

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

MARIANA ALMEIDA DOS SANTOS

**BIOECOLOGIA DE *Spodoptera eridania* (CRAMER) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

ALEGRE

2019

MARIANA ALMEIDA DOS SANTOS

**BIOECOLOGIA DE *Spodoptera eridania* (CRAMER) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na área de concentração em Fitossanidade, com ênfase em Entomologia.

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli.
Coorientadores: Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago e Prof. Dr. Victor Luiz de Souza.

ALEGRE

2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

A447b Almeida dos Santos, Mariana, 1994-
BIOECOLOGIA DE Spodoptera eridania (CRAMER)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) / Mariana Almeida dos
Santos. - 2019.
78 f. : il.

Orientador: Dirceu Pratissoli.

Coorientadores: Hugo Bolsoni Zago, Victor Luiz de Souza
Lima.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias.

1. Exigências térmicas. 2. Aspectos biológicos. 3. Controle
de pragas. 4. Temperatura. 5. Alimento. 6. Spodoptera eridania.
I. Pratissoli, Dirceu. II. Bolsoni Zago, Hugo. III. Luiz de Souza
Lima, Victor. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro
de Ciências Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 63

Ativa

MARIANA ALMEIDA DOS SANTOS

**BIOECOLOGIA DE *Spodoptera eridania* (CRAMER) (LEPIDOPTERA:
NOCTUIDAE)**

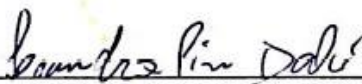
Dissertação apresentada a Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 22 de fevereiro de 2019.

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Dirceu Pratissoli
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. Dr. Leandro Pin Dalvi
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Dr. Victor Dias Pirovani
Instituto Federal do Espírito Santo



Dr. Luis Moreira de Araújo Junior

Aos meus pais, Warlen e Sylvania,
Pelo amor e incentivo,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meu caminho e me dar forças nos momentos de dificuldade;

Aos meus pais, Warlen e Sylvania, pelo amor, incentivo e dedicação;

À minha irmã, Beatriz, pela paciência e colaboração durante esses dois anos;

Ao Professor Dr. Dirceu Pratissoli, pela orientação, conselhos e pela oportunidade de cursar o Mestrado;

Aos meus coorientadores, Prof. Dr. Hugo Bolsoni Zago e Prof. Dr. Victor Luiz de Souza Lima, pelas sugestões e esclarecimentos;

Aos Professores Dr. Leandro Pin Dalvi e Dr. Victor Dias Pirovani e ao Dr. Luis Moreira de Araújo Júnior, por terem aceitado compor a banca;

Ao Prof. Dr. Hugo José Gonçalves dos Santos Junior, que sempre esteve disposto a ajudar e esclarecer dúvidas;

Ao Prof. Dr. José Romário de Carvalho pela ajuda e ensinamentos;

Ao meu namorado Lucas, pela ajuda, paciência, compreensão e companheirismo;

À minha amiga, Luiza Akemi, pela amizade e por ter ficado ao meu lado durante todo o tempo;

Ao amigo e funcionário, Leonardo Mardgan, pelos momentos de descontração, amizade e pela ajuda no desenvolvimento do meu trabalho;

A todos os amigos do setor de entomologia do NUDEMAFI que contribuíram de forma positiva na minha trajetória como mestranda, em especial a Lucélia, Pedro César, Isac, Alice, Rafael, Julielson, Emily, Lorena e Laura;

Aos estagiários do setor de entomologia do NUDEMAFI, com os quais tive a oportunidade de trabalhar;

Ao amigo Fernando Zanotti Madalon, pelos conselhos;

Aos funcionários, Carlos Magno, Tia Aparecida e Tia Dê pela disponibilidade;

A Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal pela oportunidade;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a

Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo auxílio financeiro para desenvolvimento das pesquisas;

Ao Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), em especial ao NUDEMAFI, pelo suporte.

“Viver é melhor que sonhar.”
(Belchior)

BIOGRAFIA

Mariana Almeida dos Santos, filha de Warlen dos Santos Oliveira e Silvania Almeida, nasceu em Alegre, Espírito Santo, em 2 de março de 1994. No primeiro semestre de 2012 iniciou os estudos no curso de Bacharelado em Ciências Biológicas no Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo (CCENS-UFES), graduando-se em fevereiro de 2017. Em março do mesmo ano, ingressou no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal para realizar o Mestrado na linha de pesquisa de Fitossanidade com ênfase em Entomologia, no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da UFES, submetendo-se à defesa de dissertação em 22 de fevereiro de 2019.

BIOECOLOGIA DE *Spodoptera eridania* (CRAMER, 1782) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

RESUMO

A lagarta-das-folhas, cientificamente conhecida como *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782), é considerada uma das espécies mais generalistas dentre os insetos fitófagos. Há alguns anos, era considerada praga secundária, no entanto, principalmente devido ao uso indiscriminado de inseticidas, atualmente é possível encontrá-la atacando diversas culturas, entre elas o morangueiro que possui elevada importância social e econômica no estado do Espírito Santo. A baixa quantidade de produtos registrados para controlar a praga nesta cultura e a necessidade da implantação de métodos alternativos que sejam menos prejudiciais ao agroecossistema faz com que se torne necessário conhecer as características bioecológicas do inseto. Assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar estudos sobre os aspectos biológicos, as exigências térmicas e a tabela de vida de fertilidade de *S. eridania* em diferentes temperaturas e alimentos. As diferentes fases de desenvolvimento foram avaliadas nas temperaturas de 15, 19, 23, 27, 31 e 35 °C. Na fase de larva foram oferecidos cubos de dieta artificial e folíolos de morangueiro como fontes alimentares. Foram avaliadas a duração, a viabilidade, a oviposição total, a razão sexual e a sobrevivência dos insetos nas diferentes fases de desenvolvimento. A tabela de vida de fertilidade foi elaborada com base nos dados de sobrevivência, oviposição total e razão sexual. As taxas de desenvolvimento de *S. eridania* em função da temperatura nos diferentes alimentos foram analisadas em modelos lineares e não-lineares. O período de duração foi prolongado em temperaturas mais baixas e quando os insetos foram alimentados com folíolos de morangueiro. A viabilidade das fases foi menor em temperaturas extremas e quando receberam dieta natural. O maior número médio de oviposição foi encontrado na temperatura de 23°C em dieta

artificial. De modo geral, as maiores sobrevivências foram encontradas quando o brocão se alimentou de dieta artificial e se desenvolveu em temperaturas mais baixas. O modelo linear se ajustou para todas as fases de desenvolvimento de *S. eridania* e o ciclo ovo-adulto. Para os modelos não-lineares testados, o que mais se adequou às fases de ovo, larva, pupa e o ciclo ovo-adulto foi o Briere-2, enquanto o mais adequado ao estágio de pré-pupa foi o Logan-6. A tabela de vida de fertilidade se mostrou um bom método para estudar a dinâmica populacional da praga, indicando que aos 23 °C, quando os insetos foram alimentados com dieta artificial, houve maior tendência para seu aumento populacional. O desenvolvimento de *S. eridania* é inversamente proporcional ao aumento da temperatura e as diferentes dietas influenciam seu ciclo de vida.

Palavras-chave: Exigências térmicas. Aspectos biológicos. Tabela de vida. Lagarta-das-folhas.

BIOECOLOGY OF *Spodoptera eridania* (CRAMER, 1792) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE): EMERGENT PEST

ABSTRACT

The *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782), known as southern armyworm, is one of the most general species among phytophagous insects. A few years ago, it was a secondary pest, but the indiscriminate use of insecticides allowed it to attack various crops, such as strawberry, which has high social and economic importance in Espírito Santo state. The low number of products registered to control the pest in this crop and the need for alternative methods less harmful to the agroecosystem makes it necessary to know the bioecological characteristics of the insect. This work aimed to perform studies on the biological aspects, the thermal requirements and fertility life table of *S. eridania* in different temperatures and foods. The insects were submitted to six constant temperatures (15, 19, 23, 27, 31 and 35 °C) in climatic chambers and fed with two types of food so that the data of duration, viability, total oviposition, sexual ratio and survival were obtained. The development of *S. eridania* as a function of temperature in the different foods was analyzed in linear and nonlinear models. The fertility life table was constructed based on data on survival, total oviposition and sex ratio. The duration was prolonged at lower temperatures and when the insects fed on strawberry leaflets. The viability of the phases was lower in extreme temperatures and when they received a natural diet. The highest mean number of eggs was found at 23°C in an artificial diet. Overall, the highest survival rates were found when the southern armyworm fed an artificial diet and developed at lower temperatures. The linear regression model fits all development stages of *S. eridania*. For the nonlinear models tested, the most appropriate for the egg, larva, pupa and egg-adult cycle was Briere-2, and the most suitable for the pre-pupal stage was the Logan-6. The fertility life table proved to be a good method to study the population dynamics of the pest,

indicating that at 23 °C, when the insects were fed an artificial diet, there was a greater tendency to increase their population. The development of *S. eridania* is inversely proportional to the increase in temperature and the different diets influence its life cycle.

Keywords: Thermal requirements. Biological aspects. Life table. Southern armyworm.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1.1 INTRODUÇÃO GERAL	14
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
1.2.1 O cultivo do morango (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.).....	15
1.2.2 <i>Spodoptera eridania</i> (CRAMER, 1792) (Lepidoptera: Noctuidae).....	16
1.2.3 Influência da temperatura e alimento sobre o desenvolvimento dos insetos.....	17
1.2.3.1 Temperatura.....	18
1.2.3.2 Exigências térmicas.....	19
1.2.3.3 Alimento.....	20
1.2.3.4 Tabela de vida de fertilidade.....	21
1.3 REFERÊNCIAS	23
2 CAPÍTULO II	28
RESUMO	28
ABSTRACT	30
2.1 INTRODUÇÃO	31
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	32
2.2.1 Local e época do experimento	32
2.2.2 Obtenção e criação de <i>Spodoptera eridania</i>	32
2.2.3 Material vegetal	33
2.2.4 Biologia de <i>Spodoptera eridania</i> em diferentes temperaturas e dietas.....	34
2.2.5 Determinação das exigências térmicas de <i>Spodoptera eridania</i>	36
2.2.6 Análise estatística	37
2.3 RESULTADOS	39
2.3.1 Aspectos biológicos de <i>Spodoptera eridania</i> submetida a diferentes temperaturas e alimentos	39
2.3.1.1 Duração e viabilidade dos diferentes estágios de desenvolvimento de <i>S. eridania</i>	39
2.3.1.2 Oviposição total de fêmeas de <i>S. eridania</i>	45
2.3.1.3 Razão sexual e sobrevivência de <i>S. eridania</i>	46
2.3.2 Exigências térmicas.....	50

2.4 DISCUSSÃO	56
2.5 CONCLUSÃO	59
2.6 REFERÊNCIAS	60
3 CAPÍTULO III	64
RESUMO	64
ABSTRACT	65
3.1 INTRODUÇÃO	66
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	67
3.2.1 Obtenção e criação de <i>Spodoptera eridania</i>	67
3.2.2 Tabela de vida de fertilidade	67
3.2.3 Análise estatística	68
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
3.4 CONCLUSÃO	73
3.5 REFERÊNCIAS	74

1 CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é um fruto de elevada importância econômica e possui boa aceitação pelo mercado consumidor, tanto para o consumo in natura, quanto pela indústria alimentícia. Além disso, é considerado o fruto mais importante em relação ao consumo e cultivo dentro do grupo das pequenas frutas (TAZZO et al., 2015).

No Brasil, a produção comercial de morango ocorre em vários estados, com destaque para Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Espírito Santo, Santa Catarina, Goiás e Rio de Janeiro (ANTUNES; CARVALHO; SANTOS, 2011). O estado do Espírito Santo apresenta produção anual de cerca de 10.000 toneladas em uma área de cultivo de aproximadamente 300 hectares, distribuídos entre os municípios de Domingos Martins, Venda Nova do Imigrante, Santa Maria de Jetibá e Afonso Cláudio (INCAPER, 2019).

Alguns agentes são nocivos a esse cultivo, como é o caso dos ataques de pragas e doenças. Entre as pragas que causam danos ao morangueiro está o ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836), considerado a principal praga da cultura (GUIMARÃES et al., 2010; PRATISSOLI et al., 2015). Atualmente, tem sido relatada a ocorrência de *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) causando danos aos cultivos de morango no Espírito Santo (PRATISSOLI et al., 2015; PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015).

Há alguns anos, *S. eridania*, que é vulgarmente conhecida como lagarta-das-folhas ou brocão, era considerada praga secundária em vários cultivos, no entanto, atualmente é possível encontrá-la se alimentando de diversos hospedeiros (SANTOS; MENEGUIM; NEVES, 2005; PEREIRA et al., 2009; BORTOLI et al., 2012; EFROM et al., 2013; JESUS et al., 2013). O aumento da ocorrência desta praga está ligado ao uso indiscriminado de inseticidas, fato responsável por afetar o agroecossistema, principalmente através da eliminação dos inimigos naturais que ajudam a manter os níveis de infestação

da praga em quantidades que não comprometem a produção (PRATISSOLI, 2009).

Atualmente, há somente um produto registrado para controlar a ocorrência de *S. eridania* em cultivos de morango (AGROFIT, 2019), fato que torna necessário o conhecimento de métodos alternativos para reduzir a incidência da praga. Nesse contexto, uma das maneiras de controlar o crescimento populacional da praga é através do emprego de métodos de manejo fitossanitário. Para que esse tipo de manejo seja utilizado de forma eficiente, é importante que se tenha conhecimento sobre a cultura de interesse e as características bioecológicas das pragas a ela relacionadas.

A baixa quantidade de estudos envolvendo *S. eridania* e de produtos com registros oficiais para realizar seu controle, junto à necessidade de que métodos de manejo alternativos aos convencionais sejam colocados em prática, faz com que se torne fundamental a realização de estudos sobre a bioecologia do inseto. Assim, o objetivo do trabalho foi estudar o desenvolvimento de *S. eridania* submetidas a diferentes temperaturas e alimentos.

1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 O cultivo do morango (*Fragaria x ananassa* Duch.)

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma hortaliça pertencente à família Rosaceae e tem origem das regiões de clima temperado da Europa e das Américas. O morango comercializado atualmente é um híbrido proveniente do cruzamento de duas espécies americanas que foram levadas à França (DAROLT, 2008; ANTUNES; CARVALHO; SANTOS, 2011). Hoje, o cultivo da

espécie constitui um grande mercado nas principais economias do mundo, e o fruto apresenta destaque entre as pequenas frutas (MADAIL et al., 2007).

No Brasil, os cultivos de morango ocorrem principalmente em regiões temperadas e subtropicais, onde a produção é destinada para o consumo in natura e também para industrialização (RADMANN et al., 2006). A produção deste fruto no país possui um papel relevante para a economia no setor agrícola, pois proporciona um bom retorno financeiro aos agricultores familiares e permite a manutenção destes na zona rural (COSTA et al., 2015). No Espírito Santo, o cultivo de morango apresenta importante exploração da atividade, a qual envolve cerca de 4.000 agricultores relacionados à produção do fruto por ano, além de ter movimentado mais de 64 milhões de reais no ano de 2014 (BALBINO et al., 2016).

O cultivo do morango pode ser considerado de risco, pois está sujeito a sofrer injúrias, que podem ser de natureza biótica ou abiótica, as quais são responsáveis por prejudicar o desenvolvimento da planta e a produção do fruto. Os fatores bióticos responsáveis por causar injúrias ao morangueiro são, principalmente, ácaros, nematoides, bactérias, vírus, fungos e diversas espécies de insetos (PRATISSOLI et al., 2015). Entre as espécies de inseto praga responsáveis por causar danos ao cultivo do morango está a *Spodoptera eridania* (Cramer, 1792) (Lepidoptera: Noctuidae), que tem sido relatada atacando plantações existentes no Espírito Santo (BORTOLI et al., 2012; PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015).

1.2.2 *Spodoptera eridania* (CRAMER, 1792) (Lepidoptera: Noctuidae)

A lagarta-das-folhas ou brocão, cientificamente conhecida como *Spodoptera eridania* (Cramer, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) é um inseto nativo dos trópicos norte-americanos e possui hábito polífago, ou seja, se alimenta de várias espécies de plantas (PANIZZI; BUENO; SILVA, 2012).

Por ser uma espécie generalista, é possível verificar a ocorrência de *S. eridania* em vários hospedeiros diferentes, que englobam desde culturas de interesse econômico, como soja, algodão, tomate, videira e morango, até plantas que ocorrem de forma espontânea, como a corda-de-viola (SANTOS; MENEGUIM; NEVES, 2005; PEREIRA et al., 2009; BORTOLI et al., 2012; EFROM et al., 2013; JESUS et al., 2013; SILVA et al., 2017). Desse modo, é possível que os insetos se alimentem de plantas espontâneas e sobrevivam na entressafra, para que em seguida possam atacar novos cultivos na mesma área ou em áreas próximas (TEODORO et al., 2013).

As injúrias causadas pela lagarta-das-folhas geralmente se dão pela raspagem das folhas da planta e perfuração dos frutos em processo de maturação. Nos primeiros estádios larvais, apresentam comportamento gregário e se alimentam raspando as folhas, a partir do terceiro ínstar são capazes de consumir o tecido foliar e quando maiores, as lagartas são solitárias e passam a se alimentar dos frutos (FORNAZIER; PRATISSOLI; MARTINS, 2010; JESUS et al., 2013; PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015; FRAGOSO et al., 2015).

O adulto da espécie é uma mariposa de coloração cinzenta-clara, com as asas anteriores acinzentadas e uma mancha escura na borda superior. As lagartas, quando jovens, geralmente são cinza escuro e apresentam uma linha longitudinal esbranquiçada, quando mais desenvolvidas têm coloração cinza claro e desenhos pardos sobre o corpo (PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015). A duração do período ovo a adulto deste inseto tem duração média de 30 dias, mas pode variar de acordo com fatores bióticos e abióticos como alimento e temperatura (CAPINERA, 2001; SANTOS; MENEGUIM; NEVES, 2005; PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015).

1.2.3 Influência da temperatura e alimento sobre o desenvolvimento dos insetos

Os fatores abióticos podem influenciar o desenvolvimento dos insetos de forma direta e indireta (SCHOWALTER, 2016). De forma geral, esses organismos possuem faixas de tolerância específicas dentro das condições abióticas às quais são submetidos, o que permite sua sobrevivência até mesmo em condições extremas. Porém, esses animais também podem ser expostos a perturbações letais, como em situações de temperaturas elevadas (HIRAO et al., 2008; MORETTI; LEGG, 2009).

O alimento, que é considerado um fator biótico, possui influência no desenvolvimento dos insetos, e pode interferir em muitos aspectos de sua biologia, como comportamento, ecologia e fisiologia (PANIZZI; PARRA, 2009).

1.2.3.1 Temperatura

Os insetos são animais poiquilotéricos, mais conhecidos como animais de sangue frio, e recebem este nome por serem capazes de manter a temperatura do corpo próxima à do ambiente. Grande parte das espécies poiquilotérmicas é adaptada a diferentes faixas de temperatura, visto que este fator é um dos principais responsáveis por influenciar a distribuição geográfica desses indivíduos (SILVEIRA NETO et al., 1976; TRUDGILL et al., 2005; SCHOWALTER, 2016).

Este fator abiótico é um dos que mais se destaca, pois é responsável por afetar o desenvolvimento dos insetos devido às suas necessidades térmicas e influenciar o tamanho de suas populações (HADDAD; PARRA; MORAES, 1999; MORAES; FOERSTER, 2015; SCHOWALTER, 2016). Através de trabalhos já desenvolvidos é possível constatar este fato, sendo possível observar que o tempo de duração do ciclo biológico dos insetos pode ser inversamente proporcional ao aumento da temperatura até determinado grau, podendo diminuir o tempo de duração das fases de ovo, larva, pupa e adulto, além de prejudicar o desenvolvimento embrionário (VAN PANHUIS et al., 2015;

MORAES; FOERSTER, 2015; QUIN et al., 2017; CHEN et al., 2017; PAES et al., 2018).

A temperatura também é um fator determinante nos modelos de previsão de ocorrência de insetos em nível de dano econômico em diferentes cultivos (HADDAD; PARRA; MORAES, 1999), o que torna necessário o conhecimento das exigências térmicas do mesmo. Além disso, estudos sobre tabela de vida também são importantes e têm sido utilizados para analisar e compreender a influência de diferentes temperaturas sobre populações de insetos (CHEN et al., 2017; GOLIZADEH et al., 2017).

1.2.3.2 Exigências térmicas

Conhecer as exigências térmicas dos insetos permite que uma previsão da ocorrência e duração de suas fases de desenvolvimento ao longo do ciclo da cultura seja feita, possibilitando melhor entendimento sobre o comportamento, a ecologia e o manejo de pragas (NONDILLO et al., 2008; KANG et al., 2009).

O fato de os insetos se adaptarem a diferentes faixas térmicas permite que seu desenvolvimento seja mais lento quando a temperatura ambiente diminui, chegando a um ponto em que o mesmo para de crescer. Essa temperatura é denominada limite térmico inferior ou temperatura base (T_b) e, a partir dela, à medida que a temperatura aumenta devido a processos fisiológicos, o inseto se desenvolve mais rápido, até atingir a temperatura ótima (T_o). Quando o desenvolvimento começa a diminuir e é cessado, é atingida a temperatura máxima (T_m) (TRUDGILL et al., 2005).

Para estudo das exigências térmicas dos insetos em experimentos realizados em condições de laboratório é preciso que a T_b e a constante térmica (K) sejam determinadas. A constante térmica é igual ao número de graus-dias necessários para que o desenvolvimento se complete, e é obtida a partir da T_b até a T_o (TRUDGILL et al., 2005). Para isso, são utilizados modelos lineares e

não-lineares baseados em cálculos matemáticos que têm o objetivo de prever o comportamento e possível distribuição dos insetos nos diferentes climas (LOGAN et al., 1976; LACTIN et al., 1995; HADDAD; PARRA; MORAES, 1999; BRIERE et al., 1999).

1.2.3.3 Alimento

A nutrição de um ser vivo pode estar ligada ao aspecto qualitativo, ou seja, os nutrientes exigidos para seu desenvolvimento, e quantitativo, que é a quantidade de alimento ingerido, digerido, assimilado e convertido em tecidos de crescimento. Esses dois fatores somados à presença de compostos secundários nos alimentos possuem influência sobre os aspectos biológicos dos insetos, os quais determinam a capacidade destes organismos em se reproduzir de forma eficiente (PANIZZI; PARRA, 2009).

Os alimentos naturais apresentam uma qualidade nutricional variável, porém a sazonalidade pode tornar sua exploração desafiadora. As condições ambientais como temperatura, umidade e fotoperíodo fazem com que esses alimentos não estejam sempre disponíveis, promovendo a adaptação dos insetos a condições menos favoráveis. Alguns exemplos são as alterações fisiológicas, como é o caso da diapausa, e a busca por habitats que possuam melhores condições de sobrevivência. Em ambos os casos é exigido o armazenamento de energia, que ocorre na forma de lipídio (PANIZZI; PARRA, 2009).

Insetos que se alimentam de plantas com baixa qualidade nutricional podem ser afetados de forma direta, através da redução do tamanho, peso, sobrevivência, intensidade do consumo pelas larvas, longevidade e potencial reprodutivo, e também de forma indireta através do aumento de sua exposição aos inimigos naturais (SCHOWALTER, 2016; SILVA et al., 2017).

Além do valor nutricional, outros fatores como as características físicas das plantas e a presença de metabólitos secundários também podem afetar o desenvolvimento dos insetos. Aqueles que se alimentam de hospedeiros com níveis mais baixos de compostos defensivos, por exemplo, precisam investir menos energia e nutrientes em enzimas de desintoxicação do que os que se alimentam de hospedeiros com maiores capacidades de se defender. Ainda, as defesas físicas que algumas plantas apresentam, como espinhos, tricomas e textura grossa dos tecidos, podem tornar o alimento inacessível ou indigerível (SARFRAZ, 2006; PANIZZI; PARRA, 2009; SCHOWALTER, 2016).

1.2.3.4 Tabela de vida de fertilidade

Para que programas de controle de pragas sejam colocados em prática de forma eficiente é importante que se conheça a ecologia do inseto e as razões que estão relacionados ao crescimento populacional de uma espécie. Para isso, é necessário estimar os parâmetros de crescimento e o potencial de reprodução de uma população, tornando mais fácil a previsão de futuros surtos em cultivos (SILVA et al., 2017; PARK et al., 2017).

Nesse contexto, estudos de tabela de vida de fertilidade são muito eficientes, pois permitem que se tenha melhor conhecimento sobre as características biológicas do artrópode, como tempo de desenvolvimento, taxas de sobrevivência, fecundidade e expectativa de vida (RAZAZZIAN et al., 2015; ROSTAMI et al., 2016). Como esses parâmetros são dependentes da temperatura, ela se torna o fator abiótico mais importante responsável por afetar o estabelecimento, a sobrevivência, a reprodução e a taxa intrínseca de grande parte das populações de insetos. Além disso, através da tabela de vida é possível demonstrar a relação entre fatores externos, como temperatura e hospedeiro e a dinâmica populacional (PARK et al., 2017; CHEN et al., 2017; GOMES; SANTOS; ÁVILA, 2017).

Cada indivíduo na tabela de vida tem seu próprio tempo de desenvolvimento, longevidade e fecundidade. As taxas de natalidade e mortalidade em uma população de insetos são determinadas por algumas condições, como: qualidade do alimento, temperatura, umidade relativa e fotoperíodo. Esses fatores são responsáveis pelas características desses organismos em condições controladas ou não (SILVEIRA NETO et al., 1976).

1.3 REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos fitossanitários**. 2018. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 13 de jan. de 2019.
- ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, A. M. **Coleção Plantar: Morango**. 2. ed. Brasília: Embrapa Inf. Tecnológica, 2011. 52 p.
- BALBINO, J. M. S.; BREMENKAMP, C. A.; COSTA, A. F.; BORGES, V. A. J. **Boas práticas de colheita e de pós-colheita: qualidade e aproveitamento do morango**. Vitória, ES: Incaper, 2016, 23p.
- BERGANT, K.; TRDAN, S. How reliable are thermal constants for insect development when estimated from laboratory experiments? **Entomologia Experimentalis et Applicata.**, v. 120, p. 251-256, 2006.
- BORTOLI, L. C.; BERTIN, A.; EFROM, C. F. S.; BOTTON, M. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepdoptera: Noctuidae) em morangueiro e videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1068-1073, 2012.
- BRIERE, J.-F.; PRACROS, P.; LE ROUX, A.-Y.; PIERRE, J.-S. A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods. **Environmental Entomology**, v. 28, p. 22–29, 1999.
- CAPINERA, J. L. **Handbook of vegetable pest**. New York: Academic Press, 2001. 762 p.
- CHEN, Q.; LI, N.; WANG, X.; MA, L.; HUANG, J.-B.; HUANG, G.-H. Age-stage, two-sex life table of *Parapoynx crisonalis* (Lepidoptera: Pyralidae) at different temperatures. **Plos One**, v. 12, n. 3, p. 1-12, 2017.
- CIVIDANES, F. J. **Uso de graus-dia em entomologia: com particular referência ao controle de percevejos pragas da soja**. Jaboticabal, Funep, 2000. 31p.
- COSTA, A. F.; LEAL, N R.; VENTURA, J. A.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JUNIOR, A. T.; COSTA, H. Adaptability and stability of strawberry cultivars using a mixed model. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 1, p. 435-440, 2015.
- DAROLT, M. R. Morango orgânico: opção sustentável para produtores, consumidores e meio ambiente. **Revista campo & negócio**, va. 2, n. 34, p. 58-61, 2008.
- EFROM, C. F. S.; BORTOLI, L. C.; BERTIN, A.; SPECHT, A.; BOTTON, M. Bioecologia e controle de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) em

videira no Rio Grande do Sul. **Comunicado Técnico 150**, Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013.

FORNAZIER, M.J.; PRATISSOLI, D.; MARTINS, D.S. Principais pragas da cultura do tomateiro estaqueado na região de montanhas do Espírito Santo. In: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Tomate**. Vitória: Incaper, p. 185-226, 2010.

FRAGOSO, D.F.M.; CARVALHO, J.R.; BARROS, A.P.; COFFLER, T.; MARCHIORI, J.J. P. LAGARTA-DAS-FOLHAS (*Spodoptera eridania*). In: HOLTZ, A.M.; RONDELLI, V.M.; CELESTINO, F.N.; BESTETE, L.R.; CARVALHO, J.R. (Orgs.). **Pragas das Brássicas**. Colatina: Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, p. 192-217, 2015.

GOLIZADEH, A.; ALIKHANI, M.; HASSANPOUR, M.; ENKEGAARD, A.; RAFIEE-DASTJERDI, H.; RAZMJOU, J. Comparative biology and life table of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) at five constant temperatures. **International Journal of Pest Management**, v. 63, n. 4, p. 364-370, 2017.

GOMES, E. S.; SANTOS, V.; ÁVILA, C. J. Biology and fertility life table of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in different hosts. **Entomological Science**, v. 20, n. 1, p. 419-126, 2017.

GUIMARÃES, J. A.; MICHEREFF FILHO, M.; RIBEIRO, M. P. G. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; LIZ, R. S. **Descrição e manejo das principais pragas do morangueiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2010. 8p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 90).

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1999. 29p.

HIRAO, T.; MURAKAMI, M.; IWAMOTO, J.; TAKAFUMI, H.; OGUMA, H. Scale-dependent effects of windthrow disturbance on forest arthropod communities. **Ecol. Res.**, v. 23, n. 1, p. 189-196, 2008.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER). 2019. **Polos de fruticultura – Morango**. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/fruticultura-morango>>. Acesso em: 13 de jan. de 2019.

JESUS, F. G.; SOUSA, P. V.; MACHADO, B. R.; PEREIRA, A. I. A.; ALVES, G. C. S. Desenvolvimento de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 4, p. 430-435, 2013.

KANG, L.; CHEN, B.; WEI, J. N.; LIU, T. X. Roles of thermal adaptation and chemical ecology in *Liriomyza* distribution and control. **Annu. Rev. Entomol.**, v. 54, n. 1, p. 127-145, 2009.

LACTIN, D. J.; HOLLIDAY, N.; JOHNSON, D.; CRAIGEN, R. Improved rate model of temperature-dependent development by arthropods. **Environmental Entomology**, v. 24, p. 68–75, 1995.

LOGAN, J.; WOLLKIND, D.; HOYT, S.; TANIGOSHI, L. An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods. **Environmental Entomology**, v. 5, p. 1133–1140, 1976.

MADAIL, J. C. M.; ANTUNES, L. E.; BELARMINO, L. C.; SILVA, B. A.; GARDIN, J. A. Avaliação econômica dos sistemas de produção de morango: convencional, integrado e orgânico. **Comunicado técnico 181**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007.

MANFREDI-COIMBRA S.; GARCIA, M. S.; BOTTON, M. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 553-557, 2001.

MORAES, C. P.; FOERSTER, L. A. Thermal requirements, fertility, and number of generations of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, v. 44, p. 338-344, 2015.

MORETTI, M.; LEGG, C. Combining plant and animal traits to assess community functional responses to disturbance. **Ecography**, v. 32, n. 2, p. 299-309, 2009.

NONDILLO, A.; REDAELLI, L. R.; BOTTON, M.; PINENT, S. M. J.; GITZ, R. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações anuais de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) em morangueiro. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 6, p. 646-650, 2008.

PAES, J. P. P.; LIMA, V. L. S.; PRATISSOLI, D.; CARVALHO, J. R.; PIROVANI, V. D.; BUENO, R. C. O. F. Thermal requirements, development and number of generations of *Duponchelia fovealis* (Zeller) (Lepidoptera: Crambidae). **An. Acad. Bras. Cienc.**, v. 90, n. 2, p. 2447-2457, 2018.

PANIZZI, A. R.; BUENO, A. F.; SILVA, F. A. C. Insetos que atacam vagens e grãos. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Editora Embrapa, 2012. p. 335-420.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. Introdução à bioecologia e nutrição de insetos como base para o manejo integrado de pragas. In: _____. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Info. Tec., 2009. cap. 1, p. 21-35.

PARK, C.-G.; CHOI, B.-R.; CHO, J. R.; KIM, J.-H.; AHN, J. J. Thermal effects on the development, fecundity and life table parameters of *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus) (Hemiptera: Aphididae) on barley. **Journ. Asia-Pacific Entomol.**, v. 20, n.1, p. 767-775, 2017.

PEREIRA, J. M.; SEII, A. H.; OLIVEIRA, M. F.; BRUSTOLIN, C.; FERNANDES, O. M. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p.140-143, 2009.

PRATISSOLI, D. Tomate: *Spodoptera* em tomate. **Revista cultivar**. v. 54, p. 6-7, 2009.

PRATISSOLI, D.; GONÇALVES, J. R. Brocção. In: PRATISSOLI, D. (Org.) **Pragas emergentes no estado do Espírito Santo**. Alegre: UNICOPY, 2015, p. 46-53.

PRATISSOLI, D.; PIROVANI, V. D.; CARVALHO, J. R.; DALVI, L. P. Manejo de pragas para a cultura do morangueiro: sem resíduo de agrotóxico. Alegre: Nudemafi, 2015, 64p. (Nudemafi: Série Técnica n.2).

QUIN, J.; ZHANG, L.; LIU, Y.; SAPPINGTON, T. W.; CHENG, Y.; LUO, L.; JIANG, X. Population projection and development of the *Mythimna loreyi* (Lepidoptera: Noctuidae) as affected by temperature: Application of an age-stage, two-sex life table. **Journ. Econom. Entomol.**, v. 110, n. 4, p. 1-9, 2017.

RADMANN, E. B.; BIANCHI, V. J.; OLIVEIRA, R. P.; FACHINELLO, J. C.; Caracterização e diversidade genética de cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 84-87, 2006.

RAZAZZIAN, S.; HASSANI, M. R.; IMANI, S.; SHOJAI, M. Life table parameters of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) on four commercial pistachio cultivars. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 18, p. 55-59, 2015.

ROSTAMI, E.; MADADI, H.; ABBASIPOUR, H.; ALLAHYARI, H.; CUTHBERTSON, A. G. S. Life table parameters of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on different tomato cultivars. **Journ. Appl. Entomol.**, v. 141, n. 2, p. 88-96, 2016.

SANTOS, K. B.; MENEGUIN, A. M.; NEVES, P. M. O. J. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepdoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 903-910, 2005.

SARFRAZ, M.; DOSDALL, L. M.; KEDDIE, B. A. Diamondback moth-hosto plant interactions: implications for pest management. **Crop protection**, v. 25, p. 625-639, 2006.

SCHOWALTER, T. D. Resource allocation. In:____. **Insect ecology: an ecosystem approach**. 4 ed., Baton Rouge: Elsevier, 2016, p. 107-137.

SCHOWALTER, T. D. Responses to abiotic conditions. In:____. **Insect ecology: an ecosystem approach**. 4 ed., Baton Rouge: Elsevier, 2016, p. 21-57.

SILVA, D. M.; BUENO, A. F.; STECCA, C. S.; ANDRADE, K.; NEVES, P. M. O. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Biology of *Spodoptera eridania* and *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) on different host plants. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 4, 2017.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia de insetos**. 1 ed. Piracicaba: Editora Ceres, 1976. 419 p.

STAPP, P., ANTOLIN, M. F., BALL, M. Patterns of extinction in prairie dog metapopulations: plague outbreaks follow El Niño events. **Front. Ecol. Environ**, v. 2, n. 5, p. 235–240, 2004.

TAZZO, I. F.; FAGHERAZZI, A. F.; LERIN, S.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Exigência térmica de duas seleções e quatro cultivares de morangueiro cultivado no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 550-558, 2015.

TEODORO, A. V.; PROCÓPIO, S. O.; BUENO, A. F.; NEGRISOLI, A. S.; CARVALHO, H. W. L.; NEGRISOLI, C. R. C. B.; BRITO, L. F.; GUZZO, E. C. *Spodoptera cosmioides* (Walker) e *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae): novas pragas de cultivos da região nordeste. **Comunicado Técnico 131**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013.

TRUDGILL, D. L.; HONEK, A.; LI, D.; VAN STRAALLEN, N. M. Thermal time – concepts and utility. **Annals of Applied Biology**, v. 146, p. 1-14, 2005.

VAN PANHUIS, W. G. et al. Region-wide synchrony and traveling waves of dengue across eight countries in Southeast Asia. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 42, p. 13069–13074, 2015.

2 CAPÍTULO II

BIOLOGIA E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DE *Spodoptera eridania* (CRAMER, 1792) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM DIFERENTES TEMPERATURAS E ALIMENTOS

RESUMO

A *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) é um inseto fitófago considerado muito voraz, e seu controle é feito, na maioria das vezes, através do uso de agrotóxicos. No estado do Espírito Santo, existem relatos da ocorrência deste lepidóptero principalmente em cultivos de morango. São poucos os produtos registrados que realizem o manejo da praga, e os estudos envolvendo a espécie são escassos, o que torna necessária a execução de trabalhos que tenham como objetivo o desenvolvimento de métodos de manejo alternativos. Assim, o presente trabalho estudou os aspectos biológicos e as exigências térmicas de *S. eridania* criadas em diferentes temperaturas e alimentadas com dieta artificial e folíolos de morangueiro. Os insetos foram submetidos a seis temperaturas constantes (15, 19, 23, 27, 31 e 35 °C) em câmaras climáticas e em cada uma delas foram oferecidos os dois tipos de alimento para que os dados de duração, viabilidade, oviposição total, razão sexual e sobrevivência fossem obtidos. As taxas de desenvolvimento de *S. eridania* em função da temperatura nos diferentes alimentos foram analisadas em modelos lineares e não-lineares. As diferentes temperaturas e alimentos tiveram influência sobre os estágios de desenvolvimento do inseto e o ciclo ovo-adulto. O modelo de regressão linear se ajustou a todas as fases de desenvolvimento de *S. eridania*. Para os modelos não-lineares testados, o que mais se adequou às fases de ovo, larva, pupa e o ciclo ovo-adulto foi o Briere-2, enquanto o mais adequado ao estágio de pré-pupa foi o Logan-6. O desenvolvimento de *S. eridania* é inversamente proporcional ao aumento da temperatura.

Palavras-chave: Dieta artificial. Foliolo de morangueiro. Temperatura. Fases de desenvolvimento.

BIOLOGY AND THERMAL REQUIREMENTS OF *Spodoptera eridania* (CRAMER, 1792) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) AT DIFFERENT TEMPERATURES AND FOODS

ABSTRACT

The *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) is a very voracious phytophagous insect, and its control is done mainly through agrochemicals. In the Espírito Santo state, this lepidopteran occurs mainly in strawberry crops. The products registered to control the pest are few, and studies involving the species are scarce, which makes it necessary to carry out works that aim at the development of alternative management methods. Thus, the present work studied the biological aspects and the thermal requirements of *S. eridania* grown at different temperatures and fed with artificial diet and strawberry leaflets. The insects were submitted to six constant temperatures (15, 19, 23, 27, 31 and 35 °C) in climatic chambers and fed with two types of food so that the data of duration, viability, total oviposition, sexual ratio and survival were obtained. The development of *S. eridania* as a function of temperature in the different foods was analyzed in linear and nonlinear models. The different temperatures and foods influenced the development stages of the insect and the egg-adult cycle. The linear regression model fits all development stages of *S. eridania*. For the nonlinear models tested, the most appropriate for the egg, larva, pupa and egg-adult cycle was Briere-2, and the most suitable for the pre-pupal stage was the Logan-6. The development of *S. eridania* is inversely proportional to the increase in temperature.

Keywords: Artificial diet. Strawberry leaflet. Temperature. Development stage.

2.1 INTRODUÇÃO

A *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) é um inseto polífono e muito voraz, responsável por causar danos em diversos cultivos de importância econômica, como soja, algodão, tomate (PEREIRA et al., 2009; SANTOS et al., 2010; BORTOLI et al., 2012; SILVA et al., 2017). No estado do Espírito Santo, há relatos constantes de sua ocorrência em cultivos de morango (PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015). Geralmente, as injúrias causadas pelas lagartas ocorrem em toda a planta, reduzindo seu potencial fotossintético através da raspagem das folhas e provocando a perfuração dos frutos em processo de maturação (PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015; FRAGOSO et al., 2015).

O controle da praga é feito principalmente através do uso de agrotóxicos, porém, dependendo da cultura, são poucos ou inexistentes os produtos registrados para realizar o manejo correto do inseto (PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015; AGROFIT, 2019). Este fator somado a pouca quantidade de estudos envolvendo a espécie faz com que se torne necessário o desenvolvimento de trabalhos que visem o estudo de suas características bioecológicas.

A temperatura na qual o inseto se desenvolve e o alimento disponível para completar seu ciclo possuem papel relevante sobre o desenvolvimento destes organismos vivos, e podem ser responsáveis por afetar sua sobrevivência, longevidade e reprodução (JING; XIA; LI, 2016; PAES et al., 2018). Assim, estudar o desenvolvimento dos insetos em diferentes temperaturas e ter conhecimento sobre a influência de diferentes tipos de alimento no desenvolvimento é fundamental para que a melhor tática de manejo seja colocada em prática.

Diante disso, o presente estudo objetivou estudar as características biológicas e as exigências térmicas de *S. eridania* submetidas a diferentes temperaturas e alimentos.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local e época do experimento

Os experimentos foram conduzidos no setor de entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES) no período de março a dezembro de 2018.

2.2.2 Obtenção e criação de *Spodoptera eridania*

Os insetos utilizados nos experimentos foram retirados da criação existente no setor de entomologia do NUDEMAFI do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), os quais foram previamente coletados em lavouras comerciais de tomate e repolho localizadas no distrito de São Paulinho, Domingos Martins, Espírito Santo (Altitude: 620 metros; Latitude: 20°21'28" Sul; Longitude: 40°39'33" Oeste).

As lagartas coletadas foram alimentadas com folhas de couve *Brassica oleraceae* cultivar Manteiga e mantidas em salas climatizadas com condições de temperatura e umidade controladas (25 ± 1 °C, UR de $70 \pm 10\%$) até que atingissem a fase adulta. Os adultos recém-emergidos foram transferidos para gaiolas de PVC (20,0 cm de diâmetro x 25,0 cm de altura) forradas internamente com folha de papel branco para oviposição, onde a parte superior foi coberta por tecido tipo "voil" e a inferior fechada por uma placa quadrada de isopor (25,0 cm de largura x 3,0 de espessura). As mariposas receberam diariamente mel em solução a 10% como alimento, por meio de algodão

embebido em frascos de plástico. As posturas foram removidas cortando o papel onde estavam as massas de ovos que posteriormente foram acondicionadas em gerbox quadrado (6,0 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura). As lagartas recém-eclodidas foram transferidas para potes plásticos contendo dieta artificial composta por 125 g de feijão, 62,4 g de levedo de cerveja, 100 g de gérmen de trigo, 100 g de proteína de soja, 50 g de caseína, 35 g de ágar, 5 g de nipagin, 6 g de ácido ascórbico, 3 g de ácido sórbico, 6 mL de formol a 40% e 10 g de solução vitamínica (niacinamida, pantotenato de cálcio, tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido fólico, biotina e vitamina B12), onde permaneceram até os ínstares finais (GREENE; LEPPLA; DICKERSON, 1976). Ao se aproximarem da fase de pré-pupa, as lagartas foram individualizadas em potes plásticos (10 cm de diâmetro x 7 cm de altura) com tampas com aberturas cobertas por tecido do tipo microtule, onde foram oferecidos cubos da mesma dieta artificial citada acima e permaneceram até atingirem a fase de pupa. As pupas foram coletadas e transferidas para caixas plásticas (10,0 cm de comprimento x 10,0 cm de largura x 5,0 de altura) até a emergência dos adultos, que foram transferidos para gaiolas de acrílico (80 cm x 80 cm x 70 cm), nas quais se mantiveram por 48 horas até serem transferidos para gaiolas de PVC nas mesmas situações citadas anteriormente.

2.2.3 Material vegetal

As mudas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) da cultivar “Oso Grande” foram obtidas de comércio especializado de mudas em São João do Garrafão, distrito de Santa Maria de Jetibá, e transplantadas em canteiros (1 m x 5 m) (Figura 1) dentro de casa de vegetação utilizando espaçamento 30 cm x 30 cm. A adubação e calagem foram realizadas conforme recomendação para a cultura no estado (PREZOTTI et al., 2007).



Figura 1 - Canteiros com mudas de morangueiro em casa de vegetação.

2.2.4 Biologia de *Spodoptera eridania* em diferentes temperaturas e dietas

As diferentes fases de desenvolvimento de *S. eridania* foram avaliadas em seis temperaturas constantes (15, 19, 23, 27, 31 e 35 °C) em câmaras climatizadas com umidade relativa de 70 ± 10 % e fotofase de 12 horas. Em cada uma das temperaturas, as lagartas foram submetidas a diferentes tipos de alimentos: dieta artificial (GREENE; LEPPLA; DICKERSON, 1976) e folíolos de morangueiro. Para isso, massas de ovos com idade de 12 horas, provenientes da criação, foram separadas em 20 unidades experimentais de 20 ovos cada em gerbox quadrado. Destas, 10 foram destinadas aos insetos alimentados com dieta artificial e 10 para aqueles alimentados com folíolos de morangueiro. Em seguida, as massas de ovos foram levadas às câmaras climatizadas e incubadas nas temperaturas citadas acima. Os ovos foram acompanhados diariamente para que o período de incubação fosse avaliado.

Para estudo do período larval, as lagartas recém-eclodidas foram acondicionadas em gerbox quadrado em 15 repetições contendo cinco insetos para cada alimento. Para os insetos alimentados com dieta artificial, foram oferecidos diariamente cubos de dieta (2 cm de diâmetro x 2 cm de altura). Os folíolos de morangueiro oferecidos às lagartas foram mantidos em tubo anestésico, contendo água e presos por um chumaço de algodão e substituídos quando murchos ou na ausência de área foliar necessária para alimentação dos insetos (Figura 2). Os recipientes contendo as lagartas foram mantidos em câmaras climatizadas nas diferentes temperaturas. Ao atingirem os instares finais, o fundo dos gerbox foram forrados com folhas de papel branco para proporcionar abrigo, e as lagartas nele permaneceram até que chegassem a fase de pré-pupa e pupa. As avaliações dos diferentes tratamentos foram feitas diariamente para que a duração e viabilidade das fases de larva, pré-pupa e pupa fossem contabilizadas. Em relação à fase de pupa, o número de insetos deformados e a razão sexual também foram contabilizados (BUTT; CANTU, 1962).

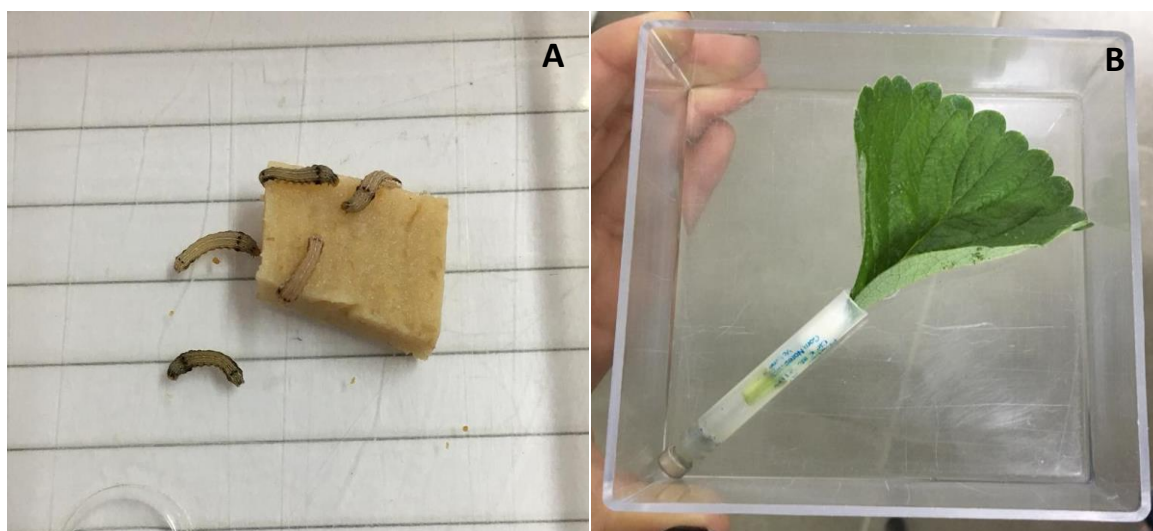


Figura 2 - Alimentos oferecidos a *S. eridania* nas seis diferentes temperaturas. Cubo de dieta artificial (A) e folíolo de morangueiro (B).

Para avaliação da fase adulta foram confeccionadas gaiolas de PVC (10 cm de diâmetro x 10 cm de altura) nos mesmos padrões daqueles utilizados na criação de laboratório, e em cada gaiola foi disposto um casal. As mariposas foram alimentadas com solução de mel a 10%, que foi trocada diariamente para que não houvesse risco de contaminação. Foram avaliados período de pré-oviposição e de oviposição, número de posturas e longevidade de adultos. Foi considerado período de pré-oviposição os dias em que as fêmeas permaneceram sem ovipositar, desde a emergência até realizarem a primeira postura. Os dias em que as fêmeas permaneceram ovipositando, desde a primeira postura até a última, foram considerados período de oviposição. O número médio de posturas e de ovos foi avaliado através da contagem de massas de ovos e do número de ovos existentes, respectivamente, em todas as gaiolas e a realização do cálculo de divisão destas pelo número de gaiolas. A longevidade de fêmeas e adultos foi avaliada através da observação diária dos indivíduos até que todos estivessem mortos.

2.2.5 Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera eridania*

A partir dos dados de duração do desenvolvimento (D) obtidos nas temperaturas e alimentos descritos anteriormente, foi realizado o cálculo da velocidade de desenvolvimento (inverso do desenvolvimento: $1/D$), que serviu como variável dependente em função das temperaturas estudadas (variável independente), de acordo com o modelo linear $1/D = a + bT$, tido como método da hipérbole, onde $1/D$ = velocidade de desenvolvimento, a = Coeficiente linear, b = Coeficiente angular e T = Temperatura (HADDAD; PARRA; MORAES, 1999).

A Temperatura base (T_b) foi estimada pela relação do intercepto com o coeficiente linear da equação, resultante da estimativa de desenvolvimento zero na equação, onde $1/D = a + bT$ é igualado $1/D$ a zero, tem que: $0 = a + bT$

logo, $T = -a/b$. A constante térmica (K) foi calculada pelo inverso do coeficiente linear ($K = 1/b$).

2.2.6 Análise estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 6 (alimentos x temperaturas) e o número de repetições variou de acordo com a fase de desenvolvimento. As variáveis duração (dias), viabilidade (%), razão sexual, sobrevivência dos adultos e número total de ovos/fêmea foram submetidas à análise de variância e os resíduos experimentais submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett para verificar a normalidade e homogeneidade de variâncias. Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), entre temperaturas, e pelo teste F ($p < 0,05$), entre alimentos. Para a realização das análises de variância e comparação de médias foi utilizado o pacote *ExpDes.pt*, do aplicativo computacional R versão 3.5.0 (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2018; R CORE TEAM, 2018).

As taxas de desenvolvimento de *S. eridania* em função da temperatura nos diferentes alimentos foram analisadas em modelos lineares e não lineares (Tabela 1). Os parâmetros que compõem cada um dos modelos foram estimados pelo método de Levenberg-Marquardt, usando-se o pacote *minpack.lm* (ELZHOV et al., 2016) do aplicativo computacional R versão 3.5 (R CORE TEAM, 2018). A seleção do modelo com melhor ajuste foi realizada com base no teste de aderência de chi-quadrado (χ^2), coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), logaritmo de máxima verossimilhança (LogLik), soma de quadrado residual (SQR), critério de informação de Akaike (AIC) e Bayesiana (BIC).

Tabela 1 - Modelos usados para relacionar a taxa de desenvolvimento com a temperatura ambiente, onde $r(T)$ é a razão de desenvolvimento (1/dia).

Modelo	Equação	Parâmetros	Referências
Linear	$r(T) = a + b \cdot T$	a : intercepto b : inclinação da reta	Haddad; Parra; Moraes (1999)
Briere1	$r(T) = a \cdot T \cdot (T - T_{min}) \cdot (T_{max} - T)^{\frac{1}{2}}$	T_{min} : limiar térmico inferior T_{max} : limiar térmico superior a : constante	Briere et al. (1999)
Briere2	$r(T) = a \cdot T \cdot (T - T_{min}) \cdot (T_{max} - T)^{\frac{1}{b}}$	T_{min} : limiar térmico inferior T_{max} : limiar térmico superior a, b : constantes	
Logan6	$r(T) = \psi \cdot \exp^{\rho T} - \exp\left(\rho T_{max} - \frac{(T_{max} - T)}{\Delta T}\right)$	ψ : razão de desenvolvimento acima do limiar base de temperatura T_{max} : limiar térmico superior ΔT : amplitude do limite de alta temperatura ρ : constant	Logan et al. (1976)
Lactin1	$r(T) = \exp^{\rho T} - \exp\left(\rho T_{max} - \frac{(T_{max} - T)}{\Delta T}\right)$	ρ : constant T_{max} : temperature máxima ΔT : amplitude do limite de alta temperatura	Lactin et al. (1995)
Lactin2	$r(T) = \exp^{\rho T} - \exp\left(\rho T_{max} - \frac{(T_{max} - T)}{\Delta T}\right) + b$	ρ, b : constante T_{max} : temperatura máxima ΔT : amplitude do limite de alta temperatura	Lactin et al. (1995)

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Aspectos biológicos de *Spodoptera eridania* submetida a diferentes temperaturas e alimentos

2.3.1.1 Duração e viabilidade dos diferentes estágios de desenvolvimento de *S. eridania*

O período de incubação dos ovos de *S. eridania* variou de $12,86 \pm 0,07$ a 3 dias nas temperaturas de 15 °C a 35 °C, respectivamente. Para a viabilidade desta fase, houve destaque para as temperaturas de 23 e 35 °C, que se diferenciaram das demais pela maior e menor porcentagem, com 73% e 14% de viabilidade dos ovos, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Duração (dias) e viabilidade (%) da fase de ovo de *Spodoptera eridania* submetida a diferentes temperaturas.

Temperatura (°C)	Duração ¹	Viabilidade ¹
15	$12,86 \pm 0,06$ a	$48 \pm 0,04$ b
19	$8 \pm 0,00$ b	$51 \pm 0,04$ b
23	$4 \pm 0,00$ c	$73 \pm 0,04$ a
27	$4 \pm 0,00$ c	$46 \pm 0,05$ b
31	$3 \pm 0,00$ d	$54 \pm 0,02$ b
35	$3 \pm 0,00$ d	$14 \pm 0,03$ c

¹Médias (\pm EP) seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A duração da fase larval variou de $46,16 \pm 0,19$ dias sob $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $7,12 \pm 0,07$ dias sob $31\text{ }^{\circ}\text{C}$ para insetos alimentados com dieta artificial; e $141,55 \pm 3,87$ a $14,86 \pm 0,55$ dias nas temperaturas de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $31\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente, para aqueles alimentados com folíolos de morangueiro. Ao comparar os diferentes alimentos dentro de cada temperatura, foi possível observar que lagartas alimentadas com dieta natural apresentaram maior tempo de desenvolvimento em relação as que receberam dieta artificial. Lagartas submetidas à temperatura de 35°C não completaram a fase de desenvolvimento. Não houve diferenças na viabilidade larval nas diferentes temperaturas em insetos alimentados com dieta artificial. Quando alimentadas com folíolos de morangueiro, as lagartas apresentaram menores viabilidades na menor e maior temperatura, com média de 15% na temperatura de 15°C e 47% aos 31°C . Todas as temperaturas se diferenciaram entre si quando comparadas entre os diferentes alimentos, com maiores viabilidades para lagartas alimentadas com dieta artificial (Tabela 3).

Tabela 3 - Duração (dias) e viabilidade (%) da fase de larva de *Spodoptera eridania* submetida a diferentes temperaturas e alimentos.

Fase de Larva				
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) ²	Duração ¹		Viabilidade ¹	
	Dieta artificial	Folíolo de morangueiro	Dieta artificial	Folíolo de morangueiro
15	$46,16 \pm 0,19$ aB	$141,55 \pm 3,87$ aA	$89 \pm 0,04$ aA	$15 \pm 0,04$ dB
19	$27,95 \pm 0,15$ bB	$73,38 \pm 1,26$ bA	$81 \pm 0,05$ aA	$67 \pm 0,05$ bB
23	$14,57 \pm 0,21$ cB	$37,51 \pm 0,73$ cA	$93 \pm 0,03$ aA	$71 \pm 0,05$ aB
27	$11,74 \pm 0,08$ dB	$25,16 \pm 0,34$ dA	$96 \pm 0,02$ aA	$68 \pm 0,05$ abB
31	$7,12 \pm 0,07$ eB	$14,86 \pm 0,55$ eA	$97 \pm 0,02$ aA	$47 \pm 0,06$ cB
35	-	-	-	-

¹Médias (\pm EP) seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Médias (\pm EP) seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Em relação à duração da fase de pré-pupa, o tempo de desenvolvimento variou de $5,87 \pm 0,24$ a $1,69 \pm 0,13$ dias, da menor para a maior temperatura, para insetos alimentados com dieta artificial. Quando submetidos à alimentação à base de folíolos de morangueiro, a duração variou de 5 ± 1 a $1,7 \pm 0,15$ dias, entre as temperaturas de 15°C a 31°C . Ao comparar as diferentes dietas dentro de cada temperatura, houve diferenças significativas somente nas temperaturas de 19°C e 27°C . Tratando-se da temperatura de 19°C , a média da duração em dias para pré-pupas alimentadas com dieta artificial superou a média daquelas que receberam dieta natural, as quais foram $6,02 \pm 0,17$ e $3,71 \pm 0,31$ dias, respectivamente. Para as pré-pupas alimentadas com folíolos de morangueiro, as temperaturas mais baixas apresentaram viabilidade menor que as demais, com porcentagem média de 18% e 56% nas temperaturas de 15°C e 19°C , respectivamente. Entre os diferentes alimentos, as temperaturas de 27°C e 31°C não se diferenciaram significativamente nas diferentes dietas (Tabela 4).

Tabela 4 - Duração (dias) e viabilidade (%) da fase de pré-pupa de *Spodoptera eridania* submetida a diferentes temperaturas e alimentos.

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) ²	Fase de Pré-pupa			
	Duração ¹		Viabilidade ¹	
	Dieta artificial	Folíolo de morangueiro	Dieta artificial	Folíolo de morangueiro
15	$5,87 \pm 0,24$ aA	$5,00 \pm 1,00$ aA	$77,00 \pm 0,05$ aA	$18,00 \pm 0,12$ cB
19	$6,02 \pm 0,17$ aA	$3,71 \pm 0,31$ abB	$70,00 \pm 0,06$ aA	$56,00 \pm 0,07$ bB
23	$2,58 \pm 0,13$ bA	$2,88 \pm 0,23$ bA	$84,00 \pm 0,04$ aA	$77,00 \pm 0,06$ aB
27	$1,39 \pm 0,07$ cB	$1,89 \pm 0,12$ cA	$85,00 \pm 0,04$ aA	$86,00 \pm 0,05$ aA
31	$1,69 \pm 0,13$ cA	$1,70 \pm 0,15$ cA	$75,00 \pm 0,05$ aA	$77,00 \pm 0,07$ aA
35	-	-	-	-

¹Médias (\pm EP) seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Médias (\pm EP) seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O tempo de desenvolvimento obtido na fase de pupa variou de $38,36 \pm 1,04$ a $7,56 \pm 0,26$ dias, nas temperaturas de 15°C a 31°C , para pupas alimentadas com dieta artificial e $23,67 \pm 1,77$ a $8,17 \pm 0,84$ dias, entre as temperaturas de 19°C a 31°C , para aquelas que receberam folíolos de morangueiro. Quando os diferentes alimentos foram avaliados dentro de cada temperatura, houve diferenças significativas nas temperaturas de 23°C e 31°C , com tempo médio de duração da fase de pupa de $10,97 \pm 0,19$ e $13,55 \pm 1,09$ dias e $7,56 \pm 0,26$ e $10,33 \pm 1,09$ dias, quando alimentadas com dieta artificial e natural, respectivamente. Na temperatura de 15°C , quando alimentadas com folíolos de morangueiro, os insetos não atingiram a fase de pupa (Tabela 5). Nas análises de viabilidade da fase de pupa não houve interação, portanto, os fatores temperatura e alimento foram analisados individualmente. As menores viabilidades encontradas nesse estágio estão na menor e maior temperatura, de 15°C e 31°C , com 25% e 48%, respectivamente. Ao analisar o fator alimento, é possível constatar que a maior viabilidade ocorreu em pupas alimentadas com dieta artificial. Para pupas que receberam dieta natural não foi possível avaliar este parâmetro, pois os insetos não atingiram a fase (Tabelas 6 e 7).

Tabela 5 - Duração (dias) da fase de pupa de *Spodoptera eridania* submetida a diferentes temperaturas.

Fase de Pupa		
Temperatura (°C) ²	Dieta artificial ¹	Fólio de morangueiro ¹
15	38,36 ± 1,04 a	-
19	22,50 ± 0,43 bA	23,67 ± 1,77 aA
23	10,97 ± 0,19 cB	13,55 ± 1,09 abA
27	8,82 ± 0,17 dA	8,17 ± 0,84 cA
31	7,56 ± 0,26 dB	10,33 ± 1,09 bA
35	-	-

¹Médias (± EP) seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a

²Médias (± EP) seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Viabilidade (%) da fase de pupa de *Spodoptera eridania* submetida a diferentes temperaturas.

Fase de Pupa	
Temperatura (°C)	Viabilidade
15	25 ± 0,06 c
19	56 ± 0,06 a
23	59 ± 0,05 a
27	52 ± 0,05 ab
31	48 ± 0,06 b
35	-

Médias (± EP) seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Viabilidade (%) da fase de pupa de *Spodoptera eridania* submetida a diferentes alimentos.

Fase de Pupa	
Alimentos	Viabilidade
Dieta artificial	$51 \pm 0,03$ a
Folículos de morangueiro	$47 \pm 0,04$ b

Médias (\pm EP) seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando a duração do ciclo ovo-adulto, houve variação de $101,48 \pm 0,8$ a $20,33 \pm 0,19$ dias, entre as temperaturas de 15°C a 31°C , para *S. eridania* completar o ciclo quando alimentadas com dieta artificial e $105,93 \pm 0,45$ a $31,04 \pm 0,18$ dias, entre as temperaturas de 19°C a 31°C , quando submetidas à alimentação com folículos de morangueiro. Ao comparar diferentes alimentos dentro de cada temperatura, observaram-se maiores tempos de desenvolvimento para insetos alimentados com dieta natural. As maiores viabilidades para o ciclo ovo-adulto foram encontradas nas duas temperaturas mais próximas à ideal para o desenvolvimento de *S. eridania*, com médias de 79% e 81% quando alimentadas com dieta artificial e 55% e 65% quando alimentadas com folículos de morangueiro, aos 23°C e 27°C , respectivamente. Todas as temperaturas se diferenciaram entre si quando comparadas entre os diferentes alimentos, indicando que a viabilidade do ciclo total foi maior quando os insetos foram alimentados com dieta artificial (Tabela 8).

Tabela 6 - Duração (dias) e viabilidade (%) do ciclo ovo-adulto de *Spodoptera eridania* submetida a diferentes temperaturas e alimentos.

Ciclo ovo-adulto				
Temperatura (°C) ²	Duração ¹		Viabilidade ¹	
	Dieta artificial	Folículo de morangueiro	Dieta artificial	Folículo de morangueiro
15	101,48 ± 0,80 a	-	72 ± 0,05 b	-
19	64,63 ± 0,27 bB	105,93 ± 0,45 aA	57 ± 0,06 cA	40 ± 0,06 cB
23	31,12 ± 0,11 cB	58,27 ± 0,71 bA	79 ± 0,05 aA	55 ± 0,06 bB
27	25,33 ± 0,09 dB	40,76 ± 0,43 cA	81 ± 0,05 aA	65 ± 0,06 aB
31	20,33 ± 0,19 eB	31,04 ± 0,18 dA	73 ± 0,05 abA	36 ± 0,06 dB
35	-	-	-	-

¹Médias (± EP) seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Médias (± EP) seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

2.3.1.2 Oviposição total de fêmeas de *S. eridania*

O maior número médio de ovos foi encontrado nas temperaturas de 23 e 27°C quando as fêmeas de *S. eridania* foram criadas à base de alimento artificial, com médias de 1412 ± 432,39 e 264 ± 171 ovos por fêmeas, respectivamente. Para mariposas criadas em folículo de morangueiro, não houve diferenças entre as diferentes temperaturas. Ao comparar o número médio de ovos entre os diferentes alimentos dentro de cada temperatura, os insetos criados a 23°C e alimentados com dieta artificial à base de feijão se destacaram em relação ao número de ovos por fêmea (Tabela 9).

Tabela 9 - Oviposição total (média \pm EP) de fêmeas *Spodoptera eridania* analisada entre as diferentes temperaturas dentro de cada alimento.

Temperaturas (°C) ²	Oviposição Total	
	Dieta artificial ¹	Folíolo de morangueiro ¹
15	103,5 \pm 34,84 b	-
19	118 \pm 44,22 bA	128 \pm 0,00 aA
23	1412 \pm 432,39 aA	301,2 \pm 59,95 aB
27	264 \pm 171,00 abA	507,5 \pm 48,50 aA
31	144 \pm 56,53 b	-
35	-	-

¹Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Médias (\pm EP) seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

2.3.1.3 Razão sexual e sobrevivência de *S. eridania*

Para a razão sexual não foram encontradas diferenças significativas entre as diferentes temperaturas dentro de cada alimento e quando comparados os diferentes alimentos dentro de cada temperatura.

Ao analisar a sobrevivência de *S. eridania* alimentadas com diferentes dietas dentro de cada temperatura, não houve diferenças entre as médias, para macho e fêmea, nas temperaturas de 19 e 23°C. Para 27 e 31°C, as mariposas que receberam dieta artificial apresentaram maior sobrevivência, considerando os dois sexos (Figura 3). Para as diferentes temperaturas dentro de cada alimento, é possível observar que para insetos alimentados com dieta artificial, fêmeas que se desenvolveram na temperatura de 15°C apresentaram maior sobrevivência em dias, enquanto a condição de 19°C obteve a menor média. Em relação aos machos, a maior sobrevivência se manteve nos 15°C e não se diferiu em adultos criados a 23°C. Ao levar em conta as fêmeas que receberam folíolo de morangueiro, foi possível observar que os maiores valores se concentraram nas temperaturas de 19 e 23°C. Para machos as maiores

sobrevivências também foram encontradas nessas temperaturas, decrescendo conforme estas aumentavam (Figuras 4 e 5).

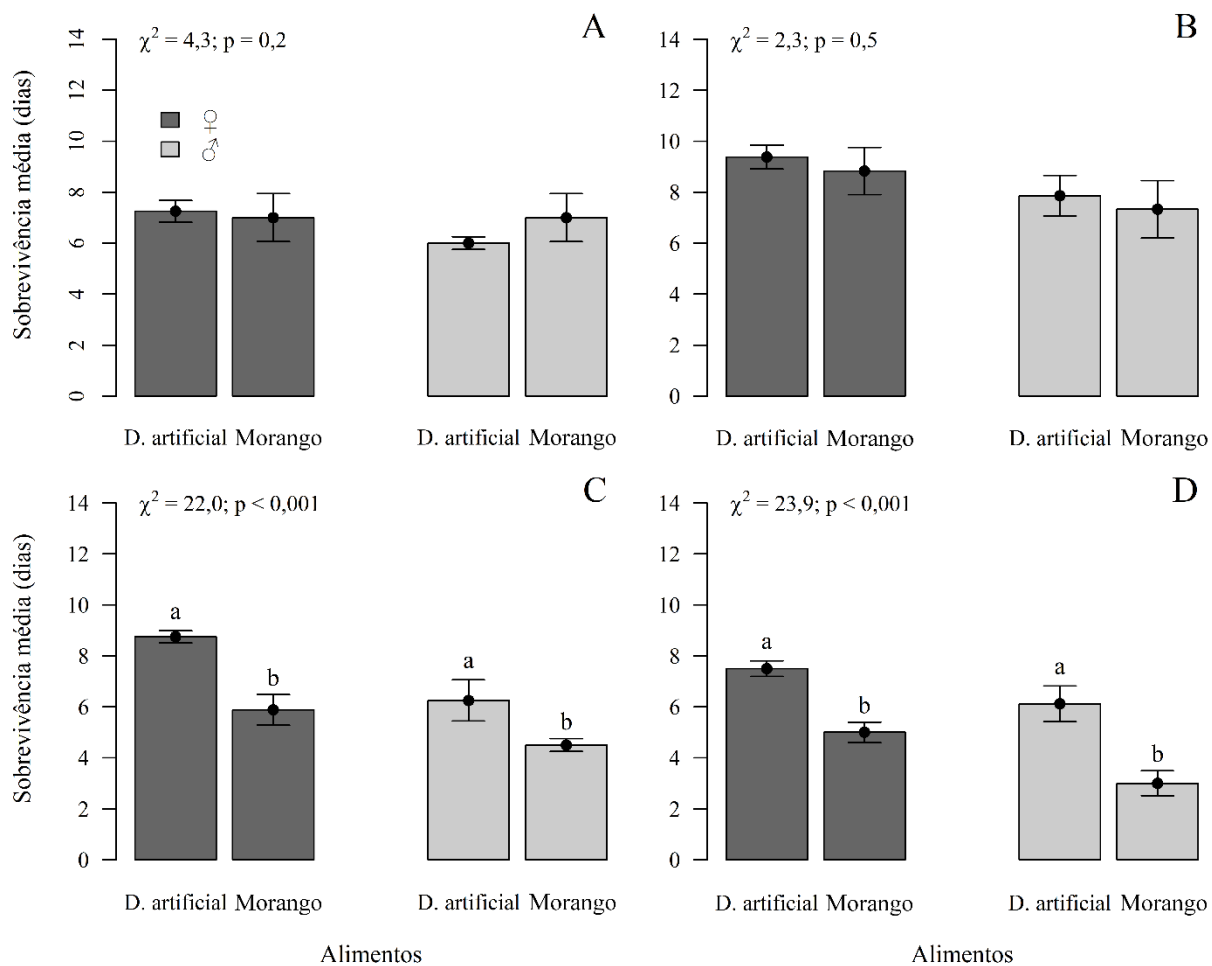


Figura 3 - Sobrevivência média de *Spodoptera eridania* alimentadas com diferentes alimentos nas temperaturas de 19°C (A), 23°C (B), 27°C (C) e 31°C (D).

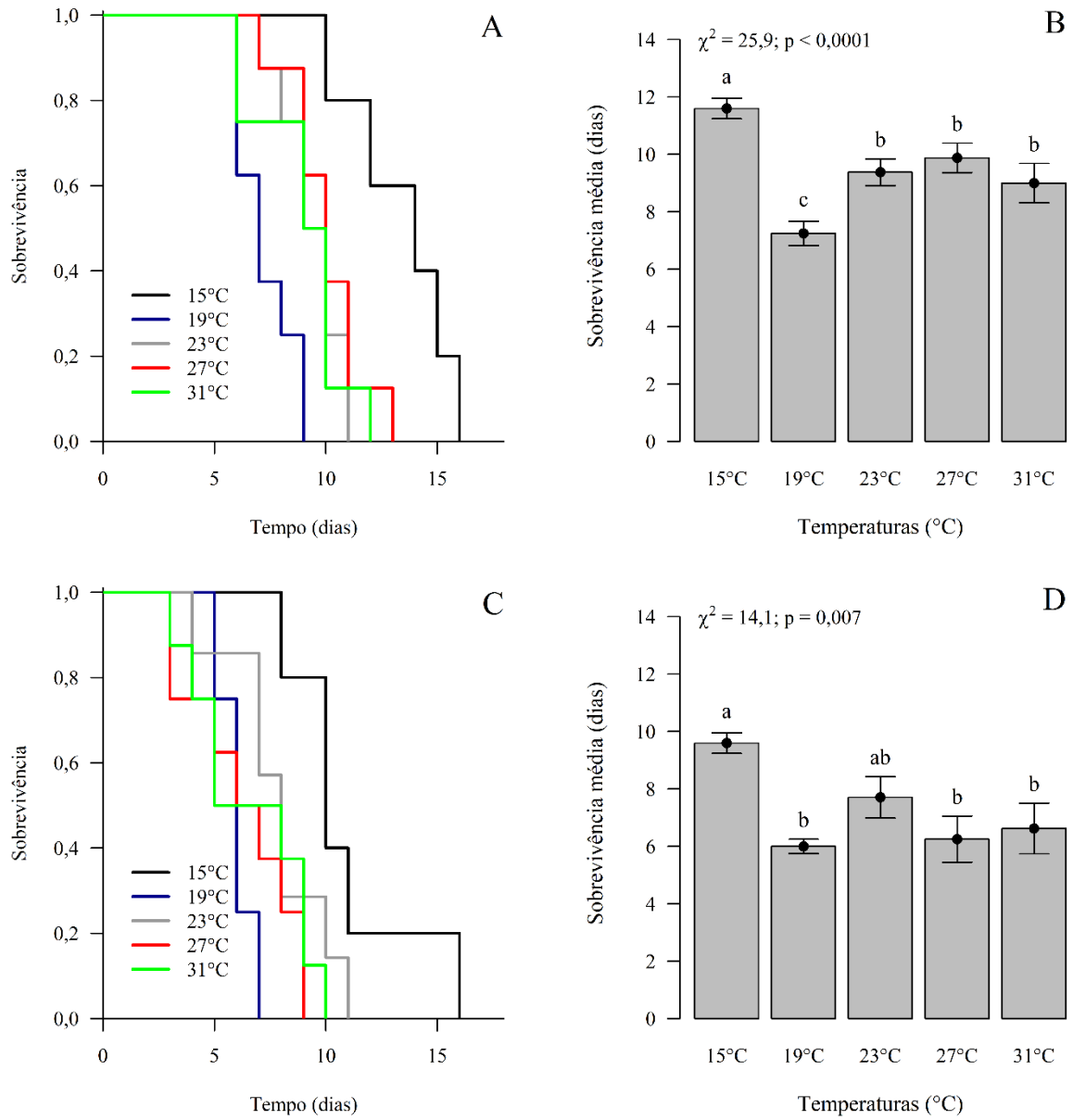


Figura 4 - Sobrevivência de *Spodoptera eridania* alimentadas com dieta artificial em diferentes temperaturas. Fêmeas (A-B) e Machos (C-D).

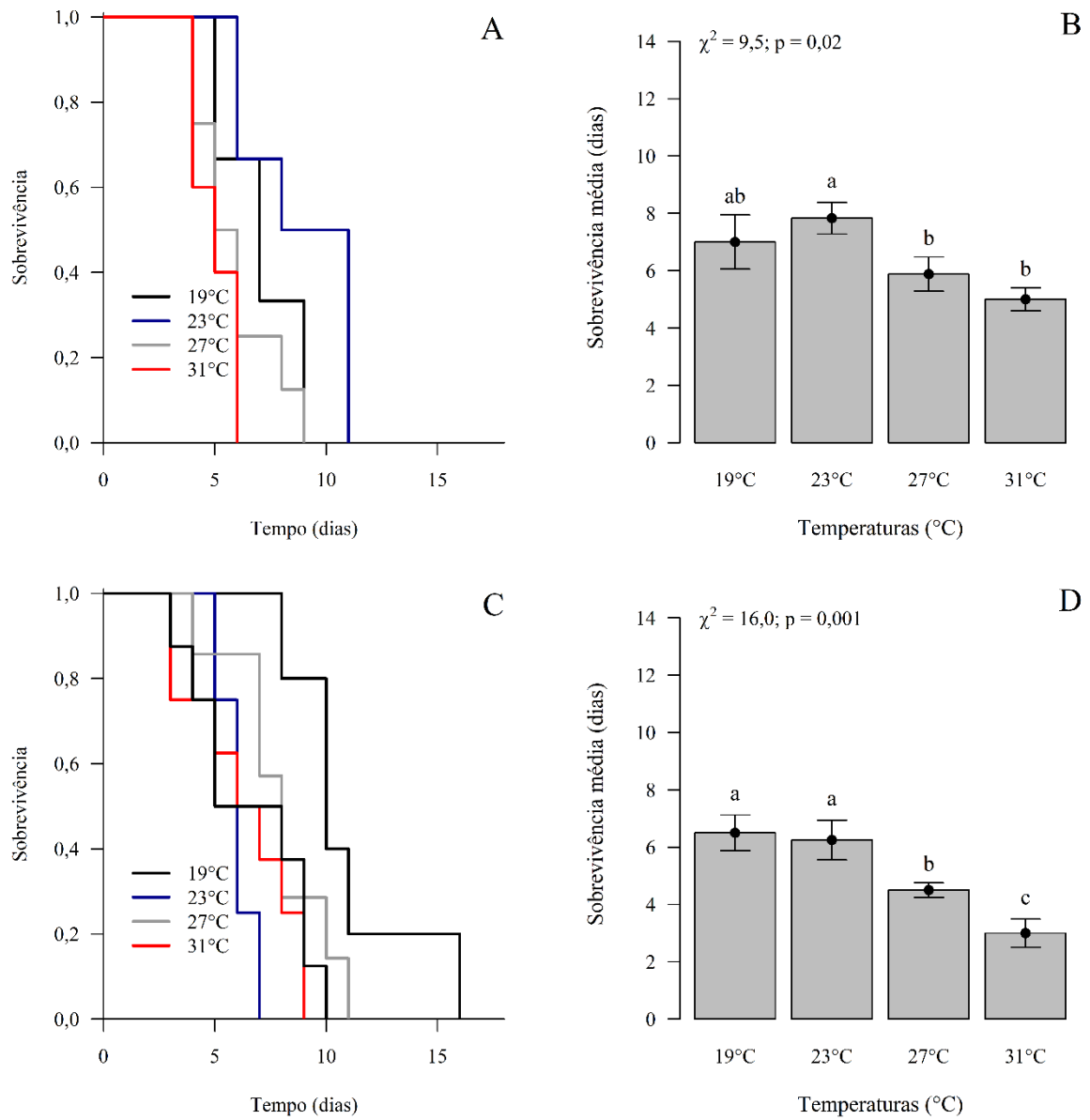


Figura 5 - Sobrevivência de *Spodoptera eridania* alimentadas com folíolos de morangueiro em diferentes temperaturas. Fêmeas (A-B) e Machos (C-D).

2.3.2 Exigências térmicas

Os valores do limiar térmico inferior (T_{min}) e da constante térmica (K) foram estimados por modelo de regressão linear. Para insetos alimentados com dieta artificial, os valores de T_{min} foram 6,53, 13,2, 12,18, 11,49°C e os valores de K foram 80,88, 138,29, 22,37, 137,14 graus-dias para as fases de ovo, larva, pré-pupa e pupa, respectivamente. Quando alimentados com folíolos de morangueiro, os números de T_{min} foram 6,63, 15,8, 15,8 e 11,17°C, enquanto os de K foram 80,53, 243,29, 243,29 e 129,23 graus-dias para os estágios de ovo, larva, pré-pupa e pupa. Os valores de T_{min} e K para o ciclo ovo-adulto foram 11,48°C e 390,39 graus-dias para insetos que ingeriram dieta artificial e 13,95°C e 528,11 graus-dias para aqueles que receberam dieta natural (Tabela 10).

Tabela 10 - Estimativa de parâmetros de regressão linear, limiar de temperatura mínima (T_{min}) e constante térmica (K) para *Spodoptera eridania* em diferentes temperaturas e alimentos.

Alimento	Estágio	β_0	β_1	R^2_{aj}	T_{min} (°C)	K (graus dia ⁻¹)
Dieta artificial	Ovo	-0,080680	0,012364	0,7633	6,53	80,88
	Larva	-0,095476	0,007231	0,9253	13,2	138,29
	Pré-pupa	-0,544570	0,044710	0,5526	12,18	22,37
	Pupa	-0,083813	0,007292	0,8297	11,49	137,14
	Ovo-adulto	-0,029400	0,002562	0,9552	11,48	390,39
Folíolo de morangueiro	Ovo	-0,082297	0,012418	0,7636	6,63	80,53
	Larva	-0,064949	0,004110	0,8266	15,8	243,29
	Pré-pupa	-0,195492	0,025529	0,8655	7,66	39,17
	Pupa	-0,086419	0,007738	0,8010	11,17	129,23
	Ovo-adulto	-0,026420	0,001894	0,9678	13,95	528,11

β_0 = Coeficiente linear.

β_1 = Coeficiente angular.

R^2_{aj} = Coeficiente de determinação ajustado.

T_{min} = Limiar de temperatura mínima.

K = Constante térmica.

Entre os modelos não-lineares avaliados, houve predominância do modelo Briere-2, com base nas análises do critério de informação de Akaike (AIC), critério de informação Bayesiana (BIC) e o logaritmo de verossimilhança (LogLik), na maioria das fases de desenvolvimento e no ciclo ovo-adulto, porém, para o estágio de pré-pupa, o modelo que mais se ajustou foi o Logan-6, para insetos alimentados com os dois tipos de dietas (Tabelas 11 e 12). Com base nesses dois modelos, foi possível estimar o limiar térmico superior (T_{max}) e a temperatura ótima (T_o) de desenvolvimento.

Para o modelo Briere-2, nas fases de ovo, larva, pupa e no ciclo ovo-adulto de *S. eridania* submetidas à dieta artificial, a T_{max} foi 36,7, 33, 33,4 e 33,1°C, enquanto a T_o foi 28,4, 32,3, 30,1 e 30,7°C, respectivamente. Em relação ao estágio de pré-pupa, que se adequou ao modelo Logan-6, a T_{max} foi 34°C e a T_o 29,6°C. Quando alimentadas com folíolos de morangueiro, a T_{max} das diferentes fases foi de 36,8, 33, 34,9 e 33°C e os valores de T_o foram 28,3, 32,3, 28,3 e 31,8°C para ovo, larva, pupa e ciclo ovo-adulto, respectivamente. Para pré-pupas, o valor de T_{max} foi 33,8°C, enquanto a T_o atingiu 30,4°C (Tabelas 13 e 14; Figuras 5 e 6).

Tabela 11 - Critérios para seleção de modelos de regressão não-lineares para diferentes estágios de desenvolvimento e o ciclo ovo-adulto de *Spodoptera eridania* submetidas a diferentes temperaturas e alimentadas com dieta artificial.

Dieta artificial						
Modelos	Parâmetros ¹	Estágio de Desenvolvimento				
		Ovo	Larva	Pré-pupa	Pupa	Ovo-adulto
Logan-6	AIC	-339,72	-527,34	-173,02	-548,09	-676,89
	BIC	-327,23	-514,84	-160,53	-536,50	-665,30
	LogLik	174,86	268,67	91,51	279,04	343,44
	R ² aj	0,7832	0,9265	0,8463	0,9564	0,9470
	SQR	0,108187	0,013453	0,689581	0,002576	0,000462
	χ^2	0,2292	0,1011	0,7144	0,0171	0,0072
Briere-1	AIC	-364,39	-447,78	-136,12	-560,35	-662,65
	BIC	-354,40	-437,78	-126,12	-551,08	-653,38
	LogLik	186,20	227,89	72,06	284,18	335,32
	R ² aj	0,8706	0,7768	0,7846	0,9657	0,9375
	SQR	0,084097	0,033297	1,062525	0,002246	0,000574
	χ^2	0,1716	0,2387	1,7561	0,2556	0,1386
Briere-2	AIC	-372,38	-614,71	-148,79	-590,94	-724,48
	BIC	-359,88	-602,21	-136,29	-579,35	-712,89
	LogLik	191,19	312,35	79,39	300,47	367,24
	R ² aj	0,8879	0,9635	0,8037	0,9767	0,9714
	SQR	0,075264	0,005096	0,902672	0,001455	0,000245
	χ^2	0,1824	0,0364	1,1523	0,0551	0,0130
Lactin-1	AIC	-341,75	-466,96	-173,01	-520,05	-627,58
	BIC	-331,75	-456,96	-163,01	-510,78	-618,31
	LogLik	-331,75	237,48	90,50	264,03	317,79
	R ² aj	0,7858	0,6316	0,8290	0,8873	0,7367
	SQR	0,108158	0,026907	0,705193	0,003845	0,000917
	χ^2	0,2292	0,1355	0,7264	0,0401	0,0202
Lactin-2	AIC	-371,18	-469,55	-170,46	-552,75	-664,01
	BIC	-358,68	-457,05	-157,97	-541,16	-652,42
	LogLik	190,59	239,77	90,23	281,38	337,00
	R ² aj	0,8850	0,8123	0,8439	0,9614	0,9367
	SQR	0,076274	0,025569	0,709479	0,002421	0,000549
	χ^2	0,1724	0,1444	0,8327	0,0615	0,0320

¹AIC = Critério de informação de Akaike.
 BIC = Critério de informação Bayesiana.
 LogLik = Logaritmo de verossimilhança.
 R²aj = Coeficiente de determinação ajustado.
 SQR = Soma dos quadrados do resíduo.
 χ^2 = Qui-quadrado.

Tabela 12 - Critérios para seleção de modelos de regressão não-lineares para diferentes estágios de desenvolvimento e o ciclo ovo-adulto de *Spodoptera eridania* submetida a diferentes temperaturas e alimentada com folíolo de morangueiro.

Folíolo de morangueiro						
Modelos	Parâmetros	Estágio de Desenvolvimento				
		Ovo	Larva	Pré-pupa	Pupa	Ovo-adulto
Logan-6	AIC	-340,38	-678,09	-280,60	-479,03	-760,93
	BIC	-327,88	-665,59	-268,10	-467,44	-749,34
	LogLik	175,19	344,05	145,30	244,51	385,46
	R ² aj	0,7795	0,9247	0,8849	0,8343	0,9700
	SQR	0,107406	0,00252	0,208675	0,006469	0,000151
	χ^2	0,2390	0,0287	0,2124	0,0344	0,0034
Briere-1	AIC	-368,32	-566,93	-207,80	-500,41	-669,78
	BIC	-358,32	-556,93	-197,80	-491,14	-660,51
	LogLik	188,16	287,46	107,90	254,21	338,89
	R ² aj	0,8746	0,7665	0,7667	0,8977	0,8922
	SQR	0,080505	0,008861	0,479127	0,004995	0,000522
	χ^2	0,1706	0,1706	0,5758	0,0243	0,0120
Briere-2	AIC	-379,11	-760,21	-272,28	-516,30	-1019,30
	BIC	-366,61	-747,72	-259,78	-504,71	-1007,71
	LogLik	194,55	385,11	141,14	263,15	514,65
	R ² aj	0,8952	0,9710	0,8740	0,9232	0,9989
	SQR	0,069843	0,001012	0,228895	0,003935	4,81x10 ⁶
	χ^2	0,1812	0,0284	0,2385	0,0220	0,0001
Lactin-1	AIC	-342,40	-558,93	-243,11	-475,88	-638,06
	BIC	-332,40	-548,93	-233,11	-466,61	-628,79
	LogLik	175,20	283,47	125,55	241,94	323,03
	R ² aj	0,7822	0,1570	0,8635	0,7447	0,2241
	SQR	0,107377	0,009684	0,323632	0,006929	0,000797
	χ^2	0,2311	0,0951	0,9969	0,0690	0,0151
Lactin-2	AIC	-376,78	-583,56	-252,01	-513,83	-676,47
	BIC	-364,28	-571,07	-239,51	-502,25	-664,88
	LogLik	193,39	296,78	131,00	261,92	343,23
	R ² aj	0,8912	0,7877	0,8387	0,9208	0,8929
	SQR	0,071672	0,007203	0,286712	0,004067	0,000465
	χ^2	0,1731	0,1226	0,3077	0,0204	0,0098

¹AIC = Critério de informação de Akaike.

BIC = Critério de informação Bayesiana.

LogLik = Logaritmo de verossimilhança.

R²aj = Coeficiente de determinação ajustado.

SQR = Soma dos quadrados do resíduo.

χ^2 = Qui-quadrado.

Tabela 13 - Parâmetros dos modelos de regressão não-lineares para diferentes estágios de desenvolvimento e o ciclo ovo-adulto de *Spodoptera eridania* submetida a diferentes temperaturas e alimentada com dieta artificial.

Dieta artificial						
Modelo	Parâmetros	Estágio de Desenvolvimento				
		Ovo	Larva	Pré-pupa	Pupa	Ovo-adulto
Briere-2	a	0,000121	0,000205		0,000175	0,000068
	b	1,246000	19,730000		3,255000	4,9150000
	T_o	28,4	32,3		30,1	30,7
	T_{min}	12,2	10,6		12,8	11,4
	T_{max}	36,7	33,0		33,4	33,1
Logan-6	ψ			0,065850		
	b			0,224600		
	ΔT			4,387020		
	T_o			29,6		
	T_{min}			-		
	T_{max}			34,0		

¹ T_o : Temperatura ótima.

T_{min} : Limiar de temperatura mínima.

T_{max} : Limiar de temperatura máxima.

Tabela 14 - Parâmetros dos modelos de regressão não-lineares para diferentes estágios de desenvolvimento e o ciclo ovo-adulto de *Spodoptera eridania* submetida a diferentes temperaturas e alimentada com folíolos de morangueiro.

Folículo do morangueiro						
Modelo	Parâmetros ¹	Estágio de Desenvolvimento				
		Ovo	Larva	Pré-pupa	Pupa	Ovo-adulto
Briere-2	a	0,000111	0,000110		0,000077	0,000048
	b	1,190000	16,110000		1,323000	10,970000
	T_o	28,3	32,3		28,3	31,8
	T_{min}	12,4	13,3		15,8	10,8
	T_{max}	36,8	33,0		34,9	33,0
Logan-6	ψ			0,059989		
	b			0,079846		
	ΔT			1,386273		
	T_o			30,4		
	T_{min}			-		
	T_{max}			33,8		

¹ T_o : Temperatura ótima.

T_{min} : Limiar de temperatura mínima.

T_{max} : Limiar de temperatura máxima.

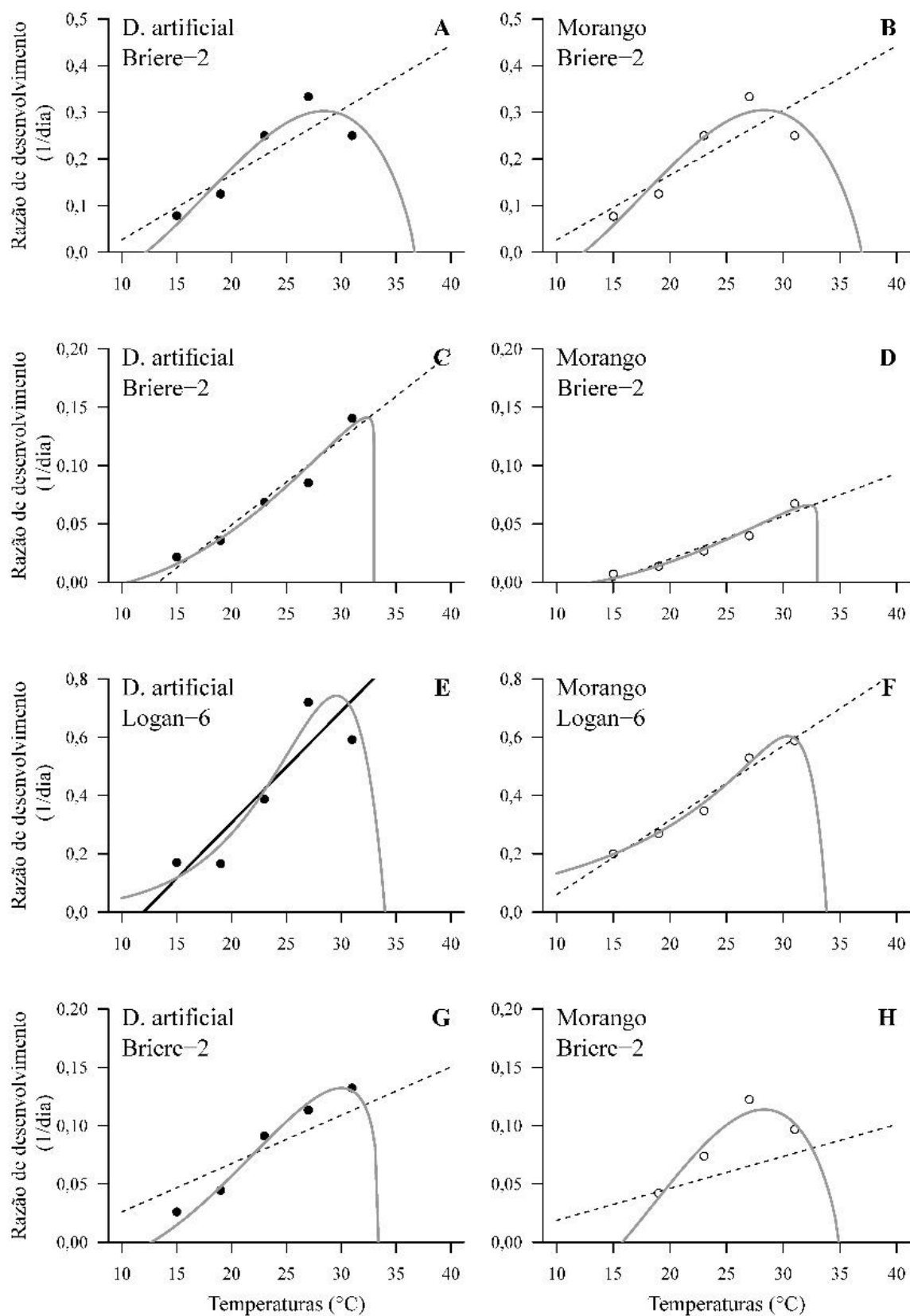


Figura 6 - Taxas de desenvolvimento dependente da temperatura das fases de ovo (A-B), larva (C-D), pré-pupa (E-F) e pupa (G-H) de *Spodoptera eridania* alimentadas com dieta artificial (esquerda) e folíolos de morangueiro (direita) descritos pelos modelos Briere-2 e Logan-6. Os círculos indicam os valores observados, enquanto as curvas representam os modelos.

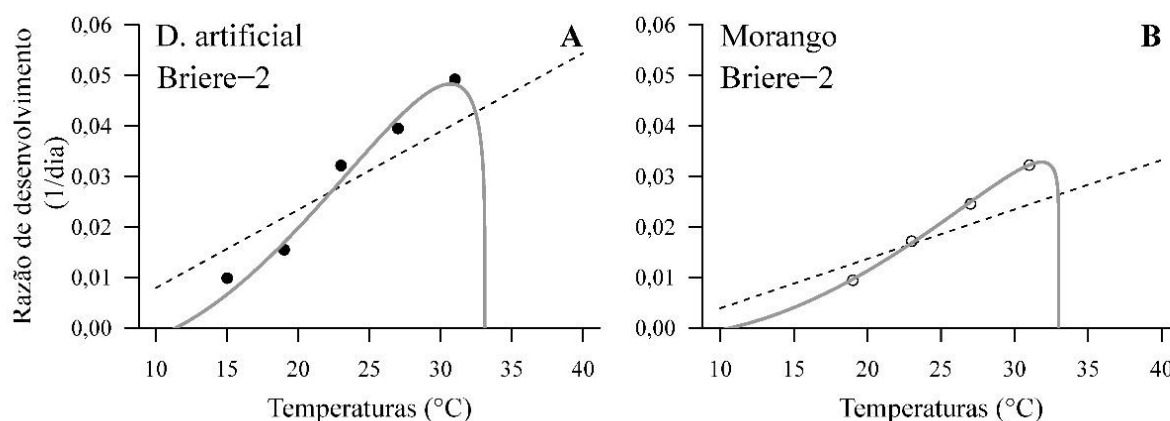


Figura 7 - Taxas de desenvolvimento dependente da temperatura no ciclo ovo-adulto de *Spodoptera eridania* alimentadas com dieta artificial (esquerda) e folíolos de morangueiro (direita) descritos pelos modelos Briere-2. Os círculos indicam os valores observados, enquanto as curvas representam os modelos.

2.4 DISCUSSÃO

De modo geral, os fatores temperatura e alimento influenciaram todas as fases de desenvolvimento e o ciclo ovo-adulto de *S. eridania*. O ciclo da praga foi completo nas temperaturas de 15 a 31°C quando alimentadas com dieta artificial e de 19 a 31°C quando alimentadas com folíolos de morangueiro. O fato de os insetos não terem completado o ciclo aos 15°C, quando alimentados com dieta natural sugere que o alimento oferecido possui baixa composição nutricional, o que fez com que a praga não tivesse energia suficiente para se desenvolver. A quantidade e qualidade de alimentos consumidos por uma espécie podem afetar suas características biológicas, fisiológicas e comportamentais (CABEZAS et al., 2013; GOMES; SANTOS; ÁVILA, 2016). Na temperatura de 35°C, quando oferecidos os dois alimentos, ocorreu a mortalidade de todas as lagartas, fato que torna essa temperatura constante letal para *S. eridania*. Neste caso, pode ter ocorrido a desnaturação de proteínas do inseto.

Os maiores tempos de duração encontrados em insetos alimentados com dieta natural sugerem que, comparado à dieta artificial, o hospedeiro não foi muito nutritivo para a praga. Insetos que se alimentam de hospedeiros de baixo valor nutricional podem apresentar algumas atitudes compensatórias, como a extensão do ciclo de vida ou maior ingestão de alimentos (SILVA et al., 2017).

Todos os estágios de desenvolvimento apresentaram o maior número em dias nas temperaturas mais baixas, decrescendo conforme a temperatura aumentou, tanto para insetos alimentados com dieta artificial quanto para aqueles que receberam folíolos de morangueiro. Este fator afeta de forma significativa o desenvolvimento da lagarta-das-folhas, assim como ocorre em outras espécies de insetos como *Naranga aenescens* Moore, *Callosobruchus chinensis* (L.) e *Spodoptera litura* (Fabricius) (PARK et al., 2015; MAHARJAN et al., 2017; ZHU et al., 2017). Em altas temperaturas os processos metabólicos dos insetos aumentam, e assim seu tempo de desenvolvimento é reduzido, porém, em temperaturas baixas esses processos diminuem, o que prolonga o tempo de desenvolvimento do inseto (MARTINS et al., 2016; MARCHIORO; FOERSTER, 2011).

Para os parâmetros viabilidade e sobrevivência, de modo geral, os maiores valores foram encontrados em insetos alimentados com dieta artificial. Isso indica que as propriedades nutricionais presentes no alimento artificial proporcionam melhor desenvolvimento e viabilidade de *S. eridania*, sugerindo que este alimento é mais apropriado para alimentar a praga do que a planta hospedeira testada. O mesmo resultado foi encontrado em trabalho desenvolvido por Gomes, Santos e Ávila (2016), onde ao estudar a biologia de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros foi constatada maior viabilidade para os insetos que receberam dieta artificial. Esses dados sugerem que o estabelecimento de uma criação massal de *S. eridania* em laboratório terá maior sucesso ao se utilizar o alimento artificial estudado.

Ao analisar a sobrevivência média dentro de cada tipo de alimento, os maiores valores se concentraram nas menores temperaturas, tanto para machos quanto para fêmeas. Esse fato aponta que em menores temperaturas a fase adulta se

prolongou, permitindo maior sobrevivência às mariposas. O fator abiótico temperatura pode influenciar as características biológicas dos insetos, incluindo sua sobrevivência. Essa influência pode estar ligada à plasticidade comportamental dos ectotérmicos, que exigem uma temperatura adequada para otimizar o funcionamento de seus processos fisiológicos (SUNDAY et al., 2014; KRECHEMER; FOERSTER, 2015).

O presente trabalho é o primeiro a estimar as exigências térmicas de *S. eridania* em diferentes alimentos. Realizar estudos que tenham como objetivo a previsão do tempo de desenvolvimento de um inseto-praga é uma ferramenta importante para o manejo de pragas. Assim, selecionar modelos matemáticos que ajudem a descrever essa relação é essencial (MARCHIORO; FOERSTER, 2011).

O modelo linear se ajustou a todas as fases de desenvolvimento e o ciclo ovo-adulto. Esse modelo se ajusta melhor para T_{min} e K , enquanto os modelos não-lineares estimaram T_o e T_{max} . Os dois se complementam em relação às informações, pois os não-lineares nem sempre estimam T_{min} e K , e os lineares dificilmente apresentam valores de T_o e T_{max} (TOFANGSAZI et al. 2012; KARIMI-MALATI; FATHIPOUR; TABELI, 2014).

Para o modelo de regressão linear, foi possível observar que quando os insetos foram alimentados com folíolos de morangueiro os valores de T_{min} e K se apresentaram mais elevados para a fase de larva, pré-pupa e para o ciclo ovo-adulto. O fato de este tipo de alimento ser menos nutritivo em relação ao alimento artificial pode fazer com que o inseto exija temperaturas mínimas maiores para se desenvolver, além disso, se torna necessário um valor de graus-dias mais elevado, pois a quantidade de energia térmica necessária para completar seu ciclo de vida deve ser maior.

Para que seja feita uma melhor estimativa dos intervalos térmicos é ideal que modelos matemáticos não-lineares também sejam aplicados (ORANG et al., 2014), podendo estes serem muito úteis em previsões de ocorrência de pragas em diferentes cultivos. O desempenho desses modelos não-lineares pode variar de acordo com a espécie estudada, sendo possível observar este fato em diversos trabalhos realizados com diferentes lepidópteros da família

Noctuidae (PARK et al., 2015; ANDREADIS et al., 2013; KARIMI-MALATI et al., 2014).

Entre os diferentes modelos não-lineares testados no presente estudo, o que mais se ajustou a todas as fases, com exceção da fase de pré-pupa, foi o Briere-2, e para a fase de pré-pupa, o modelo melhor ajustado foi o Logan-6. Esses modelos se adequaram melhor às diferentes fases de desenvolvimento pois apresentaram os menores valores de AIC e BIC, variando do negativo ao positivo em uma reta, enquanto o LogLik apresentou os maiores valores.

Os valores de T_0 e T_{max} nas diferentes fases de desenvolvimento da lagarta-das-folhas alimentadas com diferentes dietas não foram muito diferentes daqueles encontrados por Karimi-Matali et al. (2014) ao estudar o desenvolvimento de *Spodoptera exigua* em oito temperaturas constantes. Esses resultados indicam que a temperatura ótima de desenvolvimento de *S. eridania* está acima da temperatura média encontrada na região serrana do Estado do Espírito Santo, onde se concentram os cultivos de morango (INMET, 2018; INCAPER, 2019). Assim, as possibilidades de surto da praga na cultura podem se limitar a períodos relativamente curtos, durante os meses mais quentes do ano.

2.5 CONCLUSÃO

- O tempo de desenvolvimento de *S. eridania* é inversamente proporcional ao aumento da temperatura.
- A dieta artificial proporcionou menor tempo de desenvolvimento e maiores viabilidades para *S. eridania* quando comparada a dieta natural.
- *S. eridania* apresenta maior sobrevivência em temperaturas mais baixas quando alimentadas com dieta artificial ao comparar com a natural.
- *S. eridania* se desenvolve melhor entre as temperaturas de 23 e 27 °C.

2.6 REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos fitossanitários**. 2018. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 13 de jan. de 2019.
- ANDREADIS, S. S.; KAGKELARIS, N. K.; ELIOPOULOS, P. A.; SAVOPOULOU-SOULTAMI, M. Temperature-dependent development of *Sesamia nonagrioides*. **Journal of Pest Science**, v. 86, 409-417, 2013.
- BORTOLI, L. C.; BERTIN, A.; EFROM, C. F. S.; BOTTON, M. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em morangueiro e videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1068-1073, 2012.
- BRIERE, J.-F.; PRACROS, P.; LE ROUX, A.-Y.; PIERRE, J.-S. A novel rate model of temperature-dependent development for arthropods. **Environmental Entomology**, v. 28, p. 22–29, 1999.
- BUTT, B. A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Washington: USDA, 1962. 7p.
- CABEZAS, M. F.; NAVA, D. E.; GEISSLER, L. O.; MELO, M.; GARCIA, M. S.; KRUGER, R. Development and leaf consumption by *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on leaves of agroenergy crops. **Neotropical Entomology**, v. 43, n. 6, p. 588-594, 2013.
- ELZHOV, T. V.; MULLEN, K. M.; SPIESS, A.-N.; BOLKER, B. **minpack.lm: R Interface to the Levenberg-Marquardt Nonlinear Least-Squares Algorithm Found in MINPACK, Plus Support for Bounds**. R package version 1.2-1, 2016.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Experimental Designs package (Portuguese)**. R package version 1.2.0, 2018.
- FRAGOSO, D. F. M.; CARVALHO, J. R.; BARROS, A. P.; COFFLER, T.; MARCHIORI, J. J. P. LAGARTA-DAS-FOLHAS (*Spodoptera eridania*). In: HOLTZ, A. M.; RONDELLI, V. M.; CELESTINO, F. N.; BESTETE, L. R.; CARVALHO, J. R. (Orgs.). **Pragas das Brássicas**. Colatina: Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, p. 192-217, 2015.
- GOMES, E. S.; SANTOS, V.; ÁVILA, C. J. Biology and fertility life table of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in different hosts. **Entomological Science**, v. 20, n. 1, p. 419-126, 2017.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, n. 69, p. 487-497, 1976.

HADDAD, M. L.; PARRA, J. R. P.; MORAES, R. C. B. **Métodos para estimar os limites térmicos inferior e superior de desenvolvimento dos insetos**, FEALQ, Piracicaba, Brasil, 1999. 29 p.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER). **Polos de fruticultura – Morango**. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/fruticultura-morango>>. Acesso em: 13 de jan. de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Clima – Temperatura média anual**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/page&page=anomaliaTempMediaAnual>>. Acesso em: 8 de fev. de 2019.

JING, J.; XIA, LINGDAN, X; LI, K. Development of defoliating insects and their preferences for host plants under varying temperatures in a subtropical evergreen forest in eastern China. **Frontiers of Earth Science**, v. 11, n. 2, p. 321-331, 2016.

KARIMI-MALATI, A.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A. A. Development response of *Spodoptera exigua* to eight constant temperatures: Linear and nonlinear modeling. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 17, n. 3, p. 349-354, 2014.

KARIMI-MALATI, A.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A. A.; BAZOUBANDI, M. Life table parameters and survivorship of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) at constant temperatures. **Environmental Entomology**, v. 43, n. 3, p. 795-803, 2014.

KRECHEMER, F. S.; FOERSTER, L. A. *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): Thermal requirements and effect of temperature on development, survival, reproduction and longevity. **European Journal of Entomology**, v. 112, n. 4, p. 658-663, 2015.

LACTIN, D. J.; HOLLIDAY, N.; JOHNSON, D.; CRAIGEN, R. Improved rate model of temperature-dependent development by arthropods. **Environmental Entomology**, v. 24, p. 68–75, 1995.

LOGAN, J.; WOLLKIND, D.; HOYT, S.; TANIGOSHI, L. An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods. **Environmental Entomology**, v. 5, p. 1133–1140, 1976.

MAHARJAN, R.; AHN, J.; PARK, C.; YOON, Y.; JANG, Y.; KANG, H.; BAE, S. Effects of temperature on development of the azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae) on two leguminous seeds. **Journal of Stored Products Research**, v. 72, p. 90-99, 2017.

MARQUIORO, C. A.; FOERSTER, L. A. Development and survival of the diamondblack moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a function of temperature: effect on the number of generations in tropical and subtropical regions. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 5, p. 533-541, 2011.

MARTINS, J. C.; PICAÑO, M. C.; BACCI, L.; GUEDES, N. R. C.; SANTANA, P. A.; FERREIRA, D. O.; CHEDIK, M. Life table determination of thermal requirements of the tomato borer *Tuta absoluta*. **Journal of Pest Science**, v. 89, n. 4, p. 897-908, 2016.

ORANG, F. S.; AGHDAM, H. R.; ABBASIPOUR, H.; ASKARIANZADEH, A. Effect of temperature on developmental rate of *Sesamia cretica* (Lepidoptera: Noctuidae) immature stages. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 1, p. 1-7, 2014.

PAES, J. P. P.; LIMA, V. L. S.; PRATISSOLI, D.; CARVALHO, J. R.; PIROVANI, V. D.; BUENO, R. C. O. F. Thermal requirements, development and number of generations of *Duponchelia fovealis* (Zeller) (Lepidoptera: Crambidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 2447-2457, 2018.

PARK, H. H.; PARK, C.-G.; CHOI, B.-R.; LEE, S.-G.; AHN, J. J. Thermal effects on the development of *Naranga aenescens* Moore (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 18, n. 4, p. 643-649, 2015.

PEREIRA, J. M.; SEII, A. H.; OLIVEIRA, M. F.; BRUSTOLIN, C.; FERNANDES, O. M. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p.140-143, 2009.

PRATISSOLI, D.; GONÇALVES, J. R. Brocção. In: PRATISSOLI, D. (Org.) **Pragas emergentes no estado do Espírito Santo**. Alegre: UNICOPY, 2015, p. 46-53.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Estado do Espírito Santo - 5ª aproximação**. Vitória, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007, 305p.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2018.

SANTOS, K. B.; MENEGUIM, A. M.; SANTOS, W. J.; NEVES, P. M. O. J.; SANTOS, R. B. Caracterização dos danos de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) a estruturas do algodoeiro. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4, p. 000-000, 2010.

SILVA, D. M.; BUENO, A. F.; STECCA, C. S.; ANDRADE, K.; NEVES, P. M. O. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Biology of *Spodoptera eridania* and *Spodoptera*

cosmioides (Lepidoptera: Noctuidae) on different host plants. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 4, 2017.

SUNDAY, J. M.; BATES, A. E.; KEARNEY, M. R.; COLWELL, R. K.; DULVY, N. K.; LONGINO, J. T.; HUEY, R. B. Thermal-safety margins and the necessity of thermoregulatory behavior across latitude and elevation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 15, p. 5610-5615, 2014.

TOFANGSAZI, N.; BUSS, E. A.; MEAGHER, R.; MASCARIN, G. M.; ARTHURS, S. P. Thermal requirements and development of *Herpetogramma phaeopteralis* (Lepidoptera: Crambidae: Spilomelinae). **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 5, p. 1573-1580, 2012.

ZHU, W.; ZHANG, H.; MENG, Q.; WANG, M.; ZHOU, G.; LI, X.; WANG, H.; MIAO, L.; QIN, Q.; ZHANG, J. Metabolic insights into the cold survival strategy and overwintering of the common cutworm, *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Insect Physiology**, v. 100, p. 53-64, 2017.

3 CAPÍTULO III

TABELA DE VIDA DE FERTILIDADE DE *Spodoptera eridania* (CRAMER, 1792) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM DIFERENTES TEMPERATURAS E ALIMENTOS

RESUMO

Para melhor entendimento da dinâmica populacional dos insetos é importante que trabalhos envolvendo tabela de vida sejam realizados. Este trabalho objetivou entender como os fatores bióticos e abióticos, como o alimento e a temperatura, afetam o crescimento populacional de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) através de estudos de tabela de vida de fertilidade, e suas implicações para serem aplicados de forma prática. Com base nos resultados de sobrevivência, oviposição e razão sexual foi confeccionada a tabela de vida. Para que os valores dos parâmetros taxa líquida de reprodução (R_0), intervalo entre gerações (T), taxa intrínseca de crescimento (r_m), razão finita de aumento (λ) e tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD) fossem encontrados, foram calculados a fertilidade específica (m_x), o intervalo de idade (x), a taxa de sobrevivência das fêmeas (l_x), e o número de descendentes que atingiram a idade x na geração seguinte ($m_x.l_x$). O aumento populacional de *S. eridania* foi maior na temperatura de 23°C e menor em temperaturas extremas quando alimentadas com dieta artificial. Quando receberam folíolos de morangueiro, o tempo de desenvolvimento da espécie foi menor na temperatura de 19°C. O intervalo entre gerações decresceu conforme a temperatura aumentou nos dois tipos de alimento. Ao receber dieta artificial, a espécie apresentou maior capacidade de aumentar sua população. Estudos de tabela de vida de fertilidade foram eficientes para melhor entendimento da dinâmica populacional de *S. eridania*.

Palavras-chave: Dinâmica populacional. Desenvolvimento. Fator abiótico. Fator biótico.

FERTILITY LIFE TABLE OF *Spodoptera eridania* (CRAMER, 1792) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) AT DIFFERENT TEMPERATURES AND FOODS

ABSTRACT

Life table studies are important to know the population dynamics of insects. This work aimed to understand how biotic and abiotic factors, such as food and temperature, affect the population growth of *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) through fertility life table studies, and its implications for application practice. Based on the results of survival, oviposition and sexual ratio was made the life table. To calculate the values of the net reproductive rate (R_0), interval between generations (T), intrinsic rate of increase (r_m), finite rate of increase (λ) and time required for population to double in number of individuals (TD) were calculated, the specific fertility (m_x), age range (x), female survival rate (l_x), and the number of offspring reaching age x in the next generation ($m_x.l_x$) were calculated previously. The population increase of *S. eridania* was higher in the temperature of 23°C and lower in extreme temperatures when fed with artificial diet. When feeding on strawberry leaves, the development time of the species was lower at 19 ° C. The interval between generations decreased as the temperature increased in both types of food. When receiving an artificial diet, the species had a greater capacity to increase its population. Fertility life table studies were efficient for a better understanding of the population dynamics of *S. eridania*.

Keywords: Population dynamics. Biotic factor. Abiotic factor. Development.

3.1 INTRODUÇÃO

Spodoptera eridania (Cramer, 1792) (Lepidoptera: Noctuidae), popularmente conhecida como lagarta-das-folhas ou brocão, é um inseto que há poucos anos era considerado praga secundária, mas atualmente já existem relatos de sua ocorrência em muitos cultivos de importância econômica (SANTOS; MENEGUIM; NEVES, 2005; SANTOS et al., 2010; JESUS et al., 2013; SILVA et al., 2017). No estado do Espírito Santo, a praga vem causando danos principalmente aos cultivos de morango (PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015; PRATISSOLI et al., 2015). Este inseto possui comportamento de pupar no solo, assim, quando atinge os ínstares finais, desce ao solo e nele permanece até a emergência do adulto (PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015).

O aumento da ocorrência da espécie se dá devido ao uso de agrotóxicos de forma exagerada e, além disso, por ser um inseto polífago capaz de se alimentar de plantas espontâneas, pode utilizar esses vegetais como “ponte verde”. Assim, a oferta de hospedeiros será constante e o ciclo de desenvolvimento da praga não será interrompido durante o ano (SANTOS et al., 2005; TEODORO et al., 2013). Como o controle do brocão é feito, na maioria das vezes, pelo uso de inseticidas químicos convencionais, é necessário que métodos de manejo alternativos sejam desenvolvidos e colocados em prática, e para isso, é importante o estudo da dinâmica populacional do inseto.

Para estudo da dinâmica populacional de uma espécie é importante que estudos de tabela de vida sejam desenvolvidos levando em conta os fatores bióticos e abióticos, os quais podem influenciar a taxa de mortalidade, a sobrevivência e a reprodução de um organismo. Estudos de tabela de vida de fertilidade são muito utilizados para avaliar o desenvolvimento, a fecundidade e a sobrevivência de um inseto, e esses parâmetros são fundamentais para o conhecimento de suas populações (SILVEIRA NETO et al., 1976; LU et al., 2016; GOMES; SANTOS; ÁVILA, 2017), permitindo que se torne mais fácil estabelecer novos métodos de controle para a praga alvo.

Assim, como são escassos os estudos sobre a ecologia de *S. eridania*, principalmente os relacionados com sua dinâmica populacional, este trabalho teve como objetivo determinar a tabela de vida de fertilidade em diferentes temperaturas e alimentos.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Obtenção e criação de *Spodoptera eridania*

A criação de *S. eridania* foi estabelecida no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da UFES (CCAUE-UFES) nas mesmas condições descritas no item 2.2.2 do capítulo anterior.

3.2.2 Tabela de vida de fertilidade

Após obtenção dos dados de sobrevivência, oviposição de cada fêmea e razão sexual, foi elaborada a tabela de vida baseando-se em Silveira Neto et al. (1976). Para isso, foram calculados a fertilidade específica (m_x) (número médio de ovos por fêmea), o intervalo de idade (x), a taxa de sobrevivência das fêmeas (l_x), e o número de descendentes que atingiram a idade x na geração seguinte ($m_x.l_x$), que constituirão a tabela de vida de *S. eridania*. Com base nos parâmetros determinados anteriormente, foi confeccionada a tabela de vida de fertilidade a partir dos seguintes parâmetros: taxa líquida de reprodução (R_0), intervalo entre gerações (T), taxa intrínseca de crescimento (r_m), razão finita de aumento (λ) e tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD).

3.2.3 Análise estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado e o número de repetições variou de acordo com a fase de desenvolvimento. As variáveis sobrevivência, número total de ovos/fêmea e razão sexual foram submetidas à análise de variância e os resíduos experimentais submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett para verificar a normalidade e homogeneidade de variâncias. Posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), entre temperaturas, e pelo teste F ($p < 0,05$), entre alimentos. Para a realização das análises de variância e comparação de médias foi utilizado o pacote *ExpDes.pt* (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2013), do aplicativo computacional R versão 3.5.0 (R CORE TEAM, 2018).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos diferentes parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *S. eridania* submetidas a diferentes temperaturas e alimentos são mostrados na Tabela 1.

Quando os insetos foram alimentados com dieta artificial, a temperatura de 23°C apresentou a maior taxa líquida de reprodução (R_0), e o mesmo foi observado para a taxa intrínseca de crescimento (r_m) e razão finita de aumento (λ). Para as temperaturas de 15 e 19°C os resultados foram opostos, as quais apresentaram os menores valores. Para esses três parâmetros também foi constatada uma tendência de aumento dos números à medida que a temperatura subiu, até atingir os 23°C, e após essa faixa de condição climática os números caíram. Esse mesmo padrão já foi reportado para *Spodoptera*

exigua e *Spodoptera litura* em diferentes temperaturas (KARIMI-MALATI et al., 2014; RAO et al., 2014). Segundo Sandhu et al. (2013), o r_m aumenta de forma gradual com a temperatura até atingir um algum limiar, e depois diminui.

O intervalo entre gerações (T) correlacionou-se negativamente com o aumento da temperatura, onde aos 15°C foram observados os maiores valores, indicando que quanto maior a temperatura, menor será o intervalo entre as gerações. Para o tempo necessário para uma população duplicar (TD), foi possível observar os maiores números também aos 15°C. Este fato pode estar relacionado à interferência da temperatura nas características biológicas e ecológicas dos insetos, fazendo com que ocorra uma queda nas atividades fisiológicas e com isso diminuindo o ciclo de vida do inseto.

Ao observar o desenvolvimento de *Mythimma loreyi* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas, Qin et al. (2017) também observaram que o valor do intervalo entre gerações diminuiu conforme o aumento da temperatura e a taxa líquida de reprodução se destacou na temperatura mediana, que foi de 24°C. Além disso, segundo esses autores, os fatores ecológicos, fenológicos e ambientais são importantes para a dinâmica populacional dos insetos e devem ser levados em conta no manejo de uma praga, onde a temperatura é um fator chave que afeta o desenvolvimento dos insetos.

Estes resultados sugerem que a melhor temperatura para o aumento populacional de *S. eridania* se encontra em torno dos 23°C quando estas são alimentadas com dieta artificial, pois nesta faixa de temperatura os valores da taxa líquida de reprodução, taxa intrínseca de crescimento e razão finita de aumento são elevados, o que aponta desenvolvimento rápido e fecundação alta. Assim, levando em conta o estabelecimento de metodologias de criação massal em laboratório, as condições ideais de criação para este inseto se encontrariam próximas aos 23°C. Os parâmetros de tabela de vida são influenciados pelo tipo de planta hospedeira e pela qualidade da dieta (RAO et al., 2014; RAZAZZIAN et al., 2015).

Ao serem oferecidos folíolos de morangueiro, o intervalo entre gerações e o tempo necessário para duplicação da população apresentaram maiores valores na temperatura de 19°C, além disso, o valor do intervalo entre gerações

também diminuiu à medida que a temperatura aumentou. O resultado sugere que em temperaturas superiores o aumento populacional da espécie é maior.

O controle eficiente de uma espécie de inseto pode ser realizado quando seu crescimento e desenvolvimento se encontram na melhor fase, que pode variar de acordo com as condições climáticas oferecidas, onde estudos de tabela de vida são cruciais para determinar essa fase. Essa metodologia pode ser usada para obter conhecimento sobre a sobrevivência, o tempo de desenvolvimento e a fecundidade das pragas (ROSTAMI et al., 2016; GOLIZADEH et al., 2017). Deste modo, ao levar em conta melhores métodos de manejo para a lagarta-das-folhas em cultivos de morangueiro, é importante que estratégias de controle sejam colocadas em prática de forma mais ágil em temperaturas mais elevadas.

Ao analisar os parâmetros de tabela de vida de *S. eridania* entre os diferentes alimentos, houve destaque para a dieta artificial, onde foi possível observar que quando alimentadas com este tipo de alimento obtiveram maior crescimento populacional. Através desses resultados é possível constatar que a dieta artificial é um alimento rico nutricionalmente, capaz de aumentar a população de *S. eridania*. Este fato indica que a dieta é ideal para o desenvolvimento e criação do inseto em laboratório.

Favetti, Butnariu e Foerster (2015), ao estudarem a biologia e a capacidade reprodutiva de *S. eridania* em diferentes cultivares de soja, constataram que o desenvolvimento do inseto foi significativamente afetado por elas. Alami et al. (2014), ao analisarem a tabela de vida de *Chrysodeixis chalcites* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes cultivares de feijão, também observaram que o crescimento populacional da espécie variou conforme o cultivar.

A composição nutricional e química do alimento são fatores responsáveis pelo desenvolvimento do inseto, podendo afetar diversos fatores, como seu ciclo biológico. Algumas substâncias secundárias presentes nas plantas podem afetar o número de posturas feitas por insetos fitófagos que se alimentam da planta hospedeira, além disso, lagartas que se alimentam de plantas com baixa nutrição podem ter a fecundidade dos adultos reduzida (VERKERK; WRIGHT, 1996; ALAMI et al., 2014). Esses fatores podem explicar as menores chances

de aumento da população de *S. eridania* quando alimentadas com folíolos de morangueiro.

Tabela 1 - Parâmetros de tabela de vida de fertilidade (média \pm EP) de *Spodoptera eridania* analisados em diferentes temperaturas e alimentos.

		Parâmetros ¹				
	Temperaturas (°C)	R ₀ (descendentes ♀)	r _m (dias ⁻¹)	λ (dias ⁻¹)	T (dias)	TD (dias)
Dieta artificial	15	12,585 \pm 1,09 b	0,0220 \pm 0,00 d	1,022 \pm 0,00 d	114,156 \pm 0,15 a	31,587 \pm 1,07 a
	19	22,302 \pm 1,41 bA	0,0444 \pm 0,00 cA	1,045 \pm 0,00 cA	69,514 \pm 0,09 bB	15,653 \pm 0,42 bB
	23	411,174 \pm 21,28 aA	0,162 \pm 0,00 aA	1,176 \pm 0,00 aA	37,079 \pm 0,08 cB	4,278 \pm 0,04 cB
	27	70,092 \pm 26,21 bA	0,120 \pm 0,01 bA	1,127 \pm 0,01 bA	34,019 \pm 0,24 dB	5,966 \pm 0,76 cA
	31	27,216 \pm 2,18 b	0,113 \pm 0,00 b	1,120 \pm 0,00 b	28,930 \pm 0,24 e	6,135 \pm 0,23 c
	35	-	-	-	-	-
Folículos de morangueiro	15	-	-	-	-	-
	19	17,576 \pm 0,42 aA	0,024 \pm 0,00 aB	1,024 \pm 0,00 aB	113,609 \pm 1,61 aA	27,550 \pm 0,55 aA
	23	52,288 \pm 2,12 aB	0,060 \pm 0,00 aB	1,062 \pm 0,00 aB	65,730 \pm 0,41 bA	11,534 \pm 0,16 bA
	27	89,675 \pm 49,22 aA	0,087 \pm 0,02 aA	1,091 \pm 0,03 aA	44,451 \pm 2,52 cA	11,729 \pm 5,68 bA
	31	-	-	-	-	-
	35	-	-	-	-	-

Médias (\pm EP) seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias (\pm EP) seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

¹R₀: Taxa líquida de reprodução; r_m (dias⁻¹): Taxa intrínseca de crescimento; λ (dias⁻¹): Razão finita de aumento; T (dias): Intervalo entre gerações; TD (dias): Tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos.

3.4 CONCLUSÃO

Através das análises da tabela de vida de fertilidade foi possível determinar que *S. eridania* tm maior potencial de aumentar sua população quando alimentadas com dieta artificial na faixa de temperatura de 23°C. Além disso, em cultivos de morango, os métodos de manejo mais adequados devem ser colocados em prática mais rapidamente em temperaturas mais elevadas.

3.5 REFERÊNCIAS

ALAMI, S.; NASERI, B.; GOLIZADEH, A.; RAZMJOU, J. Age-stage, two-sex life table of the tomato looper, *Chrysodeixis chalcites* (Lepidoptera: Noctuidae), on different bean cultivars. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 8, p. 475-484, 2014.

FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; FOERSTER, L. A. Biology and reproductive capacity of *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) in different soybean cultivars. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 59, p. 89-95, 2015.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt**: Experimental Designs package (Portuguese). R package version 1.2.0, 2018.

GOLIZADEH, A.; ALIKHANI, M.; HASSANPOUR, M.; ENKEGAARD, A.; RAFIEE-DASTJERDI, H.; RAZMJOU, J. Comparative biology and life table of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) at five constant temperatures. **International Journal of Pest Management**, v. 63, n. 4, p. 364-370, 2017.

GOMES, E. S.; SANTOS, V.; ÁVILA, C. J. Biology and fertility life table of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in different hosts. **Entomological Science**, v. 20, n. 1, p. 419-126, 2017.

JESUS, F. G.; SOUSA, P. V.; MACHADO, B. R.; PEREIRA, A. I. A.; ALVES, G. C. S. Desenvolvimento de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 4, p. 430-435, 2013.

KARIMI-MALATI, A.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A. A.; BAZOUBANDI, M. Life table parameters and survivorship of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) at constant temperatures. **Environmental Entomology**, v. 43, n. 3, p. 795-803, 2014.

LU, B.; TANG, Z.; BELLIS, G.; LI, Y.; PENG, Z.; JIN, Q.; WEN, H. Life table analysis under constant temperature for *Opisina arenosella* (Lepidoptera: Xyloryctidae), an invasive moth of palm plants. **Austral Entomology**, v. 55, n. 3, p. 334-339, 2016.

PRATISSOLI, D.; GONÇALVES, J. R. Brocção. In: PRATISSOLI, D. (Org.) **Pragas emergentes no estado do Espírito Santo**. Alegre: UNICOPY, 2015, p. 46-53.

PRATISSOLI, D.; PIROVANI, V. D.; CARVALHO, J. R.; DALVI, L. P. Manejo de pragas para a cultura do morangueiro: sem resíduo de agrotóxico. Alegre: Nudemafi, 2015, 64p. (Nudemafi: Série Técnica n.2).

QIN, J.; ZHANG, L.; LIU, Y.; SAPPINGTON, T. W.; CHENG, Y.; LUO, L.; JIANG, X. Population projection and development of the *Mythimna loreyi* (Lepidoptera: Noctuidae) as affected by temperature: Application of an age-stage, two-sex life table. **Journal of Economic Entomology**, v. 110, n. 4, p. 1-9, 2017.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2018.

RAO, M. S.; MANIMANJARI, D.; RAO, A. C. R.; SWATHI, P.; MAHESWARI, M. Effect of climate change on *Spodoptera litura* Fab. on peanut: A life table approach. **Crop Protection**, v. 66, p. 98-106, 2014.

RAZAZZIAN, S.; HASSANI, M. R.; IMANI, S.; SHOJAI, M. Life table parameters of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) on four commercial pistachio cultivars. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 18, p. 55-59, 2015.

ROSTAMI, E.; MADADI, H.; ABBASIPOUR, H.; ALLAHYARI, H.; CUTHBERTSON, A. G. S. Life table parameters of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on different tomato cultivars. **Journal of Applied Entomology**, v. 141, n. 2, p. 88-96, 2016.

SANDHU, H. S.; NUSSLY, G. S.; WEBB, S. E.; CHERRY, R. H.; GILBERT, R. A. Temperature-dependent reproductive and life table parameters of *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on sugarcane. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 2, p. 380-390, 2013.

SANTOS, K. B.; MENEGUIN, A. M.; NEVES, P. M. O. J. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 903-910, 2005.

SANTOS, K. B.; MENEGUIM, A. M.; SANTOS, W. J.; NEVES, P. M. O. J.; SANTOS, R. B. Caracterização dos danos de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) a estruturas do algodoeiro. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4, p. 000-000, 2010.

SILVA, D. M.; BUENO, A. F.; STECCA, C. S.; ANDRADE, K.; NEVES, P. M. O. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Biology of *Spodoptera eridania* and *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) on different host plants. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 4, 2017.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

TEODORO, A. V.; PROCÓPIO, S. O.; BUENO, A. F.; NEGRISOLI, A. S.; CARVALHO, H. W. L.; NEGRISOLI, C. R. C. B.; BRITO, L. F.; GUZZO, E. C. *Spodoptera cosmioides* (Walker) e *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae): novas pragas de cultivos da região nordeste. **Comunicado Técnico 131**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013.

VERKERK, R. H. J., WRIGHT, D. J. Multitrophic interactions and management of the diamondback moth: a review. **Bulletin of Entomological Research**, v. 86, p. 205-216, 1996.