



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) À *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

FREDERICO LANDIM TEIXEIRA

MESTRADO

Ipameri-GO

FREDERICO LANDIM TEIXEIRA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE
GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) À *Spodoptera frugiperda*
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus

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

Ipameri/GO
2023

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

LL257 Landim Teixeira, Frederico
a Avaliação da resistência de genótipos de grão-de-bico
(*Cicer arietinum* L.) à *Spodoptera*
frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) / Frederico Landim
Teixeira; orientador Flávio Gonçalves de Jesus. --
Ipameri, 2023.
39 p.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação Mestrado
Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de Ipameri,
Universidade Estadual de Goiás, 2023.

1. Resistência de plantas. 2. Grão-de-bico. 3.
Spodoptera frugiperda. 4. Entomologia. I. Gonçalves de
Jesus, Flávio, orient. II. Título.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE GRÃO-DE-BICO (*Cicer arietinum* L.) à *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)”

AUTOR(A): Frederico Landim Teixeira

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/ Campus Urutaí- GO



Documento assinado digitalmente

FLAVIO GONCALVES DE JESUS

Data: 15/03/2023 09:38:33-0300

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

Prof. Dr. Warley Marcos Nascimento
Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

Prof. Dr. André Cirilo de Souza Almeida
Instituto Federal Goiano/ Campus Urutaí- GO



Documento assinado digitalmente

ANDRE CIRILO DE SOUSA ALMEIDA

Data: 27/03/2023 10:12:50-0300

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

Registro de Declaração Número: 190

Livro: R-01Folhas: 03A Data: 27/03/2023

Data da realização: 27 de fevereiro de 2023



*“O sucesso não acontece por acaso. É
trabalho duro, perseverança,
aprendizado, estudo, sacrifício e,
acima de tudo, amor pelo que você
está fazendo ou aprendendo a fazer.”*

Edson Arantes do Nascimento (Pelé)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, por mais essa conquista. Ele me deu forças diante das adversidades e desafios que precisei enfrentar durante todo o meu tempo de estudo. Pude perceber Seu amor e cuidado nas circunstâncias que vivi, em cada pessoa que conheci e nos lugares onde estive.

À minha mãe, Darlene Landim Ferreira, por não medir esforços para que eu pudesse estudar e ter uma profissão. Agradeço por suas orações frequentes, pela paciência e pelo seu carinho nos dias mais difíceis.

Ao Pr. Natanael Moreira e sua família, pelo acolhimento e suporte durante meu tempo na cidade de Ipameri. Agradeço a todos os membros da Igreja Batista Nacional Missionária e aos colaboradores da Mefija pelo carinho e receptividade. Que Deus continue abençoando a vida e o trabalho de todos.

Ao meu amigo, colega e professor, André Rocha Duarte, pela amizade e incentivo constante na busca pelos meus sonhos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Jesus pela paciência, incentivo, e conselhos durante o tempo que convivemos e trabalhamos juntos no laboratório.

Ao pesquisador Dr. Warley Nascimento e Embrapa Hortaliças pelas sementes cedidas para realização deste trabalho.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí pelas instalações onde foi possível realizar os experimentos e a toda equipe do LabMIP. Agradeço aos alunos e funcionários da Instituição pela parceria nos experimentos realizados e por tornar possível a conclusão desse trabalho. Em especial, agradeço à Simone pelo carinho e pela agradável companhia diária no laboratório.

Aos meus colegas e professores do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal - Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Ipameri. Em especial, ao colega Guilherme Romão Silva pela parceria e apoio nas atividades acadêmicas e convivência diária durante nosso tempo de estudo em Ipameri.

À CAPES pela concessão de bolsa, que foi imprescindível.

A Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Ipameri pela oportunidade de estar em um programa de Pós-Graduação e me tornar mestre em Produção Vegetal.

A todos, muito obrigado!

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. OBJETIVOS..... | 4 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 5 |
| 3.1. Material vegetal..... | 5 |
| 3.2. Criação e manutenção da colônia..... | 5 |
| 3.3. Antixenose..... | 6 |
| 3.3.1. Teste com e sem chance de escolha..... | 6 |
| 3.3.2. Quantificação de tricomas..... | 7 |
| 3.3.3. Análise termal..... | 7 |
| 3.4 Antibiose..... | 8 |
| 3.4.1. Biologia..... | 8 |
| 3.4.2. Parâmetros nutricionais..... | 8 |
| 3.5 Análises estatísticas..... | 9 |
| 4. RESULTADOS..... | 10 |
| 5. DISCUSSÕES..... | 19 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 23 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 24 |

RESUMO

O grão-de-bico é uma das leguminosas mais cultivadas no mundo, que traz diversos benefícios à nutrição e a saúde humana. Porém, a produção interna ainda é muito baixa e dependente da importação de outros países. No cultivo do grão, as pragas são responsáveis por impactar os números na produção e gerar grandes perdas de rendimentos nos sistemas de cultivo. O objetivo deste trabalho foi identificar fontes de resistência à *Spodoptera frugiperda* em genótipos da cultura. Os experimentos realizados em laboratório utilizaram os genótipos BRS Aleppo, Cicero, Flip 10 - 328C, Flip 10 - 329C, Flip 10 - 370C, Flip 10 - 379C, Flip 10 - 161C, BRS Kalifa e BRS Toro para avaliar a atratividade em lagartas de terceiro ínstar. Testes com e sem chance de escolha foram realizados para determinar a quantidade de larvas por genótipo em diferentes intervalos de tempo, assim como determinar os níveis dos índices de atratividade, número de tricomas, mudanças de temperatura causadas pela presença da lagarta, a antibiose e os índices nutricionais de *Spodoptera frugiperda* nos genótipos de grão-de-bico. Os resultados dos testes de antixenose com e sem chance de escolha revelaram que não houve diferença significativa na preferência de *Spodoptera frugiperda* pelos genótipos avaliados nos intervalos de tempo monitorados. Os índices de preferência apontaram que Flip 10 - 328C foi considerado estimulante e Flip 10 - 370C e Flip 10 - 329C se mostraram os menos atrativos ao consumo da lagarta nos dois testes realizados. Maiores estudos com BRS Toro, BRS Kalifa, BRS Aleppo e Flip 10 - 379C ainda precisam ser realizados para que uma relação da densidade de tricomas e os níveis de preferência de *Spodoptera frugiperda* aos genótipos possam ser melhor discutidos, assim como para BRS Aleppo, que apresentou aumento na sua temperatura quando exposto à presença da lagarta. Nenhum dos genótipos avaliados para o teste de antibiose se mostraram resistentes à *Spodoptera frugiperda*, já que não apresentaram resultados que não evidenciam diferença estatística nos períodos larval e pupal, na longevidade, no ciclo total e na viabilidade das fases do inseto. Os dados dos índices nutricionais revelaram que BRS Toro, BRS Kalifa e Flip 10 - 329C expressaram condições para que mais pesquisas sobre o consumo e utilização desses genótipos como ferramenta no manejo de *Spodoptera frugiperda* possam ser realizadas.

Palavras-chave: Atratividade; Antibiose; Antixenose; Leguminosas.

ABSTRACT

Chickpea is one of the most cultivated legumes in the world, which brings many benefits to human nutrition and health. However, domestic production is still very low and dependent on imports from other countries. In grain cultivation, pests are responsible for impacting production numbers and generating large yield losses in cropping systems. The objective of this work was to identify sources of resistance to *Spodoptera frugiperda* in crop genotypes. The experiments carried out in the laboratory used the genotypes BRS Aleppo, Cicero, Flip 10 - 328C, Flip 10 - 329C, Flip 10 - 370C, Flip 10 - 379C, Flip 10 - 161C, BRS Kalifa and BRS Toro to evaluate the attractiveness in third instar caterpillars. Free-choice and free-choice tests were performed to determine the number of larvae per genotype at different time intervals, as well as to determine levels of attractiveness indexes, number of trichomes, temperature changes caused by the presence of the caterpillar, antibiosis and nutritional indices of *Spodoptera frugiperda* in chickpea genotypes. The results of antixenosis tests with and without choice revealed that there was no significant difference in the preference of *Spodoptera frugiperda* for the genotypes evaluated in the monitored time intervals. The preference indices indicated that Flip 10 - 328C was considered stimulating and Flip 10 - 370C and Flip 10 - 329C were the least attractive to caterpillar consumption in the two tests performed. Larger studies with BRS Toro, BRS Kalifa, BRS Aleppo and Flip 10 - 379C still need to be carried out so that a relationship between trichome density and levels of preference of *Spodoptera frugiperda* to genotypes can be better discussed, as well as for BRS Aleppo, which showed an increase in its temperature when exposed to the presence of the caterpillar. None of the genotypes considered for the antibiosis test were resistant to *Spodoptera frugiperda*, since they did not show results that did not show statistical difference in the larval and pupal periods, in longevity, in the total cycle and in the viability of the insect stages. The nutritional indices data revealed that BRS Toro, BRS Kalifa and Flip 10 - 329C expressed conditions so that more research on the consumption and use of these genotypes as a tool in the management of *Spodoptera frugiperda* could be carried out.

Keywords: Attractiveness; Antibiosis; Antixenosis; Legumes.

1. INTRODUÇÃO

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) (Fabaceae) é uma das leguminosas mais cultivadas no mundo, exercendo papel importante na economia de diversos países, principalmente do continente asiático (KAUR e PRASAD, 2021). Até 2021, a produção mundial foi estimada em cerca de 15,9 milhões de toneladas produzidas, sendo a Índia responsável por cerca de 11,9 milhões desse total (FAOSTAT, 2023). O consumo do grão traz diversos benefícios à nutrição e a saúde humana, prevenindo algumas doenças, servindo como fonte de proteínas, carboidratos, gorduras e vitaminas essenciais na alimentação (MERGA e HAJI, 2019; WALLACE et al., 2016). No Brasil, apesar de haver grande demanda de mercado pelo grão, a produção interna da leguminosa ainda é muito baixa e dependente da importação de outros países, como México e Argentina (NASCIMENTO et al., 2016).

Devido à sua importância socioeconômica, o grão-de-bico dispõe de grande diversidade de cultivares em diferentes bancos de germoplasma espalhados pelo globo, com diferenças nos aspectos fenológicos em cada genótipo armazenado, como crescimento, desenvolvimento, reprodução e tipo de grão, além de variações nos níveis de tolerância à patógenos, rendimento, proporção de nutrientes e outros aspectos de interesse nutricional e agrônômico (UPADHYAYA et al. 2011). Quanto ao tipo de grão cultivado, existem dois que se diferenciam pela sua classificação em atributos, como cor, tamanho e forma do grão: tipo kabuli, que se caracteriza por ter a superfície da semente lisa e coloração bege ou branca; e o tipo desi, que possui a superfície da semente espessa, de formato anguloso e coloração escura - a presença de antocianina no caule e a coloração rosa das flores (desi) ou falta da pigmentação de antocianina nos caules e flores brancas (kabuli) também são atributos que são usados para se diferenciar o tipo de grão (JUKANTI et al., 2012).

No cultivo do grão, o manejo adotado para o bom desenvolvimento da cultura pode interferir no êxito do seu estabelecimento e trazer impactos sobre os ganhos do produtor, sendo necessário, portanto, que critérios específicos para a produção da leguminosa sejam corretamente seguidos. Aspectos como a escolha da área, adubação, época de plantio, origem das sementes, irrigação e sanidade das plantas são fatores que podem garantir o sucesso ou fracasso da produção (NASCIMENTO et al., 2016). Outros fatores, como os estresses bióticos causados por pragas, também contribuem para impactar os números na produção da leguminosa, tornando-os um dos principais responsáveis por perdas de rendimentos (KUMAR et al., 2018).

Dentre as pragas que são destaque pelos prejuízos no cultivo do grão-de-bico, a ordem dos hemípteros têm grande relevância pelos danos diretos (sucção de seiva) e indiretos (transmissão de viroses) que causam às plantas e que, conseqüentemente, afetam a produtividade (ABRAHAM e VETTEN, 2022; BRAGARD et al., 2022; KANAKALIA e KURIA, 2019; CHANDIO et al., 2017). Lepidópteros são outro grupo de pragas que também geram prejuízos importantes na cultura do grão-de-bico. A lagarta *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) é uma das principais pragas da cultura e tem sido frequentemente relatada em diversas regiões produtoras (SAGAR et al., 2020; SHARMA et al., 2020; DIXIT et al., 2019). Seu comportamento nos campos tem sido objeto de avaliação e estudo quanto aos métodos de controle disponíveis, já que causa grande impacto dentro do manejo fitossanitário do grão-de-bico (MICHEREFF FILHO et al., 2020; PATIL et al., 2017), assim como *Chloridea virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), identificada como praga pertencente ao complexo de lagartas que atacam a leguminosa (BORELLA JÚNIOR et al., 2022; HERRERO et al., 2021; MURÚA et al., 2016) .

Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga que causa grande preocupação aos agricultores devido à sua característica de polifagia e habilidade de sobrevivência nos campos, sendo capaz de se desenvolver em centenas de espécies de plantas cultivadas de diferentes famílias, tanto comerciais quanto espontâneas (MONTEZANO et al., 2018). No manejo da lagarta, entre as formas de controle existentes, o uso de pesticidas sintéticos de diferentes grupos químicos tem sido o método mais utilizado. Em algumas culturas, o controle dessa praga também tem sido auxiliado por diferentes métodos que são aplicados separadamente ou em conjunto, como o uso da tecnologia da transgenia pela expressão de proteínas inseticidas, (BLANCO et al., 2016; CHACKROUN et al., 2016; BERNARDI et al., 2015), a utilização de parasitóides para controle biológico (GRIJALBA et al., 2018; SISAY et al., 2018), produtos naturais (AYIL-GUTIÉRREZ et al., 2018; GUERRERO et al., 2014) e outros métodos.

No grão-de-bico, ainda existem poucas informações sobre a realidade dos danos provocados pela ocorrência de *Spodoptera frugiperda* e os prejuízos econômicos que pode causar. Apesar do conhecimento da capacidade destrutiva da lagarta do cartucho em outras culturas, pouco se tem relatado sobre sua biologia, preferência alimentar, tipo de controle e níveis de resistência da cultura. Recentemente, experimentos com genótipos de grão-de-bico foram realizados para identificar possíveis fontes de resistência do tipo antibiose a *Spodoptera frugiperda* (CORREA et al., 2021).

Na resistência a estresses causados por pragas, as plantas utilizam mecanismos de defesa que lhes conferem repelência ou diminuição da presença de insetos-praga no ambiente,

evitando danos severos no seu desenvolvimento. Tais mecanismos podem ser intrínsecos ou induzidos, caracterizados como formas de proteção à planta contra o ataque de pragas e patógenos, expressados como antixenose, antibiose e tolerância (SEIFI et al., 2013). Antixenose pode ser descrita como a capacidade que as plantas têm de afetar negativamente o comportamento do inseto pelas suas estruturas de natureza física ou química, de forma que a preferência para o desenvolvimento, alimentação ou reprodução do inseto no hospedeiro não ocorra. A antibiose é a manifestação de efeitos negativos na biologia do inseto sem que o comportamento de escolha pelo hospedeiro seja afetado, como ocorre por antixenose. A tolerância se caracteriza pela condição da planta ao suportar a infestação do inseto sem que ocorra impacto na produção final, de forma que os danos causados não são capazes de interferir no desenvolvimento vegetal (BALDIN et al., 2019).

O uso da resistência de plantas tem colaborado para a descoberta de genes de diferentes espécies de plantas que podem ser utilizados em programas de melhoramento com foco em resistência à pragas. Essa capacidade de defesa da planta auxilia o produtor no manejo fitossanitário e contribui com algumas vantagens, como o aumento da população e atuação de organismos benéficos no ecossistema, minimiza perdas por ataque de pragas, reduz o custo com aplicações e diminui a contaminação no ambiente por resíduos de inseticidas (RATO et al., 2021; TRAPERO et al., 2016). A resistência de plantas a insetos é uma característica agronomicamente desejável, que gera um grande impacto na cadeia produtiva, promove a sustentabilidade na agricultura e agrega como estratégia no Manejo Integrado de Pragas (MIP).

2. OBJETIVOS

Identificar fontes de resistência à *Spodoptera frugiperda* em genótipos de grão-de-bico e relatar o comportamento do inseto na interação com a planta em diferentes condições.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os experimentos com *Spodoptera frugiperda* foram realizados no Instituto Federal Goiano (IF Goiano – Campus Urutai/GO) em condições de laboratório (temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14 horas) e casa de vegetação.

3.1. Material vegetal

Sementes dos genótipos de grão-de-bico BRS Aleppo, Cicero, Flip 10 - 328C, Flip 10 - 329C, Flip 10 - 370C, Flip 10 - 379C, Flip 10 - 161C, BRS Kalifa e BRS Toro foram selecionados do banco de germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (Embrapa Hortaliças), utilizando-se como critério de escolha as sementes dos tipos mais consumidos no Brasil (kabuli). Na casa de vegetação, as sementes foram semeadas em vasos de cinco litros contendo solo, substrato e areia (3:1:1), com adubação realizada conforme recomendação para a cultura (SOUSA e LOBATO, 2004), onde permaneceram mantidas sob condições de irrigação diária, com temperatura e fotoperíodo naturais até atingir o desenvolvimento necessário para utilização nos ensaios em laboratório. Durante o plantio e período de crescimento das plantas, nenhuma aplicação de pesticidas (químico ou biológico) foi realizada, visando a garantia de que nenhum tipo de contaminação, efeito residual ou toxicidade acontecesse no ambiente e influenciasse no comportamento dos insetos no experimento.

3.2. Criação e manutenção da colônia

A criação da colônia se estabeleceu a partir de larvas de primeiro ínstar obtidas na empresa PRAGAS.COM. Todo o desenvolvimento dos insetos, do estágio larval até adulto, foi realizado em sala climatizada dentro do laboratório (temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo 14 horas).

As larvas permaneceram dentro de caixas plásticas transparentes (10 cm de altura x 15 cm de diâmetro), mantidas com dieta artificial, individualizadas após o terceiro ínstar e monitoradas até que atingissem o estágio pupal. As pupas foram sexadas e colocadas em gaiolas de policloreto de vinila (20 cm de altura x 12 cm de diâmetro), com o interior revestido por papel sulfite branco, para ocorrência de emersão, acasalamento e oviposição da espécie. Em sequência, todas as gaiolas foram cobertas com tecido voile para garantir boa

ventilação, manutenção da dieta dos adultos (solução de mel a 10%), impedimento de fugas e bom acompanhamento do experimento.

As oviposições coletadas do papel sulfite foram transferidas para outro recipiente plástico (10 cm de altura x 15 cm de diâmetro), com dieta artificial, para a eclosão dos ovos e permanência das larvas até o estágio necessário.

3.3. Antixenose

3.3.1. Teste com e sem chance de escolha

Os testes foram executados em laboratório utilizando-se folhas das plantas de grão-de-bico, com 30 dias após a emergência (DAE), em placas de petri vedadas contendo papel filtro umedecido. Na avaliação, verificou-se a preferência de lagartas de terceiro ínstar durante 9 intervalos de tempo diferentes (1, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 720 e 1440 minutos). Nestes ensaios, logo após a liberação das lagartas nas placas de petri, o monitoramento do comportamento alimentar dos insetos foi iniciado e a avaliação somente foi encerrada quando os intervalos estabelecidos foram devidamente cumpridos ou quando as folhas atingiram 70% de sua área consumida pelas lagartas.

Para o teste com chance de escolha, ramos de folhas de todos os genótipos de grão-de-bico foram distribuídas de forma equidistante em formato de arena nas extremidades das placas de petri (15 cm de diâmetro), infestadas com uma lagarta de terceiro ínstar por cultivar. O experimento foi feito em um delineamento de blocos causalizados, utilizando-se dez repetições por tratamento (genótipos). No teste sem chance de escolha, as lagartas foram individualizadas nas placas de petri (8 cm de diâmetro) com ramos de folhas de um único genótipo, utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado com dez repetições por tratamento.

Em ambos os ensaios, cálculos foram necessários para determinar o índice de atratividade (determinação do nível da preferência) da lagarta aos genótipos de grão-de-bico. O índice de atratividade é baseado na metodologia de Kogan e Goeden (1970) através da fórmula $IA = 2C / (C + S)$, em que IA = índice de atratividade; C = nº de insetos atraídos pelo genótipo; S = nº de insetos atraídos pelo genótipo padrão suscetível (GPS). O genótipo padrão suscetível foi estabelecido pelo resultado do cálculo realizado com base no número médio de insetos atraídos em todos os genótipos nos tempos avaliados nos testes com e sem chance de escolha. Os resultados dos cálculos do GPS variam entre 0 e 2, sendo: IA < 1 = menor atração pelo genótipo avaliado; IA igual a 1 = atração semelhante ao genótipo padrão suscetível; IA >

1 = maior atração pelo genótipo avaliado comparado ao genótipo padrão suscetível. De acordo com os resultados dos cálculos dos índices de atratividade, os genótipos de grão-de-bico foram qualificados quanto a suscetibilidade à lagarta, em deterrentes ou estimulantes.

3.3.2 Quantificação de tricomas

A análise da densidade de tricomas glandulares e não glandulares nos diferentes genótipos foi realizada em folhas de plantas com 30 DAE para determinação da quantidade dos tricomas em uma área de 9 mm². A contagem foi realizada em quatro pontos aleatórios da parte adaxial das folhas de cada genótipo, utilizando-se de um estereoscópio binocular (lupa) com aumento em 40x. A realização do estudo se deu em delineamento inteiramente casualizado com dez repetições.

3.3.3. Análise termal

No intuito de estabelecer parâmetros para a identificação de estresse térmico causado pela presença do inseto, 45 vasos com plantas de grão-de-bico foram infestados com lagartas de terceiro ínstar para monitoramento em casa de vegetação a cada dois dias durante uma semana. Para seguir com a avaliação, o mesmo manejo e material vegetal utilizado nos testes anteriores foram usados para realizar a análise termal. Neste experimento, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições por tratamento.

Para a condução do teste, vasos dos nove genótipos de grão-de-bico com 30 DAE foram infestados com lagartas e cobertos por um tecido voile em formato de gaiola. Registros fotográficos com escalas de temperatura foram realizados, através de uma câmera termográfica FLIR C2 com sensor infravermelho, em todos os vasos no dia da infestação e em cada dia de monitoramento. Após o período estabelecido para o ensaio, as lagartas foram retiradas das plantas e as imagens da câmera foram analisadas pelo software FLIR Tools (Teledyne FLIR LLC, 2022) para observar o gradiente de temperatura registrado nas plantas.

No software, três pontos diferentes da imagem da planta foram selecionados para determinar a média da taxa de variação de temperatura que foi capturada na imagem, de forma a estabelecer um valor único para cada planta, já que o software consegue captar as diferenças de condição térmica em cada estrutura morfológica da planta. Após a determinação das médias, foi estabelecido um valor fixo de temperatura capturada em cada planta nos vasos.

3.4. Antibiose

3.4.1. Biologia

No primeiro dia do terceiro ínstar, assim como no experimento de antixenose, as lagartas provenientes da colônia foram individualizadas em placas de petri (8 cm de diâmetro) com papel filtro umedecido, submetidas à dieta com folhas dos genótipos de grão-de-bico trocadas a cada dois dias e monitoradas até atingir o estágio adulto. Durante o ensaio, foram avaliados os seguintes aspectos biológicos: duração da fase larval, pré-pupal e pupal; pesos larva e pupal; viabilidade do estágio larval, pré-pupal, pupal e adulto; longevidade da fase adulta.

Cada peso registrado foi realizado em balança analítica de precisão e os intervalos de tempo foram monitorados até a morte ou final de ciclo do inseto. Para este experimento, também utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com dez repetições por tratamento.

3.4.2. Parâmetros nutricionais

Semelhantemente ao ensaio da biologia, lagartas de terceiro ínstar selecionadas da colônia criada em laboratório foram separadas e individualizadas em placas de petri (8 cm de diâmetro) com papel filtro, submetidas à dieta com folhas dos genótipos de grão-de-bico e monitoradas durante sete dias. Este experimento foi realizado objetivando compreender a relação entre os genótipos fornecidos como alimento e o desenvolvimento do inseto durante os dias de observação.

Para a aplicação do ensaio, utilizou-se a metodologia definida por Waldbauer (1968) e aperfeiçoada por Scriber e Slansky Junior (1981). Na metodologia, os autores descrevem variáveis de dados que são necessários para se obter parâmetros e calcular os índices nutricionais que medem o consumo e a utilização do alimento fornecido. Os dados necessários para determinação dos índices são: T = período da alimentação (dias); B = ganho de peso das lagartas (g) no decorrer de T; Z = peso médio das lagartas (g) no decorrer de T; Af = peso inicial do alimento fornecido (g) no decorrer de T; Ae = peso do alimento excedente ao final do monitoramento (g); I = peso do alimento ingerido (g) no decorrer de T; I-F = peso do alimento assimilado durante os dias de monitoramento (g); F = peso das fezes produzidas (g) no decorrer de T.

Após os sete dias de monitoramento e registro dos pesos, todas as lagartas e alimento excedente foram armazenados individualmente em tubos de ensaio neutro sem orla (15x100 mm), vedadas com chumaço de algodão e alocados em estufa durante 48h a 70°C para desidratação até atingir seu peso seco.

Na avaliação do peso das fezes produzidas pelas lagartas, os excrementos foram coletados junto aos papéis filtro das placas de petri, uma vez que grande parte das fezes geradas estavam unidas ao papel. Logo após a coleta, os elementos foram armazenados em condição ambiente durante 15 dias até que o peso constante fosse atingido. O registro do peso real dos excrementos no ensaio foi determinado através da diferença do peso do papel filtro seco, pesado logo no início do ensaio, com o peso do papel filtro coletado ao fim do experimento. Todos os pesos dos elementos citados foram determinados em balança de precisão.

Através dos dados gerados pelo experimento, foi possível calcular os índices nutricionais das lagartas com as seguintes fórmulas: $RGR = B / (Z \times T)$ para obter a taxa de crescimento relativo; $RCR = I / (Z \times T)$ para obter a taxa de consumo relativo; $AD = (I - F) / I \times 100$ para obter a digestibilidade aproximada; $ECI = (B / I) \times 100$ para obter a eficiência de conversão do alimento ingerido; $ECD = B / (I - F) \times 100$ para obter a eficiência de conversão do alimento digerido; $CM = 100 - ECD$ para obter o custo metabólico.

Na condução desse ensaio, também utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com dez repetições por tratamento para cada parâmetro analisado.

3.5. Análises estatísticas

Todos os dados coletados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com comparação de médias a 5% de probabilidade pelo teste de Scot Knott, quando significativas. Em todas as análises realizadas, utilizou-se o software R 4.1.1 (R Core Team, 2020).

4. RESULTADOS

Os resultados dos experimentos de antixenose nos testes com e sem chance de escolha mostraram que não houve diferença significativa na preferência de *Spodoptera frugiperda* pelos genótipos nos intervalos de tempo monitorados. No teste com chance de escolha, o consumo foliar de alguns genótipos foi atingido antes de se completar todos os intervalos estabelecidos, o que fez com que o ensaio fosse encerrado aos 360 minutos (Tabela 1).

Tabela 1. Média (\pm EPM¹) dos números de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de grão-de-bico no teste com chance de escolha. Urutá/GO, IF Goiano, 2022.

| Genótipos | Períodos de monitoramento | | | |
|-------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 minuto | 5 minutos | 10 minutos | 15 minutos |
| Flip 10 - 328C | 0,7 \pm 0,15 | 0,6 \pm 0,16 | 0,6 \pm 0,16 | 0,6 \pm 0,16 |
| Cicero | 0,7 \pm 0,26 | 0,6 \pm 0,22 | 0,6 \pm 0,22 | 0,6 \pm 0,22 |
| BRS Toro | 0,3 \pm 0,15 | 0,2 \pm 0,13 | 0,3 \pm 0,15 | 0,3 \pm 0,15 |
| BRS Aleppo | 0,4 \pm 0,22 | 0,5 \pm 0,22 | 0,4 \pm 0,22 | 0,6 \pm 0,22 |
| Flip 10 - 161C | 0,5 \pm 0,22 | 0,5 \pm 0,30 | 0,3 \pm 0,15 | 0,4 \pm 0,16 |
| Flip 10 - 329C | 0,9 \pm 0,40 | 0,6 \pm 0,40 | 0,6 \pm 0,40 | 0,7 \pm 0,39 |
| Flip 10 - 370C | 0,3 \pm 0,15 | 0,3 \pm 0,15 | 0,2 \pm 0,13 | 0,3 \pm 0,15 |
| BRS Kalifa | 0,7 \pm 0,33 | 0,9 \pm 0,34 | 1,0 \pm 0,33 | 1,0 \pm 0,29 |
| Flip 10 - 379C | 0,5 \pm 0,22 | 0,4 \pm 0,16 | 0,6 \pm 0,16 | 0,6 \pm 0,16 |
| <i>F</i> | 0,68 | 0,65 | 1,08 | 0,90 |
| <i>Valor de P</i> | 0,7059 | 0,7330 | 0,3828 | 0,5129 |

| Genótipos | Períodos de monitoramento | | | |
|-------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 30 minutos | 60 minutos | 120 minutos | 360 minutos |
| Flip 10 - 328C | 0,5 \pm 0,16 | 0,4 \pm 0,16 | 0,5 \pm 0,16 | 0,4 \pm 0,16 |
| Cicero | 0,5 \pm 0,26 | 0,6 \pm 0,22 | 0,2 \pm 0,13 | 0,4 \pm 0,16 |
| BRS Toro | 0,3 \pm 0,15 | 0,2 \pm 0,13 | 0,4 \pm 0,16 | 0,4 \pm 0,30 |
| BRS Aleppo | 0,5 \pm 0,26 | 0,6 \pm 0,22 | 0,3 \pm 0,15 | 0,4 \pm 0,22 |
| Flip 10 - 161C | 0,5 \pm 0,16 | 0,5 \pm 0,16 | 0,3 \pm 0,15 | 0,3 \pm 0,15 |
| Flip 10 - 329C | 0,6 \pm 0,30 | 0,8 \pm 0,35 | 0,7 \pm 0,30 | 0,5 \pm 0,26 |
| Flip 10 - 370C | 0,3 \pm 0,16 | 0,3 \pm 0,15 | 0,3 \pm 0,15 | 0,5 \pm 0,16 |
| BRS Kalifa | 0,8 \pm 0,20 | 0,9 \pm 0,27 | 0,4 \pm 0,16 | 0,4 \pm 0,16 |
| Flip 10 - 379C | 0,2 \pm 0,13 | 0,1 \pm 0,10 | 0,3 \pm 0,15 | 0,2 \pm 0,13 |
| <i>F</i> | 0,73 | 1,56 | 0,69 | 0,21 |
| <i>Valor de P</i> | 0,6600 | 0,1483 | 0,6907 | 0,9877 |

A ausência de letras nas médias ou médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ¹EPM – Erro Padrão da Média.

O índice de atratividade no teste com chance de escolha revelou que os genótipos Flip 10 - 379C, BRS Kalifa e Flip 10 - 328C foram considerados estimulantes a alimentação de

Spodoptera frugiperda. O genótipo BRS Aleppo foi considerado padrão suscetível e os genótipos restantes classificados como deterrentes (Figura 1).

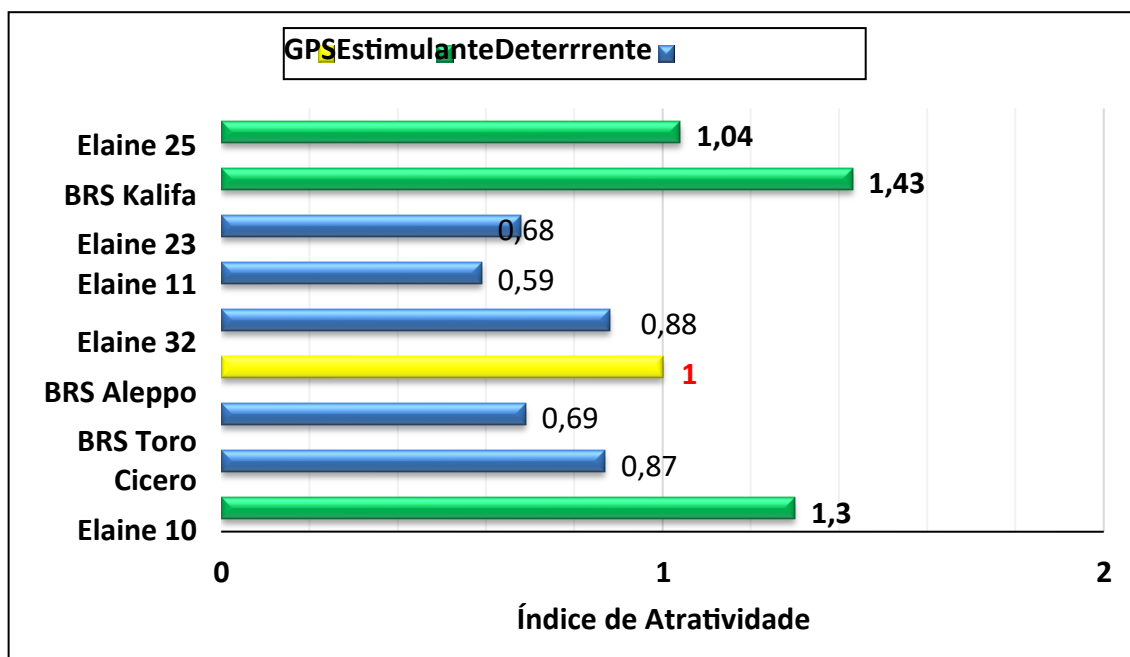


Figura 1. Níveis do índice de atratividade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em nove genótipos de grão-de-bico em teste com chance de escolha. Urutaí, IF Goiano, 2022.

No teste sem chance de escolha, o consumo foliar acima de 70% foi atingido durante o último período estabelecido, o que fez com que o ensaio fosse encerrado antes (Tabela 2).

Tabela 2. Média (\pm EPM¹) dos números de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de grão-de-bico no teste sem chance de escolha. Urutaí/GO, IF Goiano, 2022.

| Genótipos | Períodos de monitoramento | | | |
|-------------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 1 minuto | 5 minutos | 10 minutos | 15 minutos |
| Flip 10 - 328C | 0,3 \pm 0,15 | 0,3 \pm 0,15 | 0,2 \pm 0,13 | 0,1 \pm 0,10 |
| Cicero | 0,6 \pm 0,16 | 0,4 \pm 0,16 | 0,4 \pm 0,16 | 0,4 \pm 0,16 |
| BRS Toro | 0,3 \pm 0,15 | 0,4 \pm 0,16 | 0,3 \pm 0,15 | 0,4 \pm 0,16 |
| BRS Aleppo | 0,2 \pm 0,13 | 0,5 \pm 0,16 | 0,4 \pm 0,16 | 0,3 \pm 0,15 |
| Flip 10 - 161C | 0,3 \pm 0,15 | 0,3 \pm 0,15 | 0,3 \pm 0,15 | 0,5 \pm 0,16 |
| Flip 10 - 329C | 0,3 \pm 0,15 | 0,4 \pm 0,16 | 0,5 \pm 0,16 | 0,5 \pm 0,16 |
| Flip 10 - 370C | 0,3 \pm 0,15 | 0,5 \pm 0,16 | 0,4 \pm 0,16 | 0,5 \pm 0,16 |
| BRS Kalifa | 0,3 \pm 0,15 | 0,2 \pm 0,13 | 0,2 \pm 0,13 | 0,3 \pm 0,15 |
| Flip 10 - 379C | 0,2 \pm 0,13 | 0,1 \pm 0,10 | 0,1 \pm 0,10 | 0,1 \pm 0,10 |
| <i>F</i> | 0,60 | 0,76 | 0,72 | 1,11 |
| <i>Valor de P</i> | 0,7704 | 0,6370 | 0,6689 | 0,3595 |

...continua...

Tabela 2, Cont.

| Genótipos | Períodos de monitoramento | | | | |
|-----------------------|---------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | 30 minutos | 60 minutos | 120 minutos | 360 minutos | 720 minutos |
| Flip 10 - 328C | 0,3±0,15 | 0,5±0,16 | 0,3±0,15 | 0,2±0,13 | 0,3±0,15 |
| Cicero | 0,6±0,16 | 0,8±0,13 | 0,4±0,16 | 0,1±0,10 | 0,1±0,10 |
| BRS Toro | 0,4±0,16 | 0,5±0,16 | 0,3±0,15 | 0,4±0,16 | 0,4±0,16 |
| BRS Aleppo | 0,5±0,16 | 0,6±0,16 | 0,5±0,16 | 0,2±0,13 | 0,2±0,13 |
| Flip 10 - 161C | 0,5±0,16 | 0,5±0,16 | 0,2±0,13 | 0,2±0,13 | 0,1±0,10 |
| Flip 10 - 329C | 0,4±0,16 | 0,4±0,16 | 0,1±0,10 | 0,1±0,10 | 0,1±0,10 |
| Flip 10 - 370C | 0,3±0,15 | 0,4±0,16 | 0,4±0,16 | 0,2±0,13 | 0,4±0,16 |
| BRS Kalifa | 0,2±0,13 | 0,1±0,10 | 0,3±0,15 | 0,1±0,10 | 0,1±0,10 |
| Flip 10 - 379C | 0,1±0,10 | 0,2±0,13 | 0,1±0,10 | 0,1±0,10 | 0,1±0,10 |
| <i>F</i> | 1,07 | 1,84 | 0,88 | 0,61 | 1,09 |
| <i>Valor de P</i> | 0,3913 | 0,0808 | 0,5314 | 0,7612 | 0,3784 |

A ausência de letras nas médias ou médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ¹EPM – Erro Padrão da Média.

Os resultados dos cálculos do índice de atratividade para o teste sem chance de escolha revelaram que BRS Aleppo, Cicero e Flip 10 - 328C se mostraram estimulantes a alimentação de *Spodoptera frugiperda*, enquanto BRS Toro foi considerado genótipo padrão suscetível e os demais classificados como deterrentes (Figura 2).

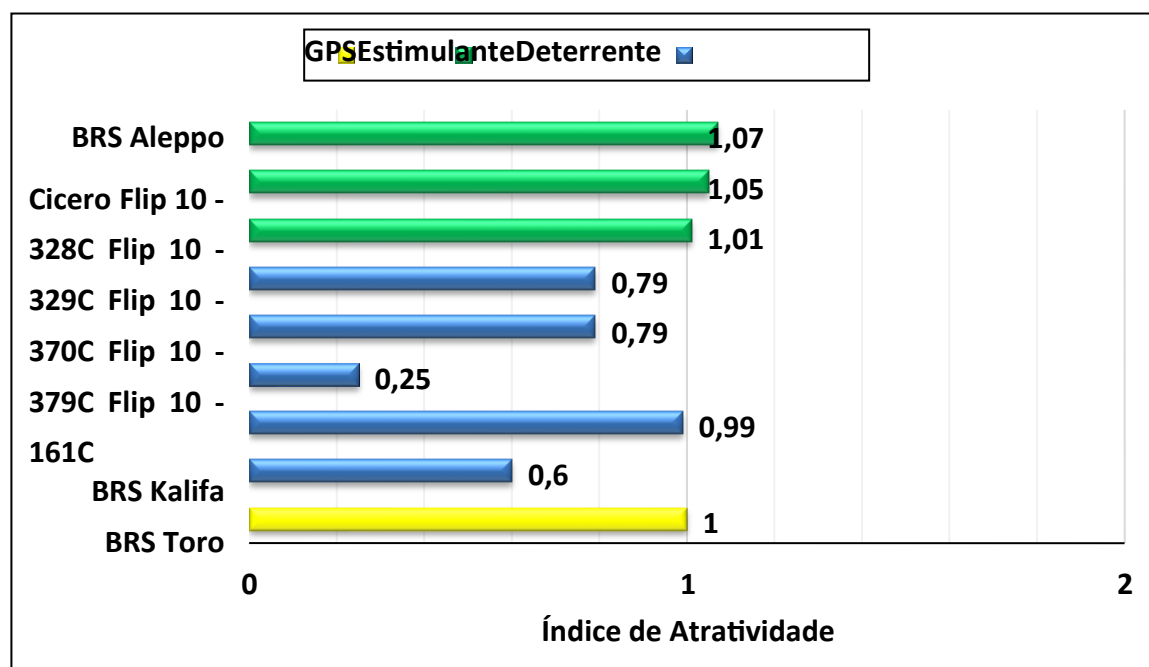


Figura 2. Níveis do índice de atratividade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em nove genótipos de grão-de-bico em teste sem chance de escolha. Urutaí, IF Goiano, 2022.

Na análise do número médio de tricomas foliares, os genótipos que evidenciaram maior densidade foram Flip 10 - 379C, BRS Aleppo, BRS Kalifa e BRS Toro. O genótipo Cicero obteve a menor média de densidade de tricomas entre os demais. Na avaliação de tricomas não-glandulares, não houve diferença significativa entre as médias dos genótipos avaliados (Tabela 3).

Tabela 3. Média (\pm EPM¹) do número de tricomas em 9 mm² de folhas de genótipos de grão-de-bico. Urutaí/GO, IF Goiano, 2022.

| Genótipos | Densidade de tricomas (9 mm ²) | |
|-----------------------|--|-----------------------|
| | Tricoma glandular | Tricoma não-glandular |
| Flip 10 - 328C | 26,8 \pm 1,04b | 89,8 \pm 2,32 |
| Cicero | 19,2 \pm 1,80c | 68,2 \pm 2,78 |
| BRS Toro | 33,3 \pm 1,32a | 91,0 \pm 0,81 |
| BRS Aleppo | 30,7 \pm 1,40a | 80,1 \pm 1,98 |
| Flip 10 - 161C | 26,8 \pm 1,10b | 91,2 \pm 0,94 |
| Flip 10 - 329C | 26,2 \pm 1,38b | 86,0 \pm 1,34 |
| Flip 10 - 370C | 27,6 \pm 1,26b | 88,4 \pm 2,18 |
| BRS Kalifa | 33,4 \pm 0,97a | 89,4 \pm 1,57 |
| Flip 10 - 379C | 30,4 \pm 0,84a | 92,6 \pm 1,08 |
| <i>F</i> | 11,92 | 1,11 |
| <i>Valor de P</i> | < 0,0001 | 0,3594 |

A ausência de letras nas médias ou médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ¹EPM – Erro Padrão da Média.

Na análise termal das plantas de grão-de-bico, Flip 10 - 329C (29,0) apresentou a maior média entre todos os genótipos avaliados quando não houve presença da lagarta na planta (controle), enquanto Cicero, BRS Toro, BRS Aleppo, Flip 10 - 161C e Flip 10 - 370C expressaram as menores médias de temperatura (Tabela 4).

Com dois dias de infestação por *Spodoptera frugiperda*, os números de BRS Aleppo e Flip 10 - 379C se destacaram, juntamente com Flip 10 - 329C, com médias superiores aos outros genótipos. Entre os demais, não houve diferença significativa durante esse período (Tabela 4).

Aos quatro dias, Flip 10 - 329C e BRS Aleppo permaneceram com as maiores médias, diferindo dos demais genótipos avaliados, que apresentaram média não significativa na variação de temperatura (Tabela 4).

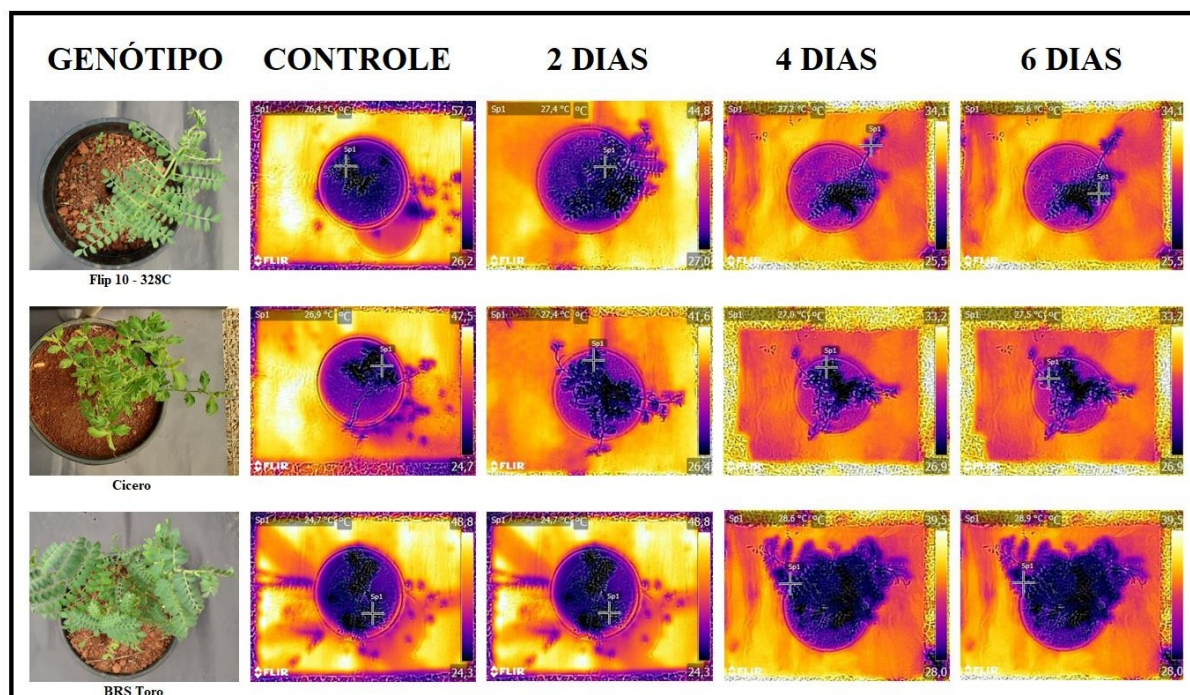
Já aos seis dias de infestação, somente BRS Aleppo manteve a maior diferença entre as médias de temperatura. BRS Toro e Flip 10 - 329C obtiveram médias secundárias e os demais não apresentaram diferença significativa entre eles (Tabela 4).

Tabela 4. Média (\pm EPM¹) da variação da temperatura vegetal de genótipos de grão-de-bico em diferentes intervalos de tempo infestados por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Urutai/GO, IF Goiano, 2022.

| Genótipos | Temperatura vegetal (°C) | | | |
|-----------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Controle | 2 dias | 4 dias | 6 dias |
| Flip 10 - 328C | 26,9 \pm 0,35b | 26,5 \pm 0,46b | 26,6 \pm 0,24b | 26,4 \pm 0,29c |
| Cicero | 25,1 \pm 0,23c | 28,1 \pm 0,48b | 26,9 \pm 0,17b | 27,1 \pm 0,30c |
| BRS Toro | 25,1 \pm 0,85c | 26,7 \pm 0,79b | 28,3 \pm 1,15b | 28,7 \pm 0,89b |
| BRS Aleppo | 24,2 \pm 0,27c | 30,1 \pm 0,85a | 31,4 \pm 1,04a | 31,8 \pm 1,05a |
| Flip 10 - 161C | 25,1 \pm 0,26c | 28,5 \pm 0,29b | 26,7 \pm 0,34b | 26,9 \pm 0,32c |
| Flip 10 - 329C | 29,0 \pm 0,26a | 30,3 \pm 0,78a | 30,7 \pm 1,10a | 29,7 \pm 1,79b |
| Flip 10 - 370C | 25,7 \pm 0,89c | 27,7 \pm 0,70b | 25,8 \pm 0,69b | 25,7 \pm 0,70c |
| BRS Kalifa | 26,4 \pm 0,43b | 28,4 \pm 0,12b | 26,7 \pm 0,11b | 27,0 \pm 0,16c |
| Flip 10 - 379C | 24,1 \pm 0,23c | 30,8 \pm 1,39a | 25,5 \pm 0,64b | 25,5 \pm 0,58c |
| F | 5,95 | 4,22 | 9,30 | 8,36 |
| Valor de P | 0,0001 | 0,0017 | < 0,0001 | < 0,0001 |

A ausência de letras nas médias ou médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ¹EPM – Erro Padrão da Média.

Em relação as variações de temperatura entre os períodos de controle e infestação, BRS Aleppo e Flip 10 - 379C expressaram a maior diferença nos períodos de controle e os dois primeiros dias avaliados, com distinção de 5,9°C e 6,7°C, respectivamente. A menor diferença registrada foi demonstrada por Flip 10 - 328C e Flip 10 - 370C, ambos com 0,1°C de distinção, entre os períodos de dois a quatro e quatro a seis dias, respectivamente. Flip 10 - 379C obteve temperatura média semelhante durante os dois últimos períodos (Figura 3).



...continua...

Figura 3, Cont.

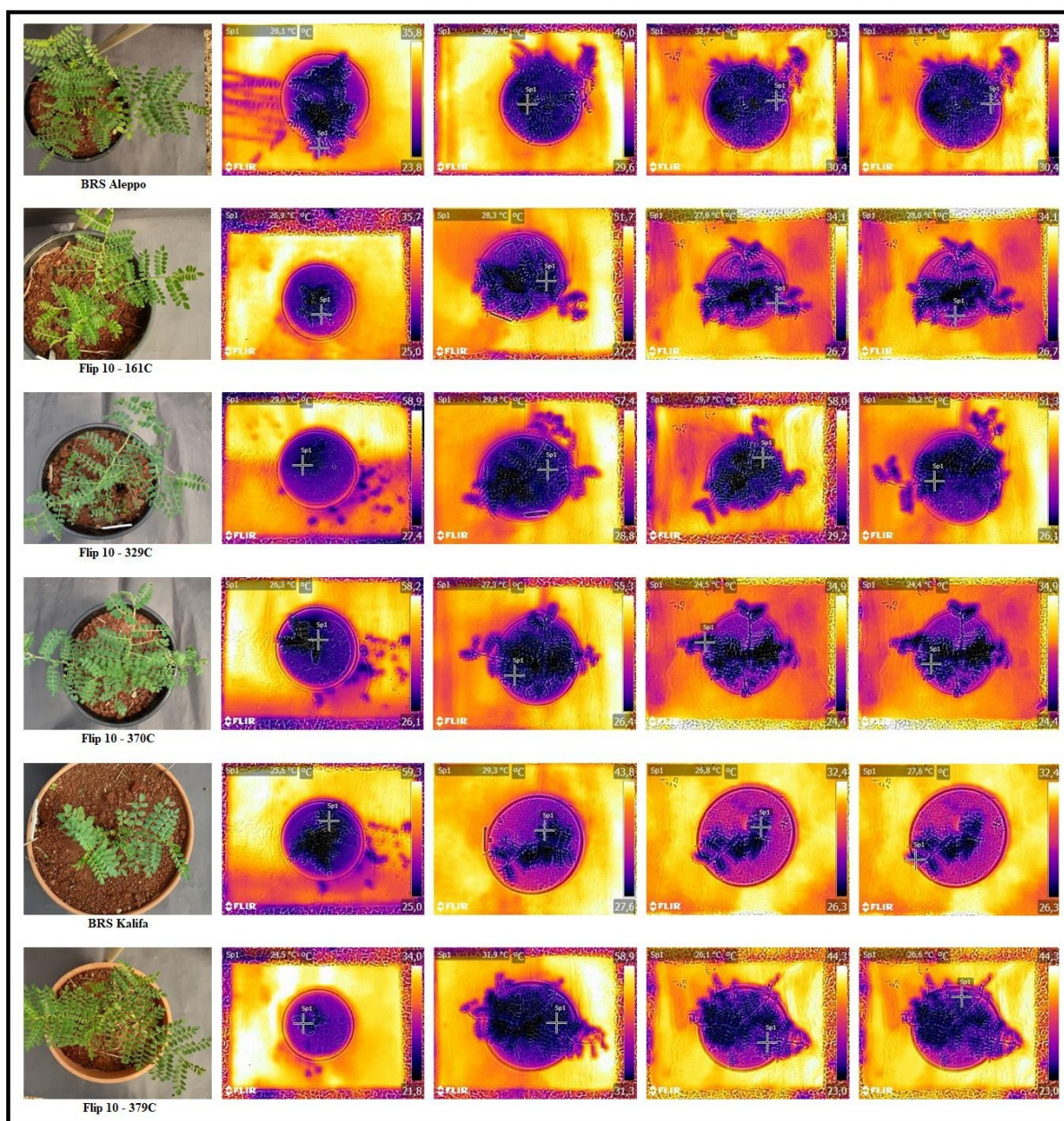


Figura 3. Variações de temperatura registradas durante os períodos de avaliação em vasos com genótipos de grão-de-bico infenastados por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Urutaí, IF Goiano, 2022.

Ao final do experimento, as lagartas presentes nas plantas foram retiradas e mantidas em laboratório onde passaram para a fase de pupa e completaram o ciclo total.

Os resultados dos experimentos da antibiose para a avaliação da biologia de *Spodoptera frugiperda* submetida à alimentação com folhas de grão-de-bico demonstraram que não ocorreu diferença significativa entre todos os parâmetros avaliados. Dados das médias das fases larval e pupal, além da longevidade dos adultos, não apresentaram distinção

entre os genótipos avaliados (Tabela 5). Os resultados das médias das viabilidades larval, pré pupal, pupal e a duração do ciclo total das lagartas, também não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 6).

Tabela 5. Médias (\pm EPM¹) dos períodos (dias) e pesos (g) das fases larval, pupal e longevidade de adultos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentados com folhas de grão-de-bico. Urutaí/GO, IF Goiano, 2022.

| Genótipos | Fase Larval | | Fase Pupal | | Longevidade | |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|----------------|--|
| | Período | Peso | Período | Peso | Adulto (dias) | |
| Flip 10 - 328C | 12,5 \pm 0,22 | 0,22 \pm 0,022 | 10,3 \pm 0,88 | 0,15 \pm 0,021 | 3,0 \pm 0,57 | |
| Cicero | 13,6 \pm 0,66 | 0,26 \pm 0,023 | 11,7 \pm 1,18 | 0,16 \pm 0,005 | 3,0 \pm 0,40 | |
| BRS Toro | 14,5 \pm 1,19 | 0,28 \pm 0,034 | 11,2 \pm 0,64 | 0,15 \pm 0,006 | 3,0 \pm 0,43 | |
| BRS Aleppo | 15,3 \pm 1,66 | 0,26 \pm 0,014 | 12,0 \pm 1,15 | 0,12 \pm 0,006 | 3,0 \pm 0,57 | |
| Flip 10 - 161C | 13,1 \pm 0,26 | 0,32 \pm 0,041 | 11,3 \pm 0,61 | 0,17 \pm 0,013 | 3,8 \pm 0,16 | |
| Flip 10 - 329C | 13,0 \pm 0,10 | 0,27 \pm 0,019 | 11,3 \pm 0,66 | 0,15 \pm 0,007 | 4,6 \pm 0,66 | |
| Flip 10 - 370C | 12,1 \pm 0,12 | 0,20 \pm 0,026 | 10,5 \pm 0,50 | 0,17 \pm 0,008 | 4,3 \pm 0,55 | |
| BRS Kalifa | 16,3 \pm 1,49 | 0,30 \pm 0,028 | 11,6 \pm 0,55 | 0,12 \pm 0,010 | 3,3 \pm 0,21 | |
| Flip 10 - 379C | 13,3 \pm 0,76 | 0,25 \pm 0,022 | 11,2 \pm 0,48 | 0,15 \pm 0,004 | 3,6 \pm 0,24 | |
| F | 2,13 | 1,81 | 0,50 | 2,81 | 1,92 | |
| Valor de P | 0,0482 | 0,0926 | 0,8474 | 0,0165 | 0,0874 | |

A ausência de letras nas médias ou médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ¹EPM – Erro Padrão da Média.

Tabela 6. Médias (\pm EPM¹) da viabilidade larval, pré pupal, pupal e ciclo total de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentada com folhas de grão-de-bico. Urutaí/GO, IF Goiano, 2022.

| Genótipos | Viabilidade Larval (%) | Viabilidade Pré Pupal (%) | Viabilidade Pupal (%) | Ciclo Total (dias) |
|-----------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| | Flip 10 - 328C | 80 \pm 13,3 | 60 \pm 16,3 | 30 \pm 15,2 |
| Cicero | 80 \pm 13,3 | 60 \pm 16,3 | 40 \pm 16,3 | 28,7 \pm 1,88 |
| BRS Toro | 80 \pm 13,3 | 80 \pm 13,3 | 70 \pm 15,2 | 28,4 \pm 1,70 |
| BRS Aleppo | 90 \pm 10 | 60 \pm 16,3 | 30 \pm 15,2 | 31,3 \pm 3,92 |
| Flip 10 - 161C | 90 \pm 10 | 90 \pm 10 | 60 \pm 16,3 | 28,3 \pm 0,55 |
| Flip 10 - 329C | 60 \pm 16,3 | 40 \pm 16,3 | 30 \pm 15,2 | 28,7 \pm 0,25 |
| Flip 10 - 370C | 90 \pm 10 | 80 \pm 13,3 | 60 \pm 16,3 | 27,0 \pm 0,81 |
| BRS Kalifa | 100 | 90 \pm 10 | 60 \pm 16,3 | 30,8 \pm 2,31 |
| Flip 10 - 379C | 90 \pm 10 | 60 \pm 16,3 | 50 \pm 16,6 | 28,4 \pm 1,40 |
| F | 0,95 | 1,36 | 0,96 | 0,86 |
| Valor de P | 0,4743 | 0,2252 | 0,4685 | 0,5551 |

A ausência de letras nas médias ou médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ¹EPM – Erro Padrão da Média.

Nos ensaios para a avaliação dos índices nutricionais, todos os parâmetros avaliados expressaram diferença significativa nas médias dos genótipos analisados .

O maior ganho de peso foi observado em Flip 10 - 328C (0,014 g), BRS Toro (0,010 g), Flip 10 - 161C (0,011g) e BRS Kalifa (0,013 g), enquanto nos demais genótipos não houve diferença significativa entre as médias. A maior ingestão de alimento ($p < 0,0001$) por *Spodoptera frugiperda* foi evidenciada em BRS Toro (0,106 g), BRS Kalifa (0,100 g) e Flip 10 - 329C (0,088 g). Quanto aos valores das médias das taxas de crescimento relativo (RGR), Flip 10 - 329C (0,065 g) e Flip 10 - 370C (0,051 g) obtiveram as menores médias entre todos os outros genótipos avaliados, que expressaram números superiores e não se diferenciaram estatisticamente. A taxa de consumo relativo (RCR) por *Spodoptera frugiperda* demonstrou que BRS Toro (1,092 g), Flip 10 - 329C (0,907 g), Flip 10 - 370C (0,871 g) e BRS Kalifa (0,865 g) alcançaram médias que se destacaram em relação aos demais. (Tabela 7)

Tabela 7. Médias (\pm EPM¹) dos índices nutricionais de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentada com folhas de grão-de-bico. Urutaí/GO, IF Goiano, 2022.

| Genótipos | Índices nutricionais | | | |
|-----------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
| | Ganho de Peso (g) | Peso alimento Ingerido (g) | RGR (g/g/dia) | RCR (g/g/dia) |
| Flip 10 - 328C | 0,014 \pm 0,001a | 0,074 \pm 0,003b | 0,120 \pm 0,008a | 0,611 \pm 0,035b |
| Cicero | 0,008 \pm 0,001b | 0,070 \pm 0,006b | 0,080 \pm 0,011a | 0,673 \pm 0,040b |
| BRS Toro | 0,010 \pm 0,001a | 0,106 \pm 0,007a | 0,102 \pm 0,012a | 1,092 \pm 0,047a |
| BRS Aleppo | 0,008 \pm 0,001b | 0,046 \pm 0,002c | 0,083 \pm 0,007a | 0,477 \pm 0,023b |
| Flip 10 - 161C | 0,011 \pm 0,001a | 0,052 \pm 0,004c | 0,115 \pm 0,023a | 0,658 \pm 0,050b |
| Flip 10 - 329C | 0,007 \pm 0,001b | 0,088 \pm 0,007a | 0,065 \pm 0,017b | 0,907 \pm 0,054a |
| Flip 10 - 370C | 0,008 \pm 0,003b | 0,057 \pm 0,009c | 0,051 \pm 0,041b | 0,871 \pm 0,331a |
| BRS Kalifa | 0,013 \pm 0,001a | 0,100 \pm 0,007a | 0,112 \pm 0,010a | 0,865 \pm 0,057a |
| Flip 10 - 379C | 0,003 \pm 0,001b | 0,052 \pm 0,014c | 0,100 \pm 0,033a | 0,742 \pm 0,036b |
| F | 2,52 | 9,73 | 2,10 | 2,74 |
| Valor de P | 0,0173 | <0,0001 | 0,0457 | 0,0104 |

A ausência de letras nas médias ou médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ¹EPM – Erro Padrão da Média.

A digestibilidade aproximada (AD) foi maior em BRS Toro (67,6%) e Flip 10 - 329C (63,4%). Flip 10 - 328C (19,9%), BRS Aleppo (17,3%) e Flip 10 - 161C (19,7%) se destacaram como os genótipos mais eficientes na conversão do alimento ingerido (ECI). Na eficiência de conversão do alimento digerido (ECD), BRS Aleppo (94,8%) teve média superior aos demais, se diferenciando estatisticamente de todos os outros tratamentos. Flip 10 - 161C (32,5%) apresentou o menor custo metabólico (CM) para as larvas de *Spodoptera frugiperda* (Tabela 8).

Tabela 8. Médias (\pm EPM¹) dos índices nutricionais de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) alimentada com folhas de grão-de-bico. Urutai/GO, IF Goiano, 2022.

| Genótipos | Índices nutricionais (%) | | | |
|-----------------------|--------------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | AD | ECI | ECD | CM |
| Flip 10 - 328C | 42,0 \pm 1,86c | 19,9 \pm 1,5a | 48,5 \pm 4,47c | 51,4 \pm 4,47b |
| Cicero | 55,4 \pm 3,66b | 11,9 \pm 1,68b | 21,0 \pm 2,38d | 78,9 \pm 2,38a |
| BRS Toro | 67,6 \pm 3,36a | 9,4 \pm 1,29b | 13,5 \pm 1,73d | 86,4 \pm 1,73a |
| BRS Aleppo | 21,8 \pm 2,79d | 17,3 \pm 1,25a | 94,8 \pm 17,50a | 5,1 \pm 17,50d |
| Flip 10 - 161C | 30,6 \pm 3,83d | 19,7 \pm 3,85a | 67,4 \pm 8,97b | 32,5 \pm 8,97c |
| Flip 10 - 329C | 63,4 \pm 1,91a | 7,5 \pm 1,74b | 14,8 \pm 1,59d | 85,1 \pm 1,59a |
| Flip 10 - 370C | 19,1 \pm 7,17d | 11,2 \pm 6,49b | 45,7 \pm 3,51c | 54,2 \pm 3,51b |
| BRS Kalifa | 52,3 \pm 6,25b | 13,9 \pm 1,99b | 22,9 \pm 2,68d | 77,0 \pm 2,68a |
| Flip 10 - 379C | 28,6 \pm 6,44d | 14,3 \pm 5,50b | 26,5 \pm 3,52d | 73,4 \pm 3,52a |
| F | 18,49 | 2,15 | 13,84 | 13,84 |
| Valor de P | <0,0001 | 0,0408 | <0,0001 | <0,0001 |

A ausência de letras nas médias ou médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ¹EPM – Erro Padrão da Média.

5. DISCUSSÕES

A análise dos resultados do ensaio de antixenose para atratividade, tanto nos testes com e sem chance de escolha, revelou que não houve evidência estatística que sugere diferença de preferência de *Spodoptera frugiperda* pelos genótipos avaliados durante todos os intervalos de tempo monitorados, apesar do consumo foliar atingir o ápice antes do término dos períodos determinados. A inexistência da distinção de médias pode ser explicada pela suscetibilidade natural dos genótipos estudados ou pela ação de compostos químicos produzidos pelas plantas que não expressaram atividade inseticida específica sobre *Spodoptera frugiperda* e que foram incapazes de influenciar negativamente o comportamento do inseto. Embora não tenha sido testado no experimento, existem diversos estudos que comprovam a eficiência do controle de pragas através da interação com compostos orgânicos de defesa vegetal (HICHMAN et al., 2021; LEROY, et al., 2019; PINTO-ZEVALLOS et al., 2013).

Apesar das médias dos testes não se diferenciarem significativamente, observou-se que os níveis dos índices de atratividade alcançados mostraram distinções entre os genótipos avaliados. No teste com chance de escolha, Flip 10 - 329C (0,59), Flip 10 - 370C (0,68), Flip 10 - 161C (0,88), BRS Toro (0,69) e Cicero (0,87) se destacaram como os genótipos menos atrativos (deterrentes), de maneira oposta a Flip 10 - 379C (1,04), BRS Kalifa (1,43) e Flip 10 - 328C (1,30), que foram os mais atrativos a lagarta (estimulantes).

Já no teste sem chance de escolha, Flip 10 - 329C (0,79), Flip 10 - 370C (0,79) e Flip 10 - 161C (0,99) permaneceram como os menos atrativos, junto a BRS Kalifa (0,60) e Flip 10 - 379C (0,25), que passaram a ser deterrentes. Flip 10 - 328C (1,01), que continuou classificado como estimulante, BRS Aleppo (1,07) e Cicero (1,05), que passou a ser mais atrativo, foram considerados os genótipos mais suscetíveis do teste. BRS Aleppo e BRS Toro representaram o GPS dos testes com e sem chance de escolha, respectivamente. Correa (2019) observou resultados semelhantes quanto aos níveis dos índices de atratividade em BRS Toro, Cicero, BRS Kalifa e BRS Aleppo em seus estudos com *Spodoptera frugiperda* submetidos à dieta com folhas de grão-de-bico em testes com e sem chance de escolha. Teixeira et al. (2022), em testes com *Chrysodeixis includens*, também evidenciaram maior suscetibilidade de Cicero nos índices de atratividade dos dois testes de preferência.

Embora tenha sido classificado como deterrente nos testes com chance (0,88) e sem chance de escolha (0,99), Flip 10 - 161C atingiu níveis próximos de 1 nos dois experimentos, o que indica suscetibilidade semelhante ao GPS e níveis estimulantes à alimentação de

Spodoptera frugiperda. Constatou-se ainda que, com exceção de BRS Kalifa, Flip 10 - 379C e Flip 10 - 328C, todos os genótipos avaliados no teste sem chance de escolha aumentaram seus níveis de atratividade quando comparado aos números resultantes do teste com chance de escolha.

Como não foi possível classificar a preferência da lagarta pelas médias nos testes com e sem chance de escolha, os cálculos do índice de atratividade foram essenciais para que fosse possível determinar com mais clareza as possíveis fontes de antixenose à *Spodoptera frugiperda* na cultura do grão-de-bico.

Na análise média de tricomas, a densidade apresentada por BRS Toro, BRS Aleppo, BRS Kalifa e Flip 10 - 379C se destacaram em relação aos demais. As maiores densidades podem ter relação com o baixo nível expressado por BRS Toro no resultado do índice de atratividade durante no teste com chance de escolha e nos valores de BRS Kalifa e Flip 10 - 379C no teste sem chance de escolha. Mais estudos precisam ser realizados para tentar estabelecer essa relação.

Alguns estudos tem relacionado a densidade de tricomas presentes na folha com a preferência ou atratividade do inseto pela planta. Os tricomas glandulares podem armazenar e sintetizar compostos químicos produzidos pelas plantas que atuam como mecanismos de defesa contra pragas e patógenos (CHO et al., 2017). Experimentos com *Helicoverpa armigera* em grão-de-bico demonstraram que ácidos orgânicos, como ácidos málico e oxálico secretados pelos tricomas presentes nas folhas, podem inibir a atividade alimentar das lagartas, influenciar no peso e reduzir o consumo das folhas (DEVI; SHARMA; & RAO, 2013). Em *Spodoptera frugiperda*, compostos voláteis liberados pelas plantas podem influenciar diretamente na preferência da lagarta pela busca do hospedeiro para oviposição e desenvolvimento (SILVA et al., 2021; ROSA-CANCINO et al., 2016).

A presença de compostos químicos que interferem no comportamento e desenvolvimento dos insetos podem contribuir para a resistência da planta à praga. Maiores informações sobre os níveis desses compostos em grão-de-bico ainda precisam ser estudados para se avaliar o real impacto da atividade de *Spodoptera frugiperda* especificamente na cultura, uma vez que é imprescindível a compreensão da biologia e a sua relação com os índices de atratividade, de forma que métodos de controle adequados sejam definidos em conformidade com o manejo integrado de pragas.

Na análise termal, as fotos forneciam registros de imagens visuais e termográficas que apresentavam a radiação de fundo e a temperatura vegetal em escalas, sempre após a calibração automática contínua do sensor. Os resultados das imagens mostraram que, na fase de controle, BRS Aleppo se destacou com a menor média de temperatura registrada, junto aos

genótipos Cicero, BRS Toro, Flip 10 - 161C, Flip 10 - 370C e Flip 10 - 379C. Porém, aos dois dias de infestação com *Spodoptera frugiperda*, BRS Aleppo e Flip 10 - 379C expressaram aumento significativo da média de temperatura em comparação aos demais. Observou-se ainda que, desde o início da infestação até o fim do experimento, a superioridade média de temperatura de BRS Aleppo permaneceu constante durante toda a condução do ensaio, o que provavelmente foi influenciado pela presença da lagarta na planta. A mudança de temperatura na planta pela presença do inseto tem sido foco de estudo para algumas espécies de artrópodes, principalmente na avaliação da flutuação dos níveis de resistência que podem ser alterados de acordo com a faixa de temperatura estabelecida ou induzida (NECHOLS et al., 2020).

Entretanto, o genótipo Flip 10 - 329C, que manteve média superior constante durante o controle até aos quatro dias de avaliação, apresentou média de temperatura inferior a BRS Aleppo na última avaliação do experimento (aos seis dias). Apesar de se manter com médias superiores aos genótipos na maioria das avaliações, Flip 10 - 329C não evidenciou grande variação de temperatura em todas as avaliações no ensaio, semelhantemente ao ocorrido com os genótipos Flip 10 - 370C, Flip 10 - 328C, BRS Toro e BRS Kalifa.

Os genótipos Cicero, Flip 10 - 328C, Flip 10 - 161C, Flip 10 - 379C, Flip 10 - 329C, Flip 10 - 370C e BRS Kalifa apresentaram comportamento semelhante ao diminuir ou sustentar sua temperatura média após o primeiro contato da planta com a lagarta, permanecendo constante até o fim do ensaio. O comportamento termal da maioria dos genótipos pode ser justificado pela baixa atividade do inseto ou pela baixa reação de compostos orgânicos que inibem a influencia da lagarta sobre a planta.

O reconhecimento de padrões de mudança de temperatura pela presença de pragas com especificidade para o grão-de-bico precisa ser melhor estudado, visto que há divergências de oscilações de temperaturas nos diferentes genótipos analisados. De modo superficial, percebeu-se que a lagarta gerou uma reação no metabolismo de algumas plantas, já que sua presença possivelmente foi o fator determinante que causou o aumento na temperatura de alguns genótipos. O estabelecimento de parâmetros para determinar esse tipo de estresse apenas por visualização termal requer estudos mais aprofundados sobre alguns aspectos que são intrínsecos para um trabalho completo. Entender quais são os compostos orgânicos que cada genótipo manifesta e como reage ao ataque da praga, perceber a manifestação da possível resistência vegetal que altera a temperatura da planta e vice-versa, compreender qual o tempo de reação termal da planta no estabelecimento da praga, entre outros fatores, parecem ser de importância primária para a resolução da questão.

A semelhança estatística de todos os resultados gerados dos experimentos de antibiose para a biologia de *Spodoptera frugiperda* mostraram que os genótipos avaliados foram igualmente consumidos pelas lagartas, o que torna improvável que a ação de efeitos antibióticos pela planta tenham tido efeito no desenvolvimento das lagartas. Diferentes tipos de compostos orgânicos produzidos pelas plantas são capazes de interferir nos parâmetros biológicos de insetos, tendo como principais efeitos o prolongamento das fases larval e pupal, redução da viabilidade de crescimento e diminuição do peso durante ao longo do ciclo de vida (LIU et al., 2022; QUEIROZ et al., 2020).

Os números da viabilidade das lagartas, apesar de apresentar registros de mortalidade em todas as fases de desenvolvimento, não expressou diferença estatística entre as médias dos genótipos. Essa semelhança de médias provavelmente aponta para o potencial destrutivo da lagarta ao se estabelecer em sistemas de produção da cultura do grão-de-bico.

Apesar da não distinção de médias nos resultados das avaliações da biologia de *Spodoptera frugiperda*, os índices nutricionais demonstraram que os genótipos de grão-de-bico conseguiram influenciar no ganho de peso, quantidade de alimento ingerido, nas taxas de crescimento e consumo relativo, digestibilidade aproximada, nas eficiências de conversão do alimento ingerido e digerido, além do custo metabólico das lagartas.

Os dados sobre os índices nutricionais revelaram que Flip 10 - 370C, Flip 10 - 161C e BRS Aleppo foram os genótipos menos ingeridos pelas lagartas. BRS Aleppo ainda apresentou as maiores eficiências de conversão do alimento ingerido e digerido entre os demais, além do menor custo metabólico. Ao contrário dos parâmetros apresentados por BRS Aleppo, o genótipos BRS Toro, BRS Kalifa e Flip 10 - 329C expressaram as piores características para alimentação e desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda*.

A descoberta e utilização de genótipos que apresentam alguma forma de resistência a insetos deve ser incentivada e incluída nos sistemas de produção agrícola. Como já mencionado anteriormente, há pouca informação técnica disponível sobre os tipos de resistência que genótipos de grão-de-bico expressam à *Spodoptera frugiperda*, o que aponta para a necessidade da realização de maiores pesquisas para que, através dos dados gerados, se trace direções voltadas aos manejos sustentáveis e às formas de controles que possam ser futuramente estabelecidos para a cultura.

6. CONCLUSÕES

Os genótipos não mostraram indicadores de fontes de resistência do tipo antixenose à *Spodoptera frugiperda*. Apesar dos genótipos não apresentarem médias com diferenças significativas, os cálculos dos índices de atratividade evidenciaram que Flip 10 - 370C e Flip 10 - 329C se mostraram os menos atrativos às lagartas nos dois testes realizados.

BRS Toro, BRS Kalifa, BRS Aleppo e Flip 10 - 379C ainda precisam ser estudados quanto a relação de sua densidade de tricomas e a expressão de compostos orgânicos que influenciam o comportamento do inseto, assim como os aumentos de temperatura de BRS Aleppo quando exposto aos ataques de *Spodoptera frugiperda*. Ambos são aspectos que podem ser indicadores de resistência.

Semelhantemente ao ocorrido no teste de antixenose, todos os genótipos avaliados para a antibiose não apresentaram resistência à lagarta. Porém, pelas análises dos dados dos índices nutricionais, BRS Toro, BRS Kalifa e Flip 10 - 329C expressaram potencial para maiores pesquisas sobre o consumo a utilização desses genótipos no manejo de *Spodoptera frugiperda*.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, A.; VETTEN, H. J. Chickpea chlorotic stunt virus: a threat to cool-season food legumes. **Archives of Virology**, v. 167, n. 1, p. 21-30, 2022.

AYIL-GUTIÉRREZ, B. A.; SÁNCHEZ-TEYER, L. F.; VÁZQUEZ-FLOTA, F.; MONFORTE-GONZÁLEZ, M.; TAMAYO-ORDÓÑEZ, Y.; TAMAYO-ORDÓÑEZ, M. C.; RIVERA, G. Biological effects of natural products against *Spodoptera* spp. **Crop Protection**, v. 114, p. 195-207, 2018.

BALDIN, E. L. P.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. **Resistência de plantas a insetos: fundamentos e aplicações**. Piracicaba, SP: FEALQ, 2019. 493 p.

BERNARDI, D.; SALMERON, E.; HORIKOSHI, R. J.; BERNARDI, O.; DOURADO, P. M.; CARVALHO, R. A.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. P.; OMOTO, C. Cross-Resistance between Cry1 Proteins in Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) May Affect the Durability of Current Pyramided Bt Maize Hybrids in Brazil. **Plos One**, v. 10, n. 10, p. 1v., 2015.

BLANCO, C. A.; CHIARAVALLE, W.; DALLA-RIZZA, M.; FARIAS, J. R.; GARCIA-DEGANO, M. F.; GASTAMINZA, G.; MOTA-SANCHEZ, D.; MURUA, M. G.; OMOTO, C.; PIERALISI, B. K.; RODRIGUEZ, J.; RODRIGUEZ-MACIEL, J. C.; TERAN-SANTOFIMIO, H.; TERAN-VARGAS, A. P.; VALENCIA, S. J.; WILLINK, E. Current situation of pests targeted by Bt crops in Latin America. **Current Opinion in Insect Science**, v. 15, p. 131-138, 2016.

BORELLA JÚNIOR, C.; CORREA, F.; SILVA, A. R.; SIQUEIRA, A. P. S.; NASCIMENTO, W. M.; ALMEIDA, A. C. S.; JESUS, F. G. Resistance of chickpea cultivars to *Chloridea virescens* (Lepidoptera: Noctuidae). **Acta Scientiarum**, v. 44, p. 1-8, 2022.

BRAGARD, C.; BAPTISTA, P.; CHATZIVASSILIOU, E.; DI SERIO, F.; GONTHIER, P.; MIRET, J. A. J.; JUSTESEN, A. F.; MACLEOD, A.; MAGNUSSON, C. S.; MILONAS, P.; NAVAS-CORTES, J. A.; PARNELL, S.; ENVASAMENTO, R.; STEFANI, E.; THULKE, H.; VAN DER WERF, W.; CIVERA, A. C.; YUEN, J.; ZAPPALÀ, L.; MIGHELI, Q.; VLOUTOGLOU, I.; CZWIENCZEK, E.; STREISSL, F.; CARLUCCIO, A. V.;

CHIUMENTI, M.; DI SERIO, F.; RUBINO, L.; REIGNAULT, P. L. Pest categorization of chickpea chlorotic dwarf virus. **European Food Safety Authority Journal**, v. 20, n. 11, p. 1v., 2022.

CHACKROUN, M.; BANYULS, N.; BEL, Y.; ESCRICHE, B.; FERRE, J. Bacterial Vegetative Insecticidal Proteins (Vip) from Entomopathogenic Bacteria. **Microbiology And Molecular Biology Reviews**, v. 80, n. 2, p. 329-350, 2016.

CHANDIO, M. A.; KUBAR, M. I.; SOLANGI, S.; MAGSI, F. H.; MANGI, S.; ROONJHA, M. A.; CHANNA, N. A.; LASHARI, K. H. Screening of chickpea varieties against gram aphid *Aphis craccivora* (Koch.) in field. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 5, n. 3, p. 1651-1654, 2017.

CHO, K.; KWON, M.; CHO, J.; IM, J.; YOUNG-EUN, P.; HONG, S.; HWANG, I.; KANG, J. Characterization of trichome morphology and aphid resistance in cultivated and wild species of potato. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 58, n. 5, p. 450-457, 2017.

CORREA, F.; SILVA, C. L. T.; NASCIMENTO, W. M.; ALMEIDA, A. C. de S.; de JESUS, F. G. Antibiosis to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in chickpea genotypes. **Bulletin of Entomological Research**, v. 112, n. 3, 335-342, 2021.

CORREA, F. Resistência de Genótipos de Grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) a *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). **Dissertação (mestrado)** – Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, 2019.

DEVI, V. S.; SHARMA, H. C.; RAO, P. A. Influence of oxalic and malic acids in chickpea leaf exudates on the biological activity of CryIAC towards *Helicoverpa armigera*. **Journal of Insect Physiology**, v. 59, n. 4, p. 394-399, 2013.

DIXIT, G. P.; SRIVASTAVA, A. K.; SINGH, N. P.; Marching towards self-sufficiency in chickpea. **Current Science**, v. 116, n. 2, p. 239-242, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO.

Food and agriculture data. In: FAOSTAT. Rome, Italy, 2018. Disponível em:<
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>> Acesso em 21 jan. 2023.

GRIJALBA, E. P.; ESPINEL, C.; CUARTAS, P. E.; CHAPARRO, M. L.; VILLAMIZAR, L. F. **Fungal Biology**, v. 122, n. 11, p. 1069-1076, 2018.

GUERRERO, A.; MALO, E. A.; COLL, J.; QUERO, C. Semiochemical and natural product-based approaches to control *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Pest Science**, v. 87, p. 231-247, 2014.

HERRERO, M. I.; MURÚA, M. G.; CASMUZ, A. S.; GASTAMINZA, G.; SOSA-GÓMEZ, D. R. Microsatellite variation in *Helicoverpa gelotopoeon* (Lepidoptera: Noctuidae) populations from Argentina. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 23, n. 4, p. 536-544, 2021.

HICKMAN, D. T.; RASMUSSEN, A.; RITZ, K.; BIRKETT, M. A.; NEVE, P. Review: Allelochemicals as multi-kingdom plant defence compounds: towards an integrated approach. **Pest Management Science**, v. 77, n. 3, p. 1121-1131, 2021.

JUKANTI, A. K.; GAUR, P. M.; GOWDA, C. L. L.; & CHIBBAR, R. N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. **British Journal of Nutrition**, v. 108, n. S1, p. S11-S26, 2012.

KANAKALA, S.; KURIA, P. Chickpea chlorotic dwarf virus: An Emerging Monopartite Dicot Infecting Mastrevirus. **Viruses**, v. 11, n. 1, p. 1v., 2019.

KAUR, R.; PRASAD, K. Technological, processing and nutritional aspects of chickpea (*Cicer arietinum*) – A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 109, p. 448- 463, 2021.

KUMAR, M.; YUSUF, M. A.; NIGAM, M. An Update on Genetic Modification of Chickpea for Increased Yield and Stress Tolerance. **Molecular Biotechnology**, v. 60, p. 651–663, 2018.

LEROY, N.; de TOMBEUR, F.; WALGRAFFE, Y.; CORNELIS, J. T.; VERHEGGEN, F. J. Silicon and Plant Natural Defenses against Insect Pests: Impact on Plant Volatile Organic

Compounds and Cascade Effects on Multitrophic Interactions. **Plants-Basel**, v. 8, n. 11, p. 3-11, 2019.

LIU, H.; CHENG, Y.; WANG, X.; FRÉDÉRIC, F.; WANG, Q.; LIU, X.; ZHANG, Y.; CHEN, J. Biochemical and Morphological Mechanisms Underlying the Performance and Preference of Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*) on Wheat and Faba Bean Plants. **Insects**, v. 13, n. 4, 2022.

MERGA, B.; HAJI, J. Economic importance of chickpea: Production, value and world trade. **Cogent Food & Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 1-13, 2019.

MICHEREFF FILHO, M.; SEGEDI, E. J. L.; NASCIMENTO, W. M.; CASTRO, M. T.; SILVA, P. A.; SOUSA, N. C. M. Compatibilidade entre cultivares de grão-de-bico e o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum*. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1415-2312; n 217), 23p., 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1129456/compatibilidade-entre-cultivares-de-grao-de-bico-e-o-parasitoide-de-ovos-trichogramma-pretiosum>. Acessado em: 22 novembro 2022.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; SOUSA-SILVA, J. C.; PAULA-MORAES, S. V.; PETERSON, J. A.; HUNT, T. E. Host Plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. **African Entomology**, v. 26, n. 2, p. 286-300, 2018.

MURÚA, M. G.; CAZADO, L. E.; CASMUZ, A.; HERRERO, M. I.; VILLAGRÁN, M. E.; VERA, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; GASTAMINZA, G. Species from the *Heliothinae* Complex (Lepidoptera: Noctuidae) in Tucumán, Argentina, an Update of Geographical Distribution of *Helicoverpa armigera*. **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, p. 1v., 2016.

NASCIMENTO, W.; SILVA, P. P.; ARTIAGA, O. P.; SUINAGA, F. A. Grão-de-bico. In: NASCIMENTO, W. Hortaliças Leguminosas. Brasília-DF: Embrapa, 2016. p. 90-121. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1054423>>. Acesso em: 01 dez. 2022.

NECHOLS, J. R.; HOUGH, A. R.; MARGOLIES, D. C.; RUBERSON, J. R.; McCORNACK, B. P.; SANDERCOCK, B. K.; MURRAY, L. Effect of Temperature on Plant Resistance to Arthropod Pests. **Environmental Entomology**, v. 49, n. 3, p. 537-545, 2020.

PATIL, S. B.; GOYAL, A.; CHITGUPEKAR, S. S.; KUMAR, S.; EL-BOUHSSINI, M. Sustainable management of chickpea pod borer. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 37, n. 20, p. 1v., 2017.

PINTO-ZEVALLOS, D. M.; MARTINS, C. B. C.; PELLEGRINO, A. C.; ZARBIN, P. H. G. Volatile Organic Compounds in Induced Plant Defense Against Herbivorous Insects. **Quimica Nova**, v. 36, n. 9, p. 1395-1405, 2013.

QUEIROZ, E. B.; MIRANDA, D. de S.; da SILVA, F. C.; BORELLA JÚNIOR, C.; ALMEIDA, A. C. de S.; HIROSE, E.; de JESUS, F. G. Antibiosis in soybean genotypes to *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 64, n. 2, 2020.

RATO, C.; CARVALHO, M. F.; AZEVEDO, C.; OBLESSUC, P. R. Genome editing for resistance against plant pests a pathogen. **Transgenic Research**, v. 30, p. 427-459, 2021.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Version 4.1.1. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/bin/windows/base/>>.

ROSA-CANCINO, W. De La; ROJAS, J. C.; CRUZ-LOPEZ, L.; CASTILLO, A. MALO, E. A. Attraction, Feeding Preference, and Performance of *Spodoptera frugiperda* Larvae (Lepidoptera: Noctuidae) Reared on Two Varieties of Maize. **Environmental Entomology**, v. 45, n. 2, p. 384-389, 2016.

SAGAR, D.; NEBAPURE, S. M.; CHANDER, S. Assessment of *Helicoverpa armigera* (Hubner) Adult Population in Chickpea using Weather Based Indices. **Legume Research**, v. 45, n. 2, p. 260-264, p. 2020.

SCRIBER, J. M.; SLANSKY JUNIOR, F. The nutritional ecology of immature insects. **Annual Review of Entomology**, v. 26, n. 1, p. 183-211, 1981.

SEIFI, A.; VISSER, R. G. F.; BAI, Y. How to effectively deploy plant resistances to pests and pathogens in crop breeding. **Euphytica**, v. 190, n. 3, p. 321-334, 2013.

SHARMA, A. K.; AARWE, R. BHOWMICK, A. K.; THAKUR, A. S. SHARMA, R. Population dynamics of major phototactic insect pests of chickpea ecosystem through light trap. **Legume Research**, v. 43, n. 2, p. 289-293, 2020.

SILVA, C. L. T.; CORREA, F.; ALMEIDA, A. C. D.; ARAÚJO, M. S.; BARRIGOSI, J. A. F.; de JESUS, F. G. Resistance of rice genotypes to fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 65, n. 3, p. 1-7, 2021.

SISAY, B.; SIMIYU, J.; MALUSI, P.; LIKHAYO, P.; MENDESIL, E.; ELIBARIKI, N.; WAKGARI, M.; AYALEW, G.; TEFERA, T. First report of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), natural enemies from Africa. **Journal of Applied Entomology**, v. 142, n. 8, p. 800-804, 2018.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

TEIXEIRA, F. L.; BARROS, W. F.; COSTA FILHO, R. D. A.; NASCIMENTO, W. M.; de JESUS, F. G. Antixenose em Genótipos de Grão-de-bico a *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae). In: SEMANA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E JORNADA DA PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL, 17., 2022, Ipameri. **Anais da Semana de Ciências Agrárias e Jornada da Pós-Graduação em Produção Vegetal**. Ipameri: UEG, 2022, p. 117-120.

TELEDYNE FLIR LLC: The World's Sixth Sense®. Version 6.4. FLIR Systems Inc., Wilsonville, United States of America, 2022. Disponível em: <<https://www.flir.com.br/support/products/flir-tools/#Documents>>.

TRAPERO, C.; WILSON, I. W.; STILLER, W. N.; WILSON, L. J. Enhancing Integrated Pest Management in GM Cotton Systems Using Host Plant Resistance. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1v., 2016.

UPADHYAYA, H. D.; THUDI, M.; DRONAVALLI, N.; GUJARIA, N.; SINGH, S.; SHARMA, S.; VARSHNEY, R. K. Genomic tools and germplasm diversity for chickpea improvement. **Plant Genetic Resources**, v. 9, n. 1, p. 45-48, 2011.

WALDBAUER, G. P. The consumption and utilization of food by insects. In: Advances in insect physiology. **Academic Press**, v. 5, p. 229-288, 1968.

WALLACE, T.C.; OLIVEIRA, R.; ZELMAN, K.M. The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus. **Nutrients**, v. 8, n. 12, 766, p. 1-10, 2016.