadêmica. Em especial os meus pais, que sempre me incentivaram a estudar, meus irmãos Eduardo e Kauan que sempre com muito carinho estiveram no meu lado. Minha cunhada, mais meus afilhados Antônio e Francisco que me deram força para continuar.

A família Porto Pacheco, que me acolheram em Ipameri e sempre que precisei estiveram do meu lado.

Aos meus colegas do mestrado, Bruna, Cintia, Francisca e Wanderson pela ajuda, os quais pude confiar em todos os momentos.

A Embrapa hortaliças pelos genótipos de grão de bico fornecidos.

Ao professor orientador Dr. Flávio Gonçalves de Jesus, pelo apoio na elaboração e andamento do projeto em questão.

Ao professor de química Hebert Dias e sua orientada Carolina que nos auxiliaram no laboratório de química.

A minha amiga Doutora em entomologia Jéssica Ferreira, que de longe sempre me apoiou e me ajudou no que precisasse.

A todo corpo docente do programa de pós graduação, seja pelos ensinamentos e ajuda disponibilizada.

Aos funcionários da Universidade Estadual de Goiás – UEG, pela ajuda nos projetos de pesquisa.

A Capes, pela concessão da bolsa de estudo.

E a todos que colaboraram seja de forma direta, ou indireta fizeram para a realização desse projeto.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	iv
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	3
2.1 Local dos experimentos.....	3
2.2 Criações de <i>Sitophilus oryzae</i>	3
2.3 Resistência de variedades de grão de bico a <i>Sitophilus oryzae</i>	3
2.4 Composição proximal.....	4
2.5 Avaliação fitoquímica.....	4
2.6 Análise estatística.....	7
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
4 CONCLUSÃO.....	16
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

RESUMO

A cultura do grão-de-bico é a segunda leguminosa mais consumida no mundo, sendo importante na alimentação de populações carentes no quesito obtenção de proteína. No Brasil sua produção é incipiente, sendo necessário importar grande totalidade do grão que é consumido. *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) é uma praga de ocorrência mundial e grãos armazenados de cereais, porém com potencial de causar danos e perdas ao grão de bico armazenado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de genótipos de grão de bico a *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). Os experimentos foram realizados em laboratório e utilizaram os genótipos: Desi 1605, Desi 10209, Desi 10108, Desi 1606, Desi 10159, BRS Toro, BRS Aleppo, BRS Kalifa, BRS Cícero e BRS Cristalino, provenientes do Programa de Melhoramento de Hortaliça Leguminosas da Embrapa Hortaliças. A resistência dos genótipos de grão de bico foi avaliada aos 30, 60, 90 e 120 dias após a infestação da praga, determinando os parâmetros: número de insetos vivos e mortos, consumo e porcentagem de grãos danificados pela praga em cada genótipo. O genótipo Desi 10209 mostrou resistência ao *Sitophilus oryzae*. *Sitophilus oryzae* tem potencial de causar danos significativos em grãos armazenados de grão de bico. O cultivar de grão de bico BRS Cícero mostrou suscetibilidade e os demais cultivares resistência moderada a *Sitophilus oryzae*.

Palavras-chave: *Cicer arietinum*, Caruncho, Antibiose, Antixenose.

ABSTRACT

Chickpeas are the second most consumed legume in the world and are important for feeding underserved populations due to their protein content. In Brazil, their production is incipient, requiring the import of a large portion of the grain consumed. *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) is a worldwide pest of stored cereal grains, but it has the potential to cause damage and losses to stored chickpeas. The objective of this study was to evaluate the resistance of chickpea genotypes to *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). The experiments were conducted in the laboratory and used the following genotypes: Desi 1605, Desi 10209, Desi 10108, Desi 1606, Desi 10159, BRS Toro, BRS Aleppo, BRS Kalifa, BRS Cícero, and BRS Cristalino, from the Vegetable and Legume Breeding Program of Embrapa Hortaliças. The resistance of the chickpea genotypes was evaluated at 30, 60, 90, and 120 days after pest infestation, determining the following parameters: number of live and dead insects, consumption, and percentage of grains damaged by the pest in each genotype. The genotype Desi 10209 showed resistance to *Sitophilus oryzae*. *Sitophilus oryzae* has the potential to cause significant damage to stored chickpea grains. The chickpea cultivar BRS Cícero showed susceptibility and the other cultivars moderate resistance to *Sitophilus oryzae*.

Keywords: *Cicer arietinum*, Rice weevil, Antibiosis, Antixenosis.

1 INTRODUÇÃO

O grão-de-bico é cultivado em mais de 56 países e a maior parte de seu plantio e consumo encontram-se em países em desenvolvimento, como no subcontinente Indiano, Oeste da Ásia, Norte e Leste da África, Sudoeste Europeu e América Central (NASCIMENTO *et al.*, 2016; FAOSTAT, 2018).

A crescente demanda de consumo da leguminosa tem estimulado o cultivo em regiões não tradicionalmente produtoras, tal como no cerrado brasileiro (RODRIGUES; CIPRIANO, 2017). Em conjunto a isso, o grão de bico configura-se como uma promissora alternativa de produção para a diversificação dos sistemas de plantio em várias regiões do país (ASMUS e ARAÚJO, 2023). Sua relevância à afinidade entre alimentação e qualidade de vida, nos últimos anos, a indústria de alimentos tem corroborado grande interesse por matérias primas enriquecidas, especialmente de vitaminas, fibras e minerais, os quais são fundamentais para a manutenção do organismo e benéficos à saúde do consumidor. (JAIME *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*; 2018). Frente a isso vários estudos têm sido realizados como análises de metabólitos primários e secundários.

Diversos fatores podem influenciar na produção de grão-de-bico. Dentre as pragas que danificam os grãos de bico estão os insetos do gênero *Sitophilus* classificados como as pragas mais destrutivas no pós colheita. No Brasil, o gênero *Sitophilus* (coleoptera: Curculionidae) comumente se destaca entre os insetos de maior incidência nos grãos armazenados, sendo classificados como pragas primárias internas, que encerram seu ciclo de vida no interior de apenas um grão (MILANI, 2021). O gênero *Sitophilus* compreende algumas das pragas mais destrutivas de cereais acondicionados (DEVI *et al.*, 2017).

A espécie *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) causa danos qualitativos e quantitativos em pulses, devido ao seu elevado potencial biótico, possuir múltiplos hospedeiros e propiciar infestação cruzada (ADAK *et al.*, 2020; BEGER *et al.*, 2023). O adulto de *S. oryzae* apresenta quatro manchas castanho-alaranjada, nos élitros, uma armadura bucal trituradora na extremidade do rostro, um par de antenas clavadas e cerca de 3 mm de comprimento, podendo eventualmente voar (SOUSA.; *et al* 2022).

Dentre os métodos de controle, a resistência de plantas a insetos é promissora. As plantas podem apresentar três tipos de resistência: não preferência – que é resultado do efeito adverso da planta sobre o comportamento do inseto, influenciando os métodos de alimentação, oviposição e abrigo; antibiose – que é a consequência negativa sobre a biologia do inseto, resultando em redução de características como vigor, crescimento reprodução e sobrevivência, isolada ou conjuntamente; e tolerância - quando a planta apresenta aptidão para

crescer e produzir sem perdas significativas, apesar de atacada por uma população de insetos aproximadamente igual à que prejudica a produção de plantas suscetíveis. Para transferência ao termo de não preferência, propuseram à designação antixenose, considerando tanto a influência de metabólitos secundários das plantas que operam nas respostas dos insetos na seleção dos hospedeiros como as defesas morfológicas (VIEIRA *et al.*, 2017).

Outros métodos utilizados no controle dos insetos pragas de grãos armazenados, cita-se: o resfriamento artificial, o controle da umidade e da temperatura, como métodos físicos. No Brasil, o principal método empregado é o químico, por meio de inseticidas protetores ou pela fumigação. A fumigação é feita em geral, com uso de fosfina (gás tóxico para armazenamento) e tem como uso de modo curativo, que tem como fundamental objetivo controlar as pragas nos silos de armazenagem e, por conseguinte, evita a redução do peso dos grãos. Dentre as metodologias de controle, pode-se citar o manejo integrado de pragas de grãos armazenados (LORINI *et al.*, 2015).

Medidas preventivas são importantes para realizar o controle de pragas no armazém, além de mais baratas são de fácil efetivação. Essas medidas englobam a limpeza adequada das instalações antes de receber o produto, eliminação dos resíduos originados na unidade para impedir a proliferação de insetos e fungos e em seguida deve ser feita a higienização por nebulização e/ou pulverização de inseticidas. Estes mesmos autores ressaltam que os métodos físicos de controle como: temperatura, umidade, atmosfera controlada, uso de pós inertes na dessecação (inseticida natural), remoção física, radiação e luz, são medidas eficazes para o controle de pragas (Lorini *et al.*, 2015).

O objetivo deste estudo foi avaliar os danos de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) em genótipos de grão de bico dos tipos Desi e Kabuli.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas, do Instituto Federal Goiano, Campus de Urutaí, para determinar os tipos e graus de resistência em genótipos de grão de bico. A composição nutricional dos genótipos de grão de bico foi quantificada no Laboratório de Nutrição e a caracterização dos metabólitos secundários em cada genótipo, no Laboratório de Química Orgânica do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí.

Os genótipos de grão de bico: Desi 1605, Desi 10209, Desi 10108, Desi 1606, Desi 10159, Toro, Aleppo, Kalifa, Cícero e Cristalino, foram provenientes do Programa de Melhoramento de Hortaliça Leguminosas da Embrapa Hortaliças.

2.2 Criações de *Sitophilus oryzae*

Insetos de *S. oryzae* foram criados em potes de vidro com capacidade de dois litros com a parte superior coberto com tecido do tipo Organdy (voile). Os potes continham grãos de milho da variedade comercial AG 1051 que foram mantidas em ambiente controlado ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, fotoperíodo de 12:12 h L: D, e 70% UR). Periodicamente os grãos e insetos foram removidos e retornados em outro pote com grãos da mesma variedade comercial.

2.3 Resistência de variedades de grão de bico a *Sitophilus oryzae*

O experimento foi instalado em recipientes de plástico com capacidade de 200 mL, onde cada recipiente recebeu 40 g de grãos de bico de cada genótipo e infestados com dez insetos adultos, recém emergidos e colocados em sala em ambiente controlado ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de U.R e fotofase de 12 horas).

A resistência dos genótipos de grão de bico foi avaliada aos 30, 60, 90 e 120 dias após a infestação da praga. Aos 30 dias após a infestação, o conteúdo do frasco foi colocado em peneira com malha de 0,59 mm e determinando os seguintes parâmetros: número de insetos vivos e mortos, consumo e porcentagem de grãos danificados pela praga em cada genótipo. O consumo de grãos foi determinado pela equação: $40 \text{ g (peso inicial do grão)} - \text{g de grão restante} = \text{peso do grão consumido aos 30 dias}$. Os mesmos procedimentos foram realizados

aos 60, 90 e 120 dias após a infestação da praga. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dez tratamentos (genótipos) e quatro repetições.

2.4 Composição proximal

No ensaio de determinação da umidade relativa, foi empregado o método gravimétrico. Para isso, a amostra foi aquecida a 105°C, em estufa de convecção, até consolidar o peso, seis horas. Determinou-se a quantidade de cinzas através da calcinação das amostras em mufla a 550°C por cinco horas (Association Of Official Analytical Chemistry, 2010). Os valores protéicos foram formados a partir de correlação de nitrogênio totais presente na amostra e fator da conversão apropriado para amostras vegetais (6,25), segundo metodologia descrita pela Association of Analytical Chemistry (2010), de acordo com o método Kjeldah. A determinação de fibra bruta total deu-se conforme metodologia descrita por SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. (2009). Para definir o valor médio do extrato etéreo, utilizou-se como solvente a mistura do clorofórmio, metanol e água (1:2: 0,8) (BLIGH, E. G.; DYER, W. J., 1959). A quantidade relativa de carboidratos foi acurada por diferença e o valor energético total (VET) foi inferido a partir da conversão de Atwater, que institui valores de 4 kcal/g para carboidratos, 4 kcal/g para carboidratos e 9 kcal/g para lipídeos.

2.5 Avaliação fitoquímica

Os experimentos foram instalados no Laboratório de Química Orgânica do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí. Grãos de cada genótipo foram triturados e acondicionados a um frasco de erlenmeyer de 1000 mL, juntamente com etanol 95% (P.A., Neon, São Paulo, Brasil), na proporção de 1: 5 (m/v). Esta mistura foi agitada por 7 dias, filtrada e evaporada em evaporador rotativo (modelo Fisatom, São Paulo, Brasil) até a secura. Os extratos foram mantidos à temperatura ambiente, sob vácuo em dessecador até formar o extrato seco. Para a análise dos metabólitos secundários presentes na matéria seca, foi utilizada a dinâmica de metodologias descrita Matos (1988), conforme reportado a seguir. Todos os testes foram realizados em triplicatas, sendo a presença de metabólitos de cada classe de compostos classificada como (+) reagente e (-) não reagente (LEITE *et al.*, 2024).

Purinas - Em tubo de ensaio acrescentou-se 2 mL do extrato etanólico com 3 gotas de solução aquosa de ácido clorídrico 6 mol. L⁻¹ (Neon, Suzano-SP, Brasil) e duas gotas de solução aquosa de peróxido de hidrogênio 30%. Evaporou-se a solução em banho-maria a 90 ± 1,0°C. Nesta fase ocorreu a formação de um resíduo de coloração vermelha. Em seguida,

adicionou-se 3 gotas de uma solução aquosa de hidróxido de amônio 6 mol. L⁻¹ (Vetec, Duque de Caxias-RJ, Brasil) e homogeneizou-se por 30 segundos. A tonalidade violeta indica resultado positivo para compostos purínicos.

Ácidos orgânicos - Dissolveu-se 3 mL do extrato em 5 mL de água destilada. Em seguida, filtrou-se a amostra com gaze e 2 mL do sobrenadante foi acrescentado em um tubo de ensaio, acrescido de 500 µL do reativo de Pascová, solução A (dissolveu em 100 mL de etanol (Neon; Suzano-SP, Brasil) 0,075 g de verde de bromocresol (Neon, Suzano-SP, Brasil) e 0,25 g de azul de bromofenol (Isofar, Duque de Caxias-RJ, Brasil), e solução B (dissolveu em 100 mL de água, 0,26 g de permanganato de potássio (Merck, Rio de Janeiro-RJ, Brasil) e 0,25 g de carbonado de sódio decahidratado (Sigma-Aldrich, São Paulo-SP, Brasil). Misturou-se 9 partes de A para 1 parte de B somente no momento de usar. A descoloração do reativo é indicativa da presença positiva de ácidos orgânicos na amostra.

Cumarinas - Em tubo de ensaio, foi depositado 3 mL do extrato. A seguir, tampou-se o tubo com papel filtro com gramatura 80 g/m² e com 5 cm de diâmetro, e impregnou-se o mesmo com 3 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio 10% (m/v) (Êxodo Científica; Sumaré-SP, Brasil). Em seguida, aqueceu-se o tubo em banho-maria a 100 ± 1,0°C por 10 minutos. Após esfriar a temperatura ambiente de 25 ± 1,0°C, o papel foi analisado sob luz ultravioleta nos comprimentos de ondas (254 e 365 nm). O efeito positivo é observado pela fluorescência nas cores amarela ou verde.

Polissacarídeos - Dissolveu-se 25 mg do extrato seco em 5 mL de água destilada. Após isso, filtrou-se a solução e adicionou-se 2 gotas de Lugol (Farmax, Divinópolis-MG, Brasil). O aparecimento da cor azul indica resultado positivo. 10 g de iodeto de potássio (Vetec, Duque de Caxias-RJ, Brasil) com 5 de iodo (Impex, Novo Hamburgo-RS, Brasil) foram triturados, e acrescenta-se pequenas quantidades de água, em seguida, transportou a solução para balão volumétrico de 100 mL, completando o volume com água.

Açúcares redutores - Dissolveu-se 25 mg do extrato seco em 5 mL de água destilada. A solução foi filtrada em um tubo de ensaio, e a este foi acrescentado 2 mL do reativo de Fehling A e 2 mL do reativo Fehling B. Logo após, aqueceu-se a solução em banho-maria em ebulição durante 5 min. O princípio de um precipitado vermelho-tijolo, sugere presença de açúcares redutores. Para a preparação do Fehling A, 3,46 g de sulfato de cobre penta hidratado (Neon, Suzano-SP, Brasil) foi dissolvido em água. Em seguida, transportou-se para um balão volumétrico de 100 mL, completando o volume com água. Para a preparação do Fehling B, 1,73 g de tartarato duplo de potássio e sódio (Dinâmica Química, Indaiatuba-SP, Brasil) foi dissolvido em hidróxido de sódio (Êxodo Científica; Sumaré-SP, Brasil). Após isso, finalizou-se o volume para 100 mL, deixando em repouso por 24 horas.

Fenóis e taninos pirogálicos ou catequitos - Misturou-se 25 mg do extrato seco em 5 mL de água destilada. Após isso, a solução foi filtrada e a esta acrescentou-se 2 gotas de solução alcoólica de FeCl_3 a 1% (m/v) (Dinâmica Química, Indaiatuba-SP, Brasil). Qualquer alteração na coloração ou formação de precipitado é indica reação positiva, quando confrontado com o este em branco (água destilada + FeCl_3). A tonalidade inicial entre azul e vermelho, é indicativo da presença de fenóis. Precipitado azul escuro com tonalidade azulada indica presença de taninos pirogálicos (taninos hidrossolúveis) e de tonalidade esverdeada presença de taninos catéquitos.

Antraquinonas - Misturou-se 25 mg do extrato seco em 5 mL de tolueno (Dinâmica Química, Indaiatuba-SP, Brasil). A solução filtrada com gaze e adicionou 2 mL de solução de NH_4OH 10% (m/v) (Vetec, Duque de Caxias RJ, Brasil). Logo após a isso, agitou-se a solução suavemente. O aparecimento da coloração rósea, vermelha ou violeta na fase aquosa, sugere reação positiva a antraquinonas.

Esteróides - Foi dissolvido 25 mg do extrato seco em 10 mL de clorofórmio (Dinâmica Química, Indaiatuba-SP, Brasil). A solução foi filtrada em carvão ativado, e este filtrado foi transferido para tubo de ensaio, e adicionou-se 1 mL de anidrido acético glacial (Dinâmica Química, Indaiatuba-SP, Brasil). Em seguida, a solução foi agitada suavemente. Logo após, acrescentou-se 3 gotas de H_2SO_4 P.A (Neon, Suzano-SP, Brasil) seguido de nova agitação. O rápido aparecimento de cores que vão do azul evanescente ao verde constante indica implicação positiva para esteróides.

Saponinas espumídicas - Dissolveu-se o extrato em metanol e água destilada com agitação continuada, formando-se duas frações (solúvel e não solúvel). Removida toda a parte solúvel com uma pipeta de Pasteur, empregou-se a não solúvel, que mais uma vez adicionou água para retirar toda substância aquosa, após esse método, esta solução foi transferida para um tubo de ensaio e agitou-a para analisar formação de espuma persistente, indicativo de saponinas.

Alcalóides - Em 5 mL de solução de HCl a 5% (v/v) (Neon, Suzano-SP, Brasil) misturou-se 25 mg de extrato seco. Filtrou-se a solução e esta foi apartada em duas porções de 1 mL em tubos de ensaio. A estes tubos foi adicionado 5 gotas dos reativos: a. Reativo de Dragendorff: precipitado vermelho-tijolo resultado positivo; b. Reativo de Mayer: precipitado branco leva a um resultado positivo. Para a preparação do reativo de Dragendorff, misturou-se 5 g de carbonato de bismuto (Vetec, Duque de Caxias-RJ, Brasil) em 50 mL de água, adicionando cuidadosamente 12 mL de ácido clorídrico P.A (Neon, Suzano-SP, Brasil). Em acrescentou gradativamente 25 g de iodeto de potássio (Vetec, Duque de Caxias-RJ, Brasil). e avolumou-se para 100 mL com água. Para a preparação do reagente de Mayer, misturou-se

1,35 g de cloreto de mercúrio (LabSynth, Diadema - SP, Brasil) com 60 mL de água destilada. Em um segundo frasco, dissolveu-se 5 g de iodeto de potássio (Vetec; Duque de Caxias-RJ, Brasil) em 20 mL de água. Após misturar essas soluções, avoluma-se para 100 ml de água.

Flavonóides - Umedeceram-se diversas áreas de um papel de filtro com o extrato. Em seguida, depositou-se sobre uma das manchas 1 gota de solução etanólica de cloreto de alumínio 5% (m/v) (Vetec; Duque de Caxias-RJ, Brasil). Ao observar-se a mancha em luz ultravioleta (365 nm), qualquer mudança de coloração é indicativa de flavonóides.

2.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade utilizando o software estatístico R (R Development Core Team, 2017) calculada a distância euclidiana como medida de dissimilaridade para identificar os grupos quanto ao grau de resistência dos genótipos de grão de bico ao *S. oryzae*. Também, foi realizada a Análise Discriminante Canônica – CVA para estudar a relação de distância entre os genótipos, bem como sua relação com as variáveis de resistência (R Development Core Team, 2017) para determinar qual variável influenciou no grau de resistência entre os genótipos de grão de bico ao *S. oryzae* (R Development Core Team, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os genótipos de grão de bico apresentaram diferença significativa ($P \leq 0.0005$, $df = 09$) para o NIV e PGD aos 30 dias e NIV, CON e PGD aos 60 dias de armazenamento (Tabela 1). Aos 30 dias, verificou-se diferença significativa, o NIV com o maior número de insetos de *S. oryzae* foram observados nos genótipos: BRS Cristalino, BRS Cícero, BRS Toro, BRS Aleppo e BRS Kalifa. Os demais genótipos de grão de bico apresentaram os menores números de insetos vivos. Da mesma maneira, os genótipos BRS Cristalino, BRS Cícero, BRS Toro, BRS Aleppo e BRS Kalifa, Desi 10108 e Desi 10159 apresentaram os maiores valores da PGD.

Tabela 1. Número médio de insetos vivos – NIV, consumo – CON e porcentagem de grãos danificados – PGD em genótipos de grão de bico após infestação de *Sitophilus Oryzae* (Coleoptera: Curculionidae).

Genótipos	Dias após infestação					
	Trinta			Sessenta		
	NIV	CON	PGD	NIV	CON	PGD
Desi 10108	2,75±1,0b	40,2±0,1	3,1±0,6a	3,2± 1,4b	6,0±0,8b	3,3±0,8a
Desi 10159	3,00±0,4b	40,3±0,6	1,9±0,3a	2,2± 0,5b	5,7±1,1b	4,2±0,4a
Desi 10209	1,75±1,4b	40,3±0,3	0,6 ±0,6b	2,2± 1,4b	2,2±0,2c	0,5±0,5b
Desi 1605	2,50±0,6b	40,4±0,1	1,5±0,1b	1,7± 0,8b	1,5±0,5c	1,1±0,4b
Desi 1606	1,75±0,8b	40,4±0,1	1,3±0,1b	2,5± 1,3b	1,2±0,6c	1,7±0,1b
BRS Aleppo	5,00±0,4a	40,3±0,7	2,6±0,3a	2,7± 0,8b	39,1±0,6a	2,17±0,7b
BRS Cícero	6,25±0,6a	40,4±0,9	2,3±0,2a	11,5±0,7a	38,7±0,1a	5,72±1,8a
BRS Cristalino	6,50±0,4a	40,2±0,5	2,2 ±0,1a	3,7± 0,6b	39,1±0,2a	1,43±0,4b
BRS Kalifa	5,00±0,5a	40,3±0,5	3,0±0,2a	4,7± 2,2b	39,1±0,9a	2,11±0,2b
BRS Toro	6,25±0,8a	40,3±0,1	2,6±0,2a	4,0± 0,6b	39,1±0,9a	2,55±1,0b
F trat	6.01	0.93	5.92	5.97	12.41	3.92
P valor	<0.0005	0.5106	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0022

¹ Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 60 dias após a infestação, o genótipo BRS Cícero proporcionou o maior NIV em comparação aos demais. Insetos de *S. oryzae* alimentaram mais nos genótipos BRS Cristalino, BRS Cícero, BRS Toro, BRS Aleppo e BRS Kalifa e a maior PGD foi nos genótipos BRS Cícero, Desi 10108 e Desi 10159.

Os genótipos de grão de bico também apresentaram diferença significativa ($P \leq 0.0005$, $df = 09$) para o NIV, CON e PGD aos 90 dias e NIV, CON e PGD aos cento e vinte dias de armazenamento (Tabela 2). Aos 90 dias, o genótipo BRS Cícero e Desi 10108 produziram os

maiores NIV. Os genótipos Desi 10209, Desi 1606, Desi 10159, BRS Aleppo e BRS Toro os menores NIV. Também, neste período de armazenamento, insetos de *S. oryzae* alimentaram-se mais em BRS Cícero em comparação aos demais genótipos de grão de bico. Por sua vez grãos de BRS Cícero apresentaram os maiores danos - PGD em comparação aos demais

Tabela 2. Número médio de insetos vivos – NIV, consumo – CON e porcentagem de grãos danificados – PGD em genótipos de grão de bico após infestação de *Sitophilus Oryzae* (Coleoptera: Curculionidae).

Genótipos	Dias após infestação					
	Noventa			Cento e vinte		
	NIV	CON	PGD	NIV	CON	PGD
Desi 10108	15,0±4,1a	38,6±0,1a	4,1± 0,6b	24,0± 7,7b	39,1±0,3b	16,1±1,9b
Desi 10159	6,50±1,5c	38,8±0,2a	4,6±0,4b	8,5± 2,2c	39,7±0,6b	8,6±0,9c
Desi 10209	1,50±1,1c	38,9±0,9a	0,9± 0,5c	2,2± 2,4c	39,9 ±0,8b	2,6±1,3c
Desi 1605	14,5±0,6b	38,7±0,7a	2,6±0,1c	4,7± 1,2c	41,5 ±1,2a	5,3±0,5c
Desi 1606	4,25±0,9c	38,8±0,3a	2,4±0,7c	5,2± 0,6c	39,7±0,5b	5,1±0,9c
BRS Aleppo	9,00±2,5c	38±.40,9a	3,9±0,9b	39,0± 6,1b	39±0,1b	24,2±0,5b
BRS Cícero	34.0 ±1,4a	37.6±0,1b	18.8±0,5a	136,2±6a	34.1±0,1c	98,5±4,0a
BRS Cristalino	12,5±2,9b	38.5±0,1a	5,7±0,9b	44,0± 24b	38 ±0,3b	24,2±3,7b
BRS Kalifa	14,7±2,1b	38.5±0,1a	7,9±1,7b	43,0± 8,7b	38±0,3b	22,9±5,8b
BRS Toro	7,50±1,6c	38.6±0,1a	3,5±0,9b	26,0± 4,1b	39±0,1b	13,5±1,5c
F trat	18.65	15.74	35.01	18.60	18.68	106.97
P valor	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005

¹ Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Aos 120 dias após a infestação, BRS Cícero proporcionou o maior NIV em comparação aos demais. Insetos de *S. oryzae* também alimentaram-se mais neste genótipo, que também apresentou a maior PGD. Ao longo dos períodos de armazenamento, o genótipo BRS Cícero proporcionou o maior NIV, o maior COM e PGD. Já os genótipos de grão de bico Desi 10209, Desi 1606, Desi 1606 e Desi 10159 os menores valores.

A composição proximal ($P \leq 0.0005$, $df = 09$) variaram entre os genótipos de grão de bico (Tabela 3). Os maiores teores de proteína foram verificados em BRS Cícero e Desi 1605 e os menores em BRS Cristalino e Desi 10209. Os maiores teores de lipídeos foram observados em BRS Cristalino, Desi 1606 e Desi 10108 e os menores em Desi 10159. Para o teor de fibra, Desi10209 e Desi 1605 apresentaram os maiores valores em comparação aos demais. Desi 10209 e Desi 10159 apresentaram a maior fração mineral em comparação aos demais genótipos de grão de bico e a maior acidez foi observada nos genótipos Desi 1605,

BRS Aleppo, BRS Toroe Desi 10159.

Tabela 3. Teores de proteína, gordura, fibras, mineral e acidez - Número médio de insetos vivos – NIV, consumo – CON e porcentagem de grãos danificados – PGD em genótipos de grão de bico após infestação de *Sitophilus zeamays* (Coleoptera: Curculionidae).

Genótipos	Proteína	Lipídeos	Fibra	Mineral	Acidez
Desi 10108	14,1±0,2d	6,05±0,3a	6,01±0,1b	3,40±0,1b	1,14±0,03b
Desi 10159	15,6±1,1c	3,84±0,1d	6,17±0,1b	3,61±0,1a	1,21±0,02a
Desi 10209	14,5±1,1d	4,93±0,5c	7,74±0,1a	3,82±0,1a	1,16±0,02b
Desi 1605	18,9±0,3a	4,92±0,5c	7,43±0,2a	3,09±0,1c	1,23±0,07a
Desi 1606	15,7±0,2c	6,44±0,2a	6,36±0,2b	3,40±0,1b	1,10±0,01b
BRS Aleppo	16,4±0,2c	5,34±0,1b	2,57±0,1c	3,06±0,1c	1,22±0,02a
BRS Cícero	19,3±0,2a	4,61±0,2c	2,79±0,1c	3,09±0,1c	1,14±0,03b
BRS Cristalino	14,1±0,1d	6,36±0,4a	2,95±0,1c	3,33±0,1b	1,13±0,02b
BRS Kalifa	15,5±0,3c	4,93±0,5c	2,83±0,1c	3,24±0,1c	1,15±0,01b
BRS Toro	17,4±0,6b	5,42±0,1b	2,63±0,1c	3,40±0,1b	1,22±0,02a
F trat	14,76	8,99	82,32	8,17	2,13
P valor	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0514

¹ Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A UPGMA (Euclidian distance) mostrou que os genótipos de grão de bico influenciaram nos parâmetros biológicos e reprodutivos de *S. oryzae* (Figura1). Os genótipos de grão-de-bico foram agrupados em quatro níveis diferentes de resistência: no grupo I altamente suscetível (BRS Cícero), no grupo II suscetíveis (BRS Cristalino, BRS Kalifa, Desi 10108 e Desi 1606), no grupo III os genótipos moderadamente resistentes (BRS Aleppo e BRS Toro e no grupo IV os genótipos resistentes (Desi 1605, Desi 10159 e Desi 10209).

Para confirmar os níveis de resistência dos genótipos de grão-de-bico a *S. zeamays*, e os parâmetros que influenciaram em cada genótipo, foram realizadas análises de componente principal (Figura 2). O primeiro componente principal (CP1) explicou 74,7% da variabilidade enquanto o segundo componente principal (CP2) concentrou 14,5 da variabilidade. Então: o genótipo suscetível BRS Cícero aparece isolado e os parâmetros NIV e PGD foram os que mais influenciaram neste genótipo. Os genótipos resistentes Desi 10209 e Desi 10159 foram influenciados pelos parâmetros MDG e fração mineral.

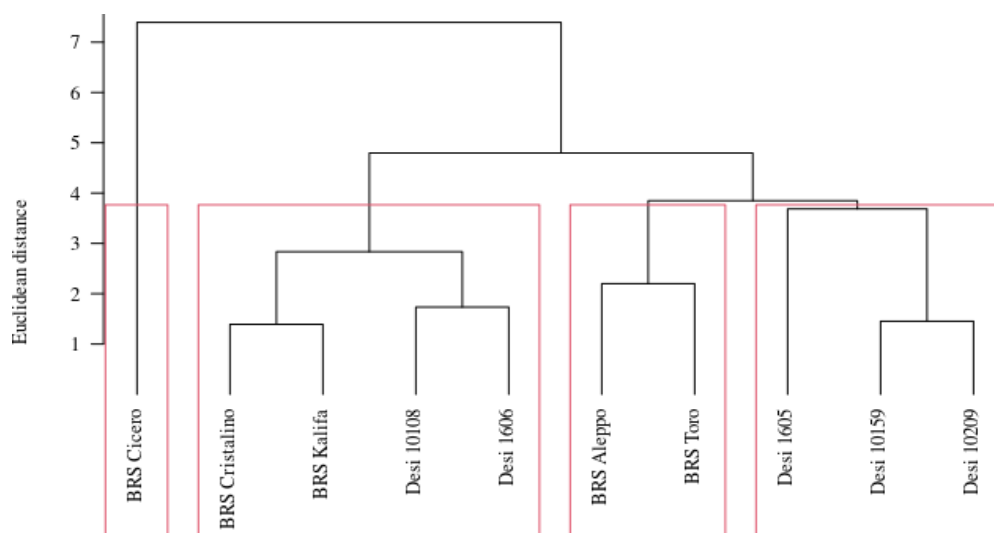


Figura 1. Dendrograma baseado em variáveis biológicas e reprodutiva de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) em diferentes genótipos de grão de bico. Urutaí, Goiás, Brasil.

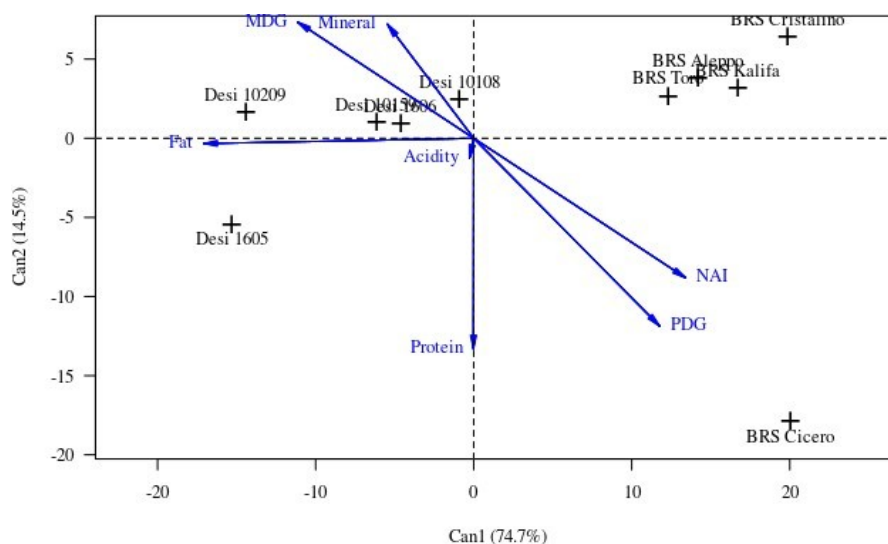


Figura 2. Distribuição dos genótipos de grão-de-bico segundo análise dos componentes principais dos parâmetros obtidos de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) em diferentes genótipos de grão-de-bico. Urutaí, Goiás, Brasil.

Na tabela 4 estão apresentados os resultados de prospecção fitoquímica dos extratos etanólicos dos genótipos de grão do grão-de-bico. No geral, todos os genótipos apresentaram resultados positivos para cumarinas e saponinas, e bem como apresentam como linha geral a ausência de fenóis, taninos, antraquinonas, alcaloides e flavonoides. De acordo com Brum e colaboradores (2011), a ausência representada pelo resultado negativo na prospecção não implica em total inobservância de tais classes de compostos, entretanto define que não foi possível atingir o limite de detecção nos testes qualitativos desenvolvidos (BRUM *et al.*, 2011).

As cumarinas apresentaram resultados positivos para todos os genótipos avaliados de *C. arietinum*). Cumarinas por serem metabólitos secundários, resguardam as plantas de

infecções, agindo como antioxidantes, inibidores de enzimas e substâncias tóxicas (LONCAR *et al.*, 2020; GONÇALVES *et al.*, 2020). Apesar de ser encontrado em todos os genótipos aqui testados, não foi ensaiado em trabalhos na literatura. No estudo para ácidos orgânicos foi possível notar sua presença nos genótipos BRS Kalifa, Desi 1606, Desi 10108, BRS Aleppo e Desi 10159. Estudos presentes na literatura reportam a presença de ácidos orgânicos em grãos de *C. arietinum*, tais como ácidos oxálico, málico, e cítrico, sendo presentes nos grãos crus. Segundo os autores, as concentrações destes metabólitos diminuem com o cozimento ou imersão em água dos grãos, provavelmente por processos oxidativos (SARMENTO *et al.*, 2014). Seguindo esta lógica, os genótipos que não apresentam ácidos orgânicos podem, a princípio, ter sofrido processos oxidativos, o que gera quantidades abaixo do limite de detecção experimental.

Tabela 4. Perfil fitoquímico dos principais metabólitos secundários em extratos etanólico de genótipos de grão-de-bico.

Classes de compostos	Genótipos									
	Desi 10209	BRS Toro	BRS Crista lino	BRS Kalifa	Desi 1606	BRS Cícero	Desi 10108	BRS Aleppo	Desi 1605	Desi 10159
Ácidos	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+
Cumarinas	++	+	+	+	+	+	+++	+	+	+
Polissacarídeos	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+
Açúcares	++	+	-	-	+	-	+	+	++	+
Fenóis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taninos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Antraquinonas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esteroides	+	+	+	+	+	+	++	-	-	-
Triterpenos	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Saponinas	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+
Alcaloides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flavonoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Purinas	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-

(+) = Reagente; (-) = Não reagente. A intensidade da reação é representada por (+), (++) e (+++), sendo que (++) representa visível e indubitável sensibilidade ao teste. Todos os experimentos acima foram feitos em triplicatas.

Nos experimentos indicativos para polissacarídeos foi observado sua presença em Desi, 10209, BRS Cristalino, BRS Cícero, Desi 1605 e Desi 10159. De acordo com Schirato *et al.* (2006), os compostos polissacarídeos estão sendo empregados para tratamento complementar na fase inflamatória, durante o procedimento de lesões cutâneas e também como antisséptico (JAYPRAKASAM *et al.*, 2007). Ye e colaboradores (2016) estudaram

características relacionadas à extração, presença e características químicas dos polissacarídeos presentes nos extratos etanólico de grão-de-bico.

Os autores indicam a partir de análises de espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR) que os polissacarídeos presentes em *C. arietinum* são biomoléculas de alto peso molecular, provavelmente provenientes de paredes celulares. Os autores ainda indicam que estes polissacarídeos apresentam diversos grupos carbonila, bem como presença de anéis pirano, bem como derivações de ácido galático e ligações b-glicosídicas (YE *et al.*, 2016). Tais observações nos levam a propor que a ausência de polissacarídeos em cinco genótipos pode indicar transformação na parede celular destes, diminuindo a quantidade desta biomolécula na estrutura.

A classe de compostos açúcares redutores demonstrou-se presente na maioria das amostras deste estudo. Dois açúcares redutores mais notórios presentes em grãos de *C. arietinum* são a glicose e a frutose (presente nos tecidos vegetais de várias espécies vegetais). A glicose age no sistema nervoso central (SNC) abastecendo de energia, também age no sistema gástrico. A frutose opera como fonte energética para o sistema muscular (GOMES *et al.*, 2017; ARAÚJO; MARTEL, 2009; BARREIROS *et al.*, 2005). Sarmento e colaboradores (2014) descrevem que os açúcares redutores diminuem drasticamente em grãos de *C. arietinum* após processos oxidativos ou degradativos. Esta observação corrobora com a ausência de ácidos orgânicos pela mesma razão, visto que a maioria dos genótipos que apresentam ausência destes metabólitos é a mesma que apresenta ausência de açúcares redutores (SARMIENTO *et al.*, 2015).

As análises fitoquímicas revelaram que fenóis e taninos não foram identificados em nenhuma das amostras. De acordo com (CALINOIU e VODNAR, 2018), o principal motivo que influencia a biossíntese de fenólicos é genético, pois cada planta apresenta um perfil fenólico e as interações genéticas- ambientais podem resultar uma grande flutuação de substância fenólica e da aptidão antioxidante entre diversas espécies e entre cultivares da mesma espécie. Motivos que também podem influenciar o arranjo fenólico dos alimentos vegetais são: composição do solo, condições ambientais e sazonais durante o desenvolvimento da planta, origem geográfica (GOBBO-NETO e LOPES, 2007; CALEGARI *et al.*, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2020), táticas agrônômicas e condições fisiopatológicas da planta (ZIELINSKI *et al.*, 2014), além de tratamentos tecnológicos e condições de produção e armazenamento dos alimentos (DIAS *et al.*, 2013).

No estudo de Boateng e colaboradores (2008), os autores descrevem que em leguminosas como feijões secos tem seu conteúdo fenólico aumentado após o processo de secagem e estabilização. Esta observação foi também feita por Tsai e She (2006), em um

estudo conduzido com ervilhas. Entretanto, no nosso estudo, o conteúdo fenólico demonstrou-se incapaz de assumir concentrações próximas ao limite de detecção. Isto corrobora com os dados apresentados por Siddhuraju e colaboradores (2008), que descrevem que leguminosas cruas, assim como nossos experimentos, apresentam conteúdo fenólico menor que em leguminosas cozidas ou torradas, visto que a solubilidade destes metabólitos e outros aromáticos aumenta com estes processos.

Na prospecção de antraquinonas não foi obtido resultado positivo para nenhuma das amostras. Este resultado reafirma a avaliação feita por Luna *et al.* (2016), em que os pesquisadores não evidenciaram a presença de antraquinonas. Tal observação reitera a diminuição do conteúdo fenólico presente em *C. arietinum* ausente de processos de secagem ou aquecimento. Os fenólicos e os flavonóides são substâncias sensíveis a alguns fatores externos que quando expostos, modificam o conteúdo nos alimentos (Elnour *et al.*, 2018). No estudo feito pelos mesmos pesquisadores em grãos de feijão, tempo de imersão em água, temperatura na qual os grãos são expostos, bem como fatores de estresse influenciam na conservação ou perda desses compostos por degradação ou solubilização. Logo, os autores descrevem também que em nenhuma das amostras. No resultado foram detectados fenóis e flavonoides, corroborando nossos dados experimentais.

Nossa investigação para esteróides nos extratos dos genótipos de *C. arietinum* indicaram reagente em Desi 10209, BRS Toro, BRS Cristalino, BRS Kalifa, Desi 1606, BRS Cícero e Desi 10108. Já triterpenos, observou-se a presença de metabólitos desta classe nos genótipos BRS Aleppo, Desi 1605 e Desi 10159. Os esteróides e triterpenos são compostos comuns nas plantas e em algumas espécies ambos são produzidos. Eles também têm uma extensa gama de aplicações comerciais nos setores de alimentos, cosméticos, farmacêuticos e biotecnologia industrial (THIMMAPA *et al.*, 2014). Já saponinas espumílicas foram identificadas em todas as amostras ensaiadas. A elas são correlacionadas atividades hemolíticas, antivirais, antiinflamatórias e à diminuição da falha congestiva cardíaca, inibindo o fluxo de sódio (GODINHO *et al.*, 2015; SCHENEIDER; WOFLING; 2004).

É importante destacar que as saponinas são uma das principais classes de metabólitos secundários das plantas, ocorrendo em ampla variedade nas leguminosas. Trata-se de um dos principais metabólitos especiais encontrados no grão-de-bico, e compreende em geral cerca de 3,6% do peso seco das sementes. Uma classe diversificada de saponinas glicosídicas compreende uma aglicona esteróide ou triterpênica ligada a uma ou mais porções de açúcar. Os açúcares mais comuns ligados a um aglicona (ou sapogenina) são galactose, xilose ou glicose. Geralmente é caracterizado pela capacidade de formar espuma semelhante a sabão quando agitado em solução aquosa e isso pertence às suas propriedades detergentes e é

responsável por conferir um sabor amargo (HASHIM *et al.*, 2014). Tais dados reiteram a presença de triterpenoides, esteroides e saponinas nos extratos de *C. arietinum*, conforme sintetizado na Tabela 4.

Os genótipos não apresentaram resultados positivos para alcalóides em todos os experimentos (reativos de Dragendorff ou Mayer). De acordo com Luna *et al.* (2016) algumas categorias de alcalóides podem estar coligadas a compostos tóxicos, e outras amplamente utilizadas terapeuticamente com ação analgésica, amebicida, antimalárica e vasoconstritora. A literatura é bastante rasa quanto à presença de alcaloides em grão-de-bico, o que indica, a princípio, a grande dificuldade em extração, identificação e isolamento destas substâncias. O estudo conduzido por Lu e colaboradores (2010) indica o isolamento de três alcaloides indólicos a partir do extrato etanólico de grãos de *C. arietinum*, sendo inclusive segundo os autores possivelmente o tipo predominante desta classe de metabólitos, e sua função bioquímica provavelmente correlacionada com a defesa química do espécime vegetal. Entretanto, os estudos revelam que apesar de identificada a classe de compostos, bem como três destes isolados alcaloides indólicos, o rendimento perante a matéria seca de extrato é cerca de 0,006% (m/m) para o composto mais abundante (LU *et al.*, 2010). Logo sua identificação em nossos testes qualitativos é bastante difícil, pois se encontra fora do limite de detecção de ambos os experimentos.

Os resultados de prospecção fitoquímica para os extratos purinas em genótipos de grão de bico foram notórios em Desi 10209 e em 10108. De acordo com Vizzoto *et al.* (2011) debatem sobre a atuação terapêutica dos compostos purínicos que são empregados na indústria farmacêutica para a produção de medicamentos alucinógenos e na indústria de defensivos agrícolas para a fabricação de pesticidas. Em nossas pesquisas bibliográficas, não são reportadas na literatura purinas isoladas ou identificadas de *C. arietinum*, sendo estas reportadas pela primeira vez neste estudo preliminar.

4 CONCLUSÃO

O genótipo Desi 10209 mostrou resistência a *Sitophilus oryzae*. A praga *Sitophilus oryzae* tem potencial de causar danos significativos em grãos armazenados de grão de bico.

O cultivar de grão de bico BRS Cícero mostrou suscetibilidade e os demais cultivares resistência moderada a *Sitophilus oryzae*.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAK, T. *et al.* Nanoemulsion of eucalyptus oil: An alternative to synthetic pesticides against two major storage insects (*Sitophilus oryzae* (L) and *Tribolium castaneum* (Herbst)) of rice. **Industrial crops and products**, v. 143, p.111849, 2020.

ALMEIDA, A.K.; HEGARTY, R.S.; COWIE, A. Meta-analysis quantifying the potential of dietary additives and rumen modifiers for methane mitigation in ruminant production systems. **Animal Nutrition**, v.7, n.4, p.1219-1230, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.106/j.aninu.2021.09.005>> Acesso em:

AL-MULLA, A.A. Review: biological importance of heterocyclic compounds. **Der Pharma Chemica**, v.9, n.13, p. 141-1472, 2017. Disponível em: <<https://www.derpharmachemica.com/pharma-chemica/a-review-biological-importance-of-heterocyclic-compounds.pdf>> Acesso em: 9 abr. 2024.

AL-SNAFI, A.E. The medical importance of *Cicer arietinum* – A review. **IOSR Journal of Pharmacy**, v.6, n.3, p.29-40, 2016.

ALVES, D.S.; PEREZ-FONZ, L.; *et al.* Membrane-related effects underlying the biological activity of the anthraquinones emodin and barbaloin. **Biochemical Pharmacology**, v.68, p. 549-561, 2004.

ARAÚJO, J.R.; MARTEL, F. Regulação da absorção intestinal de glicose: uma breve revisão. **Arquivos de medicina**, v. 23, n.2, p. 35- 43, 2009.

ARAÚJO, T.S. L *et al.* Biopolymer extracted from *Anadenanthera colubrina* (Red Angico Gum) exerts therapeutic potential in mice: Antidiarrheal activity and safety assessment. **Pharmaceuticals**, v.13, p13010017, 2020.

ARTIAGA, O.P.; SPHEAR, C.R.; *et al.* Avaliação de genótipos de grão-de-bico em cultivo de sequeiro nas condições de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 10: 102-109, 2015.

BARREIROS, C.R.; BOSSOLAN, G.; TRINDADE, P.E.C. Frutose em humanos: efeitos metabólicos, utilização clínica e erros inatos associados. **Revista de nutrição**, v.18, n.3, p. 377-389, 2005.

BASTOS, C. S. *et al.* Resistência de plantas a insetos: contextualização e inserção no MIP. In: VISOTTO *et al.* (Eds). **Avanços tecnológicos aplicados à pesquisa na produção vegetal**. Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, p.31-72, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2701.5129>> Acesso em:

BERNARDI, Laiane Hass; CAMILLO, Maristela Fiess. Revista Agrária Acadêmica. CONGRESSO VIRTUAL DE AGRONOMIA, XI., 2023, São Paulo. **Toxicidade do óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* contra *Sitophilus oryzae* [...]**. São Paulo: Convibra, 2023. Disponível em: <<https://convibra.org/publicacao/28211/#>> Acesso em: 22 jan. 2024.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37 (8), p. 911-917, 1959. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1139/o59-099>> Acesso em:

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37 (8), p. 911-917, 1959. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1139/o59-099>> Acesso em:

BOATENG, J.; VERGHESE, M.; *et al.* Effect of processing contents in selected dry beans (*Phaseolus* spp L.) **Food Science and Technology**, v. 41, p. 1541-1547, 2008.

BRUM, T. F. de *et al.* Análise fitoquímica preliminar das folhas de *Vitex megapotamica* (Sprengel) Moldenke. **Revista Saúde**, Santa Maria, v. 37, n. 2., 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/223658343088>> Acesso em:

COFFMAN, C.W.; GARCIAJ, V.V. Functional properties and amino acid content of a protein isolated from mung bean flour. **Journal of Food Technology**, 12(5), p. 473-484, 1977. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.111/j.1365-2621>> Acesso em:

CRUZ, M. S.; BRANDELLI, C.L.C. **Farmacobotânica: Aspectos Teóricos e Aplicação**: Artmed Editora. 2017

CUNHA, A.L. *et al.* Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo. **Diversitas Journal**, v.1, n.2, p.175-181, 2016.

DA CRUZ GOMES, J. *et al.* Determinação fitoquímica e avaliação do fator de proteção solar das espécies e avaliação do fator de proteção solar das espécies **Acmella Oleracea e Cipura paludosa** **Phytochemical determination and Sun protection factor evaluation of the species Acmella Oleracea and Cipura paludosa**. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.1. 2022.

DABESTANI, M.; YEGANEHZAD, S.; MILLER, R.A. Natural source of saponin: comprehensive study on interfacial properties of chubak (*acanthophillum glandulosum*) root extract and related saponins: **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v.630, p127594, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.127594>>

DAMASCENO, L. R. A. D. **Desenvolvimento de bebida vegetal à base de grão-de-bico e coco**. 2024.58 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

DELBONE, C.A.C.; LANDO, R.L. Importância ecológica e evolutiva dos principais grupos de metabólitos secundários nas espécies vegetais. **Congresso de Educação do Norte Pioneiro**. 10º ed. UENP-CCNE-CLA Campus Jacarezinho. 2010.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M..The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review Entomology**. v.52, p.81-106, 2007.

DEVIA, S.R.; THOMAS, A. REBIJITH, K.B.; RAMAMURTHY, V.V. Biology, morphology and molecular characterization of *Sitophilus oryzae* and *S. zeamays* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**. 73: 135-141, 2017.

DIAS, L. B. X.; LEÃO-ARAÚJO, É. F. Physiological potential of chickpea seeds. **Scientific Electronic Archives**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí, 30 nov. 2020.

DIETZ, S. *et al.* Ecotoxicological and environmental profile of the insecticide delta methrin. In: **Pyrethroid Scientific Forum**. p.211, 2009.

ESPECHE, C.M. VIZGARRA, O.N., PLOPER, L.D. Introduccion y Selección de líneas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) tipo Kabuli para ser difundidas como nuevos cultivares em zonas de producción Del Noroeste Argentino. **Revista Industrial y Agrícola de Tucumán**, 91:11-17, 2014.

FAOSTAT CROPS. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso em: 6 ago. 2023.

FERREIRA, P. M., ROBERTO, B. S.; CAMISA, JAQUELINE. (2018). Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais enriquecidas com colágeno hidrolisado. **Revista Virtual de Química**, V 10, n.1, p155-171, 2018.

FREITAS, R. M. P. *et al.* Tebuconazole-induced toxicity and the protective effect of Ficus Carica extract in Neotropical Fruit – eating bats. **Chemosphere** v.275, p.129985, 2021.

GHIRIBI, 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, doi: 10.714.2015.

GOMES, N.M.; MARTINS, R.L., ALMEIDA, S.S.M.S. Análise preliminar fitoquímica do extrato bruto das folhas de *Nephrolepis pectinata*. **Revista Estação científica**, v.7, n., p. 77 85, 2017.

GONÇALVES, G.A *et al.* Natural and Synthetic coumarins as antileishmanial agents: **review. European Journal of Medicinal Chemistry**, p. 112514, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2020.112514>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0223523420304864?Casa_token=MT9ORMqMpIAAAAAA:vubF7t08Ey1vMqlomv73iwoljCWNbZrpsGx1FDspN4OQCdVyiO9UNU9alb5FfiTFayFI> Acesso em: 25 abr. 2024.

GRASEL, S.; FUCK, W.F.; GRAEFF, J.*et al.* Development of products from Acacia Mearnsii: case of sustainability in the leather Industry. **Journal of AQEIC**, p. 12-22, 2015.

GUARDIOLA, F.A *et al.* Modulatory effects of deltamethrin-exposure on the immune status, metabolism and oxidative stress in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) **Fish & Shellfish Immunology**, v.36, n.1, p 120-129, 2014.

GUPTA, Rinkesh Kumar *et al.* Health risks and benefits of chickpea (*Cicer arietinum*) consumption. **Journal of agricultural and of chemistry**, v. 65, n.1, p. 6-22, 2017.

HOSKEM B.C.S. *et al.* Produtividade e qualidade de sementes de grão-de-bico no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, p.262-268, V.12. Pernambuco, 2017.

JAIME, P. C. *et al.* Prevalência e distribuição sociodemográfica de marcadores de alimentação saudável. Pesquisa Nacional de Saúde, Brasil 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.24, p.267-276, 2015.

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

KHAN, I.; ZAIB, S.; IBRAR, A New frontiers in the transition-metal-free synthesis of heterocycles from alkynoates: an overview and current status. **Organic Chemistry Frontiers**, v.7, n.22, pag.3734-3791, 2020. Disponível em: <<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/QO/D0QO00698J>> Acesso em: 9 abr. 2024.

LEITÃO, F. *et al.* Medicinal plants traded in the open-air markets in the State of Rio de Janeiro, Brazil: an overview on their botanical diversity and toxicological potential. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.24, p.225-247, 2014

LEITE, N. C. DA S. **Análise fitoquímica e avaliação da atividade antiparasitária dos extratos das folhas de hancornia speciosa**. 2022. Trabalho de conclusão de curso.

LI, M.; LIU, X. Y.; FENG, X. Cardiovascular toxicity and anxiety-like behavior induced by deltamethrin in zebrafish (*dario rerio*) larvae. **Chemosphere**, v.219, p.155-164, 2019.

LIMA NETO, G.A *et al.* Quantificação de metabólitos secundários e avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de algumas plantas selecionadas do Cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira Plantas Medicinais**, v.17, n.04, p. 1069- 1077 2015.

LONCAR, M. *et al.* Coumarins in food and methods of their determination. **Foods**. v. 9, n. 5, p.645, 2020. Disponível em: <<https://pubs.rsc.org/em/content/articlelanding/20180/QO00899J>> Acesso em: 25 abr. 2024.

LORINI, I. Perdas anuais em grãos armazenados chegam a 10% da produção nacional. **Visão agrícola**, SP, v.13, p. 127 – 129, 2015.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; *et al.* **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. Embrapa Soja, p.84, 2015.

LORINI, I. *et al.* **Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento**: série sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2010.

LU, C. T. *et al.* Indole alkaloids from chickpea seeds (*Cicer arietinum* L.). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 38, n. 3, p. 441-443, 2010.

MARTINS, C. C.; SILVA, N.; MACHADO, C. G. Testes para a seleção de populações de cenoura visando ao vigor e a longevidade das sementes, 2014.

MATOS, F.J.A. **Introdução à fitoquímica experimental**. 2. ed. Edições UFC, Fortaleza. 1988

MELO, M. G. *et al.* Modified quechers extraction and HLPC-MS/MS for simultaneous determination of 155 pesticide residues in rice (*Oryza sativa* L.) **Foods**, v, 9 n.1, p.18, 2019.

MERGA, B.; HAJI, J. Economic importance of chickpea: Production, value, and world trade. **Cogent Food Agriculture**, 5:1, 1615718, 2019.

MILANI, E. de A. C. **Revisão: Ozonização no controle da incidência de pragas em grãos armazenados**. 2021. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

MORGADO, S.A. Ernesto; S.; *et al.* Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária. 2022.

NASCIMENTO, W.M. **Hortaliças leguminosas**. Brasília, DF: Embrapa, p. 232, 2016.

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, P.P. Grão-de-bico: nova aposta do agronegócio brasileiro. *Revista Seed News*. n.3. p.18-22, 2019.

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-agronegocio-brasileiro-edicao-maio-2019>>. Acesso em: 12 mar. 2024.

NASCIMENTO, W.M.; SILVA, P.P.; *et al.* Grão de-bico. In: W.M. Nascimento (Eds.), *Hortaliças leguminosas*, Brasília: Embrapa. p.89-118, 2016.

OGHBAEL, M.; PRAKASH, J. Effect of primary processing of cereals and legumes on its nutritional quality: a comprehensive review. *Cogent Food Agriculture*, v.2, p1-14, 2016.

OKEZIE, B. O.; BELLO, A. B. (1988). **Physico-chemical and functional properties of wingedbeans flour**.

PETRAKOU, K.; IATROU, G.; LAMARI, N.F. Ethnopharmacological survey of medicinal plants traded in herbal markets in the Peloponnisos, Greece. *Journal of Herbal Medicine*, v.19, p.100305, 2020.

PINTO, T. J. B. **Reação de genótipos de pulses (grão-de-bico, ervilha e lentilha), pimentas e batata doce ao nematoide-das-galhas (*Meloidogyne enterolobii*)**. 2022. 100 f., il. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

PRAKASH, J. Enhancing the bioavailability of natural and synthetic fortificants from foods through alteration in compositional matrices. *Nutrição Touro da Índia*, v.35, pp.5-8, 2014.

PROCHNOW, D. **Crescimento, produção e qualidade do óleo essencial de *Aloysia triphylla* em função da disponibilidade hídrica e sazonalidade**. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria: Rio Grande do Sul, 2015.

RACHAWA-ROSIK, D.; NEBESNY, E.; BUDRYN, G. Chickpeas composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, v.55, n.8, p.1137-1145, 2015.

RODRIGUES, P. **Pesquisa brasileira desenvolve grão-de-bico mirando mercado asiático**. Embrapa Hortaliças: Brasília-DF, 2017. Disponível em: <<https://tinyurl.com/yyadsqz>>. Acesso em: 15 mar. 2024.

RODRIGUES, P.; CIPRIANO, R. **Pesquisa quer expandir produção de grão-de-bico no cerrado**. Embrapa: Brasília-DF, 2017. Participação de Assessoria de comunicação do MAPA. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y4vu8eek>>. Acesso em: 10 fev. 2024.

ROYAUTÉ, R.; BUDDLE, C. M.; VICENT, C. Under the influence: sublethal exposure to an insecticide affects personality expression in a jumping spider. *Functional Ecology*, v. 29, n.7, p.962-970, 2015.

SANDEEP, D.; SANDYA, L.; REDDY, Y. C. K.; NAGARJUNA, S.; REDDY, Y. P.; SHAFEEEN, S. Anti-inflammatory activity of cicerarietinum seed extracts. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, v. 5, p. 64-68, 2012.

SARMENTO, Alzira *et al.* Valorization of traditional foods: nutritional and bioactive properties of *Cicer arietinum* L. and *Lathyrus sativus* L. pulses. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 1, p. 179-185, 2015.

SARMENTO, Alzira *et al.* Valorization of traditional foods: nutritional and bioactive properties of *Cicer arietinum* L. and *Lathyrus sativus* L. pulses. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 1, p. 179-185, 2015.

SIDDHURAJU, P.; MAHESHU, V.; LOGANAYAKI, N.; MANIAN, S. Antioxidant activity and free radical scavenging capacity of dietary phenolic extracts from processed indigenous legumes, *Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc. and *Dolichos lablab* L. **Food**, v. 2, p. 159-167, 2008.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, p. 235, 2009.

SILVA, F.A; BIZERRA, A.M. C.; FERNANDES, P.R.D. **Testes fitoquímicos em extratos orgânicos de Bixa orellana L (Urucum)**. HOLOS, v.02, n.34, 2018.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; MELLO, J.C.P. *et al.* **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre, 2017.

SIMONETTI, E. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos de *Psidium salutare* (Myrtaceae) frente a *Escherichia Coli* e *Listeria monocytogenes*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v.18, p.1-8, 2012.

SIMPSON, D.; AMOS, S. Other plant metabolites. In: BADAL, S.; DELGODA, R. (Ed.) **Pharmacognosy: fundamentals, applications and strategy**. London: Academic Press, 2017. cap.12, p.267-280. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.inderop.2019.111641>> Acesso em:

SINGH, Vikas K. *et al.* .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 biotechnology journal**, v.14, n.11, p.2110-2119, 2016.

SOUSA, R.F; SOUSA, F.A. Metabólitos secundários associados a estresse hídrico e suas funções nos tecidos vegetais. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.11, n. 01. p.01-08.

SOUSA, R.G., *et al.* Incremento da atividade fotoprotetora e antioxidante de cosméticos contendo extratos vegetais da Caatinga. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, v.3, n.1, 2020.

SOUZA, R. R. N. de. **AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE VARIEDADES DE MILHO A *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE)**. 2023. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) – Universidade Federal de São Carlos, Araras-SP, 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. THIMMAPA, R.; GEISLER, K.; LOUVEAU, T.; O'MALLEY, P.; OSBOURN, A. *Annu. Rev. Plant. Biol.* 2014, 65,225.

TANAKA, F.; MAGARYAMA, Y.; MIYANOSHITA, A. Volatile biomarkers for early-stage detection of insect – infested brown rice: Isopentenols and polysulfides. **Food chemistry**. 303, p.125381, 2020.

TSAI, P.J.; SHE, C.H. Significance of phenol–protein interactions in modifying the antioxidant capacity of peas. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p. 8491-8494, 2006

UZUN, S.P.; KOCA, C. Ethnobotanical survey of medicinal plants traded in herbal markets of Kahramanmaras. **Plant Diversity**, v.42, p.443-454, 2020.

VIEIRA, M.L.; CEZÁRIO, A.S.; *et al.* Manejo e adaptação do girassol em solos do Cerrado. **Colloquim Agrariae**, v.13, n. Especial, 2017, p.289-300.

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

YE, Z. *et al.* Box–Behnken design for extraction optimization, characterization and in vitro antioxidant activity of Cicer arietinum L. hull polysaccharides. **Carbohydrate polymers**, v. 147, p. 354-364, 2016.

ZIA-UL-HAQ, M.; IQBAL, S.; *et al.* Nutritional and compositional study of Desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Punjab, Pakistan, **Food Chemistry**, v.105 p. 1357-1363, 2007.

ZIMMERMANN, R. C.; *et al.*” Insecticidal and antifungal activities of Melaleuca raphiophylla essential oil against insects and seed – born pathogens in stored products. **Industrial Crops and Products**, v.182, p.114871, 2022.