

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade – PPGECB

Habituação, indução de preferência e condicionamento pré-
imaginal de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) previamente
alimentada em diferentes genótipos de feijão-caupi (*Vigna
unguiculata* [L] Walp.)

Suelen Pires da Silva

Dourados-MS.
Maio de 2022

Universidade Federal da Grande Dourados
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Suelen Pires da Silva

HABITUAÇÃO, INDUÇÃO DE PREFERÊNCIA E
CONDICIONAMENTO PRÉ-IMAGINAL DE *Spodoptera frugiperda* (J.
E. SMITH) PREVIAMENTE ALIMENTADA EM DIFERENTES
GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* [L] WALP.)

Exame de Defesa apresentada à Universidade Federal da
Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos
exigidos para obtenção do título de MESTRE EM
ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE:

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Neves Costa

Dourados-MS.
Maio de 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586h Silva, Suelen Pires Da
HABITUAÇÃO, INDUÇÃO DE PREFERÊNCIA E CONDICIONAMENTO PRÉ-IMAGINAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) PREVIAMENTE ALIMENTADA EM DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* [L] WALP.): HABITUAÇÃO, INDUÇÃO DE PREFERÊNCIA E CONDICIONAMENTO PRÉ-IMAGINAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) PREVIAMENTE ALIMENTADA EM DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* [L] WALP.) [recurso eletrônico] / Suelen Pires Da Silva. -- 2022.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Marcos Gino Fernandes.

Coorientador: Eduardo Neves Costa.

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2022.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. preferência alimentar. 2. aprendizagem não associativa. 3. comportamento populacional de insetos. 4. antibiose. I. Fernandes, Marcos Gino. II. Costa, Eduardo Neves. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

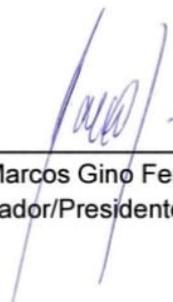
©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

"Habituação, indução de preferência e condicionamento pré-imaginal de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) previamente alimentada em diferentes genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.)".

Por

SUELEN PIRES DA SILVA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



Dr. Marcos Gino Fernandes
Orientador/Presidente - UFGD

Participação remota

Dr. Eduardo Neves Costa
Membro titular - UFGD

Participação remota

Dr. Julio César Guerreiro
Membro titular - UEM

Participação remota

Dr.^a Luciana Claudia Toscano Maruyama
Membro titular - UEMS

Dissertação aprovada em: 04 de maio de 2022

BIOGRAFIA

Sou Suelen Pires da Silva, tenho 30 anos, nasci no dia 24 de maio de 1991 na cidade de Fátima do Sul – Mato Grosso do Sul. Sou filha de Aparecida Canuto da Silva e Onofre Piris da Silva. Cursei todo o ensino fundamental e médio em escola pública na Escola Estadual Vila Brasil (1998-2011). Meu interesse por Biologia surgiu no primeiro ano do ensino médio quando visitei a faculdade. Concluí o ensino médio, tive que trabalhar um ano para ajudar meus pais, pois meu pai ficou muito doente e os gastos com consultas e medicamento eram muito altos. Passado esse ano prestei o vestibular para o Curso de Ciências Biológicas na Universidade Federal da Grande Dourados/UFGD (2012-2017). Fiz estágio no laboratório de insetos frugívoros/ LIF sobre orientação do professor Drº Manuel Araecio Uchoa Fernandes. Fiquei muito doente durante a minha graduação devido a um quadro de anemia e também a suspeita de um câncer de cólon, mas que graças a Deus venci. Depois que concluí a graduação de licenciatura em Ciências Biológicas fiz duas especializações sendo elas: em docência do ensino superior e educação infantil e fundamental. Fiz a seleção do Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, sob orientação do Prof. Dr. Marcos Gino Fernandes e coorientação do Prof. Dr. Eduardo Neves Costa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS pela vida e pelas conquistas.

A Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB) pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Ao meu Orientador, o professor Dr. Marcos Gino Fernandes, e ao meu Coorientador, o Dr. Eduardo Neves Costa, por todos os ensinamentos e exemplo de profissionalismo e paciência. Serei sempre grata!

A minha mãe por todo incentivo e confiança. Ao meu pai pela companhia no laboratório e toda ajuda durante o experimento. A minha irmã pela companhia e ajuda e pelas palavras de conforto quando eu precisei. Ao meu namorado que sempre acreditou em mim, me apoiou e ajudou durante o experimento. A eles, minha eterna gratidão.

A todos os professores que contribuíram em minha formação acadêmica, desde as séries iniciais até o mestrado.

A Suelem Dionizio, Gisele Oliveira, Lucas Ortega e Cristiano Ramos por toda ajuda e momentos de descontração. A todos os colegas que trabalham no Laboratório de Amostragem e Monitoramento de Insetos (LAMI) da Faculdade Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados, pela convivência e apoio.

Aos colegas da Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, pela convivência e ensinamentos.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Semeadura do feijão-caupi.....	23
Figura 2. Teste de preferência alimentar com chance de escolha.....	25
Figura 3. Teste de oviposição com chance de escolha.....	27
Figura 4. Peso larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> com 10 dias de idade, alimentada em diferentes genótipos de feijão-caupi.....	29
Figura 5. Peso pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> , criada em diferentes genótipos de feijão-caupi.....	30
Figura 6. Emergência de <i>Spodoptera frugiperda</i> , alimentada na fase larval, em diferentes genótipos de feijão-caupi.....	31
Figura 7. Consumo foliar de <i>Spodoptera frugiperda</i> em quatro diferentes genótipos de feijão-caupi, após alimentação larval por 24h.....	32
Figura 8. Peso larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> com 10 dias de idade, alimentada em diferentes genótipos de feijão-caupi.....	33
Figura 9. Peso pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> da segunda geração, criada em diferentes genótipos de feijão-caupi.....	33
Figura 10. Emergência de <i>Spodoptera frugiperda</i> , segunda geração, alimentada na fase larval em diferentes genótipos de feijão caupi.....	34
Figura 11. Números de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> depositados por planta de diferentes genótipos de feijão-caupi.....	35

CAPÍTULO II

Figura 1. Semeadura do feijão-caupi.....	50
Figura 2. Teste de preferência alimentar com chance de escolha.....	51
Figura 3. Teste de oviposição com chance de escolha.....	52
Figura 4. Peso larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> com 10 dias de idade, alimentadas em diferentes genótipos de feijão-caupi.....	54
Figura 5. Peso pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> , criada em diferentes genótipos de feijão-caupi.....	54
Figura 6. Emergência de <i>Spodoptera frugiperda</i> , alimentada na fase larval em diferentes genótipos de feijão-caupi.....	55
Figura 7. Consumo foliar de <i>Spodoptera frugiperda</i> em quatro diferentes genótipos de feijão-caupi, após alimentação larval por 24h.....	56
Figura 8. Peso larval de <i>Spodoptera frugiperda</i> com 10 dias de idade, alimentada em diferentes genótipos de feijão-caupi.....	57
Figura 9. Peso pupal de <i>Spodoptera frugiperda</i> , segunda geração, criada em diferentes genótipos de feijão-caupi.	57
Figura 10. Emergência de <i>Spodoptera frugiperda</i> , segunda geração, criada em diferentes genótipos de feijão-caupi.....	58
Figura 11. Números de ovos de <i>Spodoptera frugiperda</i> depositados por planta de diferentes genótipos de feijão-caupi.....	59

SUMÁRIO

Resumo geral.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1.1 Feijão-caupi.....	3
1.2 Experiência prévia dos insetos.....	5
1.3 <i>Spodoptera frugiperda</i>.....	7
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
CAPÍTULO I	17
Resumo.....	18
Abstract.....	19
1.INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1. Criação de <i>Spodoptera frugiperda</i>	22
2.2 Semeadura de genótipos de feijão-caupi	22
2.3. Desenvolvimento de <i>Spodoptera frugiperda</i>.....	24
2.4. Teste de preferência alimentar com chance de escolha para verificação de habituação ou indução de preferência	24
2.5 Teste de Oviposição	26
2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	28
3. RESULTADOS	29
3.1. Desenvolvimento de <i>S. frugiperda</i>	29
3.2. Teste de preferência alimentar com chance de escolha.....	31
3.3. Aspectos biológicos da segunda geração e teste de Oviposição	33
4. DISCUSSÃO	36
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
CAPÍTULO II.....	43
Resumo.....	44
Abstract:	45
1. INTRODUÇÃO	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	49
2.1. Identificação de <i>Spodoptera frugiperda</i> coletadas no campo	49
2.2 Semeadura de genótipos de feijão-caupi	49
2.3. Desenvolvimento de <i>Spodoptera frugiperda</i>.....	50
2.4 Teste de preferência alimentar com chance de escolha para verificação de habituação ou indução de preferência	51
2.5 Teste de Oviposição	52

2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	54
3. RESULTADOS	55
3.1. Desenvolvimento de <i>S. frugiperda</i>	55
3.2. Teste de preferência alimentar com chance de escolha.....	57
3.3. Aspectos biológicos da segunda geração e teste de Oviposição	59
4. DISCUSSÃO	63
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

Resumo geral. A aprendizagem dos insetos tem um papel fundamental em sua sobrevivência, pois exerce grande influência na tomada de decisões. A ocorrência do fenômeno de aprendizagem não associativa ocorre independentemente do estágio de desenvolvimento do inseto-praga, podendo estar relacionado ao hábito polífago da praga. Devido alguns aspectos comportamentais de *Spodoptera frugiperda*, objetivou-se determinar se habituação, indução de preferência e condicionamento pré-imaginal desse inseto em diferentes genótipos de feijão-caupi com diferentes níveis de resistência à praga. Foram utilizadas de lagartas criadas em laboratório da 12^o geração e advindas do campo de milho de quarto ínstar. As variáveis biológicas avaliadas foram: peso de larvas e pupas e emergência de adultos para caracterizar os níveis de resistência. A ocorrência de habituação e indução de preferência foram determinadas mediante testes de preferência alimentar através do consumo foliar de larvas de *S. frugiperda* que se alimentaram por 24h, e o condicionamento pré-imaginal foi avaliado com base em testes de oviposição da praga, avaliando-se o número de ovos em experimentos que tiveram duração de 72h. A variedade crioula Nioaque foi a que apresentou antibiose nos dois experimentos com as lagartas do campo e de laboratório. Os insetos de laboratório e do campo preferiram se alimentar, no experimento com chance de escolha, dos genótipos em que foram previamente criados, independentemente do nível de resistência do feijão-caupi, ocorrendo assim, o fenômeno de habituação. Insetos alimentados nas cultivares BRS Tumucumaque e Miranda apresentaram indução de preferência na fase larval. Foi observado a ocorrência de condicionamento pré-imaginal, nas cultivares Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda, nos dois experimentos. Conclui-se que não ocorreu consistência na determinação de aprendizagem de *Spodoptera frugiperda* para a variedade Nioaque, sendo assim, a praga terá maior dificuldade para evoluir a resistência. *Spodoptera frugiperda* demonstra aprendizagem não associativa, indução de preferência ou condicionamento pré-imaginal nas cultivares Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda, podendo ser utilizadas como plantas-iscas, prática muito útil em MIP.

Palavras-chave: preferência alimentar, aprendizagem não associativa, comportamento populacional de insetos, antibiose.

Abstract: Insect learning plays a fundamental role in their survival, as it exerts a great influence on decision making. The occurrence of the phenomenon of non-associative learning occurs regardless of the stage of development of the insect, and may be related to polyphagous practice. Due to some behavioral aspects of frugiperda species, it is possible to determine whether habituation, preference induction and pre-imaginal conditioning occur in different cowpea genotypes with levels of pest resistance. The biological variables were: larvae and pupae weight and emergence of. The occurrence of habit and induction of preference were determined with tests of food preference through foliar larvae of *S. frugiperda* that fed for 24h, and pre-imaginal conditioning was evaluated based on tests of oviposition of the pest, evaluating the number of eggs in experiments that lasted 72h. The Creole variety Nioaque was the most resistant to the attack of the pest, while the commercial cultivars Fradinho and BRS Tumucumaque were classified as susceptible to *S. frugiperda*; and the cultivar Miranda was considered highly susceptible to pest attack, in both experiments with field and laboratory caterpillars. The laboratory insects preferred if, in the experiment with choice, of the previously bred grains that were bred, regardless of the level of resistance, and field resistance of the habituation phenomenon. Insects fed on BRS Tumucumaque and Miranda cultivars showed preference induction in the larval stage. The presence of pre-imaginal conditioning was observed in the cultivars Fradinho, BRS Tumucumaque and Miranda, in both experiments. The results obtained in this work did not show consistency in the determination of learning for the variety, thus making it more difficult to evolve resistance. As too many cultivars, insects show non-associative learning, preference induction or pre-imaginal conditioning, and can be used as bait plants, very useful in MIP.

Keywords: preference, non-associative learning, insect feeding behavior, antibiosis.

REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Feijão-caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) (Fabales: Fabaceae) é uma planta dicotiledônea (Forni-Martins, 1988), subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna* (Verdcourt, 1970; Marechal; Mascherpa; Stainer, 1978; Freire Filho, 1988; Smartt, 1990; Padulosi; NG, 1997).

O feijão-caupi é considerado uma planta anual, herbácea, autógama, inflorescência racemosa, com botões que podem ter uma ou duas flores hermafroditas, diclamídeas, zigomorfas, corola papilionácea, cinco pétalas que apresentam coloração de branca-lilás até tons que remetem ao amarelo dependendo da variedade, um estandarte, duas alas e uma quilha, formado por duas pétalas com função de proteção dos órgãos sexuais (Teófilo; Mamede; Sombra, 1999). Apresenta 1% de taxa de cruzamento natural (Barbosa; Sousa, 2016; Teófilo et al. 1999).

Suas vagens são cilíndricas, que podem ser curvas ou retas, as sementes são arredondadas e podem apresentar diversas colorações, como verde, branco, amarela, marrom, preta, vermelha entre outras cores (Nwokolo e Ilechukwu, 1996). Seu crescimento é normalmente indeterminado, podendo ser ereto, semiereto, semiprostrado ou prostrado (Wang et al. 2017), apresenta alta variabilidade genética que pode ser explicada por segregações que podem ter ocorrido por vários anos de produções, manutenções e também por melhoramentos genéticos (Correa et al 2012; Oliveira et al. 2015).

A origem do feijão-caupi é no Oeste da África na Nigéria (Steele; Mehra, 1980; NG, 1995), e na Transvaal, República da África do Sul, respectivamente (Padulosi e NG, 1997). Indícios apontam que a chegada do feijão-caupi na América Latina ocorreu por volta do século XVI, pelos colonizadores espanhóis e portugueses, logo após, introduzido no Brasil através do estado da Bahia, e posteriormente distribuído por todo o Nordeste do Brasil e depois nas outras regiões do país (Freire-Filho, 1988; Silva et al. 2004).

Os maiores consumidores e produtores em escala mundial são a Nigéria, Níger e Brasil (Singh et al. 2002). Na Etiópia e em outros países africanos é tido como um alimento que se pode aproveitar a maior parte da sua composição, pois os nativos consomem suas folhas tenras, vagens frescas e seus grãos. Apresentam também uma alta

adaptabilidade em regiões de climas tropicais e subtropicais no mundo (Alemu et al. 2016).

É uma importante fonte de proteína, carboidratos, se destaca pelo alto teor de fibras alimentares, vitaminas e minerais, e possui baixa quantidade de lipídeos (EMBRAPA Meio Norte, 2003), apresentando baixo custo comparado aos preços da carne bovina, peixes e frango (Badiane et al. 2014).

O feijão-caupi, como a maioria das sementes de leguminosas, necessita de cocção antes do seu consumo, para inativar fatores antinutricionais como inibidores de amilases e lectinas e também melhorar a digestão da proteína (Mencion; Van Der Poel, 1993; Liener, 1994; Lalles; Jansman, 1998; Carbonaro et al. 2000).

Um das principais características do feijão-caupi e de suas variedades são seu curto ciclo de cultivo e por não necessitarem de uma alta demanda hídrica, por serem adaptados a condições elevadas de temperatura em regiões de clima seco (Spriggs et al. 2018; Carvalho et al. 2019).

O feijão-caupi não se desenvolve bem em solos mal drenados, pois ocorre permanência de excesso de água no solo, que proporciona um ambiente anaeróbico; por conta disso o solo ideal é de textura franco-arenoso e franco-argiloso, bem drenados e de relativa fertilidade natural. Áreas com incidências de fungos presentes no solo deverão ser evitadas. A área de plantio deve ser plano ou com pouco declive, pois o feijão-caupi, como a maioria de culturas anuais contribuem para a erosão do solo (Freire Filho, 2011).

O feijão-caupi possui ampla variedade genética, por isso estão sendo realizados estudos em programas de melhoramento genético, com objetivos de aumentar a produção, adaptabilidade e estabilidade de produção; melhora dos grãos; assim como a resistência a pragas e doenças, elevar os teores de proteína, ferro, zinco e fibra alimentar, até mesmo a melhora visual dos grãos entre outros (Freire Filho 2008; 2011). Todo esse processo de melhoria genética visa obter genótipos superiores e ganhos com a seleção (Cruz et al. 2012).

Através de técnicas de melhoramento genético têm surgido novas cultivares apresentando importantes mudanças na composição química das sementes através da expressão de proteínas envolvidas na defesa da planta (Chrispeels e Raikhel, 1991). Em contra partida, seleção da semente crioula acontece de forma natural e vem sendo realizado constantemente ao longo da história. A cada safra, os camponeses selecionam as melhores vagens e sementes, e a cada nova safra as características dessas sementes são observadas, fazendo como que só as melhores sejam selecionadas e guardadas. Os

camponeses fazem isso para possibilitar sempre uma maior produção no plantio seguinte (Silva, 2019).

As variedades crioulas podem ser mais resistentes que as cultivares comerciais, pois apresentam menor suscetibilidade das plantas a adversidades climáticas como secas e ainda podem apresentar maior resistência a pragas e doenças por serem adaptadas as condições climáticas da região devido ao processo de seleção realizado pelo agricultor ao longo dos anos de cultivo na propriedade, esse processo de seleção ocorre de maneira que as sementes maiores e mais saudáveis sejam selecionadas para um novo plantio, dessa forma o produtor acaba selecionando a semente de uma planta que resistiu às adversidades, se tornando ao longo das gerações mais resistentes (Carpentiere-Pípolo et al. 2010).

1.2 Experiência prévia dos insetos

A classe Insecta é considerada a maior do filo Arthropoda, pois apresenta a maior diversidade, com os insetos fitófagos representando cerca de 45% dos insetos conhecidos (Machado, 2009). O surgimento das asas permitiu que os insetos explorassem diferentes habitats para alimentação, proteção, reprodução e oviposição, possibilitando o fenômeno da dispersão (Lidicker Junior e Stenseth, 1992).

Com a capacidade de dispersão o inseto consegue também fazer a escolha do hospedeiro, essa escolha é um processo que envolve diferentes variáveis bióticas e abióticas (West e Cunningham, 2002). A seleção do hospedeiro envolve contato físico, com o pouso do inseto na planta e contato superficial (Bento e Nardi, 2009).

Por conta da grande diversidade de plantas, é importante que os insetos fitófagos escolham uma planta adequada para ser sua hospedeira. Com a evolução, os insetos apresentaram hábitos especializados na alimentação, com isso adaptaram-se a alguns táxons específicos ou a grupos de famílias e plantas relacionadas, juntamente com a exclusão de outras (Panda e Kush, 1995).

A maioria dos insetos conseguem reconhecer os compostos na superfície das plantas através de órgãos sensoriais, em que os quimiorreceptores entram em contato com a superfície do hospedeiro (Bonani et al. 2010), e utilizam também as pernas para fazer o reconhecimento de substâncias presentes nas plantas, sendo esse contato físico (Périco; Araújo, 1991). Entre os sentidos dos insetos adultos a olfação se destaca como uma das mais importantes, ocorrendo em curta ou longa distância, em razão da capacidade de

dispersão dos insetos (Zacharuk, 1985). A antena do inseto também é um órgão sensorial importante, pois, possui sensilas para vários tipos de percepções (Lima-Mendonça et al. 2014).

O sistema nervoso dos insetos atua na hora da escolha do hospedeiro (McIver, 1982). Segundo Dethier (1982), o sistema nervoso central (SNC) dos insetos é capaz de avaliar a intensidade dos sinais que as plantas expressam, por exemplo, os semioquímicos; os insetos podem interpretá-lo para saber se a substância em questão é tóxica ou atraente.

Alguns autores relatam que a escolha do hospedeiro é determinada pela experiência adquirida do imago anteriormente, durante ou rapidamente, após o início do período pupal (Jaenike, 1988; Caubet e Jaisson, 1991; van Emden et al., 1996; Barron e Corbet, 1999). Mudanças envolvidas na experiência prévia dos insetos são influenciadas pelas defesas químicas das plantas, que podem influenciar na escolha do hospedeiro (Bernays e Chapman, 1994). A experiência prévia dos insetos está ligada a aprendizagem associativa e não associativa (Papaj e Prokopy, 1989; Schoonhoven et al. 2005).

A aprendizagem associativa é sustentada na relação entre estímulos positivos (recompensa) ou negativos (punições) em que o indivíduo é condicionado (Matthews e Matthews, 2010). Em contraste, a aprendizagem não associativa envolve a habituação, a indução de preferência e o condicionamento pré-imaginal (Schoonhoven et al. 2005).

A habituação ocorre como resultado da diminuição da resposta do inseto a um estímulo através da experiência (contato repetitivo). Por exemplo, quando um inseto consegue se alimentar em uma planta resistente, devido a um contato prévio (repetitivo). A indução de preferência acontece quando um inseto altera o seu comportamento alimentar e volta a dar preferência a uma determinada planta hospedeira experimentada antes (Bernays e Weiss, 1996). O condicionamento pré-imaginal acontece quando insetos fitófagos adultos demonstram preferência pelo hospedeiro onde se desenvolveu nos estágios imaturos (Barron, 2001).

O princípio de Hopkins (1917), tenta explicar que uma espécie que se reproduz em dois ou mais hospedeiros pode preferir continuar se reproduzindo no hospedeiro ao qual está mais adaptada evolutivamente, em decorrência de variações genéticas de uma raça, biótipo ou população (Barron, 2001).

O princípio de Hopkins tornou-se profundamente entrelaçado com o pressuposto de que a preferência para oviposição pode ser ligada à uma "memória" de hábitos alimentares da fase larval (Phillips, 1977). Essa memória de hábitos alimentares se organiza no

sistema nervoso central que é transferido através da metamorfose para o estágio adulto (Dethier,1954; Corbet, 1985).

Em insetos holometábolos a reorganização do sistema nervoso durante metamorfose é tão complexa que é difícil de imaginar como uma base neural poderia persistir, por exemplo, em *Drosophila* (Fallén, 1823) (Diptera: Drosophilidae), os órgãos do sentido dos adultos são formados de novo a partir de discos imaginais (Carlson, 1991).

A aprendizagem dos insetos tem um papel fundamental na sobrevivência, pois assume a responsabilidade na tomada de decisões por diferentes grupos de insetos (Papaj e Lewis, 1993). A aprendizagem ocorre no sistema nervoso central do inseto (Dethier, 1954; Corbet, 1985). Matthews e Matthews (2010) definem a aprendizagem como uma mudança de comportamento, que ocorre como resultado de uma experiência, ocorrendo de forma gradual como resposta a um estímulo contínuo. A fase de memorização ocorre na fase imatura e se estende por duas ou mais gerações, ou seja, essa memorização é passada para a prole (Wilson et al, 1981; Bernays, 1995).

1.2 Spodoptera frugiperda

A lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) é um inseto nativo de regiões tropicais e subtropicais das Américas (Sparks, 1979). Encontrada em praticamente todo o território brasileiro, sendo favorecido pelas condições climáticas, e pela disponibilidade e diversificação de plantas hospedeiras (Cruz, 1995).

O adulto de *S. frugiperda* é uma mariposa com uma coloração acinzentada, sendo as fêmeas mais claras que os machos, pois apresentam dimorfismo sexual. A fase adulta tem duração de até 12 dias, mede cerca de 35 mm de envergadura, e 15 mm de comprimento, as asas posteriores de ambos os sexos têm uma circulação por linhas marrons (Cruz, 1995), sendo as fêmeas maiores, desprovidas de manchas pretas nas asas, e a cópula geralmente ocorre no período noturno (Zenker et al. 2007).

Os ovos são geralmente depositados em massas, com camadas sobrepostas, de coloração esverdeada e após 12-15 horas tendem a ficar alaranjados, são recobertos por escamas que desprendem do abdômen das fêmeas (Cruz, 1995). O número de ovos pode chegar até 1.000 por fêmea, isso depende também do fator ambiental e alimentar (Ávila et al. 1997). A fêmea pode ovipositar na planta hospedeira ou próximo a ela, as larvas eclodem com aproximadamente três dias e inicialmente se alimentam raspando o parênquima foliar (Costa et al. 2019). As fêmeas adultas de *S. frugiperda* podem

ovipositar fora da planta hospedeira. Quando isso ocorre, torna-se válida a hipótese de ausência de preferência hospedeira ficando claro que não houve a predileção à planta hospedeira (Barros et al. 2010).

As larvas recém-eclodidas são esbranquiçadas, têm a cabeça mais larga que o corpo. No primeiro ínstar medem cerca de 1,9 mm de comprimento (Cruz, 1995). Apresentam pontos pretos (pináculos) distribuídos em pares de cada lado ao longo do corpo do inseto. O último segmento abdominal apresenta quatro pontos pretos distribuídos como vértices, de um quadrado, a cabeça apresenta a figura de um Y invertido, mas essa não pode ser considerada uma característica para identificação da espécie. A fase larval dura até duas semanas no verão e até quatro semanas no inverno (Sosa-Gómez et al. 2014).

Apresentam cinco ínstars na fase larval, no entanto a duração de cada ínstar depende das condições de temperatura e disponibilidade de alimento. O período larval de *S. frugiperda* dura em média de 15 a 25 dias; nos primeiros dias de vida da lagarta, ainda no primeiro ínstar se alimentam através de raspagem das folhas, sendo que a partir do segundo ínstar elas já começam a fazer pequenos buracos nas folhas. Exibem também um comportamento canibalista a partir do terceiro ínstar (Valicente et al. 2009), o qual diminui a densidade de indivíduos imaturos, todavia diminuindo também o risco de predação e parasitismo (Chapman et al. 2000).

Após chegar na última fase do período larval a lagarta para de se alimentar e penetra o solo e se transforma em pupa, período conhecido como pré-pupa. A fase de pupa tem duração de até 12 dias dependendo das condições ambientais (Zucchi et al. 1993). As pupas normalmente tem coloração verde clara nesta fase, o corpo é muito frágil, tornando-se alaranjado e posteriormente marrom avermelhado. Ao aproximar da emergência do adulto, a pupa adquire uma coloração quase preta (Cruz, 1995).

As lagartas de *S. frugiperda* podem danificar mais de 350 espécies de plantas, incluindo muitas das principais culturas, como milho, trigo, cevada, arroz, soja, batata entre outros (Montezano et al. 2018). Mesmo com uma gama de substratos alimentares esses insetos precisam de fontes energéticas que são as mesmas necessárias para todos os organismos heterotróficos: os carboidratos, os lipídeos e as proteínas (Gullan et al. 2007).

A grande parte do alimento que o inseto consome e requer digestão é composta por polímeros, como por exemplo: amido, celulose, hemicelulose e proteínas, uma diminuição dos polímeros ocorre por meio da ação de despolimerases, como amilase, celulases, hemicelulases e proteinases. Oligômeros sofrem hidrólise por oligomerases, exemplificadas por aminopeptidases, que age sobre pequenas porções resultantes da

hidrólise de proteínas. A fase intermediária da digestão são os dímeros, como maltose, celobiose, dipeptídeos, derivados da hidrólise de amido, celulose e proteínas. Na fase final da digestão, os dímeros são clivados a monômeros por dimerases, exemplificadas por maltase, celobiase e depeptidases (Silva et al. 2012).

Os danos que os insetos causam nas plantas são variados, no entanto um inseto só pode ser considerado praga quando atinge um determinado índice de dano econômico para a cultura atacada, que é determinado pelo tamanho da população da praga, fase do desenvolvimento, estrutura vegetal atacada e a duração do ataque, podendo variar a intensidade do prejuízo em quantidade e qualidade (Pinto, 2016).

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKANDE, S. R. **Genotype by environment interaction for cowpea seed yield and disease reactions in the forest and derived savanna agro-ecologies of south-west Nigeria.** *Am. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences.*, v. 2, n. 2, p. 163-168, 2007.

ALEMU, M., ASFAW. Z, WOLDU. Z, FENTA, B. A, e MEDVECKY. B. **Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) (Fabaceae) landrace diversity in northern Ethiopia.** *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 2016.

ÁVILA, C. J.; DEGRANDE, P. E.; GOMEZ, S.A. **Insetos pragas: reconhecimento, comportamento, danos e controle.** In: **Milho: informações técnicas.** Dourados: *EMBRAPA-CPAO, (EMBRAPA-CPAO: Circular técnica, 5)*, 1997.

BADIANE, F. A, DIOUF. M. e DIOUF, D. **Cowpea. In Broadening the genetic base of grain legumes.** *Springer, New Delhi*, 2014.

BARBOSA, M. V.; SOUSA, E. M. L. **Biologia floral, ecologia da polinização e eficiência na produção de sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em sistemas agrícolas.** *Gaia Scientia*, v. 10, n. 4, p. 272-283, 2016.

BARRON, A. B. **The life and death of hopkins” host selection principle.** *Journal of Insect Behaviour*, 14, 725–737, 2001.

BENTO, J. M. S.; NARDI, C. **Bioecologia e nutrição vs ecologia química: as interações multitróficas mediadas por sinais químicos.** In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Org.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas.** Brasília, DF: *Embrapa Informação Tecnológica*, p. 277-296, 2009.

BERNAYS, E.A. e M.R. WEISS. **Induce food preferences in caterpillars: the need to identify mechanisms.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, 78:1-8, 1996.

BERNAYS, E. A. **Effects of experience on feeding.** In: **Regulatory mechanisms in insect feeding.** *Springer, Boston*, 1995. p. 279-306, 1995.

BERNAYS, E. A. **Effects of experience on host-plant selection in Chemical ecology of insects 2.** *Springer, Boston, MA*, 1995.

BERNAYS, E. A. e CHAPMAN. R. F. **Host-plant selection by phytophagous insects,** *Chapman & Hall*, 1994.

BARRON, A. B. **The life and death of Hopkins’ host selection principle.** *Journal of Insect Behaviour*, New York, v. 14, n. 6, p. 725-737, 2001.

BARRON, A. B. e CORBET, S. A. **Pre-imaginal conditioning in drosophila revisited.** *Animal Behaviour*, 58, 621–628, 1999.

BARROS, E. M., J. B. TORRES, E A. F. BUENO. **Oviposition, development, and reproduction of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different hosts of economic importance.** *Neotropical Entomology*, 2010.

BONANI, J. P.; FERERES, A.; GARZO, E.; MIRANDA, M. P.; APPEZZATO-DAGLORIA, B. LOPES, J. R. S. **Characterization of electrical penetration graphs of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, in sweet orange seedlings.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*, v.134, n.1, p. 35-49, 2010.

CARBONARO, M., GRANT, G., CAPPELLONI, M., e PUSZTAI, A. **Perspectives into factors limiting in vivo digestion of legume proteins: antinutritional compounds or storage proteins?** *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 48(3), 742-749, 2000.

CARLSON, J. R. **Olfaction in *Drosophila*: genetic and molecular analysis.** *Trends in Neurosciences*, Kidlington, v. 14, n. 12, p. 520-524, 1991.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; SOUSA, A.; SILVA, D. A.; BARRETO, T. P.; GARBUGLIO, D. D.; FERREIRA, J. M. **Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico.** *Acta Scientiarum Agronomy, Maringá*, v.32, n.2, p. 229-233, 2010.

CARVALHO, M, MATOS. M, CASTRO. I, MONTEIRO. E, ROSA. E, LINO-NETO. T, CARNIDE. V. **Screening of worldwide cowpea collection to drought tolerant at a germination stage.** *Scientia Horticulturae*, v. 247, n. 1, p. 107-115, 2019.

CHAPMAN, J. W. A. M. MARTÍNEZ, J. CISNERO. P, CABALLERO. R. D. CAVE, D. GOULSON. **Does cannibalism in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) reduce the risk of predation.** *Behavioral Ecology and Sociobiology*,48: 321-327, 2000.

CHRISPEELS, M. J.; RAIKHEL, N. V. **Lectins, lectins genes and their role in plant defence.** In: VAND DRIESSCHE, E.; KILPATRICK, D.; BOG-HANSEN, T. C. (Eds.). *Saint Louis University journal: Lectins Reviews*, Cap. 6, p. 183-194, 1991.

CORBET, S. A. **Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis.** *Ecological Entomology*, 10, 143– 153, 1985.

CORREA, A.M.; CECCON, G.; CORREA, C.M.A.; DELBEN, D.S. 2012. **Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi.** *Revista Ceres* 59: 88-94, 2012.

COSTA, E. N.; EVANGELISTA., B. M. D.; FERNANDES, M. G. **Antibiosis levels to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in cowpea commercial cultivars and landrace varieties.** *Journal of Economic Entomology*, v. 112, n. 4, p. 1941-1945, 2019.

CRUZ, C. D, REGAZZI, A. J. CARNEIRO. P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 390p, 2012.**

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA, CNPMS (EMBRAPA-CNPMS: Circular técnica, 21), 1995.

DETHIER, V. G. **Mechanism of host-plant recognition.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 31, 49–56, 1982.

DETHIER, V. G. **Evolution of feeding preferences in phytophagous insects.** *Evolution*, 8, 33–54, 1954.

EMBRAPA MEIO NORTE Cultivo de feijão-caupi disponível em: <http://www.cpamn.embrapa.br/pesquisa/graos/FeijaoCaupi/referencias.htm> . Jul/2003.

FENEMORE, P. G. **Host-plant location and selection by adult potato oth, Jul/2003. *Phthorimaea-Operculella* (lepidoptera: Gelechiidae).** *Journal of Insect Physiology*, 34, 175–177, 1988.

FORNI-MARTINS, E. R. **"Citogenética de *Vigna Unguiculata* (L.) Walp."** ARAÚJO, J. PP; WATT, EE (org.). **O caupi no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa–CNPAP: 141-157.

FREIRE-FILHO, F. R. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios.** Teresina: Embrapa Meio- Norte, 84p, 2011.

FREIRE-FILHO, F. R. ROCHA. M. M, RIBEIRO. V. Q, SITOLLIN. I. M. **Avanços e perspectivas para a cultura do feijão-caupi.** *Embrapa Informação Tecnológica*, 285-250 p, 2008.

FREIRE-FILHO, F. R. **Origem, evolução e domesticação do caupi.** In: ARAÚJO, J. P. P.; WATT, E. E. (org.). *O caupi no Brasil.* Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, p.27-46, 1988.

GULLAN, P. J., CRANSTON, P. S., MCINNIS, K. H., & HOENEN, S. M. M. **Os insetos: um resumo de entomologia.** *Roca*, 2007.

JAENIKE, J. **Effects of early adult experience on host selection in insects: some experimental and theoretical results.** *Journal of Insect Behavior* 1:3–15, 1988.

JAENIKE, J. **Induction of host preference in *Drosophila melanogaster*.** *Oecologia*, 58, 320–325, 1983.

JAENIKE, J. **Environmental modification of oviposition behavior in *Drosophila*.** *The American Naturalist*, Chicago, v. 119, n. 6, p. 784-802, 1982.

KAROWE, D.N. **Facultative monophagy as a consequence of prior feeding experience: behavioural and physiological specialisation in *Colias philodice* larvae.** *Oecologia* 78:106–111, 1989.

LALLES, J. P.; JANSMAN, A. J. M. **Recent progress in the mode of action and effects of antinutritional factors from legume seeds in non-ruminant farm animals.** In: JANSMAN, A. J. M. et al. (Eds.). **Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds and Rapeseed.** *Wageningen: Wageningen Press.* p. 219-232, 1998.

LIDICKER JUNIOR, W. Z.; STENSETH, N. C. **To disperse or not to disperse: who does it and why?** In: STENSETH, N.C.; LIDICKER JUNIOR, W. Z. (Ed.) **Animal dispersal: small mammals as a model.** Londres: Chapman Hall, 1992. p. 21–36

LIENER, I. E. **Implications of antinutritional components in soybean foods.** *Critical Reviews in Analytical Chemistry, London,* v. 34, n. 1, p. 31-67, 1994.

LIMA-MENDONÇA, A.; LIMA-MENDONÇA de A.; SANT'ANA, A. E. G.; NASCIMENTO, R. R. **Semioquímicos de moscas das frutas do gênero Anastrepha.** *Química Nova,* v. 37, n. 2, p. 293-301, 2014.

MACHADO, R. C. M. **Interação inseto-planta e suas implicações no manejo integrado de pragas.** *Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre,* 58 f, 2009.

MARECHAL, R. MASCHERPA, J. M.; STAINER, F. **Etude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces des genres Phaseolus et Vigna (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées par l'analyse informatique.** *Genève: Conservatoire et jardin botaniques,* 1978.

MATHEWS RW, MATHEWS. JR. **Insect behavior,** 2nd edn. *Springer, New York,* 2010.

MENCION, J. P.; VAN DER POEL, A. F. B. **Process technology and antinutritional factors: principles, adequacy and process optimization.** In: VAN DER POEL, A. F. B.; HUISMAN, J.; SAINI, H. S. (Eds.). **Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds.** *Wageningen Pers: Wageningen,* p. 419-434, 1993.

McIVER, S. B. **Sensilla mosquitoes (Diptera: Culicidae).** *Journal of Medical Entomology,* v. 19, p. 489-535, 1982.

MONTEITH, L. G. **Apparent continual changes in the host preferences of *Drino bohémica* Mesn. (Diptera: Tachinidae), and their relation to the concept of host conditioning.** *Animal Behaviour,* London, v. 10, n. 3-4, p. 292–299, 1962.

MONTEZANO, D. G, SPECHT. A, SOSA-GÓMEZ. D. R, ROQUE-SPECHT. V. F, SOUSA-SILVA. J. C, PAULA-MORAES. S. V. D, PETERSON. J. A, HUNT. T. E. **Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas.** *African Entomology,* 26, 286–301, 2018.

- NG, N. Q. **Cowpea *Vigna unguiculata* (Leguminosea Papilionoidaea)**, In: SMARTT J.; SIMMONDS N. (eds.). **Evolution of crop plants**. London: Longman, p. 326-332, 1995.
- NWOKOLO, E.; ILECHUKWU, S.N. **Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. In: SMARTT, J., NWOKOLO, E. (Eds). **Food and feed from legumes and oilseeds**. Springer, Londres. p. 229–242, 1996.
- OLIVEIRA, E.; MATTAR, E.P.L.; ARAÚJO, M.L. A.; JESUS, J.C.S.; NAGY, A.C.G.; SANTOS, V.B.S. **Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil**. *Acta Amazônica* 45(3):243-254, 2015.
- PADULOSI, S.; NG, N. Q. **Origin, taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp.** In: SINGH, B.B.; MOHAN-RAJI, D. R.; DASHIEL, K. E. **Advances in cowpea research**. Nigeria: IITA, 1997.
- PANDA, N. e KUSH, G. S. (1995). **Host plant resistance to insects**. CAB International, 1995.
- PAPAJ, D. R e LEWIS. A. C. **Insect learning: ecological and evolutionary perspectives**. 1993.
- PAPAJ, D. R. e PROKOPY, R. J. **Ecological and evolutionary aspects of learning in phytophagous insects**. *Annual Review of Entomology*, 34, 315–359, 1989.
- PÉRICO, E.; ARAÚJO, A. M. **Suitability of host plants (Passifloraceae) and their acceptableness by *Heliconiuserato* and *Dryasiulia* (Lepidoptera: Nymphalidae)**. *Evolución Biológica*, v. 5, p. 59-74, 1991.
- PINTO, J. R. L. **Preferência de *Diatraea saccharalis* e *Diatraea flavipennella* (Lepidoptera: Crambidae) em variedades de cana-de-açúcar e parasitismo por *cotesia flavipes* (hymenoptera: braconidae)** *Repositório Institucional da UFPB*. 2016.
- PHILLIPS, W. M. **Modification of feeding preference in the fleabeetle, *Haltica lythrin* (Coleoptera, Chrysomelidae)**. *Entomology Experimentalis et Applicata, Amsterdam*, v. 21, n. 1, p. 71–80, 1977.
- RAMASWAMY, S. B. **Host finding by moths: Sensory modalities and behaviours**. *Journal of Insect Physiology*, 34, 235–249, 1988.
- RENWICK, J. A. A. E CHEW, F. S. **Oviposition behavior in lepidoptera**. *Annual Review of Entomology*, 39, 377–400, 1994.
- SINGH, B. B, EHLERS. J. D, SHARMA. B, e FREIRE FILHO. F. R. **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. *Ibadan: IITA*, p. 287-300, 2002.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A. e DICKE, M. **Insect-Plant Biology**. Oxford University Press, 2005.

SILVA, M. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; RODRIGUES, R.; DAHER, R. F.; LEAL, N. R.; SCHUELTER, A. R. **Análise dialéctica da capacidade combinatória em feijão-de-vagem**. *Horticultura Brasileira*, v. 22, n. 2, p. 277-280, 2004.

SILVA, C. P.; LEMOS, F. J. A.; DA SILVA, J. R. **CAPÍTULO 5 Digestão em Insetos**. 2012.

SILVA, N. V. D. **Biometria de sementes de variedades crioulas de feijão-caupi cultivadas por agricultores familiares na região de Apodi/RN**, 2019.

SMARTT, J. **Grain Legumes: evolution and genetic resources**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

SOSA-GÓMEZ, D. R., CORRÊA-FERREIRA, B. S., HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORSO, I. C., OLIVEIRA, L. J., MOSCARDI, F., ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. *Embrapa Soja-Documentos* (INFOTECA-E), 2014.

SPARKS A N. **A review of the biology of the fall armyworm**. *Florida Entomologist*, 62, 82-87, 1979.

SPRIGGS, A. HENDERSON. S, HAND. M, JOHNSON. S, TAYLOR. J, KOLTUNOW. A. **Assembled genomic and tissue-specific transcriptomic data resources for two genetically distinct lines of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. *Gates Open Research*, v. 2, n. 7, p. 1-14, 2018.

STEELE, W. M.; MEHRA, K. L. **Structure, evolution and adaptation to farming systems and environment in Vigna**. In: SUMMERFIELD, R. J.; BUNTING, A.H. eds. *Advances in Legume Science*. England: Royal Botanic Gardens, 459-68 p, 1980.

TEÓFILO, E. M.; MAMEDE, F. B. F.; SOMBRA, N. S. **Comunicação: Hibridação natural em feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. – Fabaceae)**. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 23, n. 4, p.1010-1011, 1999.

THORPE, W. H, & JONES. F. G. W. **Olfactory conditioning in a parasitic insect and its relation to the problem of host selection**. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B-Biological Sciences*, 124(834), 56-81, 1937.

VALICENTE, F. H, TUELHER. E. S. **Controle Biológico da Lagarta do Cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com Baculovírus**. *EMBRAPA*, 114, 2009.

VAN EMDEN, H. F.; SPONAGL, B.; WAGNER, E.; BAKER, T.; GANGULY, S.; DOULOUMPAKA, S. **Hopkins' 'host selection principle', another nail in its coffin**. *Physiological Entomology*, Chichester, v. 21, p. 325-328, 1996.

VERDCOURT, B. **Studies in the leguminosae: papilionoideae for the Flora of tropical East Africa.** *Kew Bulletin*, v. 24, n. 3, p. 507-569, 1970.

WANG, G.; MCGIFFEN, M.E.; EHLERS, J.D.; MARCHI, E.C.S. **Competitive ability of cowpea genotypes with different growth habit.** *Weed Science* 54(4): 775-778, 2017.

WEST, S. A., & CUNNINGHAM. J. P. **A general model for host plant selection in phytophagous insects.** *Journal of theoretical biology*, 214, 499–513, 2002.

WILSON, R. L, STARKS. K.J. **Effect of culture-host preconditioning on greenbug response to different plant species.** *The Southwestern Entomologist*, Washington, v.6, p.229-232, 1981.

ZACHARUK, R. Y. **Antennae and sensilla.** In: KERKUT, G. A.; GILBERT, L. I. (Ed.). **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology.** Oxford: Pergamon. v. 6, p.1-69, 1985.

ZENKER, M. M.; SPECHT, A.; CORSEUIL, E. **Estágios imaturos de *Spodoptera cosmonoides* (Walker) (Lepdoptera: Noctuidae).** *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n. 1, p. 99-107, 2007.

ZUCCHI, R. A., S. S. SILVEIRA NETO, E O. NAKANO. **Guia de identificação de pragas agrícolas.** FEALQ, Piracicaba, SP, 1993.

CAPÍTULO I

HABITUAÇÃO, INDUÇÃO DE PREFERÊNCIA E CONDICIONAMENTO PRÉ-
IMAGINAL DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) PREVIAMENTE CRIADA EM
LABORATÓRIO E ALIMENTADA EM DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEIJÃO-
CAUPI (*Vigna unguiculata* [L] WALP.)

Resumo. A ocorrência do fenômeno de aprendizagem não associativa ocorre independentemente do estágio de desenvolvimento do inseto-praga, e, esse fenômeno pode estar relacionado com o hábito polífago da praga. O objetivo desta pesquisa foi avaliar alguns aspectos comportamentais de *Spodoptera frugiperda* através da determinação da habituação, indução de preferência e condicionamento pré-imaginal em quatro genótipos de feijão-caupi (Nioaque, Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda) com diferentes níveis de resistência à praga. Ocorrência de habituação e indução de preferência foram determinadas mediante testes de preferência alimentar das lagartas, e o condicionamento pré-imaginal foi avaliado com base em testes de oviposição. Em todos os experimentos, os insetos foram previamente alimentados com um dos genótipos de feijão-caupi, e à geração seguinte foram oferecidos quatro genótipos (incluindo o genótipo em que a praga foi previamente criada) para alimentação ou oviposição, em laboratório. O genótipo crioulo Nioaque foi mais resistente em comparação aos genótipos comerciais Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda. A variedade crioula Nioaque não apresentou o fenômeno de aprendizagem, o que demonstra que a *Spodoptera frugiperda* terá maior dificuldade para evoluir resistência, o que difere das cultivares comerciais, pois foi possível detectar aprendizagem não associativa, indução de preferência e condicionamento pré-imaginal. Esse resultado nos leva a crer que as plantas suscetíveis podem ser aplicadas na agricultura como plantas atraentes a praga, em conjunto com uma cultura que já esteja no campo, prática já usual no MIP.

Palavras-chave: preferência alimentar, aprendizagem não associativa, comportamento de insetos, antibiose

Abstract. The occurrence of the non-associative learning phenomenon occurs independently of the insect pest development stage, and, in this sense, we support the hypothesis that this phenomenon is related to the pest's polyphagous habit. To test this hypothesis, the objective of this research was to evaluate some behavioral aspects of *Spodoptera frugiperda* through the determination of habituation, preference induction and pre-imaginal conditioning of this insect in four cowpea genotypes (Nioaque, Fradinho, BRS Tumucumaque and Miranda) with different levels of pest resistance. Occurrence of habituation and induction of preference were determined by means of tests of food preference of the caterpillars, and pre-imaginal conditioning was evaluated based on tests of oviposition. In all experiments, the insects were previously fed one of the cowpea genotypes, and the next generation was offered four genotypes (including the genotype in which the pest was previously bred) for feeding or oviposition in the laboratory. The Creole variety Nioaque was more resistant compared to the commercial cultivars Fradinho, BRS Tumucumaque and Miranda. The results obtained from this work, the Creole variety Nioaque did not show congruence to detect the learning phenomenon, which demonstrates that the insect in question has some difficulty to develop resistance, which differs from commercial cultivars, since it was possible to detect non-associative learning, preference induction and preimaginal conditioning. This result leads us to believe that susceptible plants can be applied in agriculture as plants attractive to the pest, together with a crop that is already in the field, a practice that is already usual in MIP.

Keywords: food preference, non-associative learning, insect behavior, antibiosis

1.INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) (Fabales: Fabaceae) é considerado alimento básico na mesa da população de baixa renda, principalmente na região Nordeste do Brasil (Onwuliri et al. 2002), apresentando grande importância agrícola e nutricional (Gondwe et al. 2019).

Durante o desenvolvimento, as plantas de feijão-caupi sofrem diversos ataques de insetos-praga, afetando diretamente seu crescimento, qualidade e produtividade de seus grãos (Valente et al. 2014). Dentre as pragas que ocorrem na cultura, destacam-se besouros desfolhadores como *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Cerotoma arcuata* (Olivier) (Coleoptera: Chrysomelidae), assim como as lagartas de *Mocis latipes* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae), *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Silva et al. 2005). Os danos causados nas folhas por essas pragas diminuem a capacidade da planta de realizar fotossíntese diminuindo a área foliar e atacando estruturas reprodutivas (Lima et al. 2006).

Spodoptera frugiperda possui uma ampla distribuição geográfica, apresentando alimentação altamente diversificada (Cruz 1995). Desse modo, suas lagartas apresentam polifagia, causando danos em várias culturas como milho (*Zea mays* L.) (Cyperales: Poaceae), alfafa (*Medicago sativa* L.) (Fabales: Fabaceae), soja (*Glycine max* [L.] Merr.) (Fabales: Fabaceae), trigo (*Triticum aestivum* L.) (Cyperales: Poaceae) (Murúa et al. 2008) e feijão-caupi (Silva et al. 2005). No Brasil foi constatado a presença de dois biótipos de *S. frugiperda*, sendo um do milho e o outro do arroz (Busato et al. 2005).

O controle químico é o meio mais utilizado no manejo de *S. frugiperda*, em diversas culturas (MAPA 2016), mas ainda não existe inseticida registrado que faça o controle desta praga em feijão-caupi (MAPA 2021).

A experiência prévia dos insetos em plantas hospedeiras pode acarretar em mudanças nos hábitos alimentares (Karowe, 1989) e de oviposição (Jaenike, 1988) caracterizando comportamentos de aprendizagem. A aprendizagem associativa ocorre quando um inseto relaciona um estímulo particular com outro estímulo, podendo ser um estímulo de recompensa e outro como punição, então o inseto irá evitar estímulos que gere punição, por exemplo um alimento de gosto amargo, mesmo que o mesmo não ocorresse. (Blackiston et al. 2008). Em contraste, a aprendizagem não associativa envolve

a habituação, indução de preferência e condicionamento pré-imaginal (Schoonhoven et al. 2005).

A habituação ocorre como resultado da diminuição da resposta do inseto a um estímulo através da experiência (contato repetitivo). Por exemplo, quando um inseto consegue se alimentar em uma planta resistente, devido a um contato prévio (repetitivo). De forma contrária, a sensibilização é caracterizada por um aumento de resposta ao estímulo (Mathews e Mathews, 2010).

No presente contexto, habituação seria um aumento da rejeição do inseto a uma planta resistente. A indução de preferência acontece quando um inseto altera o seu comportamento alimentar e volta a dar preferência a uma determinada planta hospedeira experimentada antes (Bernays e Weiss, 1996). O condicionamento pré-imaginal acontece quando insetos fitófagos adultos demonstram preferência pelo hospedeiro onde se desenvolveu nos estágios imaturos (Barron, 2001).

Diante do exposto, genótipos de feijão-caupi Nioaque, Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda apresentam comportamentos já definidos em relação à praga. O genótipo Nioaque foi classificado como resistente à praga devido à redução de emergência dos adultos e prolongamento do período larva-adulto. A cultivar Fradinho foi classificada como moderadamente resistente porque apresentou peso larval e pupal reduzido e um prolongado período de desenvolvimento larval e pupal, ao passo que as cultivares BRS Tumucumaque e Miranda foram consideradas suscetíveis ao ataque da praga, principalmente pelos maiores valores de peso larval e menor duração de período larva-pupa (Costa et al. 2019).

A hipótese inicialmente levantada pelo presente trabalho é que a ocorrência do fenômeno de aprendizagem não associativa ocorre independentemente do estágio de desenvolvimento do inseto-praga, sustentando a hipótese de que esse fenômeno está relacionado com o hábito polífago da praga.

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a manifestação da habituação e da indução de preferência alimentar em larvas de *S. frugiperda* de laboratório previamente criadas em diferentes genótipos de feijão-caupi, bem como a ocorrência de condicionamento pré-imaginal em adultos da praga.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Mato Grosso do Sul, Brasil, sob condições climáticas controladas: temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 10\%$, e fotoperíodo 12:12 h (luz: escuro).

2.1. Criação de *Spodoptera frugiperda*

A população inicial de *S. frugiperda* utilizada nos experimentos foi obtida a partir de criação da 12ª geração mantida em dieta artificial no Laboratório de Entomologia da UFGD, de acordo com a metodologia de Greene et al. (1976).

2.2 Semeadura de genótipos de feijão-caupi

Foram utilizados os genótipos Nioaque, Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda de feijão-caupi com diferentes níveis de antibiose a *S. frugiperda* (Costa et al. 2019).

Nove sementes de cada genótipo foram semeadas em recipientes plásticos de 7 L, preenchidos com substrato formado por três partes de solo e uma parte de composto orgânico (resíduos de aviário). O desbaste foi realizado 10 dias após a emergência das plantas, mantendo quatro plantas por vaso.

Cinco vasos plásticos foram utilizados por genótipo na primeira semeadura, totalizando 20 plantas por genótipo de feijão-caupi (Figura 1). Após sete dias, repetiu-se cinco vasos plásticos foram semeados por genótipo, visando o fornecimento contínuo de alimento durante toda fase larval do inseto. As plantas foram cultivadas em casa de vegetação, sob condições naturais de temperatura, umidade relativa, e luminosidade, e irrigadas sempre que necessário.



Figura 1. Semeadura do feijão-caupi por tratamento.

2.2. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda*

Folhas dos diferentes genótipos de feijão-caupi foram coletadas na casa de vegetação e acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório, onde foram higienizadas em uma solução de hipoclorito de sódio a 0,05% por dois minutos, enxaguadas em água deionizada, e secas em temperatura ambiente sobre papel toalha.

Discos foliares com medidas de 3 cm de diâmetro dos genótipo de feijão-caupi foram oferecidos para três larvas neonatas de *S. frugiperda* com menos de 24h de idade em recipientes plásticos transparentes, 7 cm de diâmetro × 5 cm de altura, até o último ínstar. Os recipientes plásticos foram forrados com papel filtro umedecido com água deionizada e hipoclorito de sódio 0,05%.

Aos oito dias após o início do experimento, apenas uma larva foi mantida em cada recipiente. As larvas mais ativas foram escolhidas para o experimento, e esse procedimento foi adotado para diminuir os efeitos da mortalidade natural. As folhas foram substituídas a cada 24h, e o fornecimento ocorreu ad libidum e os recipientes foram higienizados diariamente.

As variáveis biológicas avaliadas foram: peso (mg) de larvas de 10 dias de idade, e peso de pupas de 24 h de idade, com auxílio de uma balança analítica de precisão (modelo 2204, Bioscale, China), enquanto a sobrevivência determinada mediante o número de adultos emergidos.

2.3. Teste de preferência alimentar com chance de escolha para verificação de habituação ou indução de preferência

Etapa 1

Os ovos colocados pelas fêmeas foram separados de acordo com o genótipo de feijão-caupi onde as larvas se alimentaram anteriormente. As massas de ovos foram armazenadas em recipientes plásticos transparentes (7 cm de diâmetro × 5 cm de altura) forrados com papel-filtro umedecido até a eclosão das larvas. Em seguida, três larvas neonatas (por repetição) foram transferidas para uma placa de Petri (15 cm de diâmetro) forrada com papel-filtro umedecido usando um pincel de cerdas macias.

As larvas alimentaram-se de folhas de plantas de feijão-caupi de um dos genótipos, isto é, do mesmo genótipo que seus progenitores na fase larval (Experimento 1), por um período de oito dias (Boiça Júnior et al. 2017). Posteriormente, a ocorrência de habituação

ou indução de preferência foi avaliada mediante um teste de preferência alimentar com chance de escolha.

Etapa 2

Larvas de oito dias de idade (Boiça Júnior et al. 2015), criadas em um dos quatros genótipos de feijão-caupi estudados (Etapa 1,) foram separadas e cuidadosamente transferidas com pincel de cerdas macias para placa de Petri (15 cm de diâmetro), contendo uma seção foliar de 3 cm de diâmetro de cada genótipo de feijão-caupi.

Quatro larvas de oito dias de idade foram liberadas por placa de Petri, e cada placa com quatro seções foliares de forma cruzada e equidistantes dos genótipos e quatro larvas de *S. frugiperda* constituíram uma unidade experimental (Figura 2). Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (genótipos) e 10 repetições.

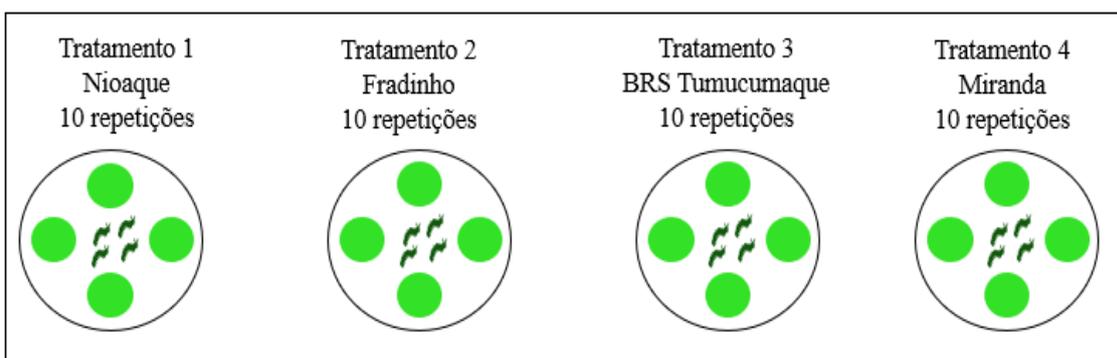


Figura 2. Teste de preferência alimentar com chance de escolha.

2.5 Teste de Oviposição

Para esse experimento os insetos foram criados novamente, usando a mesma metodologia do experimento anterior, onde os casais foram formados a partir de larvas criadas em um dos quatro genótipos de feijão-caupi.

As plantas dos diferentes genótipos de feijão-caupi foram cultivadas em casa de vegetação em recipientes plásticos de 700 mL, usando o mesmo substrato citado anteriormente. Uma planta de cada um dos quatro genótipos de feijão-caupi foi disposta de forma equidistante em gaiolas transparentes (50 cm de comprimento × 38 cm de altura) com 20 dias de idade após a emergência das plantas e colocadas a 25 cm de distância da planta vizinha. Posteriormente, dois casais adultos de quatro dias de idade criados em um dos quatro genótipos de feijão-caupi foram liberados por gaiola, totalizando 4 gaiolas por genótipo.

As fêmeas utilizadas estavam no início do período de oviposição, e o experimento teve duração de 72h (Nogueira et al. 2019) (Figura 3). O mesmo procedimento foi adotado para insetos criados nos diferentes genótipos de feijão-caupi, totalizando 16 gaiolas, sendo 4 gaiolas por tratamento. O dimorfismo sexual de adultos de *S. frugiperda* foi utilizado para determinar o sexo das mariposas de acordo com a coloração das asas (EPPO, 2015). Durante todo o experimento, os casais foram alimentados com uma solução de mel a 10%, e a contagem do número de ovos ocorreu após 72h.

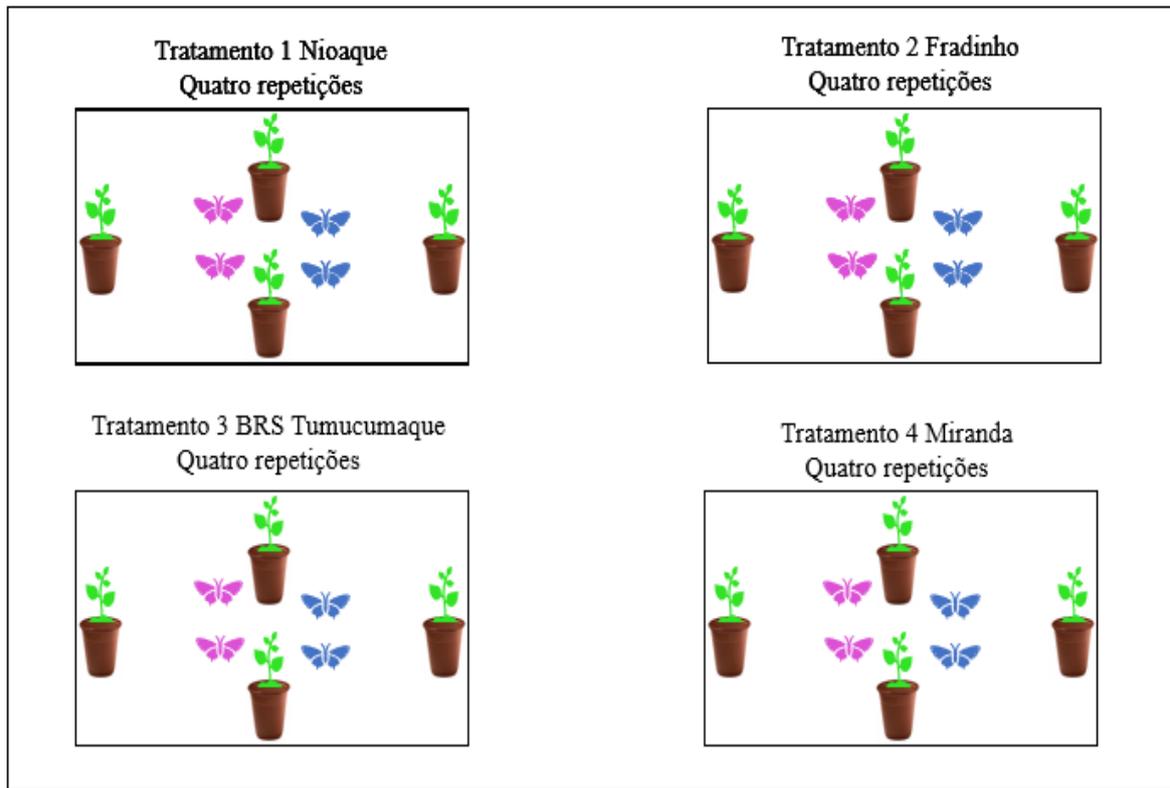


Figura 3. Teste de oviposição com chance de escolha.

2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram analisados quanto à normalidade de resíduos (teste de Cramér-von Mises) e homogeneidade de variâncias (Levene 1960, SAS Institute Inc. 2003). A emergência de adultos e peso de pupas não se adequaram aos requisitos de normalidade de resíduos e homogeneidade de variâncias, e por isso foram analisados usando um teste não paramétrico (Kruskal Wallis 1952). Número de ovos não atenderam aos requisitos estatísticos mencionados acima, e devido à presença de muitos valores “zero”, foram analisados usando a regressão de Poisson inflada de zero (ZIP) (Lambert 1992) usando o software R (R Development Core Team 2021)

Em contraste, os dados que se adequaram às exigências estatísticas foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) usando os programas estatísticos Sisvar® 5.8 (Ferreira, 2000) e R (R Development Core Team 2021).

3. RESULTADOS

3.1. Desenvolvimento de *S. frugiperda*

As larvas de *S. frugiperda* tiveram um peso aproximadamente 40% menor quando alimentadas com folhas da variedade crioula Nioaque ($F=12,54$; $gl=3, 11$; $p<0,0001$), comparadas com larvas criadas nas cultivares comerciais Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda (Figura 4).

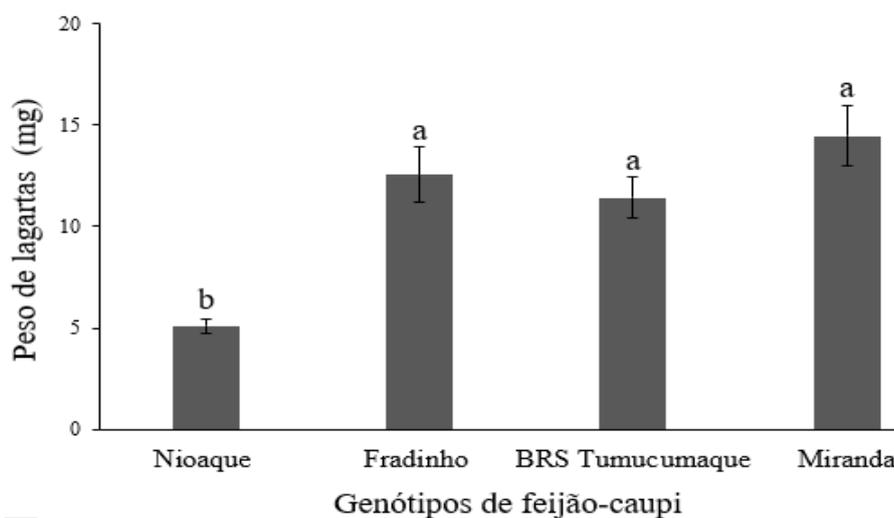


Figura 4. Peso de larvas (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* com 10 dias de idade, alimentadas em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

As pupas de *S. frugiperda* tiveram um peso aproximadamente 10% menor quando criadas na variedade crioula Nioaque, e nas cultivares comerciais Fradinho e Miranda ($F=6,53$; $gl=3, 69$; $p<0,0001$), comparadas com pupas criadas na cultivar BRS Tumucumaque (Figura 5).

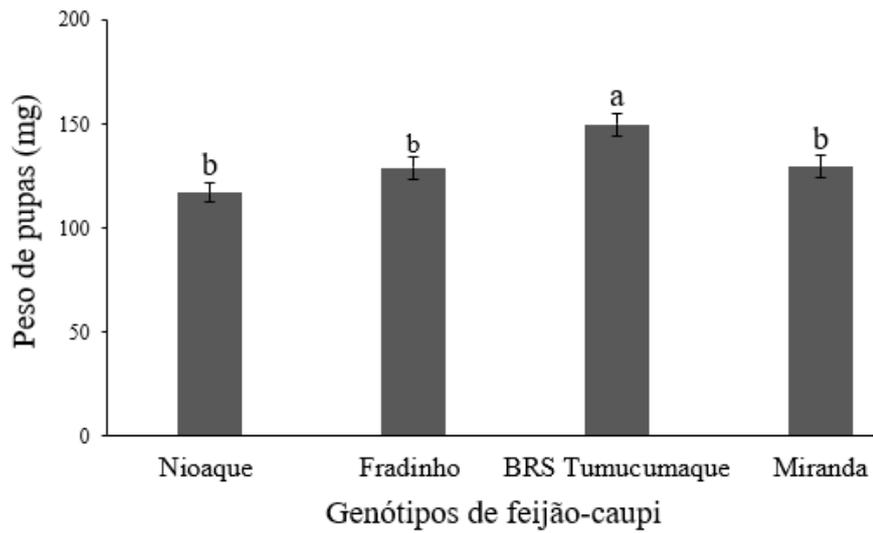


Figura 5. Peso de pupas (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda*, criadas em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

A emergência de *S. frugiperda* foi similar ao comparar a variedade crioula Nioaque com as cultivares comerciais BRS Tumucumaque, Fradinho e Miranda ($H=0.17$; $gl=3$, 20 ; $p<0,910$) (Figura 6).

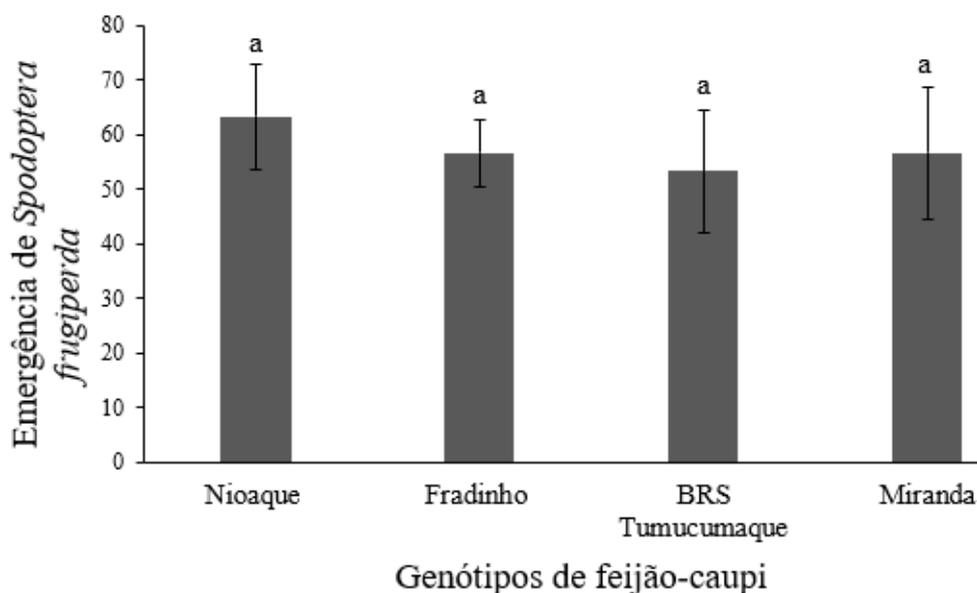


Figura 6. Emergência (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda*, alimentada, na fase larval, em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras iguais acima das barras não indicam diferenças significativas pelo teste de Kruskal–Wallis ($\alpha = 0,05$).

3.2. Teste de preferência alimentar com chance de escolha

Larvas de *S. frugiperda* descendentes de indivíduos criados na variedade Nioaque demonstraram preferência alimentar pela variedade Nioaque e pela cultivar Miranda ($F=24,33$; $gl=3$, 116 ; $p<0,0001$), diferindo significativamente das cultivares BRS Tumucumaque e Fradinho, as quais foram menos consumidas pela praga (Figura 7A).

Larvas de *S. frugiperda* descendentes de indivíduos criados na cultivar Fradinho demonstraram preferência alimentar pela cultivar Fradinho ($F=41,76$; $gl=3$, 116 ; $p<0,0001$), diferindo significativamente da variedade Nioaque e das cultivares BRS Tumucumaque e Miranda (Figura 7B).

Larvas de *S. frugiperda* descendentes de indivíduos criados na cultivar BRS Tumucumaque demonstraram preferência alimentar pela cultivar BRS Tumucumaque ($F=88,73$; $gl=3$, 116 ; $p<0,0001$), diferindo significativamente da variedade Nioaque, e das cultivares Fradinho e Miranda (Figura 7C).

Larvas de *S. frugiperda* descendentes de indivíduos criados na cultivar Miranda demonstraram preferência alimentar pela cultivar Miranda ($F=360,75$; $gl=3$, 116 ;

$p < 0,0001$), diferindo significativamente da variedade Nioaque, e das cultivares Fradinho e BRS Tumucumaque (Figura 7D).

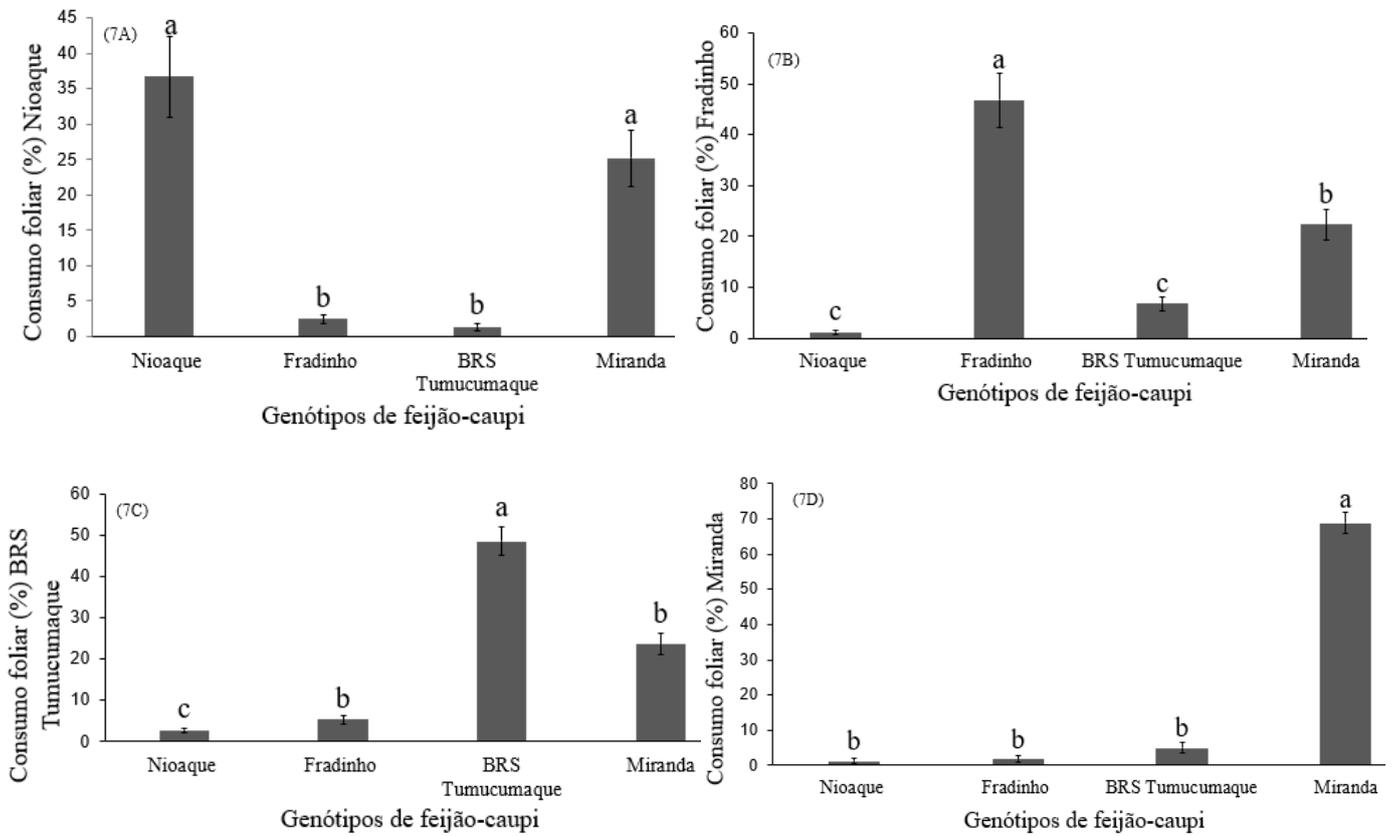
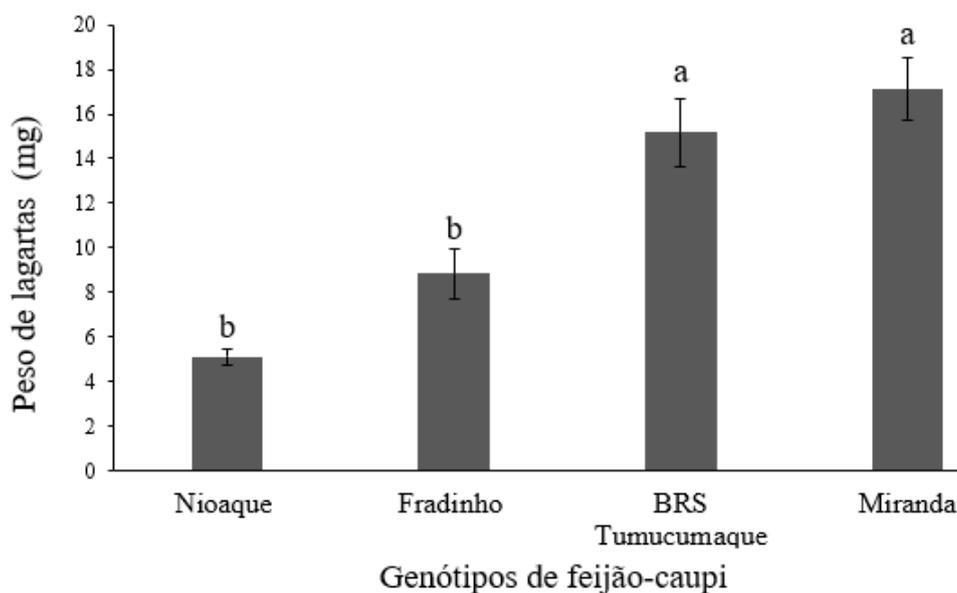


Figura 7. Consumo foliar (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* em quatro diferentes genótipos de feijão-caupi, após alimentação larval por 24h. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

3.3. Aspectos biológicos da segunda geração e teste de Oviposição

As larvas de *S. frugiperda* tiveram um peso aproximadamente 30% menor quando alimentadas com folhas da variedade crioula Nioaque e cultivar Fradinho ($F=24,72$; $gl=3, 116$; $p<0,0001$), comparadas com larvas criadas nas cultivares BRS Tumucumaque e



Miranda (Figura 8).

Figura 8. Peso de larvas (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* com 10 dias de idade, alimentadas em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

As pupas de *S. frugiperda* tiveram um peso similar quando criadas na variedade crioula Nioaque, e nas cultivares comerciais Fradinho BRS Tumucumaque e Miranda ($H = 0, 597$; $gl = 3, 60$; $p < 0, 6913$) (Figura 9).

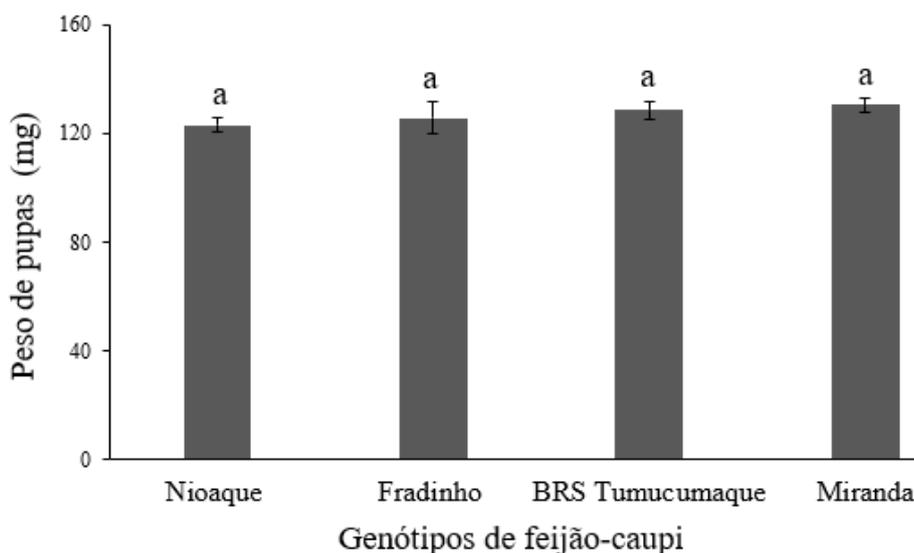


Figura 9. Peso de pupas (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* 2^o geração, criadas em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras iguais acima das barras não indicam diferenças significativas pelo teste de Kruskal–Wallis ($\alpha = 0,05$).

A emergência de *S. frugiperda* foi similar ao comparar a variedade crioula Nioaque com as cultivares Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda (F=0,59; gl=3, 60; p<0,6913), (Figura 10).

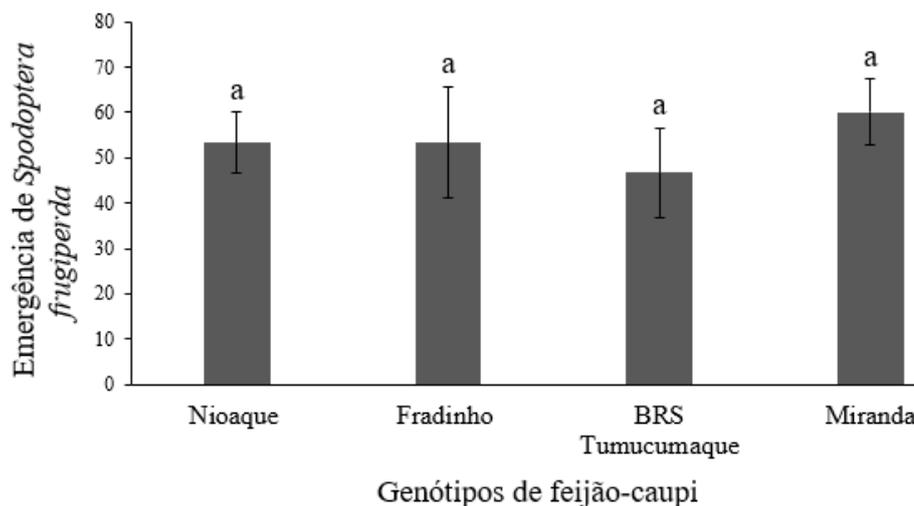


Figura 10. Emergência de *Spodoptera frugiperda* (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda*, 2^o geração criadas em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras iguais acima das barras não indicam diferenças significativas pelo teste de Kruskal–Wallis ($\alpha = 0,05$).

Fêmeas de *S. frugiperda*, que foram alimentadas na fase larval com folhas da variedade Nioaque, preferiram ovipositar na variedade Nioaque, diferindo significativamente das cultivares Fradinho e BRS Tumucumaque ($\chi^2=31,97$; gl=3, 12; p<0,0001). Contudo, o número de ovos na variedade Nioaque não diferiu da cultivar Miranda (Figura 8A). Além disso, o número de ovos encontrado na cultivar Miranda foi superior ao registrado na cultivar BRS Tumucumaque (Figura 11A).

Fêmeas de *S. frugiperda*, que foram alimentadas na fase larval com folhas da cultivar Fradinho, preferiram ovipositar na mesma, diferindo significativamente da variedade Nioaque e BRS Tumucumaque ($\chi^2=38,36$; gl=3, 12; p<0,0001). Contudo, o número de ovos verificados na cultivar Fradinho não diferiu da cultivar Miranda (Figura 11B).

Fêmeas de *S. frugiperda*, que foram alimentadas na fase larval com folhas da cultivar BRS Tumucumaque, preferiram ovipositar na cultivar BRS Tumucumaque, diferindo significativamente da variedade Nioaque e da cultivar Fradinho ($\chi^2=17,58$;

gl=3, 12; $p < 0,0001$). Entretanto, o número de ovos colocados por esses insetos na cultivar Fradinho não diferiu do número de ovos colocados na cultivar Miranda (Figura 8A). Além disso, o número de ovos encontrado na cultivar Miranda foi superior registrado na variedade Nioaque (Figura 11C).

Fêmeas de *S. frugiperda*, que foram alimentadas na fase larval com folhas da cultivar Miranda, preferiram ovipositar na cultivar Miranda, diferindo significativamente da variedade Nioaque e das cultivares Fradinho e BRS Tumucumaque ($\chi^2=69.80$; gl=3, 12; $p < 0.0001$) (Figura 11D).

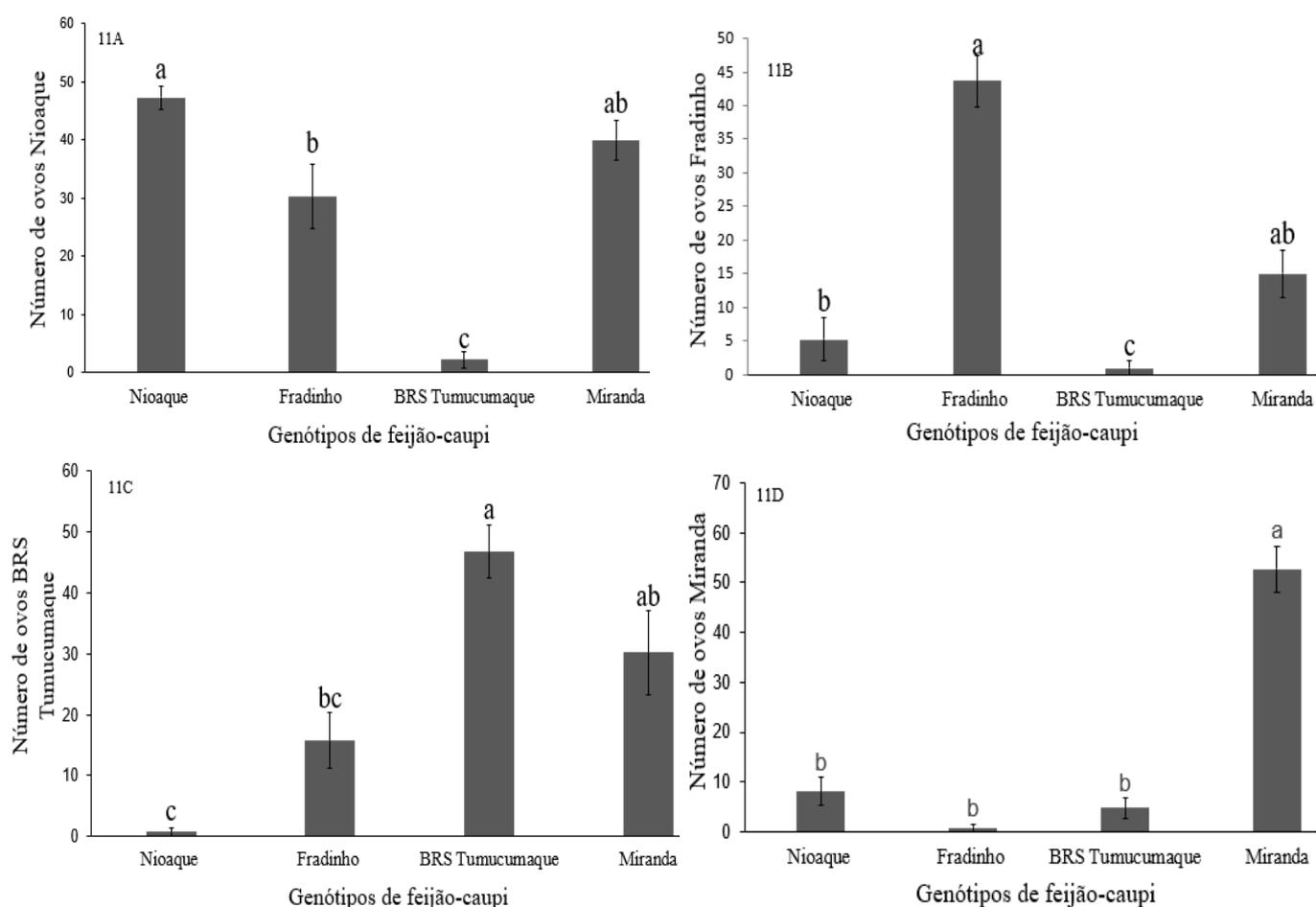


Figura 11. Números de ovos (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* por planta de diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) (zero inflado Poisson regressão).

4. DISCUSSÃO

Alguns estudos apontam que a experiência prévia de insetos em plantas hospedeiras pode afetar o comportamento do inseto, alterando sua preferência alimentar, através do fenômeno de habituação e indução de preferência. A habituação é caracterizada pela perda gradativa da resposta do inseto a um estímulo, pelo contato repetitivo, ao passo que a indução de preferência é caracterizada pela mudança no comportamento regular do inseto, de forma que ele tende a preferir se alimentar da planta na qual já tinha tido algum contato prévio (Bernays e Chapman 1994; Schoonhoven et al. 2005).

Alimentação dos insetos é um processo que ocorre para atender suas demandas nutricionais básicas, porém, a quantidade de alimento ingerido e digerido é assimilado e convertido em tecidos de crescimento, mas essa quantidade varia conforme os nutrientes e os compostos não nutritivos (aleloquímicos) que existem no alimento (Beck, 1972).

Larvas de *S. frugiperda* criadas na variedade crioula Nioaque não apresentaram um grande ganho de peso mesmo apresentando consumo foliar, evidenciando que não houve uma boa metabolização do alimento, pois, muitas plantas possuem aleloquímicos que alteram, de alguma forma, o desenvolvimento do inseto, ou motilidade do sistema digestivo (Panizzi e Parra, 1991) Metabólitos secundários das plantas atuam no metabolismo desses insetos herbívoros, configurando um processo de seleção natural dentre os mais resistentes (Freitas et al., 2014; Nawrot e Harmatha, 2012; Menezes, 2005).

As pupas advindas de lagartas alimentadas na cultivar BRS Tumucumaque apresentaram maior peso, diferindo das demais. A emergência de adultos não demonstrou diferenças significativas entre os genótipos. A conversão alimentar é um processo na qual o inseto consegue transformar o alimento consumido em massa corporal, de acordo com as suas demandas nutricionais, no entanto quando o inseto se alimenta de uma planta resistente, ocorre um processo chamado de custo metabólico que leva o inseto a perder peso, pois isso faz com que ocorra uma quebra de lipídeos nas células (Slansky e Rodriguez, 1987).

Isso provavelmente ocorre mais facilmente em uma planta que apresenta resistência como a variedade Nioaque, e isso altera a biologia do inseto, alterando seu ganho de peso, refletindo em limitações que poderão ser observadas no seu ciclo o que difere de insetos que se alimentaram de plantas sem essa característica de resistência.

Cabe destacar que a variedade Nioaque foi considerada refletindo em limitações que poderão ser observadas no seu ciclo resistente a *S. frugiperda* no estudo de Costa et al. (2019), pois influenciou negativamente o peso larval e pupal, e o período de desenvolvimento de larva ao adulto. Similarmente, no presente estudo a variedade Nioaque foi a mais desfavorável nutricionalmente à praga, pois os insetos alimentados nessa variedade apresentaram um menor peso larval, caracterizando o tipo de resistência antibiose. Esse recurso genético pode ser incorporado nas cultivares comerciais, usando a expressão de resistência e tolerância as pragas. As cultivares Miranda e BRS Tumucumaque foram as mais suscetíveis ao ataque da praga.

É importante estudos da fisiologia, do comportamento, da ecologia e da evolução do inseto para entendermos como os mesmos são afetados por fatores nutricionais. Dessa forma, será mais fácil compreendermos os fatores de resistências que envolve a relação inseto planta (Scriber e Slansky JR, 1981).

No teste com chance de escolha larvas de *S. frugiperda* preferiram se alimentar dos genótipos nos quais foram previamente criadas, incluindo os insetos que se alimentaram nos genótipos mais resistentes, a variedade crioula Nioaque, e também demonstraram preferência para a cultivar Miranda. Larvas criadas nas cultivares comerciais Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda, classificadas como suscetíveis a *S. frugiperda*, preferiram se alimentar das mesmas no teste com chance de escolha, apresentando aprendizagem não associativa, ocorrendo o fenômeno de indução de preferência.

De forma contrária, Boiça Júnior et al. (2017) mostraram que larvas de *S. frugiperda* não preferiram se alimentar do genótipo de soja que foram criadas, sugerindo que habituação e indução de preferência não tenham ocorrido, sendo assim não ocorreu aprendizagem não associativa. Desta forma, isso sugere que os níveis de resistência de soja a *S. frugiperda* foram maiores que os níveis encontrados no feijão-caupi.

Na aprendizagem não associativa o indivíduo é exposto a apenas um estímulo, na qual o mesmo tem contato repetido sucessivamente e gera modificações no comportamento (Squirre e Kandel, 1999).

Larvas de *S. frugiperda* da segunda geração criadas nos genótipos resistentes, variedade Nioaque e a cultivar Fradinho, apresentaram menor peso larval, enquanto as larvas alimentadas nas cultivares suscetíveis BRS Tumucumaque e Miranda apresentaram o maior peso. O peso de pupas não demonstrou diferenças significativas entre os diferentes genótipos de feijão-caupi, assim como para emergência de adultos também não houve diferenças significativas. Com os dados dos pesos larvais com diferenças

significativas, esperava-se um resultado similar de peso pupal o que não ocorreu, pois não houve diferenças significativas de peso pupal. Alguns autores obtiveram resultados similares, e isso pode ocorrer porque as larvas tendem a aumentar o período de desenvolvimento larval (Melo e Silva, 1987, Vendariam e Fancelli, 1988).

Condicionamento pré-imaginal é uma característica que alguns insetos adultos apresentam, pois, demonstram preferência de oviposição na planta em que foram alimentados na fase larval (Lara, 1991). Foi observado a presença de condicionamento pré-imaginal nas cultivares Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda, pois os insetos preferiram ovipositar na planta hospedeira que se alimentaram antes. Sendo possível concluir que as fêmeas de *S. frugiperda* preferiram ovipositar onde seus descendentes teriam melhor condição de desenvolvimento (Rigsby et al. 2014).

Insetos previamente criados no genótipo Nioaque preferiram se alimentar/ovipositar em dois genótipos, no próprio Nioaque e na cultivar Miranda.

Costa et al. (2020) relataram que a variedade crioula Juti foi a planta que apresentou número maior de mecanismos de defesa ao ataque de *S. frugiperda*, prejudicando o desenvolvimento do inseto. Esta pode ser uma resposta relacionada à resistência de plantas de feijão-caupi ao ataque de *S. frugiperda*, sendo possível dessa forma, facilitar a seleção de plantas com essa característica de resistência para aumentar a eficiência de programas de melhoramento genético.

É possível que genes de resistências de feijão-caupi, possam ser usados em outras cultivares, como por exemplo: o CpTI (inibidor de tripsina de feijão-fradinho) tem sido eficiente para proteger outras espécies como por exemplos em plantas transgênicas, como repolho *Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis* (Brassicales: Brassicaceae) (Ma et al. 2017) e arroz, *Oryza sativa* L. (Cyperales: Poaceae) (Yang et al. 2011).

Conclui-se que neste trabalho a variedade crioula Nioaque não apresentou o fenômeno de aprendizagem, desta forma, possivelmente, a praga terá menor pressão para evoluir a resistência, no entanto, nas cultivares comerciais foi possível detectar aprendizagem não associativa, indução de preferência e condicionamento pré-imaginal. Esse resultado nos leva a crer que as plantas suscetíveis podem ser aplicadas na agricultura como plantas-iscas, ou seja, atraentes a praga, em conjunto com uma cultura que já esteja no campo, prática já usual no MIP.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRON, A.B. **The life and death of Hopkins host selection principle.** *Journal of Insect Behavior*, 2001.

BECK, S.D. **Nutrition, adaptation and environment.**In RODRIGUEZ, J. G (Ed). **Insect and mit nutrition; significance and implications in ecology and pest management.** *Amsterdam: North-Holland Pub*, p.1-3, 1972.

BERNAYS, E. A, CHAPMAN, R. F. **Host-plant selection by phytophagous insects** *Springer Science & Business Media*, 2007.

BERNAYS, E.A. M.R. WEISS. **Induce food preferences in caterpillars: the need to identify mechanisms.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, 78:1-8, 1996.

BLACKISTON, D. J, CASEY. E. S. WEISS. M. R. **Retention of memory through metamorphosis: Can a moth remember what it learned as a caterpillar?** *Plos One*, 2008.

BOIÇA JÚNIOR, A. L., SOUZA, B. H., COSTA, E. N., PAIVA, L. B. **Influence of fall armyworm previous experience with soybean genotypes on larval feeding behavior.** *Arthropod-Plant Interactions*, 11(1), 89-97, 2017.

BUSATO, G. R, GRÜTZMACHER. A. D, GARCIA. M. S, GIOLO. F. P, ZOTTI. M. J, & BANDEIRA. J. D. M. **Exigências térmicas e estimativa do número de gerações dos biótipos "milho" e "arroz" de *Spodoptera frugiperda*.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2005.

COSTA, E. N, EVANGELISTA. B. M. D, FERNANDES. M. G. **Antibiosis levels to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in cowpea commercial cultivars and landrace varieties.** *Journal of Economic Entomology*, 112(4), 1941-1945, 2019.

COSTA, E. N. MARTINS. L. O, REIS. L. C, FERNANDES, M. G., & DE PAULA QUINTÃO SCALON, S. **Resistance of Cowpea Genotypes to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and Its Relationship to Resistance-Related Enzymes.** *Journal of Economic Entomology*, 113(5), 2521-2529, 2020.

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho: EMBRAPA, CNPMS (EMBRAPA-CNPMS: Circular técnica, 21)**, 1995.

EPPO. ***Spodoptera littoralis*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania*.** *OEPP/EPPO Bull.* 45: 410–444, 2015.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**, 2000.

FREITAS, A. F.; PEREIRA, F. F.; FORMAGIO, A. S. N.; LUCCHETTA, J. T.; VIEIRA, M. C.; MUSSURY, R. M. **Effects of methanolic extracts of *Annona* species on the development and reproduction of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).** *Neotropical Entomology*, v. 43, p. 446-452, 2014.

GONDWE, T. M. ALAMU. E. O, MDZINISO. P, MAZIYA-DIXON. B. **Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) for food security: An evaluation of end-user traits of improved varieties in Swaziland.** *Scientific reports*, 9(1), 1-6, 2019.

GREENE, G. L, LEPPLA. N. C. AND DICKERSON. W. A, **Velvet bean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium.** *Journal of Economic Entomology*, 69: 487–488, 1976.

JAENIKE, J. **Effects of early adult experience on host selection in insects: some experimental and theoretical results.** *Journal of Insect Behavior* 1:3–15, 1988.

JÚNIOR, A. L. B, SOUZA. B. H, COSTA. E. N, PAIVA. L. B. **Influence of fall armyworm previous experience with soybean genotypes on larval feeding behavior.** *Arthropod-Plant Interactions*, 11(1), 89-97, 2017.

KAROWE, D.N. **Facultative monophagy as a consequence of prior feeding experience: behavioural and physiological specialisation in *Colias philodice* larvae.** *Oecologia* 78:106–111, 1989.

KRUSKAL, W. H. W. A. WALLIS. **Use of ranks in one criterion variance analysis.** *Journal of the American Statistical Association* 47: 583–621, 1952.

LAMBERT, D. **Zero-inflated Poisson regression, with an application to defects in manufacturing.** *Technometrics*. 34: 1–14, 1992.

LIMA, F. W. N. D, OHASHI. O. S, SOUZA. F. R. S. D. GOMES. F. D. S. **Avaliação de acessos de milho para resistência a *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório.** *Acta Amazônica*, 2006.

MA, X., Z. ZHU, Y. LI, G. YANG, AND Y. PEI. **Expressing a modified cowpea trypsin inhibitor gene to increase insect tolerance against *Pieris rapae* in Chinese cabbage.** *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 58: 195–202, 2017.

MACHADO, B. B. ORUE. J. P, ARRUDA. M. S, SANTOS, C. V., SARATH, D. S., GONCALVES, W. N., & RODRIGUES-JR, J. F. **BioLeaf: A professional mobile application to measure foliar damage caused by insect herbivory.** *Computers and electronics in agriculture*, 129, 44-55, 2016.

MATHEWS RW, MATHEWS, JR. **Insect behavior**, 2nd ed. *Springer, New York*, 2010.

MELO, M. e R.F.P. DA SILVA. **Influência de três cultivares de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).** *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 16: 37-49, 1987.

MENEZES, E.L.A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola.** *Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia*, 58 p, 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). 2021. Agrofit. http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. <http://www.agricultura.gov.br/>

MURÚA, M. G., VERA, M. T., ABRAHAM, S., JUARÇZ, M. L., PRIETO, S., HEAD, G. P., WILLINK, E. **Fitness and mating compatibility of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations from different host plant species and regions in Argentina**. *Annals of the Entomological Society of America*, 101: 639-649, 2008.

NAWROT, J.; HARMATHA, J. **Phytochemical feeding deterrents for stored product insect pests**. *Phytochemical Review*, v. 11, p. 543-566, 2012.

NOGUEIRA, L., E. N. COSTA, M. M. DI BELLO, J. F. S. DINIZ, Z. A. RIBEIRO, AND A. L. BOIÇA JÚNIOR. **Oviposition preference and antibiosis to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazilian maize landraces**. *Journal of Economic Entomology*, 112: 939–947, 2019.

ONWULIRI, V. A.; OBU, J. A. **Lipids and other constituents of *Vigna unguiculata* and *Phaseolus vulgaris* grown in northern Nigeria**. *Food chemistry*, v. 78, n. 1, p. 1-7, 2002.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**, São Paulo, *Editora Manole*, 359p, 1991.

R Core Team. **R: a language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, AT, 2021.

RIGSBY, C. M., V. MUILENBURG, T. TARPEY, D. A. HERMS, D. CIPOLLINI. **Oviposition preferences of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) for different ash species support the mother knows best hypothesis**. *Annals of the Entomological Society of America* 107: 773–781, 2014.

SAS Institute. Version 9.0 [computer program]. SAS Institute, Cary, NC, 2003.

SCHOONHOVEN, L. M, VAN LOON. J. J. A, DICKE. M. **Insect-Plant Biology**. *Oxford University Press*, 2005.

SCRIBER JM SLANSKY JRF. **The nutritional ecology of immature insects**. *Annual Review of Entomology*, 26:183-211, 1981.

SILVA, P. H. S, CARNEIRO. J. S, QUINDARÉ. M. A. W. Pragas. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica**. Cap. 10, p. 369-400, 2005.

SKLANSKY JUNIOR, F; RODRIGUEZ, J.G. **Nutricional ecology of insect mites, spiders and related invertebrates**. *New York: 1016 p*, 1987.

SMITH, CM. **Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches.** Springer, Dordrecht, 2005.

SPARKS, A. N. **A review of the biology of the fall armyworm.** *Florida Entomologist* 62: 82-87, 1979.

SQUIRE, LARRY R., e ERIC R. KANDEL. **Gedächtnis.** Spektrum Akademischer Verlag, 1999.

VALENTE, E. C. N, R. C. P. TRINDADE, S. M. F. BROGLIO, A. G. DUARTE, V. M. RODRIGUES, H. M. A. LIMA, N. S. BATISTA, J. R. SANTOS. **Aspectos biológicos de *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) em cultivares de feijão-caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp.** *Revista Ciência Agrícola.* 12: 9–16, 2014.

VENDRAMIM, J.D. M. FANCELLI. **Efeito de genótipos de milho na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera:Noctuidae).** *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 17: 141-50, 1988.

YANG, X., H. XIA, W. WANG, F. WANG, J. SU, A. A. SNOW, AND B. R. LU. **Transgenes for insect resistance reduce herbivory and enhance fecundity in advanced generations of crop–weed hybrids of rice.** *Evolutionary Applications* 4: 672–684, 2011.

CAPÍTULO II

HABITUAÇÃO, INDUÇÃO DE PREFERÊNCIA E
CONDICIONAMENTO PRÉ-IMAGINAL DE *Spodoptera frugiperda* (J.
E. SMITH) COLETADA EM CAMPO DE MILHO E PREVIAMENTE
ALIMENTADA EM DIFERENTES GENÓTIPOS DE FEIJÃO-CAUPI
(*Vigna unguiculata* [L] WALP.)

Resumo. Os insetos tem a capacidade de aprendizagem, e a mesma ocorre no sistema nervoso central e pode influenciar na seleção hospedeira. O fenômeno da aprendizagem não associativa ocorre independentemente do estágio de desenvolvimento do inseto-praga. O objetivo desta pesquisa foi avaliar alguns aspectos comportamentais de *Spodoptera frugiperda* coletada em campo de milho (UFGD/Dourados, MS), mediante determinação da habituação, indução de preferência e condicionamento pré-imaginal desse inseto em quatro genótipos de feijão-caupi (genótipo Nioaque, Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda) com diferentes níveis de resistência à praga. As seguintes variáveis foram avaliadas: peso larval, peso pupal e emergência de adultos. Ocorrência de habituação e indução de preferência foram determinadas mediante testes de consumo foliar da praga, e o condicionamento pré-imaginal foi avaliado com base no número de ovos. Em todos os experimentos, os insetos foram previamente alimentados com um dos genótipos de feijão-caupi. A variedade crioula Nioaque foi mais resistente em comparação às cultivares comerciais Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda, sendo a última a mais suscetível. Insetos alimentados nas cultivares Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda apresentaram indução de preferência na fase larval. Os resultados obtidos nesse trabalho não foram substanciais quanto aos dados obtidos na variedade Nioaque em relação ao fenômeno de aprendizagem, o que demonstra que o inseto criado nessa variedade apresenta dificuldade para evoluir resistência. No entanto, foi possível observar aprendizagem não associativa, indução de preferência e condicionamento pré-imaginal nas cultivares comerciais. Deste modo, é possível a aplicação da técnica de plantas-isca nas quais se destacam as cultivares comerciais Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda planta suscetíveis, essa técnica já vem sendo aplicada no MIP.

Palavras-chave: preferência alimentar, aprendizagem não associativa, comportamento de insetos, antibiose

Abstract: Insects have the ability to learn, and learning occurs in the central nervous system and can influence host selection. The phenomenon of non-associative learning occurs regardless of the insect pest's developmental stage. The objective of this research was to evaluate some behavioral aspects of *Spodoptera frugiperda* collected in a corn field (UFGD/Dourados, MS), by determining habituation, preference induction and pre-imaginal conditioning of this insect in four cowpea genotypes (Nioaque genotype, Fradinho, BRS Tumucumaque and Miranda) with different levels of pest resistance. The following variables were evaluated: larval weight, pupal weight and adult emergence. Habituation occurrence and preference induction were determined by foliar consumption tests of the pest, and pre-imaginal conditioning was evaluated based on the number of eggs. In all experiments, the insects were previously fed with one of the cowpea genotypes. The Creole variety Nioaque was more resistant compared to the commercial cultivars Fradinho, BRS Tumucumaque and Miranda, the latter being the most susceptible. Insects fed on cultivars Fradinho, BRS Tumucumaque and Miranda showed preference induction in the larval stage. The results obtained in this work were not substantial regarding the data obtained in the Nioaque variety in relation to the learning phenomenon, which demonstrates that the insect created in this variety has difficulty in developing resistance. However, it was possible to observe non-associative learning, preference induction and pre-imaginal conditioning in commercial cultivars. Thus, it is possible to apply the technique of bait-plants in which the commercial cultivars Fradinho, BRS Tumucumaque and Miranda are susceptible plants, this technique has already been applied in the MIP.

Keywords: food preference, non-associative learning, insect behavior, antibiosis

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi é uma planta africana, que chegou ao Brasil pelos colonizadores portugueses, através do estado da Bahia na segunda metade do século XVI (Freire Filho, 1988). Com a distribuição do feijão-caupi para diversas regiões do país, ficou conhecida por feijão-macassar e feijão-de-corda, na Região Nordeste; feijão de praia, feijão da colônia e feijão da estrada, na Região Norte; feijão miúdo, na Região Sul.

As pragas comprometem a produção e rendimento das plantações (Cardoso et al. 2017), destacando a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), que ocorre em qualquer época de cultivo, com ataque iniciando desde os primeiros dias após a emergência, período esse em que as plântulas são mais suscetíveis ao desfolhamento (Ribeiro, 2002). Não existe inseticida registrado para o controle de *S. frugiperda* no feijão-caupi (MAPA, 2021), demandando, táticas alternativas, como a resistência de plantas a insetos (EMBRAPA, 2006).

Em linhas gerais as plantas podem ser classificadas com suscetíveis (mais intensamente atacada pelos insetos) e resistentes (que são as que sofrem ataques menos intensos) (Rosseto, 1973). A resistência aos insetos ocorre por várias estratégias que as plantas usam para sobreviver, como desenvolver-se antes que o número de insetos aumente, podem defender-se tornando se um alimento inadequado para os insetos que a atacam; e podem sobreviver à herbivoria através da tolerância (Cornelissen e Fernandes, 2003; Almeida e Cortez, 2005; Cingolani et al., 2005; Macdonald e Bach, 2005).

Existem três tipos de resistência de plantas a insetos : (i) não preferencia (ou antixenose), que ocorre quando a planta é menos visitada pelo inseto, onde ocorre pouca alimentação e/ou oviposição, nas mesmas condições que outras plantas (Lara, 1991); (ii) antibiose: os insetos que se alimentam da planta sofrem um efeito adverso no desenvolvimento dos mesmos, como mortalidade, diminuição de peso, alteração na proporção sexual e alterações no tempo de vida dos insetos (Lara, 1991), pois toxinas e inibidores de crescimento reduzem os níveis de nutrientes dos componentes vegetais (Gullan e Cranston, 2007). (iii) tolerância, envolve as características das plantas, dependendo da capacidade das mesmas de superarem o dano causado pelos insetos em resultado da alimentação (Gullan e Craston, 2007). A planta consegue suportar os ataques dos insetos por meio da regeneração dos tecidos, de forma que não apresente queda de produção (Lara, 1991).

Após o inseto localizar o hospedeiro, precisa confirmar se o hospedeiro é adequado ou não para sua alimentação ou oviposição (Dethier, 1982; Bernays e Chapman, 1994). No entanto, a planta pode apresentar mecanismos de defesa relacionado aos fatores físicos como a epiderme da planta, espessura, dureza, textura, cerosidade e pilosidade (tricomatas) (Lara, 1991; Smith, 2005). As defesas químicas das plantas que envolvem o uso de toxinas através dos metabólitos secundários ou alelos químicos, que são coletivamente denominados compostos anti-herbivoria, que podem ser classificados em três sub-grupos: compostos nitrogenados (incluindo alcaloides, glicosídeos cianogênicos e aminoácidos não proteicos), terpenóides (óleos essenciais, triterpenos, saponinas e glicosídeos cardioativos) e compostos fenólicos (ligninas, flavonoides e taninos) (Ricklefs, 2003; Carvalho et al. 2004).

A experiência prévia dos insetos está relacionada a diferentes estímulos e a diferentes etapas do comportamento em busca de hospedeiro (Laumann et al. 2011), e ao contato anterior do inseto, podendo ser associativa e não associativa (Papaj e Prokopy, 1989; Schoonhoven et al. 2005). Aprendizagem associativa relaciona um estímulo com outro estímulo, resultando em um comportamento aversivo (Blackinton et al. 2008).

A aprendizagem não associativa envolve (1) habituação: que é a diminuição da resposta do inseto a um estímulo através da experiência, por exemplo, herbívoro passa a aceitar a se alimentar em uma planta resistente após repetitivos contatos prévios (Mathews e Mathews, 2010); (2) indução de preferência: ocorre quando o inseto altera seu comportamento alimentar e volta dar preferência a uma planta hospedeira que se alimentou anteriormente (Bernays e Weiss, 1996); e (3) condicionamento pré-imaginal: ocorre quando o inseto adulto prefere ovipositar da mesma planta onde se desenvolveu nos estágios imaturos (Barron, 2001).

Alguns genótipos de feijão-caupi apresentam resistência à *S. frugiperda* já mencionada, Nioaque considerado resistente à praga devido à redução de emergência e prolongamento do período larva-adulto. A cultivar Fradinho classificada como moderadamente resistente, apresentou peso larval e pupal reduzido e um prolongado período de desenvolvimento larval e pupal, ao passo que as cultivares BRS Tumucumaque e Miranda foram consideradas suscetíveis ao ataque da praga, principalmente pelos maiores valores de peso larval e menor duração de período larva-pupa (Costa et al. 2019).

A hipótese inicialmente levantada pelo presente trabalho é que a ocorrência do fenômeno de aprendizagem não associativa ocorre independentemente do estágio de

desenvolvimento do inseto-praga, sustentando a hipótese de que esse fenômeno está relacionado com o hábito polífago da praga. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a manifestação da habituação e da indução de preferência alimentar em larvas de *S. frugiperda* coletada em campo de milho e previamente alimentada em diferentes genótipos de feijão-caupi, bem como a ocorrência de condicionamento pré-imaginal em adultos da praga.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Mato Grosso do Sul, Brasil, sob condições climáticas controladas: temperatura $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa $70 \pm 10\%$, e fotoperíodo 12:12 h (luz: escuro).

2.1. Identificação de *Spodoptera frugiperda* coletadas no campo

A população inicial de *S. frugiperda* utilizada nos experimentos foi obtida a partir da coleta de lagartas realizada em plantas de milho no campus da Universidade Federal da Grande Dourados, as mesmas estavam localizadas no cartucho da planta, o inseto estava no VI ínstar. A identificação ocorreu seguindo as seguintes características: pontos pretos (pináculos) distribuídos em pares de cada lado ao longo do corpo do inseto, o último segmento abdominal apresentando quatro pontos pretos distribuídos como vértices, de um quadrado, na cabeça com suturas em forma de Y invertido (Sosa-Gómez et al. 2014).

2.2 Semeadura de genótipos de feijão-caupi

Foram utilizados genótipos de feijão-caupi com diferentes níveis de antibiose a *S. frugiperda* (Costa et al. 2019), sendo genótipo Nioaque, Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda.

Assim, como no capítulo anterior esse experimento segue a mesma metodologia, porém, com lagartas coletadas no campo.

Foram semeadas nove sementes de cada genótipo de feijão-caupi, em vasos plásticos de 7 L, com substrato composto por três partes de solo e uma parte de composto orgânico (resíduos de aviário). O desbaste aconteceu 10 dias após a emergência das plantas, mantendo apenas quatro plantas por vaso. Cinco vasos plásticos foram utilizados por genótipo na primeira semeadura, totalizando 20 plantas por genótipo de feijão-caupi (Figura 1). Após sete dias, outros cinco vasos plásticos foram semeados por genótipo, afim de manter fornecimento contínuo de alimento durante toda fase larval do inseto. As plantas foram cultivadas em casa de vegetação, sob condições naturais de temperatura, umidade relativa, e luminosidade, e irrigadas sempre que necessário.



Figura 1. Semeadura do feijão-caupi por tratamento.

2.4. Desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda*

Folhas dos diferentes genótipos de feijão-caupi foram coletadas na casa de vegetação e levados ao laboratório em sacos separados por genótipos, onde foram higienizadas em uma solução de hipoclorito de sódio a 0,05% por dois minutos, enxaguadas em água deionizada, e secas em temperatura ambiente sobre papel toalha.

Foram oferecidas as larvas de *S. frugiperda* neonatas com 24h, discos foliares de feijão-caupi de 3 cm de diâmetro em recipientes plásticos transparentes, 7 cm de diâmetro × 5 cm de altura, até o último ínstar. Os recipientes plásticos foram forrados com papel filtro umedecido com água deionizada e hipoclorito de sódio. Aos oito dias após o início

do experimento, apenas uma larva foi mantida em cada recipiente, deixando apenas as mais ativas, folhas foram trocadas todos os dias.

As seguintes variáveis biológicas foram avaliadas durante o ciclo de vida do inseto, peso (mg) de larvas de 10 dias de idade, e peso de pupas de 24 h de idade foi realizado com balança analítica de precisão (modelo 2204, Bioscale, China), e número de adultos emergidos.

2.4 Teste de preferência alimentar com chance de escolha para verificação de habituação ou indução de preferência

Etapa 1

Os ovos do experimento anterior, colocados pelas fêmeas foram separados de acordo com o genótipo de feijão-caupi que foram criados, armazenadas em recipientes plásticos transparentes (7 cm de diâmetro × 5 cm de altura) forrados com papel filtro umedecido até a eclosão das larvas. Três larvas neonatas (por repetição) foram transferidas para uma placa de Petri (15 cm de diâmetro) forrada com papel filtro umedecido usando um pincel de cerdas macias. As larvas se alimentaram de folhas de plantas de feijão-caupi de um dos genótipos na qual foram criadas por oito dias, só depois foi feito a avaliação da ocorrência de habituação ou indução de preferência mediante um teste de preferência alimentar com chance de escolha.

Etapa 2

Larvas de oito dias de idade nos genótipos estudados (Etapa 1) foram separadas e cuidadosamente transferidas com pincel de cerdas macias para placa de Petri (15 cm de diâmetro) contendo uma seção foliar de 3 cm de diâmetro de cada genótipo de feijão-caupi. Quatro larvas de oito dias de idade (Boiça Júnior et al. 2017), criadas em um dos quatro genótipos, foram liberadas por placas de Petri, e cada placa com quatro seções foliares de forma cruzada e equidistantes dos genótipos estudados e quatro larvas de *S. frugiperda* constituíram uma unidade experimental (Figura 2). Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (genótipos) e 10 repetições.

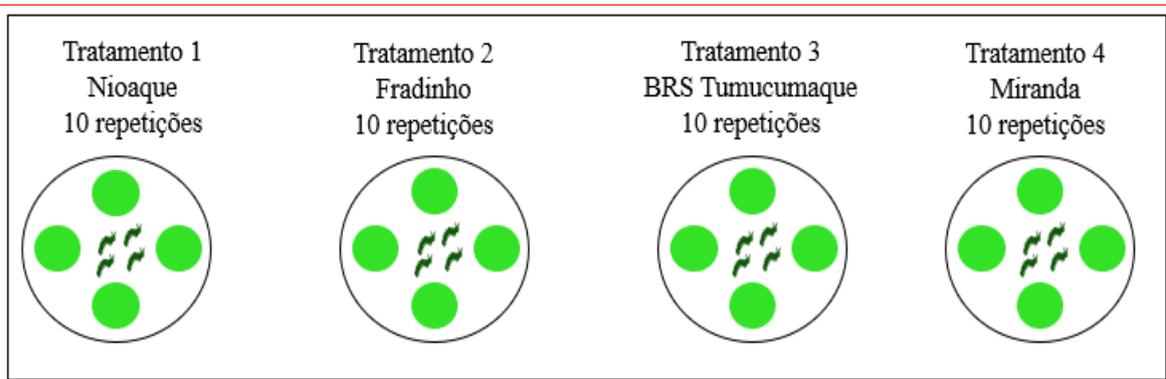


Figura 2. Teste de preferência alimentar com chance de escolha.

2.5 Teste de Oviposição

Recipientes plásticos de 700 mL foram utilizados, com o mesmo substrato do experimento anterior, contendo uma planta de cada genótipo de feijão-caupi, disposta equidistante em gaiolas transparentes (50 cm de comprimento × 38 cm de altura) com 20 dias de idade, após a emergência das plantas.

Todas as fêmeas estavam no período de oviposição, o experimento teve duração de 72h (Nogueira et al. 2019) (Figura 3). Esse procedimento se repetiu em todos os tratamentos, de modo que dois casais de *S. frugiperda* fossem liberados em uma gaiola com quatro plantas para que as fêmeas pudessem escolher em qual ovipositar,

Para a identificação de fêmeas e machos de adultos de *S. frugiperda* a coloração das asas foi determinante para a determinação do sexo (EPPO, 2015). Durante todo o experimento, os casais foram alimentados com uma solução de mel a 10%, e a contagem do número de ovos ocorreu após 72h.

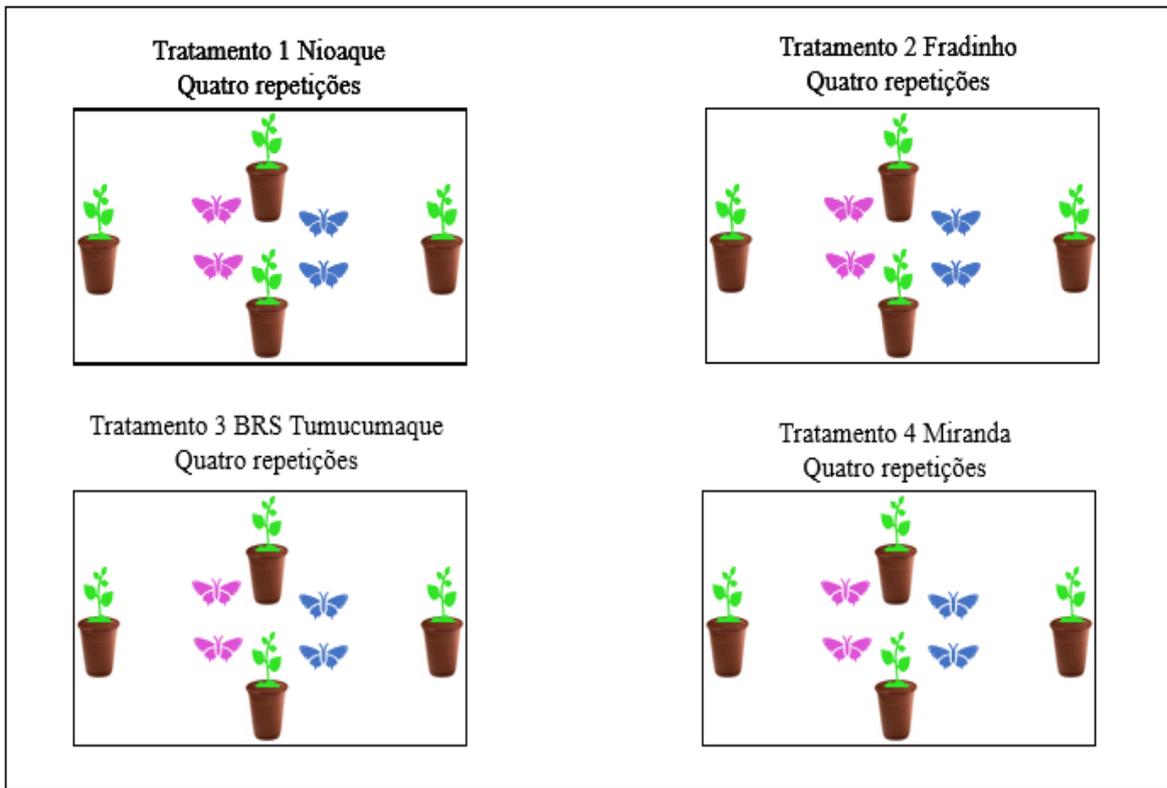


Figura 3. Teste de oviposição com chance de escolha.

2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram analisados quanto à normalidade de resíduos (teste de Cramér-von Mises) e homogeneidade de variâncias (Levene 1960, SAS Institute Inc. 2003). A emergência de adultos e peso de pupas não se adequaram aos requisitos de normalidade de resíduos e homogeneidade de variâncias, e por isso foram analisados usando um teste não paramétrico (Kruskal Wallis 1952). Número de ovos não atenderam aos requisitos estatísticos mencionados acima, e devido à presença de muitos valores “zero”, foram analisados usando a regressão de Poisson inflada de zero (ZIP) (Lambert 1992) usando o software R (R Development Core Team 2021)

Em contraste, os dados que se adequaram às exigências estatísticas foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) usando os programas estatísticos Sisvar® 5.8 (Ferreira, 2000) e R (R Development Core Team 2021).

3. RESULTADOS

3.1. Desenvolvimento de *S. frugiperda*

As larvas de *S. frugiperda* tiveram um peso três vezes menor quando alimentadas com folhas da variedade crioula Nioaque ($F=67,111$; $gl=3, 116$; $p<0,0001$), comparadas às larvas criadas nas cultivares comerciais Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda (Figura 4).

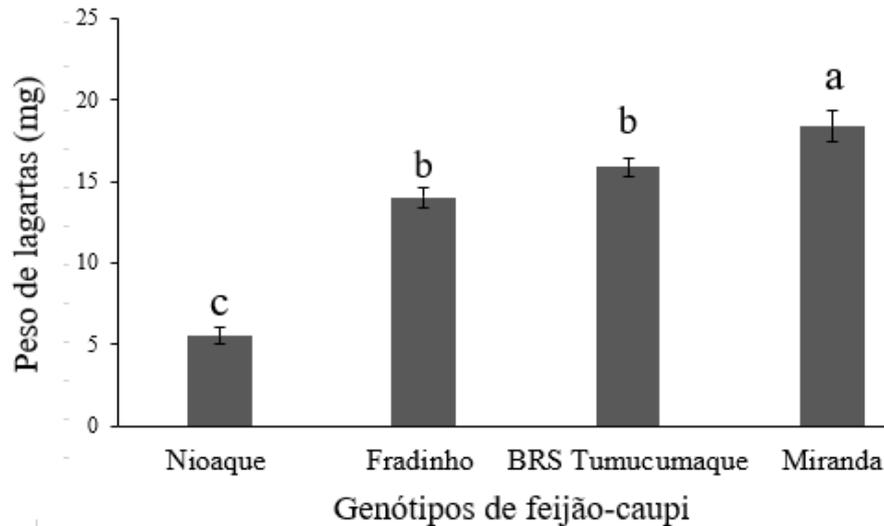


Figura 4. Peso de larvas (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* do campo com 10 dias de idade, alimentadas em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

As pupas de *S. frugiperda* tiveram um peso menor quando as lagartas foram criadas na variedade crioula Nioaque, ($F=11,195$; $gl=3, 71$; $p<0,0001$), comparadas com pupas criadas nas cultivares Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda (Figura 5).

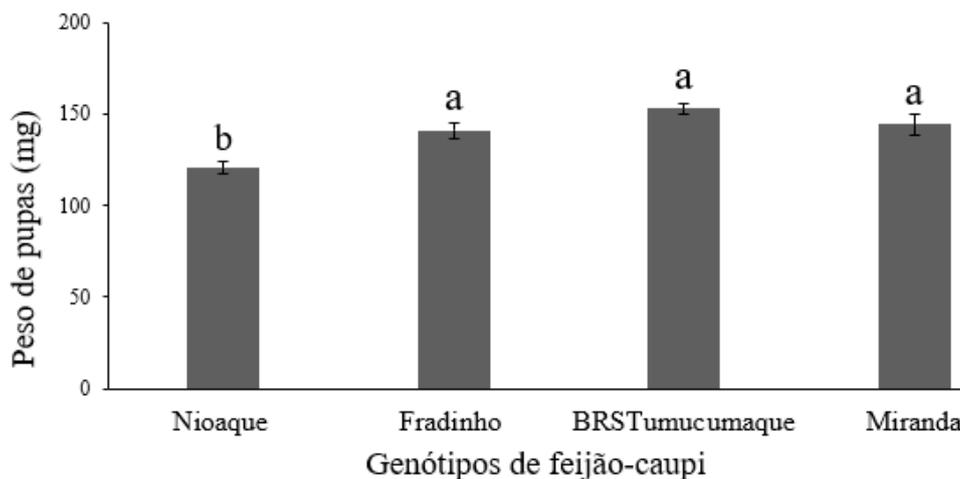


Figura 5. Peso de pupas (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* do campo, criadas em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

A emergência de adultos de *S. frugiperda* foi similar ao comparar a variedade crioula Nioaque com as cultivares comerciais BRS Tumucumaque, Fradinho e Miranda ($H=0.755$; $gl=3, 20$; $p=0,532$) (Figura 6).

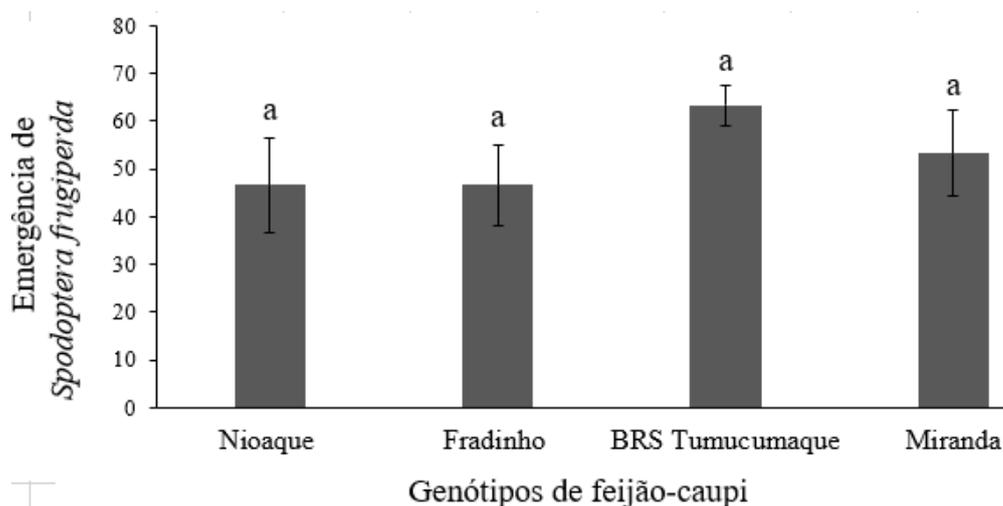


Figura 6. Emergência de adultos (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* do campo, alimentadas na fase larval em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras iguais acima das barras não indicam diferenças significativas pelo teste de Kruskal–Wallis ($\alpha = 0,05$).

3.2. Teste de preferência alimentar com chance de escolha

Larvas de *S. frugiperda* descendentes de indivíduos criados na variedade Nioaque demonstraram preferência alimentar pela variedade Nioaque e pela cultivar Miranda ($F=38,511$; $gl=3, 116$; $p<0,0001$), diferindo significativamente das cultivares BRS Tumucumaque, Fradinho as quais foram menos consumidas pela praga (Figura 7A).

Larvas de *S. frugiperda* descendentes de indivíduos criados na cultivar Fradinho demonstraram preferência alimentar pela cultivar Fradinho e Miranda ($F=75,666$; $gl=3, 116$; $p<0,0001$), diferindo significativamente da variedade Nioaque e da cultivar BRS Tumucumaque (Figura 7B).

Larvas de *S. frugiperda* descendentes de indivíduos criados na cultivar BRS Tumucumaque demonstraram preferência alimentar pela cultivar BRS Tumucumaque ($F=288,266$; $gl=3, 116$; $p<0,0001$), diferindo significativamente da variedade Nioaque, e das cultivares Fradinho e Miranda (Figura 7C).

Larvas de *S. frugiperda* descendentes de indivíduos criados na cultivar Miranda demonstraram preferência alimentar pela cultivar Miranda ($F=108,71$; $gl=3, 116$;

$p < 0,0001$), diferindo significativamente da variedade Nioaque, e das cultivares Fradinho e BRS Tumucumaque (Figura 7D).

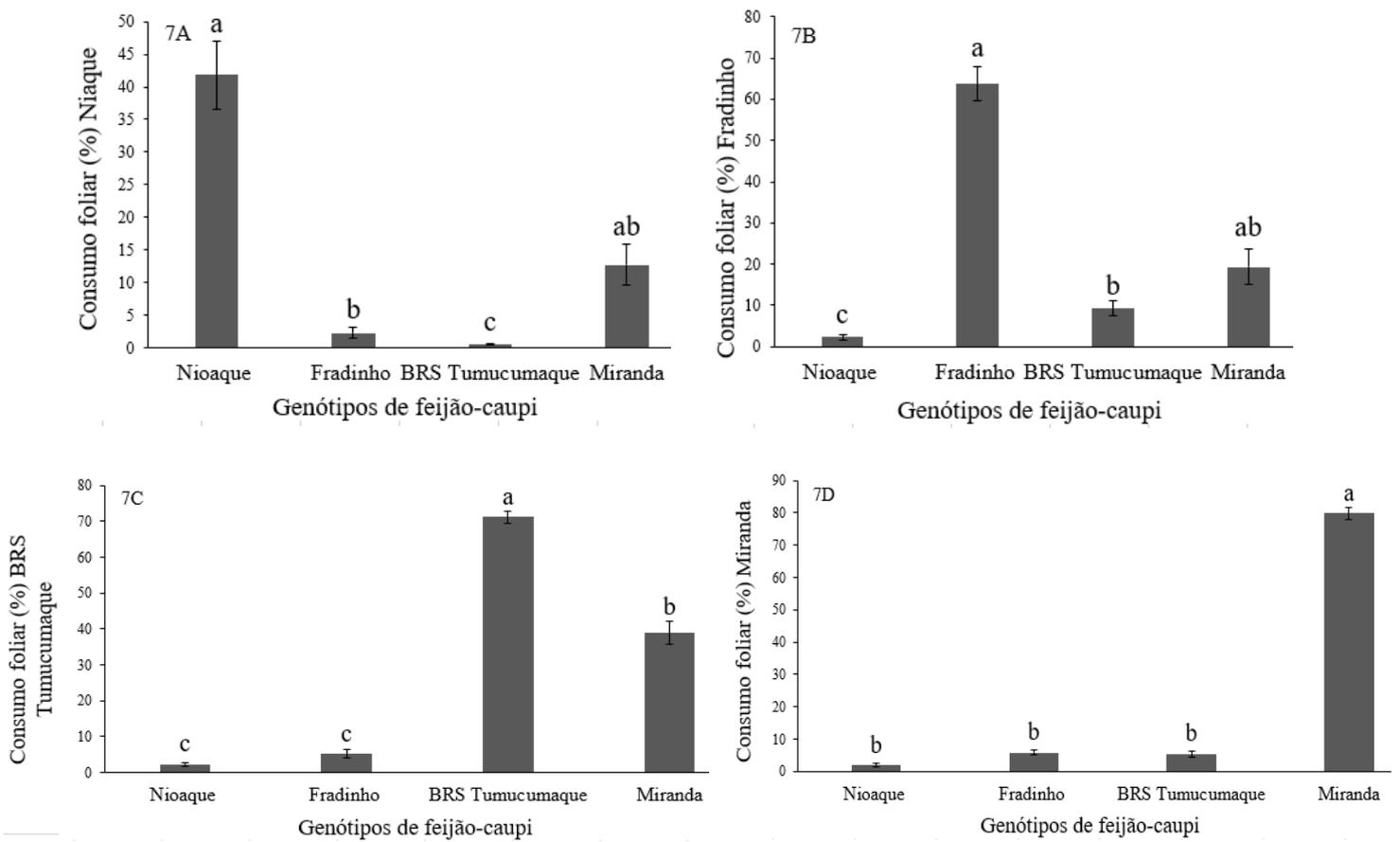


Figura 7. Consumo foliar (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* em quatro diferentes genótipos de feijão-caupi, após alimentação larval por 24h. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

3.3. Aspectos biológicos da segunda geração e teste de Oviposição

As larvas de *S. frugiperda* tiveram um peso três vezes menor quando alimentadas com folhas da variedade crioula Nioaque ($F=31,878$; $gl=3, 116$; $p<0,0001$), comparadas com larvas criadas na cultivar Miranda, havendo diferenças entre Nioaque e Fradinho, entre Fradinho e Miranda (Figura 8).

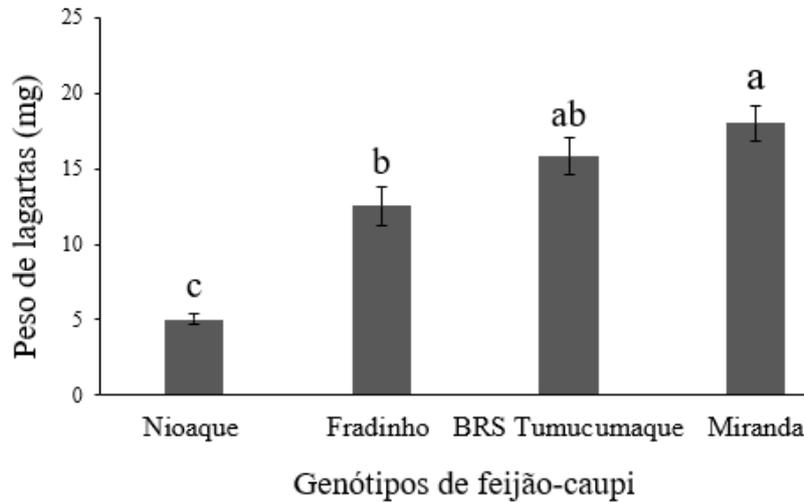


Figura 8. Peso de larvas (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* do campo com 10 dias de idade, alimentadas em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

As pupas de *S. frugiperda* tiveram peso menor quando alimentadas no genótipo Nioaque, Fradinho BRS Tumucumaque diferindo do Miranda ($F = 67,111$; $gl = 3,116$; $p<0, 0001$) (Figura 9).

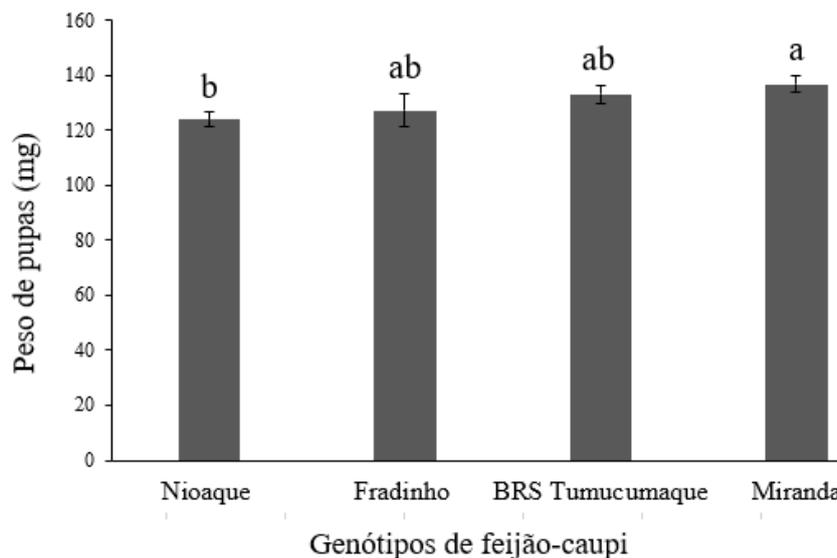


Figura 9. Peso de pupas (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* do campo 2º geração, criadas em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

A emergência de *S. frugiperda* foi similar ao comparar a variedade crioula Nioaque com as cultivares Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda ($H=0,188$; $gl=3,201$; $p<0,902$), (Figura 10).

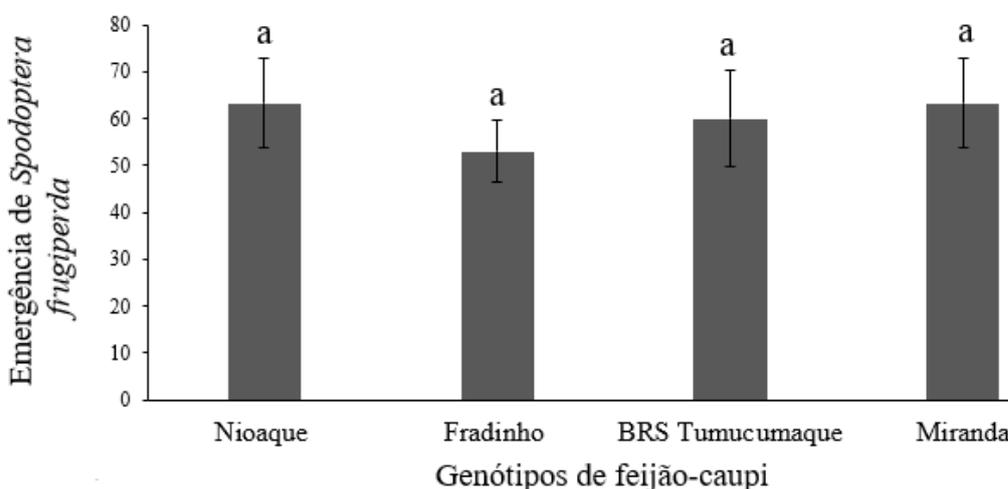


Figura 10. Emergência de adultos (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* do campo, 2^o geração criadas em diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras iguais acima das barras não indicam diferenças significativas pelo teste de Kruskal–Wallis ($\alpha = 0,05$).

Fêmeas de *S. frugiperda*, que foram alimentadas na fase larval com folhas da variedade Nioaque, preferiram ovipositar na variedade Nioaque, diferindo significativamente das cultivares Fradinho e BRS Tumucumaque ($\chi^2=25,933$; $gl=3,122$; $p<0,0001$). Contudo, o número de ovos colocados por esses insetos na variedade Nioaque não diferiu do número de ovos colocados na cultivar Miranda (Figura 8A). Além disso, o número de ovos encontrado na cultivar Miranda não diferiu-se do Fradinho. (Figura 11A).

Fêmeas de *S. frugiperda*, que foram alimentadas na fase larval com folhas da cultivar Fradinho, preferiram ovipositar na cultivar Fradinho, diferindo significativamente da variedade Nioaque e BRS Tumucumaque ($\chi^2=51,451$; $gl=3,121$; $p<0,0001$). Contudo, o número de ovos na cultivar Fradinho não diferiu do número de ovos colocados na cultivar Miranda (Figura 11B).

Fêmeas de *S. frugiperda*, que foram alimentadas na fase larval com folhas da cultivar BRS Tumucumaque, preferiram ovipositar na cultivar BRS Tumucumaque, diferindo significativamente da variedade Nioaque e das cultivares Fradinho e Miranda ($\chi^2=71,592$; $gl=3,121$; $p<0,0001$). Além disso, o número de ovos encontrado na cultivar Miranda e Fradinho foi superior ao número de ovos registrado na variedade Nioaque (Figura 11C).

Fêmeas de *S. frugiperda*, que foram alimentadas na fase larval com folhas da cultivar Miranda, preferiram ovipositar na cultivar Miranda, diferindo significativamente da variedade Nioaque e das cultivares Fradinho e BRS Tumucumaque ($\chi^2=97.551$; gl=3, 121; $p<0.0001$) sendo o número de ovos da cultivar BRS Tumucumaque maior que do Fradinho e da variedade Nioaque, e a cultivar Fradinho teve oviposição superior ao da variedade Nioaque (Figura 11D).

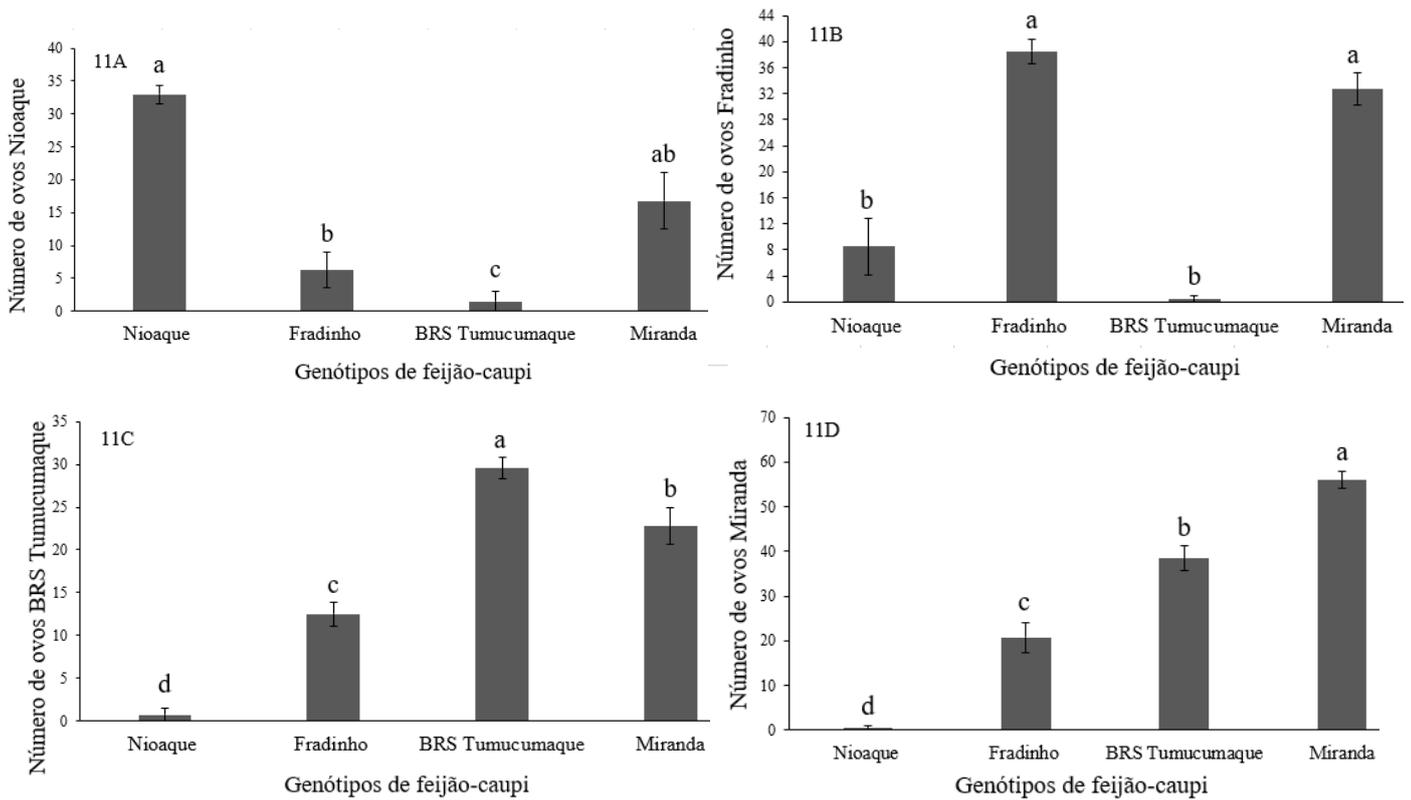


Figura 11. Números de ovos (média \pm erro padrão) de *Spodoptera frugiperda* depositados por planta de diferentes genótipos de feijão-caupi. Letras diferentes acima das barras indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) (zero inflado Poisson regressão).

4. DISCUSSÃO

A experiência prévia dos insetos em plantas hospedeiras afetam o comportamento do mesmo, alterando sua preferência alimentar, ocorrendo ou não a habituação e a indução de preferência. A habituação é a perda gradativa da resposta do inseto a um estímulo, pelo contato repetitivo, ao passo que a indução de preferência é caracterizada pela mudança no comportamento regular do inseto, de forma que ele tende a preferir se alimentar da planta na qual já tinha tido algum contato prévio (Bernays e Chapman 1994; Schoonhoven et al. 2005).

As larvas de *S. frugiperda* da primeira geração alimentadas na variedade crioula Nioaque apresentaram menor peso, o que pode ser decorrente de uma menor adequação alimentar da planta para o inseto, apresentando algum nível de resistência, por prováveis compostos químicos que conferem a resistência ao inseto (Silveira et al. 1997; Almeida et al. 2017). Em relação aos pesos de larvas, as cultivares Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda são consideradas suscetíveis à praga.

O peso de pupas da primeira geração demonstrou novamente as diferenças significativas entre os genótipos de feijão-caupi, pois as pupas alimentadas na variedade crioula Nioaque exibiram um baixo peso comparada com os demais genótipos de feijão-caupi. O baixo peso pode ser devido à antibiose, sendo esse um efeito adverso da planta sobre o desenvolvimento do inseto, sendo essa uma das alterações que existe quando ocorre a antibiose (Lara, 1991). Os mecanismos que conferem antibiose são as toxinas, inibidores de crescimento, redução dos níveis de nutrientes e altas concentrações de componentes vegetais indigeríveis (Gullan e Craston, 2007). A emergência de adultos não demonstrou diferenças significativas entre os genótipos.

No teste com chance de escolha, larvas de *S. frugiperda* preferiram se alimentar dos genótipos nos quais foram criadas, incluindo os insetos que se alimentaram nos genótipos mais resistentes, a variedade crioula Nioaque e a cultivar Fradinho, ocorrendo assim o fenômeno de habituação. Larvas criadas nas cultivares comerciais BRS Tumucumaque e Miranda, classificadas como suscetíveis a *S. frugiperda*, preferiram se alimentar das mesmas no teste com chance de escolha, ocorrendo o fenômeno de indução de preferência. Os insetos são capazes de escolher o hospedeiro à distância, utilizando o olfato e a visão, ou pode selecionar o hospedeiro através do contato. Esse processo ocorre no sistema nervoso central, por meio de insumos sensoriais, semioquímicas: olfativas ou gustativas; físicas: pela cor, forma e textura da planta. As combinações de entradas

sensoriais da planta podem ser reconhecidas pelo hospedeiro como atrativa ou repulsiva (Bruce et al. 2005).

Larvas de *S. frugiperda* da segunda geração criadas nos genótipos resistentes, variedade Nioaque e a cultivar Fradinho, apresentaram menor peso larval, enquanto as larvas alimentadas nas cultivares suscetíveis BRS Tumucumaque e Miranda apresentaram o maior peso. O peso de pupas demonstrou diferenças significativas entre os diferentes genótipos de feijão-caupi, isso ocorre quando a quantidade de alimento digerido é menor, e conseqüentemente o peso do inseto também é menor (Hemati et al. 2012), diferindo assim da emergência de adultos que não houve diferenças significativas. Essa falta de diferença significativa pode estar relacionada com a capacidade de conversão de alimento que é assimilado na fase larval (Rosa et al. 2012).

Condicionamento pré-imaginal é uma característica que alguns insetos adultos apresentam, pois, demonstram preferência de oviposição na planta em que foram alimentados na fase larval (Lara, 1991). Foi observado a presença de condicionamento pré-imaginal nas cultivares Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda, pois os insetos preferiram ovipositar na planta hospedeira que se alimentaram antes. Assim, é possível concluir que as fêmeas de *S. frugiperda* preferiram ovipositar onde seus descendentes terão melhor condição de desenvolvimento (Rigsby et al. 2014). Ocorrendo o mesmo com a variedade Nioaque foi a planta que as fêmeas preferiram ovipositar, sendo elas previamente criadas nesta variedade, e também demonstraram preferência pela cultivar Miranda.

Os resultados obtidos nesse trabalho quanto aos dados da variedade Nioaque demonstram que o inseto criado nessa variedade apresenta dificuldade para evoluir resistência, no entanto variedades de plantas desenvolveram mecanismos de defesa e se tornaram resistentes ou tolerantes. Deste modo, é possível a aplicação da técnica da planta repelente aos insetos, sendo conhecidas como plantas repelentes que tem como vantagem baixo custo e impacto cumulativo sobre a praga com o mínimo dano ambiental. Foi possível observar aprendizagem não associativa, indução de preferência e condicionamento pré-imaginal nas cultivares comerciais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-CORTEZ, J. S. **Herbivoria e mecanismos de defesa vegetal.** In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CALVALCANTE, U. M. T. (eds.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas.** Recife: UFRPE/Imprensa Universitária, p.389-396, 2005.

ALMEIDA, A. C. S.; SILVA, C. L. T.; PAIVA, L. A.; ARAÚJO, M. S.; JESUS, F. G. **Antibiosis in soybean cultivars to *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae).** *Florida Entomologist*, v. 100, n. 2, p. 334-338, 2017.

BARRON, A. B. **The life and death of hopkins” host selection principle.** *Journal of Insect Behaviour*, 14, 725–737, 2001.

BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R. E. **Behavior: the process of host-plant selection.** *Host-plant selection by phytophagous insects*, p. 95-165, 1994.

BERNAYS, E. A.; CHAPMAN, R.F. **Host-plant selection by phytophagous insects.** Nova Iorque: Chapman e Hall, 1994.

BERNAYS, E.A. M.R. WEISS. **Induce food preferences in caterpillars: the need to identify mechanisms.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Dordrecht, 78:1-8, 1996.

BLACKISTON, D. J.; CASEY, E. S. & WEISS, M. R. **Retention of memory through metamorphosis: Can a moth remember what it learned as a caterpillar?** *Plos One*, 3, e1736, 2008.

BOIÇA JÚNIOR, A. L., SOUZA, B. H., COSTA, E. N., PAIVA, L. B. **Influence of fall armyworm previous experience with soybean genotypes on larval feeding behavior.** *Arthropod-Plant Interactions*, 11(1), 89-97, 2017.

BRUCE, T. J. A.; WADHAMS, L. J.; WOODCOCK, C. M. **Insect host location: a volatile situation.** *Trends in Plant Science*, v. 10, n. 6, p. 269-274. 2005.

CARDOSO, M.J.; BASTOS, E.A.; ANDRADE J., ADERSON, S. de.; ATHAYDE SOBRINHO, C. **Feijão-caupi: O produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília: Embrapa, 250p, 2017.

CINGOLANI, A. M.; POSSE, G.; COLLANTES, M. B. **Plant functional traits, herbivore selectivity and response to sheep grazing in Patagonian steppe grasslands.** *Journal of Applied Ecology*, v. 42, p. 50-59, 2005.

CORNELISSEN, T. G.; FERNANDES, W. **Insetos herbívoros e plantas de inimigos a parceiros?** *Ciência Hoje*, v. 32, p. 24-30, 2003.

COSTA, E. N., EVANGELISTA, B. M. D., E FERNANDES, M. G. **Antibiosis levels to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in cowpea commercial cultivars and landrace varieties.** *Journal of economic entomology*, 112(4), 1941-1945, 2019.

COSTA, E. N., MARTINS, L. O., REIS, L. C., FERNANDES, M. G., E DE PAULA QUINTÃO SCALON, S. **Resistance of Cowpea Genotypes to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and Its Relationship to Resistance-Related Enzymes.** *Journal of Economic Entomology*, 113(5), 2521-2529, 2020.

DETHIER, V. G. **Mechanism of host-plant recognition.** *Entomologia experimentalis et applicata*, v. 31, n. 1, p. 49-56, 1982.

DO VALE, J.C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. **Feijão-caupi: do plantio à colheita.** Editora UFV, 267p, 2017.

EPPO. ***Spodoptera littoralis*, *Spodoptera litura*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera eridania*.** *OEPP/EPPO Bull.* 45: 410–444, 2015.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**, 2000.

FREIRE FILHO, FR de. **Origem, evolução e domesticação do caupi.** *Embrapa Meio-Norte-Capítulo em livro científico*, 1988.

GULLAN, P. J; CRASNTON, P. S. **Os insetos: um resumo em entomologia.** 3 ed. São Paulo: ROCA, 440p, 2007.

HEMATI, S. A.; NASERI, B.; GANBALANI, G. N.; DASTJERDI, H. R.; GOLIZADEH, A. **Effect of different host plants on nutritional indices of the Pod Borer, *Helicoverpa armigera*.** *Journal of Insect Science*, v. 12, n. 55, p. 1-15, 2012.

KRUSKAL, W. H. W. A. WALLIS. **Use of ranks in one criterion variance analysis.** *J. American Statistical Association* 47: 583–621, 1952.

LAMBERT, D. **Zero-inflated Poisson regression, with an application to defects in manufacturing.** *Technometrics*. 34: 1–14, 1992.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**, 1991.

LAUMANN, R. A, AQUINO, M. F. S; MORAES, M.C.B, PAREJA, M; BORGES, M. **Response of the Egg Parasitoids *Trissolcus basal* and *Telenomus podisi* to Compounds from Defensive Secretions of Stink Bugs.** *Journal of Chemical Ecology* 35:8–19, 2009.

MACDONALD, K. P.; BACH, C. E. **Resistance and tolerance to herbivory in *Salix cordata* are affected by different environmental factors.** *Ecological Entomology*, v. 30, p. 581-589, 2005.

MATHEWS RW, MATHEWS, JR. **Insect behavior**, 2nd edn. *Springer, New York*, 2010.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). 2021. Agrofit. http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

MIRANDA, J. E. **Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiro.** *Embrapa Algodão-Circular Técnica (INFOTECA-E)*, 2006.

NAKANO, O. **Entomologia Econômica**. 2 ed. *Piracicaba: ESALQ/USP*. 2011. 464P. *Revista Caatinga Mossoró*, v. 27, n. 3, p. 239 – 246, jul. – set., 2014.

NOGUEIRA, L., E. N. COSTA, M. M. DI BELLO, J. F. S. DINIZ, Z. A. RIBEIRO, AND A. L. BOIÇA JÚNIOR. **Oviposition preference and antibiosis to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazilian maize landraces** *Journal of Economic Entomology*. 112: 939–947, 2019.

PAPAJ, D. R. E PROKOPY, R. J. **Ecological and evolutionary aspects of learning in phytophagous insects.** *Annual Review of Entomology*, 34, 315–359, 1989.

R Core Team. **R: a language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, AT, 2021.

RIBEIRO, VALDENIR QUEIROZ. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).** *Embrapa Meio-Norte-Sistema de Produção (INFOTECA-E)*, 2002.

RIGSBY, C. M, V. MUILENBURG, T. TARPEY, D. A. HERMS, D. CIPOLLINI. **Oviposition preferences of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae) for different ash species support the mother knows best hypothesis.** *Annals of the Entomological Society of America* 107: 773–781, 2014.

ROSA, A. P. A.; TRECHA, C. O.; ALVES, A. C.; GARCIA, L.; GONÇALVES, V. P. **Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em linhagens de milho.** *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 79, n. 1, p. 39-45, 2012.

ROSSETTO, C. J. **Resistência de plantas a insetos.** *Piracicaba: ESALQ*, 1973.

SAS Institute. Version 9.0 [computer program]. SAS Institute, Cary, NC, 2003.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A. E DICKE, M. **Insect-Plant Biology**. Oxford University Press, 2005.

SCHOONHOVEN, L.M; JERMY, T; VAN LOON, J.J.A. **Host-plant selection: Way insects do no behave normally**. New Iorque: Chapman e Hall, 1998.

SILVEIRA, L. C. P.; VENDRAMIM, J. D.; ROSSETTO, C. J. **Efeito de genótipos de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 26, n. 2, p. 291-298, 1997.

SMITH, CM. **Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches**. Springer, Dordrecht, 2005.

SOSA-GÓMEZ, D. R., CORRÊA-FERREIRA, B. S., HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORSO, I. C., OLIVEIRA, L. J., MOSCARDI, F., ROGGIA, S. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E), 2014.

SOUZA, B. H. S. D. **Fatores e mecanismos que influenciam a resistência em soja a *Anticarsia gemmatalis* Hübner e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)**. 164 f. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2014.

CONCLUSÃO GERAL

Este trabalho fornece informações a respeito da aprendizagem de *Spodoptera frugiperda* com populações originárias do campo e laboratório, e como ela influencia na tomada de decisão para alimentação e oviposição de insetos criados em diferentes genótipos de feijão-caupi,

Devido alguns aspectos comportamentais de *S. frugiperda* foi possível determinar se o fenômeno de aprendizagem não associativa tenha ocorrido em diferentes genótipos de feijão-caupi.

A variedade crioula Nioaque foi a mais resistente ao ataque da praga, enquanto as cultivares comerciais Fradinho e BRS Tumucumaque foram classificadas como suscetível a *S. frugiperda*, e a cultivar Miranda foi considerada altamente suscetível nos dois experimentos com as lagartas do campo e de laboratório.

Lagartas originárias de laboratório e do campo de milho preferiram se alimentar, dos genótipos em que foram previamente criados, independentemente do nível de resistência do feijão-caupi, ocorrendo assim o fenômeno de habituação.

Insetos alimentados nas cultivares BRS Tumucumaque e Miranda apresentaram indução de preferência na fase larval.

O condicionamento pré-imaginal foi observado nas cultivares Fradinho, BRS Tumucumaque e Miranda, nos dois experimentos. Nesses experimentos os resultados não foram consistentes para determinar a presença de aprendizagem na variedade Nioaque, ou seja, a praga terá dificuldade para evoluir a resistência para essa variedade. Nas cultivares comerciais os insetos demonstram aprendizagem não associativa, indução de preferência ou condicionamento pré-imaginal, podendo as mesmas ser utilizadas como plantas-isca, prática muito útil em MIP.