



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ANDDREZA MADDALENA

ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) UTILIZANDO INIMIGOS NATURAIS

AREIA

2025

ANDDREZA MADDALENA

**ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) UTILIZANDO INIMIGOS NATURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. (a) Dr. Carlos Henrique de Brito.

AREIA

2025

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M179e Maddalena, Anddreza.

Estratégias de controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) utilizando inimigos naturais / Anddreza Maddalena. -
Areia:UFPB/CCA, 2025.
62 f. : il.

Orientação: Carlos Henrique de Brito. Dissertação
(Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Dermaptera. 3. Lagarta-do-cartucho.
4. *Metarhizium anisopliae*. I. Brito, Carlos Henrique de. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.3)

ANDDREZA MADDALENA

**ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) UTILIZANDO INIMIGOS NATURAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. (a) Dr. Carlos Henrique de Brito.

Aprovado em: 24/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CARLOS HENRIQUE DE BRITO**
Data: 26/05/2025 17:05:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Henrique de Brito (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente
 **ANGELICA DA SILVA SALUSTINO**
Data: 26/05/2025 13:34:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. (a) Dr. (a) Angélica da Silva Salustino
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Documento assinado digitalmente
 **YIRINA VALDES VAZQUEZ**
Data: 23/05/2025 19:46:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. (a) Dr. (a) Yirina Valdes Vazquez
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

À minha mãe e minha tia, pelo apoio, amor e cuidado.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força, motivação e coragem para superar todos os obstáculos.

À minha família, minha mãe e minha tia que sempre estiveram ao meu lado, me incentivando a ser uma pessoa melhor e me dando forças para seguir com os meus estudos, minha irmã e meus sobrinhos que mesmo à distância me deram força para seguir em frente, minha madrinha Josilene e a Emmanuel Falcão por todo o apoio e carinho.

Ao meu orientador Prof. Carlos Henrique de Brito pelos ensinamentos e apoio durante todos esses anos.

A todos os meus colegas do Laboratório de Invertebrados, em especial a Khyson e Lylian que contribuíram bastante ao longo desse período, a Wanderlecio, Manoel, Anne, Caio, Evilásio, Anderson, Lucas, Alessya, Ellen, Jurandez, Misrael, Rayssa, Edson, Thaís, Rhaldney, Angélica e Elany, muito obrigada pelo acolhimento e companheirismo por todos esses anos.

A minha amiga Ana que desde a graduação me apoia e incentiva a seguir em frente, sou feliz pela nossa amizade e grata por tudo o que você tem feito por mim. As minhas amigas Ellen e Emily por todo o acolhimento, incentivo e carinho ao longo dessa jornada, guardarei todos os nossos momentos no meu coração.

A Angélica e Marília por terem contribuído na estatística do trabalho.

A coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFPB/CCA.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos membros da banca examinadora por todas as contribuições neste trabalho.

“Ora, a fé é a certeza daquilo que
esperamos e a prova das
coisas que não vemos.”

Hebreus 11:1

RESUMO GERAL

A cultura do milho é afetada por pragas, como *Spodoptera frugiperda*, controlada principalmente com inseticidas químicos. O controle biológico é uma alternativa, que usa inimigos naturais, como os predadores *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis*, e o fungo *Metarhizium anisopliae*. Portanto, os objetivos do trabalho foram: avaliar a predação e o tempo de manuseio de *E. annulipes* e *M. arachidis* sobre *S. frugiperda* associada ou não a *M. anisopliae* e a sobrevivência dos predadores após consumo da praga associada ao fungo. Foi plantado milho Jabotão e híbrido em casa de vegetação, e infestados com a praga e os predadores. Foi aplicada 5 g do fungo diluídas em 50 mL de água destilada. A análise do consumo foi feita por um modelo linear generalizado com distribuição binomial. O tempo de manuseio foi submetido a análise de variância e as médias comparadas com Tukey. As curvas de sobrevivência foram estimadas pelo método log-rank. Os resultados mostraram que na taxa de consumo não houve diferença entre os milhos. Sobre o tempo de manuseio, no híbrido, foi significativo o tratamento, com tempo menor sobre o IV ínstar e maior sobre ovos/I ínstar. No fator inseto, não houve diferenças. No Jabotão, nenhum fator foi significativo. Os predadores consumiram principalmente estágios iniciais, mesmo associados ao fungo, o fungo não afetou a preferência dos predadores, *M. arachidis* foi mais eficaz, no híbrido houve maior consumo e o fungo não afetou a sobrevivência dos predadores. Portanto, os predadores são promissores e *M. arachidis* é tão eficaz quanto *E. annulipes*.

Palavras-chave: dermaptera; lagarta-do-cartucho; *Metarhizium anisopliae*.

GENERAL ABSTRACT

Corn crops are affected by pests such as *Spodoptera frugiperda*, which is controlled with chemical insecticides. Biological control is an alternative, using natural enemies such as the predators *Euborellia annulipes* and *Marava arachidis*, and the fungus *Metarhizium anisopliae*. Therefore, the objectives of this study were: to evaluate the predation and handling time of *E. annulipes* and *M. arachidis* on *S. frugiperda* associated or not with *M. anisopliae* and the survival of predators after consumption of the pest associated with the fungus. Jabotão and hybrid corn were planted in a greenhouse and infested with the pest and predators. 5 g of the fungus was applied, diluted in 50 mL of distilled water. The consumption analysis was performed using a generalized linear model with binomial distribution. The handling time was subjected to analysis of variance and the means compared with Tukey. Survival curves were estimated using the log-rank method. The results showed that there was no difference between the corns in terms of consumption rate. Regarding handling time, the hybrid treatment was significant, with less time on the IV instar and more time on eggs/I instar. There were no differences in the insect factor. In Jabotão, no factor was significant. Predators consumed mainly early stages, even when associated with the fungus. The fungus did not affect predator preference. *M. arachidis* was more effective. In the hybrid, there was greater consumption and the fungus did not affect predator survival. Therefore, predators are promising and *M. arachidis* is as effective as *E. annulipes*.

Keywords: dermaptera; fall armyworm; *Metarhizium anisopliae*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vasos adesivados utilizados para o plantio de milho em casa de vegetação, a cor laranja representava o predador <i>Euborellia annulipes</i> e a cor azul representava o predador <i>Marava arachidis</i>	30
Figura 2. Gaiola de madeira coberta com voil, utilizadas para possibilitar a liberação de insetos no milho plantado em casa de vegetação	31
Figura 3. Taxa de proporção média de consumo de <i>Spodoptera frugiperda</i> (ovos/larvas de I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) durante dez dias por adultos de <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i> em milho Jaboaão. Médias seguidas de letras não diferem entre si de acordo para cada inseto de acordo com os contrastes do modelo linear generalizado com distribuição do tipo binomial ($P \leq 0,05$)	34
Figura 4. Taxa de proporção média de consumo de <i>Spodoptera frugiperda</i> (ovos/larvas de I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) durante dez dias por adultos de <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i> em milho híbrido. Médias seguidas de letras não diferem entre si de acordo para cada inseto de acordo com os contrastes do modelo linear generalizado com distribuição do tipo binomial ($P \leq 0,05$)	34
Figura 5. Larva de IV ínstar de <i>Spodoptera frugiperda</i> coletada em milho Jaboaão, apresentando sinais de predação por <i>Euborellia annulipes</i> , observada em microscópio estereoscópio	37
Figura 6. Larva de II ínstar (tratamento do II/III ínstar) de <i>Spodoptera frugiperda</i> coletada em milho híbrido, apresentando sinais de esporulação causados pelo fungo <i>Metarhizium anisopliae</i> , observada em microscópio estereoscópio	56
Figura 7. Curvas de sobrevivência para <i>Euborellia annulipes</i> alimentada com <i>Spodoptera frugiperda</i> (ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) associada ao fungo <i>Metarhizium anisopliae</i> em milho Jaboaão	57
Figura 8. Curvas de sobrevivência para <i>Marava arachidis</i> alimentada com <i>Spodoptera frugiperda</i> (ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) associada ao fungo <i>Metarhizium anisopliae</i> em milho Jaboaão	58
Figura 9. Curvas de sobrevivência para <i>Euborellia annulipes</i> alimentada com <i>Spodoptera frugiperda</i> (ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) associada ao fungo <i>Metarhizium anisopliae</i> em milho híbrido	58

Figura 10. Curvas de sobrevivência para <i>Marava arachidis</i> alimentada com <i>Spodoptera frugiperda</i> (ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) em associação com <i>Metarhizium anisopliae</i> em milho híbrido	59
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição da dieta artificial oferecida aos indivíduos de <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i>	26
Tabela 2. Ingredientes da dieta artificial oferecida para a fase larval de <i>Spodoptera frugiperda</i>	28
Tabela 3. Análise de variância para tempo de manuseio de <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i> em milho híbrido	35
Tabela 4. Médias para tempo de manuseio de <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i> predando ovos/larvas de I ínstar, II/III e IV ínstar de <i>Spodoptera frugiperda</i> em milho híbrido	35
Tabela 5. Análise de variância para tempo de manuseio de <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i> em milho Jabotão	36
Tabela 6. Taxa de proporção média de consumo de <i>Spodoptera frugiperda</i> (ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) associada ou não ao fungo <i>Metarhizium anisopliae</i> por adultos de <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i> em milho Jabotão e híbrido	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	13
REFERÊNCIAS	16
2 CAPÍTULO I - CONSUMO E TEMPO DE MANUSEIO DE <i>Euborellia annulipes</i> E <i>Marava arachidis</i> (DERMAPTERA: ANISOLABIDIDAE) SOBRE <i>Spodoptera frugiperda</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)	20
2.1 RESUMO	20
2.2 ABSTRACT	21
2.3 INTRODUÇÃO	22
2.4 MATERIAL E MÉTODOS	23
2.4.1 Localização do estudo	23
2.4.2 Criação e manutenção de <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i> em laboratório	24
2.4.3 Criação e manutenção de <i>Spodoptera frugiperda</i> em laboratório	25
2.4.4 Cultivo do milho (<i>Zea mays</i> L.)	26
2.5 BIOENSAIO I. CONSUMO DE OVOS E LARVAS DE <i>Spodoptera frugiperda</i> POR <i>Euborellia annulipes</i> E <i>Marava arachidis</i>	28
2.5.1 Infestações de ovos e larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> e liberações de predadores	28
2.5.2 Análises estatísticas	31
2.6 BIOENSAIO II. TEMPO DE MANUSEIO DE <i>Euborellia annulipes</i> E <i>Marava arachidis</i> SOBRE OVOS E LARVAS DE <i>Spodoptera frugiperda</i>	31
2.6.1 Análises estatísticas	31
2.7 RESULTADOS	31
2.7.1 Bioensaio I. Consumo de ovos e larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> por <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i>	31
2.7.2 Bioensaio II. Tempo de manuseio de <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i> sobre ovos e larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	33
2.8 DISCUSSÃO	35
2.8.1 Bioensaio I. Consumo de ovos e larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> por <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i>	35
2.8.2 Bioensaio II. Tempo de manuseio de <i>Euborellia annulipes</i> e <i>Marava arachidis</i> sobre ovos e larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	37

2.9 CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39
3 CAPÍTULO II - INTERAÇÃO DE INSETOS PREDADORES E FUNGO	
ENTOMOPATOGENICO NO CONTROLE DE <i>Spodoptera frugiperda</i>	
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)	44
3.1 RESUMO	44
3.2 ABSTRACT	45
3.3 INTRODUÇÃO	46
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	47
3.4.1 Linhagem fúngica utilizada na infecção de ovos e larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	47
3.4.2 Avaliação da mortalidade de ovos e larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	48
3.4.3 Avaliação da sobrevivência dos predadores após consumo de <i>Spodoptera frugiperda</i> associada a <i>Metarhizium anisopliae</i>	49
3.4.4 Análises estatísticas	49
3.5 RESULTADOS	49
3.6 DISCUSSÃO	56
3.7 CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do milho (*Zea mays* L.) (Gramineae: Poaceae) destaca-se nos setores econômicos e sociais, por ter grãos de alto valor nutricional, que são amplamente utilizados para a alimentação humana e para a alimentação animal, além de servir como matéria-prima para as indústrias (Almeida Júnior et al., 2022). No agronegócio brasileiro, o milho encontra-se em segundo lugar nas exportações, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, respectivamente (Correa et al., 2022; Silva et al., 2023).

De acordo com 11º Levantamento da Safra 23/24 divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção brasileira de grãos de milho deverá totalizar 298,6 milhões de toneladas, no Nordeste brasileiro, essa produção é majoritariamente empresarial, representando 87% do total (Coêlho, 2022; Conab, 2024). O milho também se consolidou como um dos grãos com maior investimento em tecnologias inovadoras nos últimos anos, sendo esse um dos fatores que mais vem afetando positivamente a sua produtividade e adaptabilidade (Eicholz et. al., 2017; Fontanive et al., 2019; Souza et al., 2022). Porém, mesmo com o aumento no desenvolvimento de tecnologias, o surgimento de insetos-praga ainda é um fator limitante sobre essa cultura.

Nesse contexto, destaca-se a espécie *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), conhecida popularmente como lagarta-do-cartucho, que é considerada um dos insetos- praga mais importantes da cultura do milho, estando essa definição relacionada a um conjunto de fatores que envolvem a alta capacidade dispersiva e reprodutiva da espécie, além do grau elevado de polifagia, permitindo que a lagarta se alimente de diversas outras culturas agrícolas, como a cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.), do arroz (*Oryza sativa* L.) e da soja (*Glycine max* L.) (Guo et al., 2020; Li et al., 2023; Overton et al., 2021; Justus et al., 2022).

Em relação aos danos provocados por *S. frugiperda* nas plantas de milho, relata-se que há prejuízos em todos os estádios de desenvolvimento, principalmente após a formação do cartucho, região na qual a lagarta costuma se alojar para se alimentar, crescer e atacar outras regiões da planta (Valicente, 2015). As injúrias estendem-se as raízes, folhas e espigas, nas plântulas, ocorrendo também a penetração da região do colmo através do cartucho, que provoca danos severos, como profundas perfurações, atingindo o ponto de crescimento da planta e culminando no sintoma de coração morto (Feldmann et al., 2023; Maia et al., 2024; Timbó et al., 2023; Valicente, 2015).

Os altos níveis de incidência de *S. frugiperda* são apontados como uma das principais causas da redução significativa na produtividade do milho, podendo haver redução em até 60% quando as plantas sofrem ataques ainda nos estádios iniciais do desenvolvimento fenológico (Cruz, 1999). Essas perdas representam um prejuízo anual de 400 milhões de dólares para os produtores rurais, destacando-se o controle químico como o método mais utilizado para reduzir infestações da praga no campo (Ayil-Gutiérrez et al., 2018; Horikoshi et al., 2021).

No entanto, nota-se que vem ocorrendo uma série de problemas desencadeados pelo uso inadequado e excessivo dos produtos utilizados no controle químico, a exemplo dos inseticidas. Dentre esses problemas, estão as altas taxas de mortalidade de inimigos naturais, com destaque para os insetos predadores, além do aumento dos casos de evolução na capacidade de resistência de *S. frugiperda* sobre substâncias químicas que compõem vários produtos comerciais (Carvalho; Gigliolli, 2023; Muñoz et al., 2024; Shimada, 2022). Devido a esses fatores, a busca por métodos alternativos vem ganhando grande reconhecimento no mercado e fazendo sucesso entre os produtores.

Assim, o controle biológico surge como método alternativo, inserido em vários programas do Manejo Integrado de Pragas (MIP), tendo como objetivo utilizar grupos de inimigos naturais para controlar insetos-praga (Apirajkamol et al., 2023; Carvalho; Gigliolli, 2023). Nesse contexto, os insetos predadores e os fungos entomopatogênicos têm potencial promissor, pois além de serem eficazes e viáveis, podem ser usados simultaneamente, dependendo de alguns fatores, como a seletividade dos fungos sobre predadores. O intuito dessa sinergia é gerar uma abordagem integrada que consiga maximizar a pressão sobre a praga, resultando no manejo mais eficiente e rápido.

Em relação aos insetos predadores, a ordem Dermaptera vem sendo bastante estudada devido a sua importância para os agroecossistemas, sendo composta de espécies que apresentam alta voracidade ao atacar os estádios iniciais de diversos insetos-praga das ordens Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Lepidoptera (Oliveira Filho; Silva; Brito, 2023; Garavazi; Patroni; Carvalho, 2020; Salustino et al., 2021). Como exemplos de dermápteros estudados com essa finalidade pode-se citar as espécies *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae) e *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae), com grande potencial para serem inseridas nos programas do MIP devido ao seu comportamento generalista e hábito alimentar diversificado (Ferreira et al., 2022; Oliveira Filho; Silva; Brito, 2023; Salustino et al., 2021).

Os fungos entomopatogênicos são responsáveis por cerca de 80% das doenças que ocorrem em vários grupos de artrópodes, apresentando capacidade de infecção em diferentes estádios de desenvolvimento do hospedeiro, penetração através do tegumento do inseto e formação de propágulos com elevada capacidade dispersiva (Faria et al., 2022; Lopes et al., 2023; Souza et al., 2024). Dentre as espécies de fungos entomopatogênicos mais utilizadas destaca-se *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff, 1879) Sorokin, 1883, conhecida por provocar a infecção fúngica denominada *green muscardine*, referente à camada pulverulenta de conídios verdes que recobre o corpo do inseto ao final da conidiogênese (Bugti et al., 2024; Lopes et al., 2023; Souza et al., 2024).

Portanto, considerando a importância do controle de *S. frugiperda* na cultura do milho e as vantagens que o controle biológico oferece em relação a alguns aspectos do controle químico, o objetivo geral do presente trabalho foi avaliar a predação de *S. frugiperda* por *E. annulipes* e *M. arachidis*, bem como investigar a viabilidade de uma associação funcional entre esses predadores e o fungo *M. anisopliae*.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; FERREIRA, D. V.; FERREIRA, M. C.; ALMEIDA, E. A.; CARNEIRO, A. O. T.; SANTOS, L. J. S.; SOUZA, A. I.; GARCIA, E. C.; SILVA, V. J. A.; MIRANDA, B. C.; SILVA, D. S. Segunda safra de milho com remineralizador micaxisto em consórcio com fertilizante orgânico. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 29979-29991, 2022. Doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n4-472>
- APIRAJKAMOL, N. B.; HOGARTY, T. M.; MAINALI, B.; TAYLOR, P. W.; WALSH, T. K.; TAY, W. T. Virulence of *Beauveria* sp. and *Metarhizium* sp. fungi towards fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). **Archives of Microbiology**, v. 205, n. 10, p. 328, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00203-023-03669-8>
- AYIL-GUTIÉRREZ, B. A.; SÁNCHEZ-TEYER, L. F.; VAZQUEZ-FLOTA, F.; MONFORTE-GONZÁLEZ, M.; TAMAYO-ORDÓÑEZ, Y.; TAMAYO-ORDÓÑEZ, M. C.; RIVERA, G. Biological effects of natural products against *Spodoptera* spp. **Crop Protection**, v. 114, p. 195-207, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.08.032>
- BUGTI, G. A.; CHEN, H.; BIN, W.; REHMAN, A.; ALI, F. Pathogenic response of entomopathogenic fungal strains on larvae of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). **Entomology and Applied Science Letters**, v. 11, n. 1, p. 48-55, 2024. Doi: <https://doi.org/10.51847/5hfcqbnsd>
- CARVALHO, J. K.; GIGLIOLLI, A. A. S. Utilização de *Trichogramma pretiosum* (Riley, 1879) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no controle biológico de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) - Uma revisão. **Revista Inova Ciência & Tecnologia/Innovative Science & Technology Journal**, [S. l.], v. 9, n. 1, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.iftm.edu.br/index.php/inova/article/view/1282>>. Acesso em: 5 nov. 2024.
- COÊLHO, J. D. **Agropecuária: Milho Produção e Mercados**. Fortaleza: BNB, Caderno Setorial Etene, ano 8, n. 291, 2022. Disponível em: <s1dspp01.dmz.bnb:8443/s482-dspace/handle/123456789/1483>. Acesso em: 05 nov. 2024.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra de grãos 2023/2024 está estimada em 294,1 milhões de toneladas**. 2024. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5478-safra-de-graos-2023-2024-esta-estimada-em-294-1-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 01 set. 2024.
- CORREA, J. M. R.; SILVA, C. F.; SANTOS, C. L. R.; CEDRO, D. A. B. Efeito do extrato aquoso da manipueira na cultura do milho (*Zea mays*). **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 14, n. 2, 2022. Disponível em: <<http://revista.univar.edu.br/rei/article/view/252>>. Acesso em: 05 nov. 2024.
- EICHOLZ, E. D.; GRIEP, L.; AIRES, R. F.; EICHOLZ, M. D. Boletim de pesquisa e desenvolvimento: Avaliação agrônômica de variedades de milho de polinização aberta no Rio Grande do Sul. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Doc. 246., 24 p., 2017. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1090546>>. Acesso em: 05 nov. 2024.

FARIA, M. R.; MASCARIN, G. M.; SOUZA, D. A.; LOPES, R. B. Controle de qualidade de produtos comerciais à base de fungos para o manejo de invertebrados (insetos, ácaros, nematoides) em sistemas agropecuários. Brasília, DF: **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Doc. 377, 48 p., 2022. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1139001>>. Acesso em: 05 nov. 2024.

FELDMANN, N. A.; SZYDLOSKI, J. E.; RHODEN, A. C.; MÜHL, F. R.; GABRIEL, V. J. Tecnologia bt no controle de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 2, p. 255-276, 2023. Disponível em: <<http://revistas.uceff.edu.br/inovacao/article/view/246>>. Acesso em: 05 nov. 2024.

FERREIRA, R. R.; ABREU, K. G.; OLIVEIRA FILHO, M. C.; FERREIRA, R. R.; SALUSTINO, A. S.; MORAIS, M. M. D.; BRITO, C. H. Avaliação de dietas artificiais no desenvolvimento biológico de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) e *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae). **Scientific Electronic Archives**, [S. l.], v. 15, n. 3, 2022. Doi: <https://doi.org/10.36560/15320221521>

FONTANIVE, D. E.; BIANCHETTO, R.; BESTER, G. F. B.; CARPES FILHO, L. E. N.; CEZIMBRA, J. C.; SOUZA, E. L. **Produtividade de Milho crioulo em três anos Agrícolas, cultivado em sistema de baixa tecnologia no noroeste do Rio Grande do Sul. In: Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão, 9. Anais.** Porto Alegre: UERGS, 2019. Disponível em: <<http://conferencia.uergs.edu.br/index.php/IXSIEPEX/IXSIEPEX/paper/viewFile/3793/762>>. Acesso em: 01 set. 2024.

GARAVAZI, F.; PATRONI, B. H.; CARVALHO, B. C. Comparativo do controle biológico e químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Revista Ensaios Pioneiros**, v. 4, n. 1, p. 89- 98, 2020. Disponível em: <<https://ensaiospioneiros.usf.edu.br/ensaios/article/view/210>>. Acesso em: 05 nov. 2024.

GUO, J.; WU, S.; ZHANG, F.; HUANG, C.; HE, K.; BABENDREIER, D.; WANG, Z. Prospects for microbial control of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*: a review. **BioControl**, v. 65, p. 647- 662, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10526-020-10031-0>

HORIKOSHI, R. J.; VERTUAN, H.; CASTRO, A. A.; MORRELL, K.; GRIFFITH, C.; EVANS, A.; TAN, J.; ASIIMWE, P.; ANDERSON, H.; JOSÉ, M. O. M. A.; DOURADO, P. M.; BERGER, G.; MARTINELLI, S.; HEAD, G. A new generation of Bt maize for control of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). **Pest Management Science**, v. 77, p. 3727-3736, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1002/ps.6334>

JUSTUS, C. M.; PAULA-MORAES, S. V.; PASINI, A.; HOBACK, W. W.; HAYASHIDA, R.; FREITAS, A. B. Simulated soybean pod and flower injuries and economic thresholds for *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) management decisions. **Crop Protection**, v. 155, p. 105936, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.105936>

LI, T. H.; WANG, S.; RAMIREZ-ROMERO, R.; ZANG, L. S. Protective scale variation on *Spodoptera* egg masses can potentially support the cost-effective use of *Trichogramma*

parasitoids. **Entomol. Gen**, v. 43, p. 939-944, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1127/entomologia/2023/2102>

LOPES, R. B.; VARGAS, G.; COLMENÁREZ, Y. C.; FARIA, M. Biological Control in Latin America. **Neotropical Entomology**, n. 52, v. 2, p. 119-121, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-023-01036-2>

MAIA, R. G.; LIMA, M. W. H.; OLIVEIRA, T. M. L.; OLIVEIRA, K. N. R.; SILVA, R. C.; PINHEIRO, G. C.; SOUZA, L. F. A.; NASSER, P. P.; OLIVEIRA, E. P.; MIRANDA, P. S.; LIMA, Z. C. M.; SANTOS, M. I. A.; LELES, W. G. S.; BARBOSA, J. A. E.; SOUZA, L. G. A. Abordagem sobre pragas e doenças do milho. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, [S. l.], v. 17, n. 3, p. e5582, 2024. Doi: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.3-018>

MUÑOZ, P. A.; CERVANTES, D. J. P.; HUERE, M. T. P.; ZAVALA, F. O. H. Dosis adecuada del hongo (*Metarhizium anisopliae*) para controlar cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en producción de maíz. **Revista Alfa**, v. 8, n. 23, p. 376-382, 2024. Doi: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i23.270>

OLIVEIRA FILHO, M. C.; SILVA, K. M.; BRITO, C. H. Biologia de *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) alimentada com *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae). **Scientia Plena**, v. 19, n. 6, 2023. Doi: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2023.060201>

OVERTON, K.; MAINO, J. L.; DAY, R.; UMINA, P. A.; BETT, B.; CARNOVALE, D.; EKESI, D.; MEAGHERF, R.; REYNOLDS, O. L. Global crop impacts, yield losses and action thresholds for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): A review. **Crop Protection**, v. 145, p. 105641, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105641>

SALUSTINO, A. S.; OLIVEIRA FILHO, M. C.; ABREU, K. G.; FERREIRA, R. R.; BRITO, C. H. Uso dos dermápteros no cenário agrônômico: uma análise bibliométrica sobre a utilização destes predadores. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, 2021. Doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13611>

SHIMADA, B. S. Soluções no uso de químicos na agricultura. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 5, n. 3, p. 2554-2560, 2022. Doi: <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n3-001>

SILVA, L. P.; SOUZA, I. L.; MARUCCI, R. C.; GUZMAN-MARTINEZ, M. *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) as nocturnal and diurnal predators of thrips. **Neotropical Entomology**, v. 52, p. 263-272, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-022-00982-7>

SOUZA, E. L.; DIAS, P. M.; PESSOA, L. G. A.; AMARAL, T. S.; PESSOA, M. B.; GREGORI, G. S.; RODRIGUES, A. S.; GODOY, A. S. Virulência de fungos entomopatogênicos sobre larvas de Lepidoptera: Noctuidae. **Revista Caatinga**, v. 37, p. e12375-e12375, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1590/1983-21252024v37i12375rc>

SOUZA, G. M.; GERLACH, G. A. X.; CATALANI, G. C.; CRUSCIOL, G. C. D.

PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO DE COBERTURA. **Revista Científica Unilago**, v. 1, n. 2022. Disponível em: <<https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista.cientifica/article/view/796>>. Acesso em: 05 nov. 2024.

TIMBÓ, F. V. A. M.; MENEZES, T. A.; LIMA, R. P. PRINCIPAIS PRAGAS QUE AFETAM A CULTURA DO MILHO. **REVISTA FOCO**, [S. l.], v. 16, n. 10, p. e3460, 2023. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n10-187. Disponível em: <<https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/3460>>. Acesso em: 02 set. 2024.

VALICENTE, F. H. Manejo integrado de pragas na cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, MG, p. 1-13, 2015. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1017489>>. Acesso em: 02 set. 2023.

2 CAPÍTULO I - CONSUMO E TEMPO DE MANUSEIO DE *Euborellia annulipes* E *Marava arachidis* (DERMAPTERA: ANISOLABIDIDAE) SOBRE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

2.1 RESUMO

Spodoptera frugiperda (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma das pragas que mais causam danos ao milho, tendo o controle químico como principal método. Entretanto, o aumento dos casos de resistência enfatiza a necessidade de métodos alternativos, como o controle biológico. Nesse contexto, *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) e *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) se destacam pela alta voracidade sobre pragas. Portanto, o objetivo da pesquisa foi avaliar o consumo e o tempo de manuseio de *E. annulipes* e *M. arachidis* sobre *S. frugiperda*. Para isso, foram plantados milho Jabotão e híbrido em casa de vegetação, infestados com *S. frugiperda* e liberados predadores adultos. Para analisar o consumo de *S. frugiperda* utilizou-se um modelo linear generalizado com distribuição binomial. O tempo de manuseio foi submetido a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (0,05%). Os resultados mostraram que ao avaliar a taxa de consumo, no Jabotão e no híbrido, não houve diferenças significativas. Sobre a análise de variância do tempo de manuseio, no híbrido, foi significativo o fator tratamento, com tempo menor sobre o IV ínstar (2':13'') e maior sobre ovos/I ínstar (3':12''). Para o fator inseto, não houve diferenças significativas. Sobre a análise de variância, no Jabotão, nenhum fator foi significativo. Portanto, *E. annulipes* e *M. arachidis* são promissores no consumo de *S. frugiperda*, tendo *M. arachidis* mostrado-se tão quanto eficaz quanto *E. annulipes* em condições de semi-campo. Além disso, os predadores manuseiam, em poucos minutos, os diferentes estágios de *S. frugiperda*, incluindo os mais avançados.

Palavras-chave: comportamento predatório; lagarta-do-cartucho; tesourinhas.

2.2 ABSTRACT

Spodoptera frugiperda (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) is one of the pests that causes the most damage to corn, with chemical control being the main method. However, the increase in cases of resistance emphasizes the need for alternative methods, such as biological control. In this context, *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) and *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) stand out for their high voracity on pests. Therefore, the objective of the research was to evaluate the consumption and handling time of *E. annulipes* and *M. arachidis* on *S. frugiperda*. For this, Jabotão and hybrid corn were planted in a greenhouse, infested with *S. frugiperda* and adult predators were released. To analyze the consumption of *S. frugiperda*, a generalized linear model with binomial distribution was used. Handling time was subjected to analysis of variance and the means were compared using Tukey's test (0.05%). The results showed that when evaluating the consumption rate, in Jabotão and in the hybrid, there were no significant differences. Regarding the analysis of variance of handling time, in the hybrid, the treatment factor was significant, with less time on the IV instar (2':13") and more on eggs/I instar (3':12"). For the insect factor, there were no significant differences. Regarding the analysis of variance, in Jabotão, no factor was significant. Therefore, *E. annulipes* and *M. arachidis* are promising in the consumption of *S. frugiperda*, with *M. arachidis* proving to be as effective as *E. annulipes* under semi-field conditions. In addition, the predators handle, in a few minutes, the different stages of *S. frugiperda*, including the most advanced ones.

Keywords: fall armyworm; predatory behavior; earwigs.

2.3 INTRODUÇÃO

A espécie *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga polífaga migratória que ataca mais de 350 espécies de plantas comerciais e cerca de 76 famílias de plantas não comerciais (Marcos et al., 2023; Montezano et al., 2018; Russo et al., 2021). Dentre as famílias de plantas comerciais atacadas por *S. frugiperda* se encontram Brassicaceae, Fabaceae, Poaceae e Solanaceae, que abrangem culturas relevantes para o setor agrícola, como a batata (*Solanum tuberosum* L.) (pertencente à família Solanaceae), a couve (*Brassica oleracea* L.) (pertencente à família Brassicaceae), o feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mills)) (pertencente à família Fabaceae), o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (pertencente à família Solanaceae) e o milho (*Zea mays* L.) (pertencente à família Poaceae) (Marcos et al., 2023; Nboyine et al., 2020).

Em relação a família Poaceae, o milho destaca-se como um dos grãos mais importantes para a geração de subsídios financeiros para a agricultura mundial devido à grande variabilidade de usos comerciais, indo desde a culinária e fabricação de rações para animais até o envolvimento no processo produtivo do etanol, que vem crescendo expressivamente no agronegócio brasileiro (Sampaio; Assis, 2023; Souza; Queiroz, 2023). Dessa forma, considerando o destaque da cultura do milho como um dos pilares da economia e da segurança alimentar mundial, a otimização dos métodos de controle de pragas que afetam a produtividade máxima dessa cultura se torna fundamental.

Nesse contexto, o controle químico e as plantas geneticamente modificadas (que expressam a bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt)) são alguns dos métodos de controle mais utilizados nos programas de manejo de *S. frugiperda*, entretanto, no controle químico, aplicações repetidas e dosagens inadequadas resultaram em uma série de problemas, sendo um dos principais, o aumento dos casos de resistência da praga (Burtet et al., 2017; Mota-Sanchez; Wise, 2023; Schirmer et al., 2023). Além disso, atualmente, existem cerca de 200 casos registrados de resistência de populações de *S. frugiperda* referentes aos ingredientes ativos de grande parte dos grupos químicos e das plantas Bt que antes eram conhecidas por apresentar alta letalidade (Burtet et al., 2017; Mota-Sanchez; Wise, 2023; Schirmer et al., 2023).

Assim, os métodos alternativos de controle de pragas, como o controle biológico, surgem como um meio de reduzir os custos excessivos dos produtores rurais com o manejo de *S. frugiperda*, pois utilizam grupos de inimigos naturais para controlar infestações em diversas culturas de importância econômica (Burgos et al., 2023; Burtet et al., 2017; Mota-Sanchez; Wise, 2023; Schirmer et al., 2023).

Dentre os grupos de inimigos naturais de insetos-praga utilizados nos programas de controle biológico está o dos insetos predadores, com destaque para as tesourinhas, nome popular dos representantes da ordem Dermaptera, que vêm ganhando bastante reconhecimento por apresentar hábito alimentar diversificado, generalista e alta voracidade tanto sobre ovos como estágios larvais das ordens Coleoptera, Diptera, Hemiptera e Lepidoptera, impedindo que atinjam a fase adulta (Silva et al., 2024; Souza et al., 2019). Alguns dos dermápteros que mais têm sido estudados com essa finalidade são as espécies *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) (Dermaptera: Anisolabididae) e *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae) (Ferreira et al., 2022; Kamimura et al., 2023).

E. annulipes e *M. arachidis* são predadores terrestres e noturnos, que possuem hábito críptico, costumando se esconder em locais escuros durante o dia (Coelho et al., 2024; Silva; Brito, 2009). Nos últimos anos, estudos mostraram o potencial promissor desses insetos no controle de pragas agrícolas, por exemplo, *E. annulipes* tem se destacado no controle de larvas e pupas de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794), (Lepidoptera: Crambidae), de ovos, larvas, ninfas e adultos do ácaro *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Acari: Dermanyssidae) e de larvas e pupas do bicudo-do-algodoeiro *Anthonomus grandis* (Boheman, 1843) (Coleoptera: Curculionidae) (Silva; Brito, 2014), a espécie *M. arachidis* destaca-se no controle de *A. grandis* e do pulgão *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae), segundo pesquisas recentemente divulgadas (Oliveira Filho et al., 2023).

Tendo em vista o potencial dessas espécies para o controle de pragas, estudos envolvendo a predação e o tempo de manuseio de *E. annulipes* e *M. arachidis* são essenciais para avaliar a capacidade desses predadores sobre a dinâmica populacional de *S. frugiperda* nos agroecossistemas. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a taxa de consumo de *E. annulipes* e *M. arachidis* sobre *S. frugiperda* e o tempo de manuseio desses predadores sobre a praga.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 Localização do estudo

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Biociências localizado no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Areia – PB, Brasil.

O município de Areia está localizado na microrregião do Brejo Paraibano,

apresentando 6°56'15"S (latitude) e 35°41'15"W (longitude), além de 623 m de altitude média. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo AS, quente e úmido, com período chuvoso de janeiro a setembro, e a precipitação pluvial média anual é de 1.305 mm, com temperatura média anual variando entre 22 e 26°C (Jacomine et al., 1972).

2.4.2 Criação e manutenção de *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis* em laboratório

As criações de *E. annulipes* e *M. arachidis* foram previamente estabelecidas no Laboratório de Invertebrados (LABIN), pertencente ao Departamento de Biociências do CCA/UFPB, sob temperatura 25 ± 1 °C, umidade $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h. Os insetos foram separados em recipientes plásticos de 500 mL, sendo cada recipiente vedado com tampa para evitar fugas. A alimentação dos predadores foi realizada através de dieta artificial (Tabela 1).

Tabela 1. Composição da dieta artificial oferecida aos indivíduos de *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis*.

Ingredientes	Quantidade
Ração inicial para frango de corte	350 g
Farelo de trigo	260 g
Levedo de cerveja	220 g
Nipagin®	40 g

Fonte: Guimarães et al. (2006) (*1.000g de dieta).

Nos recipientes foi adicionado papel absorvente, que era umedecido com água destilada sempre que necessário, com vista à manutenção da umidade adequada para a sobrevivência dos insetos. Esse papel era trocado a cada dois dias, a fim de evitar a proliferação de fungos e garantir a proteção das tesourinhas. A dieta artificial foi fornecida continuamente sendo trocada a cada três dias para manter a nutrição adequada dos insetos.

Para garantir a sobrevivência dos ovos de *E. annulipes*, esses eram retirados com o auxílio de um pincel de cerdas finas e macias dos recipientes plásticos em conjunto com a fêmea, sendo posteriormente postos em placas de Petri descartáveis estéreis transparentes (9,0 cm de diâmetro ×

1,5 cm de altura), as quais eram forradas com papel absorvente umedecido com água destilada e continham a dieta artificial citada anteriormente na tabela 1.

Após a eclosão das ninfas de *M. arachidis*, cada prole foi separada dos seus genitores, sendo transferidas com dois ou três dias de idade para outro recipiente, a fim de evitar canibalismo entre adultos e juvenis.

2.4.3 Criação e manutenção de *Spodoptera frugiperda* em laboratório

Para o estabelecimento da criação de *S. frugiperda* no LABIN, foram coletadas larvas na Fazenda Experimental Chã de Jardim (uma coleta), pertencente ao CCA/UFPB, e no Sítio Flores (duas coletas), localizado na zona rural do município de Areia – PB.

As larvas coletadas foram transportadas ao laboratório em recipientes plásticos de 250 mL, sob temperatura 25 ± 1 °C, umidade $60 \pm 10\%$ e fotofase 12 h. A manutenção das larvas era realizada diariamente, sendo ofertada cerca de 5 cm de folhas de milho por pote. Essas folhas eram umedecidas com água destilada para manter a umidade adequada dentro dos recipientes e evitar que murchassem rapidamente. Os recipientes eram vedados com *voil* cortado em tamanho proporcional, sendo tampados para evitar fugas de larvas, principalmente de ínstaes iniciais.

As larvas eram mantidas nos recipientes até atingir a fase pupal, sendo posteriormente feita a sexagem das pupas e a transferência dos casais para gaiolas de PVC (sete machos e sete fêmeas), que eram revestidas internamente com papel sulfite, vedadas com isopor na parte inferior e cobertas com *voil* envolto por elástico na parte superior, no intuito de evitar fugas de mariposas.

As pupas eram postas nas gaiolas em um tipo de cápsula de formato retangular, que era feita com papel sulfite. Além disso, a parte inferior interna da gaiola era revestida com papel sulfite cortado em tamanho proporcional a gaiola, assim como as suas laterais internas, buscando facilitar a coleta de ovos.

Sempre que possível, os ovos de *S. frugiperda* eram recortados dos papéis sulfites contidos nas gaiolas e individualizados em recipientes plásticos de 500 mL, para obter melhor aproveitamento das larvas eclodidas, visto que muitas destas larvas tentavam escapar do *voil* que vedava as gaiolas, mesmo ele estando envolto por elástico.

A nutrição das mariposas era feita com chumaços de algodão, um embebido com água destilada e outro embebido com uma solução de água destilada e mel a 10%, sendo postos na parte

superior dessas gaiolas. Os chumaços de algodão eram cobertos por pequenos copos plásticos, a fim de evitar atrair outros insetos até as gaiolas.

A geração F1 das larvas coletadas também foram mantidas em recipientes plásticos de 500 mL, sendo alimentadas com a adaptação da dieta artificial proposta por Poitout e Buès (1974), como consta na tabela 2.

Tabela 2. Ingredientes da dieta artificial oferecida para a fase larval de *Spodoptera frugiperda*.

Ingredientes	Quantidade
Ácido ascórbico	4,5 g
Ácido benzóico	1,3 g
Ágar	18,0 g
Água destilada	800 mL
Caseína	14,0 g
Formalina	0,5 mL
Gérmen de trigo	32,0 g
Levedo de cerveja	34,0 g
Farinha de milho	128,0 g
Nipagin®	1,1 g

Fonte: Adaptada de Poitout e Buès (1974).

2.4.4 Cultivo do milho (*Zea mays* L.)

As sementes utilizadas foram a variedade de milho crioulo Jaboação Amarelo (também denominado de Jabatão) e a cultivar híbrida tripla B2688PWU/2B688RR da Brevant® Sementes, marca da empresa Corteva Agriscience™, obtidas através de produtores rurais do Sítio Flores, localizado na zona rural do município de Areia – PB, e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) do município de Areia – PB e do município de Guarabira – PB. O objetivo de utilizar sementes crioulas e híbridas era constatar se havia diferença em relação a predação por *E. annulipes* e *M. arachids* nessas plantas, considerando as características particulares de cada planta, como a pilosidade e cerosidade de suas folhas, que podem influenciar positivamente ou negativamente na predação.

O plantio foi realizado em vasos plásticos flexíveis da marca Nutriplan®, com capacidade para 25 L, contendo solo classificado como Argissolo Vermelho de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) da Embrapa Solos, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Santos et al., 2018), além de areia em uma proporção de 1:1, ambos coletados de 0 a 20 cm de profundidade na Fazenda Experimental

Chã do Jardim, pertencente ao CCA/UFPB, localizada no município de Areia – PB.

A análise do solo foi realizada pelo Laboratório de Solos, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no Campus II, município de Lagoa Seca – PB, Brasil.

A correção do solo foi realizada seguindo as indicações do Laboratório de Geologia e Mineralogia do Solo, pertencente ao Departamento de Solos e Engenharia Rural do CCA/UFPB. Para a realização dos cálculos dos nutrientes necessários desse solo foi utilizado como base as recomendações de Novais et al. (1991), que dispõem dos nutrientes, das fontes e das concentrações requeridas para a adubação básica de um solo. As concentrações utilizadas para a correção do solo foram respectivamente: 134 g de ureia; 2.045 g de super fosfato simples (SPS); e 180 g de cloreto de potássio (KCL), que foram calculadas para 600 kg de substrato, sendo 300 kg de Argissolo Vermelho e 300 kg de areia na proporção de 1:1.

Os experimentos foram realizados entre o período de fevereiro de 2024 a agosto de 2024. Para avaliar diariamente a temperatura e a umidade da casa de vegetação foi utilizado um Termo- Higrômetro Digital com Sonda de Temperatura Externa Incoterm 7666.02.0.00. De acordo com o termo-higrômetro, as médias mensais de temperatura variaram entre 30,8°C (primeiro mês de experimentos) e 24,9°C (último mês de experimentos), e as médias de umidade relativa do ar variaram entre 54% (primeiro mês de experimentos) e 58% (último mês de experimentos).

Foram distribuídas três sementes em cada vaso, a 3 cm da superfície, com espaçamento também de 3 cm entre as sementes. Após a emergência das plântulas foi feito o desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso. O manejo da irrigação do milho foi realizado de acordo com as necessidades da planta, seguindo critérios propostos por Albuquerque e Resende (2002). Por exemplo, após a distribuição das sementes nos vasos, era adicionada 1.000 mL de água, com intervalo de um dia. Com a emergência das plântulas, a irrigação passava a ser entre 1.000 e 1.200 mL de água, com intervalo de um a dois dias, dependendo da temperatura e da umidade da casa de vegetação. A partir do estágio V4, as plantas eram irrigadas com 1.500 mL de água, com intervalo de um dia.

O espaçamento entre os vasos foi de 25 cm horizontalmente e 55 cm verticalmente. Foi realizado um sorteio para a distribuição dos vasos, que foram todos adesivados: a cor laranja representava *E. annulipes*; e a cor azul representava *M. arachidis*. Esses adesivos também indicavam os tratamentos, cada um replicado quatro vezes: T1 representava os ovos e as larvas de I ínstar de *S.*

frugiperda; T2 representava as larvas de II/III ínstar de *S. frugiperda*; e T3 representava as larvas de IV ínstar de *S. frugiperda* (Figura 1).



Figura 1. Vasos adesivados utilizados para o plantio de milho em casa de vegetação, a cor laranja representava o predador *Euborellia annulipes* e a cor azul representava o predador *Marava arachidis*.

2.5 BIOENSAIO I. CONSUMO DE OVOS E LARVAS DE *Spodoptera frugiperda* POR *Euborellia annulipes* E *Marava arachidis*

2.5.1 Infestações de ovos e larvas de *Spodoptera frugiperda* e liberações de predadores

As infestações dos ovos e das larvas de *S. frugiperda* nas plantas de milho foram realizadas a partir do 14º dia de emergência das plântulas, cujo desenvolvimento da cultura estava no estágio V4 (Figura 2).



Figura 2. Gaiola de madeira coberta com voil, utilizadas para possibilitar a liberação de insetos no milho plantado em casa de vegetação.

Foram utilizados ovos com 24 h de idade e larvas de II e IV ínstar de *S. frugiperda*. As aplicações dos ovos foram realizadas preferencialmente no cartucho do milho com o auxílio de um pincel de cerdas finas e macias, sendo utilizados 30 ovos por planta, totalizando 240 ovos.

As larvas de II e IV ínstar eram adicionadas com o auxílio de uma pinça, preferencialmente na face superior das folhas e no cartucho do milho, sendo utilizadas dez larvas de cada ínstar por planta, totalizando 120 larvas.

Após a liberação da praga, foi liberado um casal de cada espécie de tesourinha por planta, sendo distribuídos manualmente nas folhas do ápice, no caule e preferencialmente no cartucho do milho, e privados de alimento por 24 h. A fim de evitar fugas de insetos, os vasos foram cobertos com gaiolas de madeira (1,20 m × 0,60 m diâmetro) (Figura 2) e revestidas totalmente com voil, que foi cortado em tamanho proporcional para as gaiolas, segundo a metodologia adaptada de Hellwig et al. (2017).

O parâmetro avaliado foi o consumo diário *E. annulipes* e *M. arachidis* sobre ovos/I, II/III e IV ínstar de *S. frugiperda*. As avaliações tiveram duração de dez dias, considerando das fases de ovo e de larva de *S. frugiperda*. Após as avaliações diárias, as tesourinhas que

morreram foram sendo repostas.

Para avaliar se os ovos e as larvas de *S. frugiperda* morreram por consumo de *E. annulipes* e *M. arachidis* foi observado ao longo de toda a extensão das plantas de milho se havia vestígios de partes do corpo destes insetos e com aspecto ressecado nas folhas de milho. Esse é considerado um dos principais rastros visíveis pós-consumo deixados por insetos predadores que apresentam aparelho bucal do tipo mastigador, que é o caso do aparelho encontrado em ambas as espécies de tesourinhas utilizadas nos experimentos (Moreira et al., 2023; Silva et al., 2023). As observações foram feitas a olho nu ou com o auxílio da lupa manual, e as larvas que apresentavam sinais de predação foram transportadas ao laboratório e observadas no microscópio estereoscópio.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), sendo realizado um sorteio para a distribuição dos vasos. No total foram seis blocos (cada bloco continha quatro vasos). O experimento foi realizado em arranjo fatorial 2×3, sendo dois predadores (*E. annulipes* e *M. arachidis*) e três tipos de presa (ovos/larvas de I ínstar, larvas de II/III ínstar e larvas de IV ínstar de *S. frugiperda*).

2.5.2 Análises estatísticas

Para analisar o consumo de *S. frugiperda* utilizou-se um modelo linear generalizado com distribuição binomial. O ajuste do modelo foi avaliado com um gráfico meio normal do pacote “hnp” (Moral et al., 2017). As médias de dieta vs inseto foram comparadas utilizando a função “glht” do pacote “multcomp” (Hothorn et al., 2008), utilizando o *software* R (R Core Team, 2023).

2.6 BIOENSAIO II. TEMPO DE MANUSEIO DE *Euborellia annulipes* E *Marava arachidis* SOBRE OVOS E LARVAS DE *Spodoptera frugiperda*

Para analisar o tempo de manuseio de *E. annulipes* e *M. arachidis* sobre os ovos e as larvas de *S. frugiperda*, após efetuar as infestações da praga, as tesourinhas foram liberadas manualmente, preferencialmente no cartucho do milho e na face superior das folhas, sendo cronometrado o tempo que esses predadores gastavam manuseando a praga.

As observações foram feitas a olho nu ou com o auxílio da lupa manual, e as larvas que apresentavam sinais de predação foram transportadas ao laboratório e observadas no microscópio estereoscópio.

O parâmetro avaliado no experimento foi o tempo de manuseio de *E. annulipes* e *M. arachidis* sobre ovos/larvas de I, II/III e IV ínstar de *S. frugiperda*.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), sendo realizado um sorteio para a distribuição dos vasos. No total foram seis blocos (cada bloco continha quatro vasos). O experimento foi realizado em arranjo fatorial 2×3, sendo dois predadores (*E. annulipes* e *M. arachidis*) e três tipos de presa (ovos/larvas de I ínstar, larvas de II/III ínstar e larvas de IV ínstar de *S. frugiperda*).

2.6.1 Análises estatísticas

O tempo de manuseio de *E. annulipes* e *M. arachidis* sobre *S. frugiperda* foi submetido a análise de variância e, quando significativas, as médias foram comparadas de acordo com o teste de Tukey a 0,05% de probabilidade.

2.7 RESULTADOS

2.7.1 Bioensaio I. Consumo de ovos e larvas de *Spodoptera frugiperda* por *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis*

Ao avaliar a taxa de consumo dos diferentes estágios de vida de *S. frugiperda* pelos predadores *E. annulipes* e *M. arachidis*, em milho Jabotão Amarelo, foi possível observar que não houve diferenças significativas de acordo com os contrastes do modelo linear generalizado, com distribuição do tipo binomial ($P \leq 0,05$) (Figura 3).

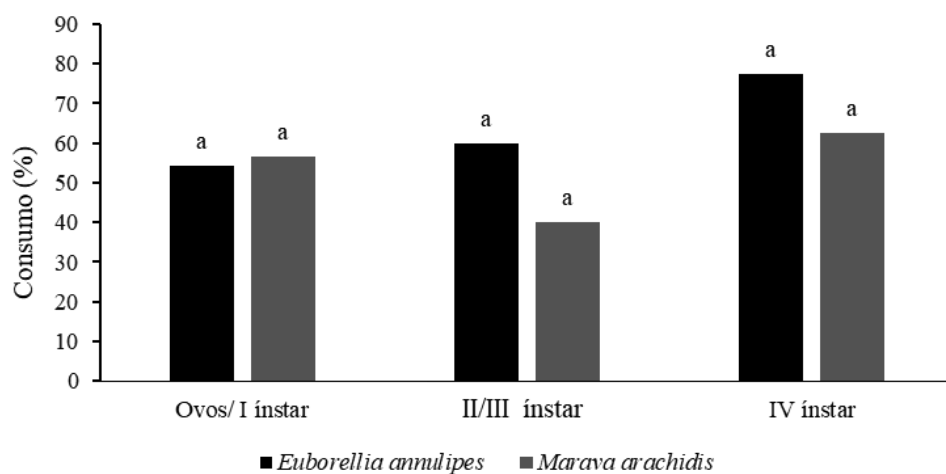


Figura 3. Taxa de proporção média de consumo de *Spodoptera frugiperda* (ovos/larvas de I ínstar, II/III e IV ínstar) durante dez dias por adultos de *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis* em milho Jaboatão. Médias seguidas de letras não diferem entre si para cada inseto de acordo com os contrastes do modelo linear generalizado com distribuição do tipo binomial ($P \leq 0,05$).

Em relação ao milho híbrido, ao avaliar a taxa de consumo dos diferentes estágios de *S. frugiperda* por *E. annulipes* e *M. arachidis*, também constatou-se que não houve diferenças significativas (Figura 4).

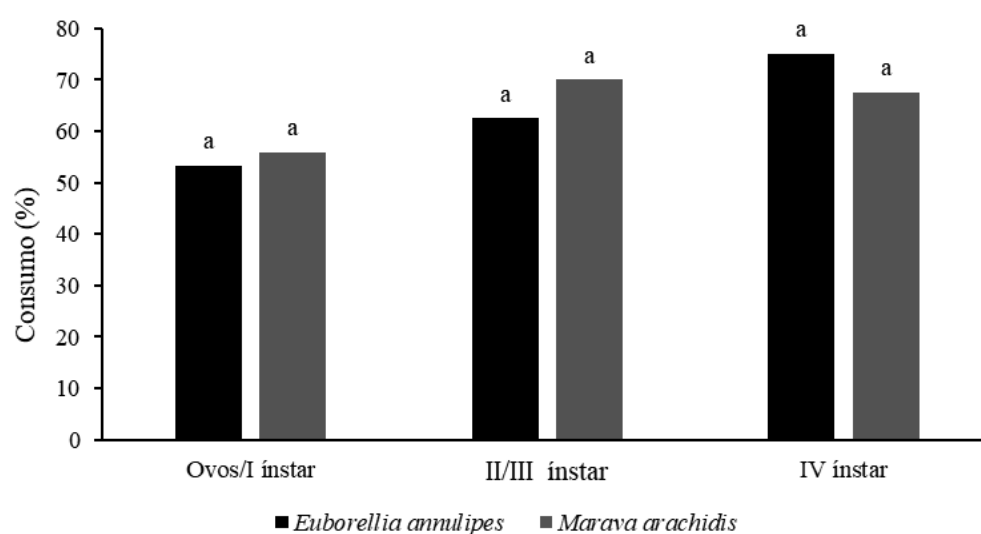


Figura 4. Taxa de proporção média de consumo de *Spodoptera frugiperda* (ovos/larvas de I ínstar, II/III e IV ínstar) durante dez dias por adultos de *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis* em milho híbrido. Médias seguidas de letras não diferem entre si para cada inseto de

acordo com os contrastes do modelo linear generalizado com distribuição do tipo binomial ($P \leq 05$).

2.7.2 Bioensaio II. Tempo de manuseio de *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis* sobre ovos e larvas de *Spodoptera frugiperda*

Sobre o teste de análise de variância do tempo de manuseio de *E. annulipes* e *M. arachidis*, em milho híbrido, foi significativo apenas o fator tratamento a 0,01% (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância para o tempo de manuseio de *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis* em milho híbrido.

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Tempo de manuseio				
Tratamento	2	16140	6,53	0,003 **
Inseto	1	0,3	0,0001	0,99 ^{ns}
Tratamento*Inseto	2	2072,1	0,839	0,43 ^{ns}
Resíduo	45			

** Significativo a 0,01% de acordo com o teste de análise de variância.

Ao avaliar o tempo de manuseio de *E. annulipes* e *M. arachidis* predando *S. frugiperda*, em milho híbrido, de acordo com o teste de Tukey, em relação ao fator tratamento, observou-se que o tempo de manuseio foi menor sobre larvas de IV ínstar (2':13'') e maior sobre ovos/I ínstar (3':12'') (Tabela 4).

Tabela 4. Médias para tempo de manuseio de *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis* predando ovos/larvas de I ínstar, II/III e IV ínstar de *Spodoptera frugiperda* em milho híbrido.

Fonte de Variação	Médias
Tratamento	
Ovos/I ínstar	3':12'' A
II ínstar	2':31'' AB
IV ínstar	2':13'' B
Inseto	
<i>E. annulipes</i>	2':38'' A
<i>M. arachidis</i>	2':42'' A

Letras diferentes na coluna são significativas de acordo com o teste de Tukey.

Em relação ao fator inseto, não houve diferenças significativas entre os predadores, com 2':38'' para *E. annulipes* e 2':42'' para *M. arachidis*, em milho híbrido (Tabela 4).

Como apenas foi significativo o fator tratamento, sugere-se que os diferentes estágios de *S. frugiperda* possuem efeito no tempo de manuseio dos predadores, mas o fator inseto, por não ter apresentado significância, indica que a espécie do predador não teve impacto sobre o tempo de manuseio.

Em relação ao teste de análise de variância do tempo de manuseio de *E. annulipes* e *M. arachidis*, em milho Jaboaão, nenhum fator foi significativo (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de variância para tempo de manuseio de *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis* em milho Jaboaão.

Fonte de variação	GL	QM	F	P
Tempo de manuseio				
Tratamento	2	2062	0.49	0.616 ns
Inseto	1	5386	2.58	0.122 ns
Tratamento*Inseto	2	346	0.08	0.920 ns
Resíduo	21	43763		

** Significativo a 0,01% de acordo com o teste de análise de variância.

Essa ausência de significância dos fatores significa que nenhum deles teve efeito significativo sobre o tempo de manuseio, indicando que *E. annulipes* e *M. arachidis* não alteraram o seu tempo de manuseio de acordo com os diferentes estágios de *S. frugiperda*.

Na figura 5 é possível visualizar uma larva de IV ínstar de *S. frugiperda* coletada em milho Jaboaão e transportada ao laboratório para análise no microscópio estereoscópio, após apresentar sinais de predação por *E. annulipes*.



Figura 5. Larva de IV ínstar de *Spodoptera frugiperda* coletada em milho Jaboaão, apresentando sinais de predação por *Euborellia annulipes*, observada em microscópio estereoscópio.

2.8 DISCUSSÃO

2.8.1 Bioensaio I. Consumo de ovos e larvas de *Spodoptera frugiperda* por *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis*

Diante dos resultados obtidos é importante comentar que os insetos predadores necessitam consumir um elevado número de presas durante toda a fase adulta e assim terem energia disponível para realizar a cópula e, posteriormente, a postura dos ovos, completando os processos de ecdise de um ínstar para o outro, o que corrobora com os resultados encontrados no presente estudo, e por Santos et al. (2022), sobre *E. annulipes*. Além disso, pode-se afirmar que ambos os predadores consomem altas taxas de *S. frugiperda* tanto em seus estágios iniciais, como também em seus estágios mais avançados.

Por exemplo, observa-se que o IV ínstar larval da praga obteve 77,5% de consumo por *E. annulipes* em milho Jaboaão e 75% em milho híbrido, podendo essas altas porcentagens estarem relacionadas com o fato de as larvas, a partir desse estágio, serem maiores em tamanho e espessura quando comparadas com larvas de I e II ínstar, o que segundo o autor Chaves (1998), em alguns casos, são fatores que podem contribuir para chamar a atenção de predadores, pois além de larvas maiores representarem elevada quantidade de alimento, também representam mais biomassa para a dieta desses insetos, dando a impressão de saciedade, por longo período de tempo.

O consumo de 60% obtido sobre larvas de II/III ínstar de *S. frugiperda* por *E. annulipes*, em milho Jabotão, e de 70% por *M. arachidis*, em milho híbrido, pode estar relacionado com o fato de essas larvas possuírem tamanho mais reduzido, o que pode facilitar a sua locomoção na planta, pois são larvas que têm o hábito de percorrer desde o cartucho até a extremidade das folhas e a base do caule do milho, movimentando-se intensamente ao realizar esses percursos, também tendendo a chamar a atenção de predadores.

Esse padrão de movimentações na planta vs consumo por insetos predadores foi visualizado por Nunes et al. (2018) e, posteriormente, por outro estudo de Nunes et al. (2020), ao afirmarem que, em alguns casos, as movimentações das presas podem estimular os ataques de predadores, como observaram sobre a predação de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) por ninfas e fêmeas adultas de *E. annulipes*.

Em relação ao consumo de ovos e larvas recém-eclodidas, apesar das tendências afirmarem que geralmente os ovos, por permanecerem estáticos, e as larvas de I ínstar, por apresentarem tamanho mais reduzido, costumarem se locomover menos e realizar movimentos menos bruscos, podem ter menor probabilidade de serem consumidos por insetos predadores, constata-se a partir dos resultados desse estudo que, tanto *E. annulipes* quanto *M. arachidis*, em milho Jabotão e em milho híbrido, consumiram taxas acima de 50% do tratamento correspondente a esses estágios de *S. frugiperda*, sendo esses resultados considerados promissores.

Esses dados também mostraram que o predador *M. arachidis*, que é uma espécie de dermáptero pouco explorada nas literaturas e nos programas de manejo de pragas quando se compara com *E. annulipes*, por exemplo, é tão quanto eficaz em consumir diferentes estágios de *S. frugiperda* em condições de semi-campo, incluindo estágios iniciais do ciclo de vida da praga, sendo esses fatores fundamentais para o sucesso dos programas do MIP, devido ao fato de essa praga ser conhecida por causar danos mais severos na cultura do milho a partir do seu III ínstar larval.

Outros resultados de estudos utilizando o predador *E. annulipes* e também outras espécies de dermápteros demonstraram esse potencial promissor sobre diferentes estágios de *S. frugiperda*, pois foram visualizadas altas taxas de consumo por esses predadores, como o estudo de Silva et al. (2009), que constataram consumo médio de 1.481 ovos e 89,20 larvas de I ínstar pelo V ínstar de *E. annulipes*, em apenas dez dias de experimento, que foi o mesmo tempo avaliativo utilizado nesse estudo, e o de Souza et al. (2021), que verificaram consumo médio de 70 ovos e 43 larvas de I ínstar pelo V ínstar de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae), dermáptero que também é amplamente estudado para o controle

de pragas agrícolas.

Diante do exposto, o potencial predatório observado nesse estudo em relação a *E. annulipes* e *M. arachidis* sobre *S. frugiperda*, mostram que o uso de ambas as espécies em programas de controle biológico do MIP é promissor, considerando que esses resultados foram obtidos através de testes em condições de semi-campo, sendo relevantes para a otimização das liberações de predadores em campo.

2.8.2 Bioensaio II. Tempo de manuseio de *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis* sobre ovos e larvas de *Spodoptera frugiperda*

Segundo Jiang e Kajimura (2020), o tempo de manuseio de um inseto predador representa todo o tempo gasto no reconhecimento, no ataque, na morte e no consumo da presa. Para Auad et al. (2002), o tempo de manuseio do predador influencia diretamente no modelo da resposta funcional que é utilizada para determinar a eficiência dos agentes de controle biológico e, conseqüentemente, o seu sucesso nos programas do MIP.

Como mostram os resultados desse estudo, fatores que caracterizam larvas de IV ínstar, como maior tamanho, espessura, força e resistência, podem fazer com que elas sejam presas mais difíceis de seres manuseadas por insetos predadores (Dixon, 1959; Schoener, 1971), resultando no menor tempo de manuseio. Nesse sentido, o tempo de manuseio de ovos e larvas de I ínstar tende a ser maior pelo fato de os ovos permanecerem estáticos e de as larvas se movimentarem pouco, realizando movimentos menos bruscos, facilitando assim o manuseio pelos predadores, assim como é citado por Nunes et al. (2018) e corroborado por outro estudo de Nunes et al. (2020). Além disso, esses resultados também reforçam a ideia de que a dinâmica predador vs praga precisa ser considerada para o desenvolvimento de estratégias de controle mais eficientes nos programas de manejo de pragas.

Em condições de laboratório, outros estudos foram realizados com a finalidade de relatar esse tempo de manuseio de espécies de dermápteros sobre lepidópteros-praga, como o de Silva et al. (2024), que ao avaliarem o tempo gasto pelo predador *M. arachidis* na manipulação de larvas de *A. grandis*, verificaram, para a fêmea, um gasto de apenas 22,20 minutos manipulando as presas.

Portanto, considerando que o presente experimento foi desenvolvido em condições de semi- campo, destacando-se como um método de experimentação relevante para o sucesso dos programas do MIP, sendo capaz de fornecer informações fundamentais para as liberações dos predadores em campo, e posteriormente, para o gerenciamento desses insetos nos

agroecossistemas, os resultados mostram que tanto *E. annulipes* como *M. arachidis* conseguem manusear, em poucos minutos, os diferentes estágios de *S. frugiperda*, mesmo quando se trata de estágios mais avançados da praga, como o IV ínstar larval.

2.9 CONCLUSÕES

E. annulipes e *M. arachidis* são predadores promissores no consumo de diferentes estágios de *S. frugiperda* em milho Jabotão e milho híbrido, incluindo estágios iniciais da praga, tendo *M. arachidis* mostrado-se tão quanto eficaz quanto *E. annulipes* em condições de semi-campo. Além disso, ambos os predadores manuseiam, em poucos minutos, os diferentes estágios de *S. frugiperda*, em ambos os milhos, até mesmo os seus estágios mais avançados.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P. E. P.; RESENDE, M. Cultivo do milho: manejo de irrigação. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, Comunicado técnico, 47, 8 p., 2002. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69853/1/Irigacao-1.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2024.
- AUAD, A. M.; FREITAS, S.; BARBOSA, L. R. Tempo de busca e de manuseio de larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentadas com *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 535-538, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262002000400007>
- BURGOS, M. A. V.; PADILLA, D. V. S.; JARAMILLO, W. A. P.; BUSTAMANTE, L. C. Resistência de *Spodoptera frugiperda* Smith aos inseticidas fipronil, permetrina, lufenuron e metomil: Resistance of *Spodoptera frugiperda* Smith to the insecticides fipronil, permethrin, lufenuron and methomyl. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 6, n. 3, p. 2452-2464, 2023. Doi: <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n3-039>
- BURTET, L. M.; BERNARDI, O.; MELO, A. A.; PES, M. P.; STRAHL, T. T.; GUEDES, J. V. Managing fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), with Bt maize and insecticides in southern Brazil. **Pest management science**, v. 73, n. 12, p. 2569-2577, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1002/ps.4660>
- CHAVES, G. W. **A influência de características morfológicas e comportamentais de lagartas no ataque de predadores: um estudo experimental com larvas artificiais**. 1998. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, São Paulo, 1998.
- COELHO, R. S.; PEC, M.; PEREIRA, P.; PEÑAFLORES, M. F. G. V.; MARUCCI, R. C. Predatory earwigs, *Euborellia annulipes*, use guava volatiles to find shelter and fruit-fly prey. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 18, p. 1-10, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11829-024-10099-w>
- DIXON, A. F. G. An experimental study of the searching behaviour of the predatory coccinellid beetle *Adalia decempunctata* (L.). **The Journal of Animal Ecology**, v. 28, n. 259, p. 259-281, 1959. Doi: <https://doi.org/10.2307/2082>
- FERREIRA, R. R.; ABREU, K. G.; OLIVEIRA FILHO, M. C.; FERREIRA, R. R.; SALUSTINO, A. S.; MORAIS, M. M. D.; BRITO, C. H. Avaliação de dietas artificiais no desenvolvimento biológico de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) e *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae). **Scientific Electronic Archives**, v. 15, n. 3, p. 1-7, 2022. Doi: <https://doi.org/10.36560/15320221521>
- GUIMARÃES, M. R. F.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I. Avanços na Metodologia de Criação de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda*, 2.; SIMPÓSIO SOBRE *Colletotrichum graminicola*, 1., 2006, Belo Horizonte. Inovação para sistemas integrados de produção: trabalhos apresentados. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, ABMS. 2006.

Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/490125?mode=full>>. Acesso em: 31 out. 2024.

HELLWIG, L.; GRÜTZMACHER, A. D.; SANTOS, P. M.; TRECHA, C. O.; MEDINA, L. B.; MANICA-BERTO, R.; ROSA, A. P. S. A. Efeito do aumento da densidade de larvas de *Spodoptera frugiperda* em milho convencional em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 3, p. 337-350, 2017. Doi: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n3p337-350>

HOTHORN, T.; BRETZ, F.; WESTFALL, P. Simultaneous Inference in General Parametric Models. **Biometrical Journal**, v. 50, n. 3, p. 346-363, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1002/bimj.200810425>

JACOMINE, P. K. T.; RIBEIRO, M. R.; MONTENEGRO, J. O.; SILVA, A. P.; MELO FILHO, H. F. R. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba II. Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba. SUDENE, **Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo**, Boletim técnico, 15, 670 p., 1972. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330784>>. Acesso em: 31 out. 2024.

JIANG, Z. R.; KAJIMURA, H. Earwig preying on ambrosia beetle: evaluating predatory process and prey preference. **Journal of Applied Entomology**, v. 144, n. 8, p. 743-750, 2020. Doi: <http://doi.org/10.1111/jen.12800>

KAMIMURA, Y.; LEE, C. Y.; YAMASAKO, J.; NISHIKAWA, M. Identification and reproductive isolation of *Euborellia* species (Insecta, Dermaptera, Anisolabididae) from East and Southeast Asia. **ZooKeys**, v. 1146, p. 115-134, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3897/zookeys.1146.98248>

MARCOS, R. A.; USSENE, A. M.; JOÃO, E. S. F.; CHAMUENE, A.; GUIDIONE, R. Resistance of corn (*Zea mays* L.) genotypes to natural infestation of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in Mozambique. **Revista Foco**, v. 16, n. 6, p. e2383-e2383, 2023. Doi: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n6-145>

MONTEZANO, D. G.; SOSÁ-GOMEZ, D. R.; SPECHT, A.; SILVA, J. C. S.; MORAES, S. V. P.; PETERSON, J. A.; HUNT, T. E. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas. **African entomology**, v. 26, n. 2, p. 286-300, 2018. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10520/EJC-112bc26060>>. Acesso em: 05 nov. 2024.

MORAL, R. A.; HINDE, J.; DEMÉTRIO, C. G. B. Half-Normal Plots and Overdispersed Models in R: The hnp Package. **Journal of Statistical Software**, v. 81, n. 10, p. 1-23, 2017. Doi: <https://doi.org/10.18637/jss.v081.i10>

MOREIRA, L. B.; LIMA, L. L. R.; FARIAS, E. S.; CARVALHO, G. A. Response of *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) to insecticides used in maize crop as a function of its life stage and exposure route. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 6, p. 15010-15019, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23196-1>

MOTA-SANCHEZ, D.; WISE, J. **Arthropod Pesticide Resistance Database**. 2023.

Disponível em: <<https://www.pesticideresistance.org/>>. Acesso em: 10 set. 2024.

NBOYINE, J. A.; KUSI, F.; ABUDULAI, M.; BADI, B. K.; ZAKARIA, M.; ADU, G. B.; HARUNA, A.; SEIDU, A.; OSEI, V.; ALHASSAN, S.; YAHAYA, A. A new pest, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), in tropical Africa: Its seasonal dynamics and damage in maize fields in northern Ghana. **Crop Protection**, v. 127, p. 104960, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104960>

NOVAIS, R. D.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. D.; OLIVEIRA, A. D.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília, DF: **EMBRAPA – SEA**, v. 3, p. 363-392, 1991. Disponível em: <<https://www.scienceopen.com/document?vid=b3303b23-8fb4-4c2b-adff-69afa534337e>>. Acesso em: 31 out. 2024.

NUNES, G. D. S.; PAULO, H. H. D.; DIAS, W. S. R.; BORTOLI, S. A. D. Feeding preference of *Euborellia annulipes* to *Plutella xylostella*: effects of temperature and prey development stage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e57778, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1590/1983-40632020v5057778>

NUNES, G. S.; DANTAS, T. A. V.; FIGUEIREDO, W. R. S.; SOUZA, M. D. S.; NASCIMENTO, I. N.; BATISTA, J. L. Predation of diamondback moth larvae and pupae by *Euborellia annulipes*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 3, p. 1-8, 2018. Doi: <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i3a5557>

OLIVEIRA FILHO, L. S.; ABREU, K. G.; SALUSTINO, A. S.; MORAIS, M. M. D.; RIBEIRO, L. S.; SOUSA, N. R.; BRITO, C. H. Efeito da temperatura sobre o desenvolvimento biológico de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae). **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 1, 2023. Doi: <https://doi.org/10.36560/16120231642>

POITOUT, S.; BUÈS, R. Elevage de chenilles de vingt-huit especes de Lepidopteres Noctuidae et de deux especes d'Arctiidae sur milieu artificiel simple. Particularites de l'elevage selon les especes. **Annales de Zoologie Ecologie Animale**, v. 6, n. 3, p. 431-441, 1974.

R, R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2023.

RUSSO, M. L.; JABER, L. R.; SCORSETTI, A. C.; VIANNA, F.; CABELLO, M. N.; PELIZZA, S. A. Effect of entomopathogenic fungi introduced as corn endophytes on the development, reproduction, and food preference of the invasive fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. **Journal of Pest Science**, v. 94, p. 859-870, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01302-x>

SAMPAIO, C.; ASSIS, D. R. Etanol de milho: novas perspectivas no mercado brasileiro. **Revista Interface Tecnológica**, v. 20, n. 2, p. 751-761, 2023. Doi: <https://doi.org/10.31510/infa.v20i2.1746>

SANTOS, A. M.; JURKEVICZ, R. M. B.; ROMANI, I.; SIMONE, M. R. C.; ANTONUCCI, A. M. Utilização de *Euborellia* sp. (Dermaptera: forficulidae) para controle biológico de ácaros Mesostigmatas em granja de galinhas Poedeiras: The use of *Euborellia* sp. (Dermaptera:

forficulidae) for biological control of Mesostigmata mites in an egg-laying farm. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 8, p. 55412–55429, 2022. Doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n8-047>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: **EMBRAPA SOLOS**, 5. ed., rev. e ampl., 356 p., 2018. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>>. Acesso em: 31 out. 2024.

SCHIRMER, F. G.; FAVETTI, B. M.; CLARK, T.; GALVAN, T.; CORDEIRO, E. M. G.; TRAN, K.; BROMS, K.; MIRANDA, R. Supressão de acasalamentos e redução de danos de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) no algodoeiro. **Entomological Communications**, v. 5, p. ec05026- ec05026, 2023. Doi: <https://doi.org/10.37486/2675-1305.ec05026>

SCHOENER, T. H. Theory of Feeding Strategies. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 2, n. 1, p. 369-404, 1971. Doi: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.02.110171.002101>

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Capacidade predatória de *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, p. 7-11. Doi: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i1.6602>

SILVA, A. B.; BRITO, J. M. Bioecologia de *Euborellia annulipes*: Dermaptera: Anisolabididae. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 8, 2014. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7389663>>. Acesso em: 05 out. 2024.

SILVA, J. G.; SILVA, T. G. F.; SALUSTINO, A. S.; LEITE, E. L.; ABREU, K. G.; SILVA, A. S.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H.; ARAÚJO, E. K.; CÂNDIDO, B. A. P.; SILVA, I. V. I.; VIAGEM, C. R. S. M.; RAMÍREZ, I. M. B.; CORREIA NETO, D. F.; MALAQUIAS, J. B. Estimation of predation rate and handling time of boll weevil larvae by *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) using different mathematical methods. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, p. e282251, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.282251>

SILVA, L. P.; SOUZA, I. L.; MARUCCI, R. C.; GUZMAN-MARTINEZ, M. *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) as nocturnal and diurnal predators of thrips. **Neotropical Entomology**, v. 52, n. 2, p. 263-272, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-022-00982-7>

SOUZA, C. S. F.; SILVEIRA, L. C. P.; SOUZA, B. H. S.; NASCIMENTO, P. T.; DAMASCENO, N. C. R.; MENDES, S. M. Efficiency of biological control for fall armyworm resistant to the protein Cry1F. **Brazilian Journal of Biology**, v. 81, n. 1, p. 154-163, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.224774>

SOUZA, C.; REDOAN, A. C.; RIBEIRO, C.; CRUZ, I.; CARVALHO, G. A.; MENDES, S. M. Controle biológico: qual espécie de tesourinha consome mais lagartas e pode ser menos sensível à exposição a inseticidas. **Embrapa: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 188, p. 1-20, 2019. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1111610>>.

Acesso 05 nov. 2024.

SOUZA, J. C. S.; QUEIROZ, E. S. Análise dos efeitos econômicos e ambientais da produção de etanol de milho. **Engineering Sciences**, v. 11, n. 1, p. 18-27, 2023. Doi: <https://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2023.001.0003>

3 CAPÍTULO II - INTERAÇÃO DE INSETOS PREDADORES E FUNGO ENTOMOPATOGENICO NO CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

3.1 RESUMO

Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga do milho, que tem o controle químico como principal método. Porém, esse método apresenta problemas, como a toxicidade sobre inimigos naturais. O controle biológico é uma alternativa, que utiliza inimigos naturais, como predadores e fungos entomopatogênicos. *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) têm alta voracidade sobre lepidópteros e *Metarhizium anisopliae* possui eficácia sobre *S. frugiperda*. Assim, os objetivos foram avaliar o consumo de *S. frugiperda* associada a *M. anisopliae* por *E. annulipes* e *M. arachidis* e a sobrevivência dos predadores. Seguiu-se a metodologia do capítulo anterior, acrescentando *M. anisopliae* (5 g diluídas em 50 mL de água destilada). A análise do consumo foi feita por um modelo linear generalizado com distribuição binomial. As curvas de sobrevivência foram estimadas pelo método log-rank ($p = 0,05$). Os resultados mostraram que os predadores consumiram principalmente estágios iniciais, mesmo associados ao fungo, o fungo não afetou a preferência dos predadores, *M. arachidis* foi mais eficaz, no milho híbrido houve maior consumo e o fungo não afetou a sobrevivência dos predadores. Portanto, *E. annulipes* e *M. arachidis* consomem mais ovos/I ínstar associados a *M. anisopliae*, no Jabotão e no híbrido; *M. anisopliae* não influencia na preferência de consumo de *S. frugiperda*; *M. arachidis* é mais eficaz no consumo de quase todos os tratamentos, associados ou não ao fungo; os predadores consomem mais *S. frugiperda*, associada ou não ao fungo, liberadas no híbrido; e o consumo de *S. frugiperda*, associada ao fungo, não afeta a sobrevivência dos predadores.

Palavras-chave: sinergia; sobrevivência; tesourinhas.

3.2 ABSTRACT

Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) is a corn pest, whose main method of control is chemical. However, this method presents problems, such as toxicity to natural enemies. Biological control is an alternative, which uses natural enemies, such as predators and entomopathogenic fungi. *Euborellia annulipes* and *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) have high voracity on lepidopterans and *Metarhizium anisopliae* is effective on *S. frugiperda*. Thus, the objectives were to evaluate the consumption of *S. frugiperda* associated with *M. anisopliae* by *E. annulipes* and *M. arachidis* and the survival of predators. The methodology of the previous chapter was followed, adding *M. anisopliae* (5 g diluted in 50 mL of distilled water). The consumption analysis was performed using a generalized linear model with binomial distribution. Survival curves were estimated by the log-rank method ($p = 0.05$). The results showed that predators mainly consume early stages, even when associated with the fungus; the fungus did not affect predator preference; *M. arachidis* was more effective; in hybrid corn, there was greater consumption, and the fungus did not affect predator survival. Therefore, *E. annulipes* and *M. arachidis* consumed more eggs/1st instar associated with *M. anisopliae*, in Jabotão and in the hybrid; *M. anisopliae* does not influence the consumption preference of *S. frugiperda*; *M. arachidis* is more effective in consuming almost all treatments, associated or not with the fungus; predators consume more *S. frugiperda*, associated or not with the fungus, released in the hybrid; and the consumption of *S. frugiperda*, associated with the fungus, does not affect predator survival.

Keywords: synergy; survival; earwigs.

3.3 INTRODUÇÃO

A ordem Lepidoptera é formada por diversas pragas agrícolas, incluindo *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), considerada uma das principais pragas da cultura do milho (*Zea mays* L.). *S. frugiperda* é uma lagarta que detém ampla gama de hospedeiros, o que contribui diretamente para o aumento da capacidade de persistência o ano inteiro em plantas cultivadas no verão e no período entressafra (Moraes et al., 2020). Nesse contexto, o controle químico é um dos métodos mais utilizados para reduzir infestações da praga. No entanto, esse tipo de controle vem apresentando desvantagens quando comparado a métodos alternativos, como o controle biológico.

Algumas dessas principais desvantagens são a toxicidade dos inseticidas químicos sobre diferentes grupos de inimigos naturais; o reaparecimento de pragas nas culturas, mesmo após várias aplicações dos químicos; a resistência de pragas aos inseticidas mais utilizados no seu controle; além dos riscos causados à saúde humana, a saúde animal e ao equilíbrio dos ecossistemas naturais (Barbosa et al., 2015; França et al., 2023; Shimada, 2022). Assim, o controle biológico mostra-se como uma alternativa, com abordagens que somam as metodologias empregadas nos programas do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e representam importantes passos em direção a uma agricultura mais sustentável.

O controle biológico tornou-se relevante para o setor agrícola principalmente por utilizar inimigos naturais no controle de infestações de insetos-praga, estando alguns destes grupos naturalmente associados as pragas por compartilharem o mesmo habitat (Macedo; Berti Filho, 2022; Nepomoceno et al., 2023; Sousa et al., 2023). Dentre os grupos mais estudados destacam-se os insetos predadores e os fungos entomopatogênicos. Os predadores da ordem Dermaptera, com destaque para *Euborellia annulipes* (Lucas, 1847) e *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Labiidae), são conhecidos pelo comportamento generalista, hábito alimentar diversificado, consumindo várias presas para completar o seu ciclo de vida, além da alta voracidade sobre diferentes estágios de lepidópteros (Ferreira et al., 2022; Kamimura et al., 2023; Liu et al., 2022; Oliveira Filho et al., 2023).

Os fungos entomopatogênicos são outros agentes de controle eficazes contra *S. frugiperda* pelo seu amplo espectro de ação, provocando infecções através da inalação de esporos, que são facilmente disseminados via inseto-inseto, inseto-solo ou inseto-folha, e agem no interior do corpo

da vítima destruindo os seus tecidos até a morte (Apirajkamol et al., 2023; Mwamburi, 2021; Melo et al., 2021). Dentre os fungos mais utilizados está *Metarhizium anisopliae* (Mets., 1879) Sor., 1883, causador da infecção *green muscardine* pela formação de camadas de conídios verdes sobre o corpo da vítima (Bugti et al., 2024; Lopes et al., 2023). Os mesmos autores afirmam que a infecção ocorre pela penetração direta na cutícula do hospedeiro, mediada pela combinação da pressão mecânica e da degradação enzimática por lipases, quitinases e proteases.

Assim, considerando a relevância dos insetos predadores e dos fungos entomopatogênicos para a otimização do manejo de *S. frugiperda*, o desenvolvimento de estudos sobre possíveis efeitos da interação desses dois agentes de controle na cultura do milho se faz importante, pois se trata de uma interação que pode ocorrer de forma direta, durante as aplicações, ou de forma indireta, quando os predadores se alimentam da praga infectada após liberados nas plantas.

Portanto, os objetivos do estudo foram avaliar o consumo de *S. frugiperda* associada a *M. anisopliae* por *E. annulipes* e *M. arachidis* e a sobrevivência desses predadores após consumir a praga associada ao fungo.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação do Departamento de Biociências pertencente ao Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Areia – PB, Brasil.

Foi utilizada a mesma metodologia descrita no capítulo anterior, acrescentando apenas a associação de *S. frugiperda* ao fungo *M. anisopliae*.

3.4.1 Linhagem fúngica utilizada na infecção de ovos e larvas de *Spodoptera frugiperda*

O fungo utilizado no experimento foi a espécie *Metarhizium anisopliae* IBCB 425, conhecido comercialmente como Metarplan®, sob o registro 0915 proveniente do Laboratório de Controle Biológico da Associação de Plantadores de Cana da Paraíba (ASPLAN), situado no município de Mamanguape – PB, oriundo do Instituto Biológico de Campinas, Campinas – SP.

Os esporos dos fungos vieram do Laboratório quantificados ($1,4 \times 10^9$ conídios

viáveis/g) e misturados em 1,5 kg de arroz. A viabilidade desse material constatada pela ASPLAN foi de 98,27%. As suspensões de conídios foram preparadas com água destilada esterilizada contendo espalhante adesivo Tween 80 (0,01%), seguindo as recomendações da própria Associação. A concentração utilizada no experimento foi de 5 g das matrizes de arroz contendo os conídios de *M. anisopliae*, diluída em 50 mL de água destilada.

3.4.2 Avaliação da mortalidade de ovos e larvas de *Spodoptera frugiperda*

Para avaliar o consumo de *S. frugiperda* por *E. annulipes* e *M. arachidis* foi observado ao longo de toda a extensão das plantas se havia vestígios de partes do corpo desses insetos, que geralmente são encontrados grudados e com aspecto ressecado nas folhas. Esse é considerado um dos principais rastros visíveis pós-consumo deixados por predadores que possuem aparelho bucal do tipo mastigador (Moreira et al., 2023; Silva et al., 2023). As observações foram feitas a olho nu ou com o auxílio da lupa manual e as larvas que apresentavam sinais de predação foram transportadas ao laboratório e observadas no microscópio estereoscópio.

Os ovos e as larvas que apresentavam sinais de infecção fúngica causada por *M. anisopliae*, como o aparecimento de pontos esporulados ou esporulação por completo de coloração verde, foram também transportadas ao laboratório e observadas no microscópio estereoscópio.

3.4.3 Avaliação da sobrevivência dos predadores após consumo de *Spodoptera frugiperda* associada a *Metarhizium anisopliae*

Para observar se os indivíduos de *E. annulipes* e *M. arachidis* sobreviveram após consumir *S. frugiperda* associada a *M. anisopliae*, era realizada diariamente a verificação em toda a extensão das plantas, das estruturas de madeira, do *voil* que vedava essas estruturas e, caso necessário, também era feita uma leve escavação na superfície do solo ao redor das estruturas com uma pá de jardinagem. Essa verificação detalhada era realizada devido ao fato de os dermápteros possuírem o hábito de percorrer o local que habitam fazendo um reconhecimento prévio, repetindo isso com as suas presas antes de consumi-las. Além disso, esses insetos também são noturnos e crípticos, o que torna a superfície do solo ao redor das estruturas de madeira um bom esconderijo durante o dia.

Quando se constatava a morte do predador através de toques com um pincel, o indivíduo

era transportado ao laboratório em recipientes plásticos de 250 mL, devidamente identificados, e era observado durante sete dias se havia crescimento da camada de micélio esverdeada. Essas observações eram feitas utilizando o microscópio estereoscópio.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), sendo realizado um sorteio para a distribuição dos vasos. No total foram seis blocos (cada bloco continha quatro vasos). O experimento foi realizado em arranjo fatorial 2×3 , sendo dois predadores (*E. annulipes* e *M. arachidis*) e três tipos de presa associadas a *M. anisopliae* (ovos/larvas de I ínstar, larvas de II/III ínstar e larvas de IV ínstar de *S. frugiperda*).

3.4.4 Análises estatísticas

Para analisar o consumo de *S. frugiperda* utilizou-se um modelo linear generalizado com distribuição binomial. O ajuste do modelo foi avaliado com um gráfico meio normal do pacote “hnp” (Moral et al., 2017). As médias de milho vs tratamento vs inseto foram comparadas utilizando a função “glht” do pacote “multcomp” (Hothorn et al., 2008), utilizando o *software* R (R Core Team, 2023).

As curvas de sobrevivência foram estimadas utilizando o método log-rank ($p = 0,05$). Para a comparação das curvas e a estimativa do tempo letal mediano (TL_{50}) de sobrevivência e os seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC 95%) foram utilizados os pacotes “survminer” (Kassambara et al., 2021) e “survival” (Therneau, 2021) no *software* R (R Core Team, 2023).

3.5 RESULTADOS

Em relação aos resultados obtidos sobre os tratamentos associados a *M. anisopliae*, para cada predador, em milho Jaboação, constatou-se que a maior taxa de consumo médio por *E. annulipes* ocorreu no tratamento de ovos/I ínstar ($45,83 \pm 2,84 \text{ Ab}\beta\mathbf{B}$), pois a média é seguida da letra de significância A, sendo o IV ínstar larval, o menos consumido (Tabela 6).

Tabela 6. Taxa de proporção média de consumo de *Spodoptera frugiperda* (ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) associada ou não ao fungo *Metarhizium anisopliae* por adultos de *Euborellia annulipes* e *Marava arachidis* em milho Jaboaão e híbrido.

	Tratamentos	Fungo	<i>Euborellia annulipes</i>	<i>Marava arachidis</i>
Jaboaão	Ovos/I ínstar	Com	45,83 ± 2,84 Abβ B	80,83 ± 6,85 Aαα A
	II/III ínstar	Com	18,33 ± 1,66 Baβ B	47,50 ± 4,78 Baα B
	IV ínstar	Com	9,16 ± 2,09 Cbβ B	47,50 ± 2,95 Baα A
	Ovos/I ínstar	Sem	67,5 ± 12,72 Aαα A	49,16 ± 6,57 Abα B
	II/III ínstar	Sem	15,83 ± 1,59 Baβ B	65,00 ± 10,40 Aαα A
	IV ínstar	Sem	24,16 ± 12,72 Baβ B	52,50 ± 10,30 Aαα A
Híbrido	Ovos/ I ínstar	Com	57,5 ± 1,59 Bbα A	63,33 ± 10,27 Aαα A
	II/III ínstar	Com	72,5 ± 6,29 Aαα A	65,00 ± 6,45 Aαα A
	IV ínstar	Com	62,5 ± 4,78 Abαα A	50,00 ± 4,08 Abβ A
	Ovos/ I ínstar	Sem	69,16 ± 4,16 Aαα A	72,5 ± 5,98 Abαα A
	II/III ínstar	Sem	70,00 ± 7,07 Aαα A	82,50 ± 8,53 Aαα A
	IV ínstar	Sem	70,00 ± 7,07 Aαα A	62,5 ± 4,78 Baα A

Teste de tukey (0,05%). Cada letra de significância foca na comparação de um fator específico do experimento com cada um dos outros fatores, nesse caso, cada letra de significância representa: A, B e C compara os tratamentos com a associação ou não a *M. anisopliae* × insetos predadores × milho Jaboaão ou híbrido; a e b compara a associação ou não a *M. anisopliae* com os tratamentos × predadores × milhos; α e β compara os predadores com os tratamentos × associação ou não a *M. anisopliae* × milhos; **A** e **B** compara os milhos com os tratamentos × associação ou não a *M. anisopliae* × insetos predadores.

Com a associação ao fungo, para *M. arachidis*, em milho Jaboaão, a maior taxa de consumo também foi visualizada no tratamento de ovos/I ínstar ($80,83 \pm 6,85$ AaaA) (Tabela 6).

Comparando os tratamentos, associados a *M. anisopliae*, para cada predador, em milho híbrido, pode-se afirmar que a maior taxa de consumo por *E. annulipes* foi visualizada no tratamento do II/III ínstar ($72,5 \pm 6,29$ AaaA), e para *M. arachidis*, não houve diferença entre as médias (Tabela 6).

Sobre os tratamentos não associados a *M. anisopliae*, em relação a cada predador, no milho Jaboaão, constatou-se que o maior consumo por *E. annulipes* foi no tratamento de ovos/I ínstar ($67,5 \pm 12,72$ AaaA), e em relação a *M. arachidis*, não houve diferença entre as taxas de consumo (Tabela 6).

Nos tratamentos não associados a *M. anisopliae*, para cada predador, em milho híbrido, visualizou-se que não houve diferença entre as taxas de consumo para os tratamentos por *E. annulipes*, e o predador *M. arachidis* obteve maior consumo sobre o II/III ínstar ($82,50 \pm 8,53$ AaaA) (Tabela 6).

Com relação a associação ou não a *M. anisopliae*, em cada tratamento e predador, para o milho Jaboaão, pode-se afirmar que *E. annulipes* obteve maior consumo de ovos/I ínstar não associado ao fungo ($67,5 \pm 12,72$ AaaA), pois a média é seguida da letra a de significância. O maior consumo por *M. arachidis* também foi no tratamento de ovos/I ínstar, no entanto, associado ao fungo ($80,83 \pm 6,85$ AaaA) (Tabela 6).

Em milho híbrido, o maior consumo por *E. annulipes* foi no tratamento de ovos/I ínstar não associado ao fungo ($69,16 \pm 4,16$ AaaA), e em relação a *M. arachidis*, não houve diferença entre o consumo do tratamento de ovos/I ínstar e do II/III ínstar associados ou não ao fungo, apenas sendo constatado maior consumo do IV ínstar não associado ao fungo ($62,5 \pm 4,78$ BaaA) (Tabela 6).

Sobre a comparação dos predadores, em relação aos tratamentos e a associação ou não a *M. anisopliae*, no milho Jaboaão, constatou-se que no tratamento de ovos/I ínstar associado ao fungo, *M. arachidis* obteve consumo maior ($80,83 \pm 6,85$ AaaA), pois a média é seguida da letra α de significância, quando não associado ao fungo, o maior consumo foi por *E. annulipes* ($67,5 \pm 12,72$ AaaA); no II/III ínstar associado ao fungo, *M. arachidis* obteve maior consumo ($47,50 \pm 4,78$ BaaB), quando não associado ao fungo, o maior consumo foi por *M. arachidis* ($65,00 \pm 10,40$ AaaA); para o IV ínstar associado ou não ao fungo, o maior consumo foi por *M. arachidis*, com $47,50 \pm 2,95$ BaaA e $52,50 \pm 10,30$ AaaA, respectivamente (Tabela 6).

Em milho híbrido, constatou-se que para os tratamentos de ovos/I ínstar e do II/III associados ou não ao fungo, não houve diferença no consumo pelos predadores; no IV ínstar, associado ao fungo, *E. annulipes* obteve maior consumo ($62,5 \pm 4,78$ AB α A); para o IV ínstar não associado ao fungo, também não houve diferença entre as médias de consumo para os predadores (Tabela 6).

Comparando os milhos utilizados no experimento com os tratamentos, os predadores e a associação ou não a *M. anisopliae* constatou-se que: o maior consumo por *E. annulipes* e *M. arachidis* em relação ao tratamento de ovos/I ínstar associado ao fungo foi no milho híbrido, com $57,5 \pm 1,59$ Bb α A e $63,33 \pm 10,27$ Aa α A, respectivamente, pois as médias estão seguidas da letra A de significância. No tratamento de ovos/I ínstar não associado ao fungo, também foi observada no milho híbrido as maiores taxas de consumo, sendo respectivamente $69,16 \pm 4,16$ Aa α A para *E. annulipes* e $72,5 \pm 5,98$ Aba α A para *M. arachidis* (Tabela 6).

No II/III ínstar associado ao fungo, foi constatado maior consumo pelos predadores em milho híbrido, com $72,5 \pm 6,29$ Aa α A para *E. annulipes* e $65,00 \pm 6,45$ Aa α A para *M. arachidis*. No II/III ínstar não associado ao fungo também foi observado maior consumo no milho híbrido, com $70,00 \pm 7,07$ Aa α A (*E. annulipes*) e $82,50 \pm 8,53$ Aa α A (*M. arachidis*) (Tabela 6).

Em relação ao IV ínstar associado ao fungo, o maior consumo foi em milho híbrido, com $62,5 \pm 4,78$ ABa α A e $50,00 \pm 4,08$ Ab β A, para *E. annulipes* e *M. arachidis*, respectivamente, e no IV ínstar não associado ao fungo, também houve maior consumo no milho híbrido, com $70,00 \pm 7,07$ Aa α A e $62,5 \pm 4,78$ Ba α A para *E. annulipes* e *M. arachidis*, respectivamente (Tabela 6).

Na figura 6 é possível observar uma larva de II ínstar (tratamento do II/III ínstar) de *S. frugiperda* coletada em milho híbrido e transportada ao laboratório para análise no microscópio estereoscópio, apresentando sinais de esporulação causados por *M. anisopliae*.



Figura 6. Larva de II ínstar (tratamento do II/III ínstar) de *Spodoptera frugiperda* coletada em milho híbrido, apresentando sinais de esporulação causados pelo fungo *Metarhizium anisopliae*, observada em microscópio estereoscópio.

Ao observar as curvas de sobrevivência para *E. annulipes* alimentado com ovos/ I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar de *S. frugiperda*, associadas a *M. anisopliae*, em milho Jabotão, a taxa de sobrevivência foi de quase 100% dos indivíduos, por isso a curva de cor azul (IV ínstar) sobrepõe completamente a curva de cor preta (ovos/I ínstar), sendo apenas constatada uma pequena mortalidade do predador após o sexto dia de avaliação, em relação ao consumo de larvas de II/III ínstar (Figura 7).

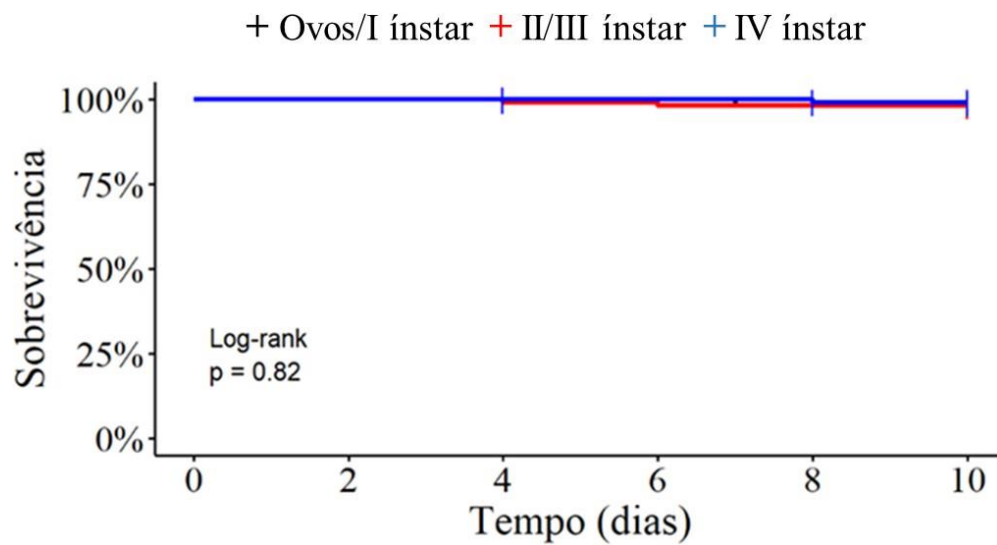


Figura 7. Curvas de sobrevivência para *Euborellia annulipes* alimentada com *Spodoptera frugiperda* (ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) associada ao fungo *Metarhizium anisopliae* em milho Jabotão.

Em relação a *M. arachidis*, as curvas de sobrevivência para *E. annulipes* alimentado com ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar de *S. frugiperda*, associadas a *M. anisopliae*, em milho Jabotão, a taxa de sobrevivência foi de 100% dos indivíduos, pois verificou-se que as linhas de cor preta, cor vermelha (II/III ínstar) e cor azul se sobrepõem completamente na figura 8.

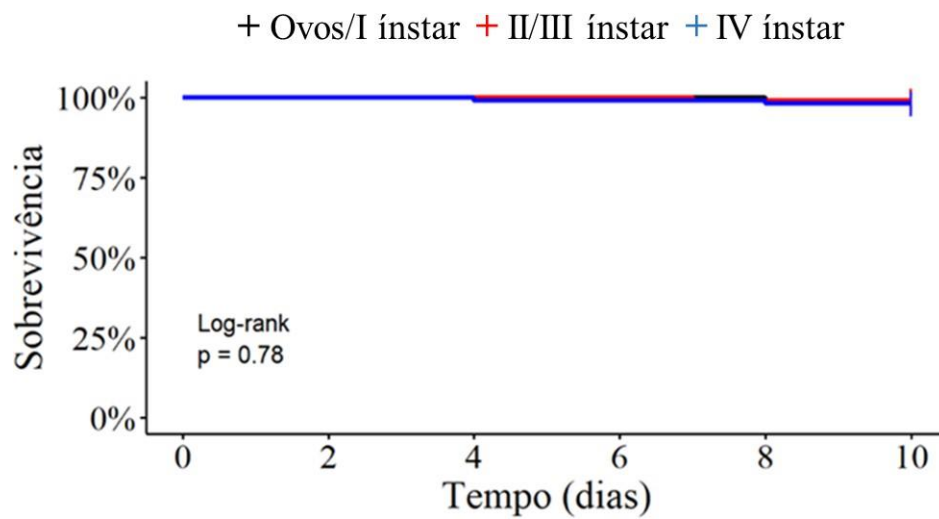


Figura 8. Curvas de sobrevivência para *Marava arachidis* alimentada com *Spodoptera frugiperda* (ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) associada ao fungo *Metarhizium anisopliae* em milho Jaboatão.

Verificou-se que, no milho híbrido, as curvas de sobrevivência para *E. annulipes* alimentado com diferentes estágios de *S. frugiperda*, associados a *M. anisopliae*, a taxa de sobrevivência foi de quase 100% dos indivíduos, pois as linhas referentes aos diferentes estágios da praga se sobrepõem, sendo apenas constatada uma pequena mortalidade do predador após o sexto dia de avaliação, em relação ao consumo de larvas de IV ínstar (Figura 9).

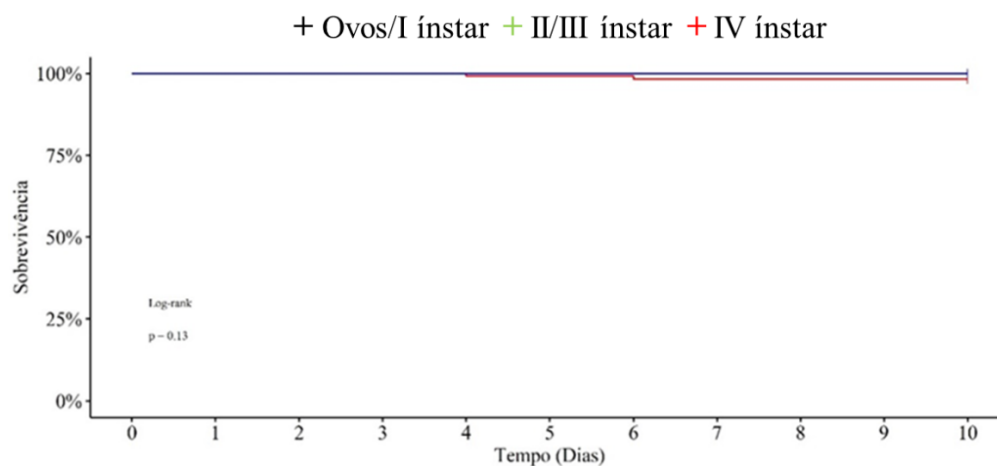


Figura 9. Curvas de sobrevivência para *Euborellia annulipes* alimentada com *Spodoptera frugiperda* (ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) associada ao fungo *Metarhizium anisopliae* em milho híbrido.

Para *M. arachidis*, alimentado com ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar de *S. frugiperda*, associadas a *M. anisopliae*, em milho híbrido, foi possível observar que as curvas de sobrevivência apresentaram taxa de sobrevivência de 100% dos indivíduos, pois verificou-se que as linhas se sobrepõem completamente na figura 10.

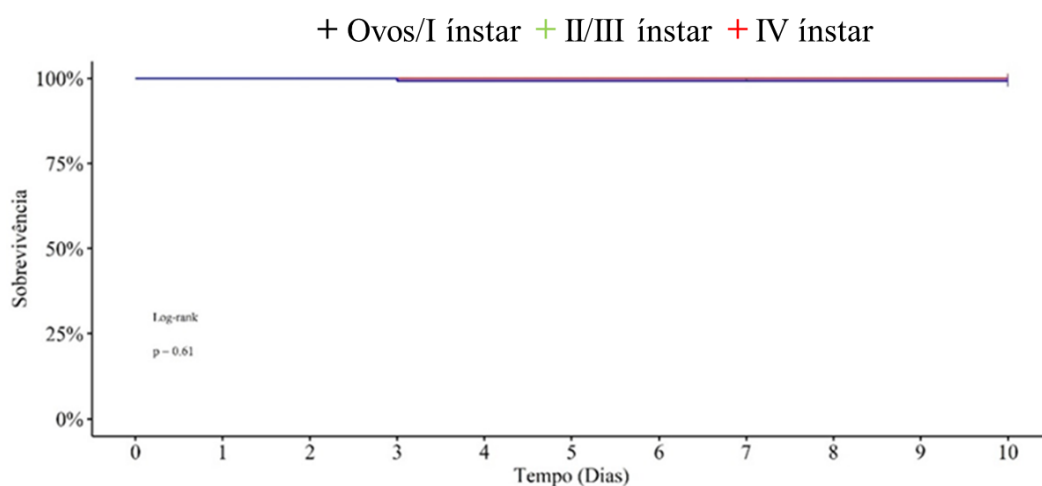


Figura 10. Curvas de sobrevivência para *Marava arachidis* alimentada com *Spodoptera frugiperda* (ovos/I ínstar, larvas de II/III e IV ínstar) em associação com *Metarhizium anisopliae* em milho híbrido.

3.6 DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos nesse estudo sobre a comparação do fator tratamentos com os demais fatores do experimento (predadores, milhos, associação ou não a *M. anisopliae*) é importante comentar que o fato de o tratamento referente ao estágio de ovo/I ínstar de *S. frugiperda* ter sido o mais consumido pelos predadores estudados quando associado ao fungo, em ambos os milhos, e por *E. annulipes* quando não associado ao fungo, em milho Jabotão, pode ser considerado promissor, pois o controle da praga em seus estágios iniciais é de grande relevância para o sucesso dos programas de controle biológico do MIP, uma vez que impedem que a larva alcance ínstares mais avançados, que tendem a provocar

maiores danos na cultura do milho, e em diversas outras culturas, sendo isso relatado por estudos como o de Sparks (1979), que verificou maior consumo foliar por larvas de V e VI ínstar de *S. frugiperda*, em relação a todo o estágio larval, com 16,3% e 77,2% de área foliar consumida, respectivamente.

Além disso, apesar de Arroyo et al. (2023) e Seiedy (2014) relatarem em seus estudos que a infecção por patógenos é um fator que pode afetar a capacidade predatória dos insetos predadores, principalmente pela alteração da qualidade das presas, fazendo com que elas percam a preferência. Entretanto, pode-se afirmar que, nesse estudo, *M. anisopliae* não influenciou na preferência de consumo dos diferentes estágios de *S. frugiperda* pelos predadores, pois *M. arachidis*, por exemplo, consumiu mais o tratamento de ovos/I ínstar associado ao fungo.

Segundo os resultados, tanto *E. annulipes* quanto *M. arachidis* consumiram altas taxas dos diferentes estágios de *S. frugiperda*, demonstrando seu potencial a ser utilizado no controle de infestações da praga nos agroecossistemas. No entanto, é importante ressaltar que *M. arachidis* mostrou-se mais eficaz no consumo de quase todos os tratamentos em milho Jabotão, por exemplo, no tratamento de ovos/I ínstar associado ao fungo, II/III ínstar associado ou não ao fungo e IV ínstar associado ou não ao fungo, *M. arachidis* obteve maior consumo quando comparado a *E. annulipes*. Esses resultados são de grande relevância para a ampliação de estudos sobre essa espécie de dermáptero, visto que *M. arachidis* é uma espécie pouco explorada nas literaturas e nos programas de manejo de pragas quando comparada a outros predadores da mesma ordem, como *E. annulipes* e *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae).

Os resultados obtidos nesse estudo também mostraram que o consumo dos diferentes estágios de *S. frugiperda*, associados ou não a *M. anisopliae*, pelos predadores *E. annulipes* e *M. arachidis* liberados no milho híbrido, foi maior em todos os tratamentos, podendo esse fato estar relacionado com algumas características observadas durante a realização dos experimentos sobre a cultivar, como a alta pilosidade das folhas e a menor quantidade de cera epicuticular por folha, que faz com que tanto os predadores como a praga não escorreguem facilmente das folhas. Essas características acabam auxiliando os predadores a segurar com mais firmeza a presa com o seu par de cercos, contribuindo para o sucesso da alimentação. O milho Jabotão, por sua vez, possui menor pilosidade, tendo folhas mais glabras, com menor área foliar e maior quantidade de cera epicuticular por folha, fazendo com que esse crioulo se torne mais escorregadio tanto para os predadores como para a presa.

É importante comentar também que o consumo de *S. frugiperda* associada a *M.*

anisopliae não afetou a sobrevivência de *E. annulipes* e *M. arachidis*, sendo esse um fato considerado promissor, pois sugere que *M. anisopliae* é uma espécie de fungo entomopatogênico que pode ser utilizada em conjunto com os métodos que realizam a liberação de insetos predadores no controle de *S. frugiperda*.

Em laboratório, resultados semelhantes aos encontrados nesse estudo foram relatados por Oliveira et al. (2011), em que tanto a espécie *M. anisopliae* (presente em Metarril®), como a espécie *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., 1912 (presente em Boveril®), quando aplicados diretamente sobre *E. annulipes* com um borrifador manual, não afetaram a mortalidade das ninfas e dos adultos do predador. Essa baixa mortalidade de *E. annulipes* após o consumo de presas associadas a fungos entomopatogênicos também foi observada por Arroyo et al. (2023), em que ao avaliar a mortalidade do predador e a sua predação sobre os ovos tratados de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) com o Metarril® e outros inseticidas biológicos e químicos, constataram a seletividade desse produto sobre o dermáptero, causando mortalidade de apenas 2% das ninfas e dos adultos.

3.7 CONCLUSÕES

Na maioria dos casos, *E. annulipes* e *M. arachidis* consomem mais os ovos/I ínstar de *S. frugiperda*, mesmo associado a *M. anisopliae*, tanto no milho Jaboaão como no híbrido.

M. anisopliae não influencia na preferência de consumo dos diferentes estágios de *S. frugiperda* por *E. annulipes* e *M. arachidis*.

M. arachidis é mais eficaz no consumo de quase todos os tratamentos, associados ou não a *M. anisopliae*.

E. annulipes e *M. arachidis* consomem maiores taxas de *S. frugiperda*, associada ou não a *M. anisopliae*, liberadas em milho híbrido.

O consumo de *S. frugiperda*, associada a *M. anisopliae*, não afeta a sobrevivência de *E. annulipes* e *M. arachidis*.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, S. M.; KLEIN, J. L.; VIANA, A. F. P.; MARTINI, P. M.; SILVA, L. R.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.. Lagarta-do-cartucho na produção de milho: Avaliação de métodos de controle. **Agrarian**, v. 14, n. 51, p. 9-17, 2021. Doi: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v14i51.8408>
- ALBUQUERQUE, P. E. P.; RESENDE, M. Cultivo do milho: manejo de irrigação [online]. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, Comunicado técnico, n. 47, 8 p., 2002. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/487012>. Acesso em: 27 out. 2024.
- APIRAJKAMOL, N. B.; HOGARTY, T. M.; MAINALI, B.; TAYLOR, P. W.; WALSH, T. K.; TAY, W. T. Virulence of *Beauveria* sp. and *Metarhizium* sp. fungi towards fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). **Archives of Microbiology**, v. 205, n. 10, p. 328, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00203-023-03669-8>
- ARROYO, R. M.; SOUZA, J. M.; NUNES, G. D. S.; RAMALHO, D. G.; BORTOLI, S. A. *Euborellia annulipes* mortality and predation on *Diatraea saccharalis* eggs after application of chemical and biological insecticides. **Agricultural Sciences**, v. 14, n. 1, p. 11-22, 2023. Doi: <https://doi.org/10.4236/as.2023.141002>
- BARBOSA, R. H.; KASSAB, S. O.; PEREIRA, F. F.; ROSSONI, C. Controle químico e biológico de *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) para regiões produtoras de cana-de-açúcar de Mato Grosso do Sul. **Ambiência**, v. 11, n. 1, p. 247-255, 2015. Doi: <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2015.01.15nt>
- BUGTI, G. A.; CHEN, H.; BIN, W.; REHMAN, A.; ALI, F. Pathogenic response of entomopathogenic fungal strains on larvae of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). **Entomology and Applied Science Letters**, v. n. 1, p. 48-55, 2024. Doi: <https://doi.org/10.51847/5hfcqbnbsd>
- FERREIRA, R. R.; ABREU, K. G.; OLIVEIRA FILHO, M. C.; FERREIRA, R. R.; SALUSTINO, A. S.; MORAIS, M. M. D.; BRITO, C. H. Avaliação de dietas artificiais no desenvolvimento biológico de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae) e *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Forficulidae). **Scientific Electronic Archives**, [S. l.], v. 15, n. 3, 2022. Doi: <https://doi.org/10.36560/15320221521>
- FRANÇA, S. R.; SILVA, M. G.; SILVA, P. F.; ROCHA, N. S.; CRUZ, C. G.; MACEDO, A. F.; OLIVEIRA, M. M. F.; NOGUEIRA, D. C.; RIBEIRO, L. B.; FERNANDES, F. L. Controle biológico conservativo de pragas no café [online]. **Agroecologia: produção e sustentabilidade em pesquisa**, v. 4, n.1, p. 49-59, 2023. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/230312575.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- GUIMARÃES, M. R. F.; SILVA, R. B.; FIGUEIREDO, M. L. C.; CRUZ, I. Avanços na Metodologia de Criação de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26.; **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO**, *Spodoptera frugiperda*, 2., 2006; **SIMPÓSIO SOBRE Colletotrichum graminicola**, 1., 2006, Belo Horizonte. Inovação para sistemas

integrados de produção: trabalhos apresentados. [Sete Lagoas]: ABMS.

HELLWIG, L.; GRÜTZMACHER, A. D.; SANTOS, P. M.; TRECHA, C. O.; MEDINA, L. B.; MANICA-BERTO, R.; ROSA, A. P. S. A. Efeito do aumento da densidade de larvas de *Spodoptera frugiperda* em milho convencional em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 3, p. 337-350, 2017. Doi: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n3p337-350>

HOTHORN, T.; BRETZ, F.; WESTFALL, P. Simultaneous Inference in General Parametric Models. **Biometrical Journal**, v. 50, n. 3, p. 346-363, 2008. Doi: <https://doi.org/10.1002/bimj.200810425>

JACOMINE, P. K. T.; RIBEIRO, M. R.; MONTENEGRO, J. O.; SILVA, A. P.; MELO FILHO, H. F. R., 1972 Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba II. Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba. *Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo* [online]. SUDENE, Boletim técnico, n. 15, 670 p, 1972. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330784>. Acesso em: 27 out. 2024.

KAMIMURA, Y.; LEE, C. Y.; YAMASAKO, J.; NISHIKAWA, M. Identification and reproductive isolation of *Euborellia* species (Insecta, Dermaptera, Anisolabididae) from East and Southeast Asia. **ZooKeys**, v. 1146, p. 115. 2023. Doi: <https://doi.org/10.3897/zookeys.1146.98248>

KASSAMBARA, A.; KOSINSKI, M.; BIECEK, P. Survminer: Drawing Survival Curves using 'ggplot2' [online]. **R package version 0.4.9**, 2021. Disponível em: <https://CRAN.Rproject.org/package=survminer>. Acesso em: 17 out. 2024.

LIU, H. L.; CHEN, S.; CHEN, Q. D.; PU, D. Q.; CHEN, Z. T.; LIU, Y. Y.; LIU, X. The first mitochondrial genomes of the family Haplodiplatyidae (Insecta: Dermaptera) reveal intraspecific variation and extensive gene rearrangement. **Biology**, v. 11, n. 6, p. 807, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3390/biology11060807>

LOPES, R. B.; VARGAS, G.; COLMENÁREZ, Y. C.; FARIA, M. Biological Control in Latin America. **Neotropical Entomology**, n. 52, v. 2, p. 119-121, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-023-01036-2>

MACEDO, L. P. M.; BERTI FILHO, E. Fundamentos de controle biológico de insetos-praga. **IFRN Editora**, 108 p.: il, Natal, 2022.

MASCARIN, G. M.; PAULI, G. Bioprodutos à base de fungos entomopatogênicos [online]. **Controle Alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica**, v. 1, p. 169-195, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274374886_Bioprodutos_a_base_de_fungos_ento_mop_atogenicos_Fungal_biopesticides_in_portugues. Acesso em: 25 out. 2024.

MELO, M.; DINIZ, A.; MELO, R. RELATO DO AGENTE CAUSADOR DA ENTOMOFTOROMICOSE, *Conidiobolus coronatus*, EM CUPINS DE OCORRÊNCIA DOMÉSTICA *Nasutitermes cornniger* [online]. **Anais da Semana de Biologia da UFES de Vitória**, v. 2, p. 54-54, 2021. Disponível em:

<<https://periodicos.ufes.br/sebivix/article/view/34978>>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MORAES, T.; SILVA, A. F.; LEITE, N. A.; KARAM, D.; MENDES, S. M. Survival and development of *fall armyworm* (Lepidoptera: Noctuidae) in weeds during the off-season. **The Florida Entomologist**, v. 103, n. 2, p. 288-292, 2020. Doi:

<https://doi.org/10.1653/024.103.0221>

MORAL, R. A.; HINDE, J.; DEMÉTRIO, C. G. B. Half-Normal Plots and Overdispersed Models in R: The hnp Package. **Journal of Statistical Software**, v. 81, n. 10, p. 1-23, 2017.

Doi: <https://doi.org/10.18637/jss.v081.i10>

MOREIRA, L. B.; LIMA, L. L. R.; FARIAS, E. S.; CARVALHO, G. A. Response of *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) to insecticides used in maize crop as a function of its life stage and exposure route. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 6, p. 15010-15019, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23196-1>

MWAMBURI, L. A. Endophytic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, confer control of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in two tomato varieties. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, n. 1, p. 1-6, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00357-3>

NEPOMOCENO, T. A. R.; PLEIN, C. E.; CARNIATTO, I. Desenvolvimento sustentável na agricultura familiar: Implicações para o controle biológico de insetos-praga. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, v. 5, n. 1, p. 1-19, 2023. Doi: <https://doi.org/10.48075/ijerrs.v5i1.30797>

NOVAIS, R. D.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. D.; OLIVEIRA, A. D.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília, DF: **EMBRAPA – SEA**, doc. 3, p. 363-392, 1991.

OLIVEIRA FILHO, L. S.; ABREU, K. G.; SALUSTINO, A. S.; MORAIS, M. M. D.; RIBEIRO, L. S.; SOUSA, N. R.; BRITO, C. H. Efeito da temperatura sobre o desenvolvimento biológico de *Marava arachidis* (Dermaptera: Labiidae). **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 1, 2023. Doi: <https://doi.org/10.36560/16120231642>

OLIVEIRA, F. Q.; BATISTA, J. L.; MALAQUIAS, J. B.; BRITO, C. H.; SANTOS, E. P. Susceptibility of the predator *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Anisolabidae) to mycoinsecticides. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 37, n. 2, p. 234-237, 2011. Doi: <http://dx.doi.org/10.25100/socolen.v37i2.9080>

POITOUT, S.; BUÈS, R. Elevage de chenilles de vingt-huit especes de Lepidopteres Noctuidae et de deux especes d'Arctiidae sur milieu artificiel simple. Particularites de l'elevage selon les especes. **Annales de Zoologie Ecologie Animale**, v. 6, n. 3, p. 431-441, 1974.

R, R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2023.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.;

OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema brasileiro de classificação de solos [online]. Brasília, DF: **EMBRAPA SOLOS**, 5. ed., rev. e ampl., 356p.: il. Color, 2018. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>>. Acesso em: 27 out. 2024.

SEIEDY, M. Feeding preference of *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) towards untreated and *Beauveria bassiana*-treated *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on cucumber leaves. **Persian Journal of Acarology**, v. 3, n. 1, p. 91-97, 2014. Doi: <https://doi.org/10.22073/pja.v3i1.10134>

SHIMADA, B. S. Soluções no uso de químicos na agricultura. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 5, n. 3, p. 2554-2560, 2022. Doi: <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n3-001>

SILVA, B. C.; COSTA, E. C.; SALDANHA, M. A.; PROCKNOW, D.; SOUZA, P. D.; CRODA, J. P.; CAPITANI, L. C. Métodos de controle e prevenção de insetos-praga em povoamentos florestais. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 48477-48496, 2020. Doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-480>

SILVA, L. P.; SOUZA, I. L.; MARUCCI, R. C.; GUZMAN-MARTINEZ, M. *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) as nocturnal and diurnal predators of thrips. **Neotropical Entomology**, v. 52, n. 2, p. 263-272, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13744-022-00982-7>

SOUZA, J. V. P.; ROZENDO JÚNIOR, D. C.; FRISKE, E.; OLIVEIRA, R. A. P. USO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS UTILIZADOS PARA CONTROLE BIOLÓGICO DE INSETOS-PRAGAS NA AGRICULTURA [online]. **Facit Business and Technology Journal**, v. 2, n. 46, 2023. Disponível em: <<https://revistas.faculdefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/2503>>. Acesso em: 05 nov. 2024.

SPARKS, A. N. A review of the biology of the fall armyworm. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 62, p. 82-87, 1979. Doi: <https://doi.org/10.2307/3494083>

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo [online]. Brasília, DF: **Embrapa Solos**, Brasil, 2017. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1085209>>. Acesso em: 27 out. 2024.

THERNEAU, T. A. Package for Survival Analysis in R [online]. **R package version 3.2-10**, 2021. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=survival>>. Acesso em: 27 out. 2024.