

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Instituto de Biologia
Programa de Pós-Graduação em Entomologia



Dissertação

**Desempenho biológico de noctuídeos em cultivos de inverno no
ambiente de terras baixas do Sul do Rio Grande do Sul**

Jéssica Avila de Abreu

Pelotas, 2018

Jéssica Avila de Abreu

**Desempenho biológico de noctuídeos em cultivos de inverno no
ambiente de terras baixas do Sul do Rio Grande do Sul**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia do Instituto de Biologia
da Universidade Federal de Pelotas,
como requisito parcial à obtenção do
título de Mestre em Entomologia.

Orientadora: Dr.^a Ana Paula Schneid Afonso da Rosa

Coorientadora: Dr.^a Simone Martins Mendes

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

A162d Abreu, Jéssica Avila de

Desempenho biológico de noctuídeos em cultivos de inverno no ambiente de terras baixas do sul do Rio Grande do Sul / Jéssica Avila de Abreu ; Ana Paula Schneid Afonso da Rosa, orientadora ; Simone Martins Mendes, coorientadora. — Pelotas, 2018.

76 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Forrageiras. 2. Plantas de cobertura. 3. Histologia. I. Rosa, Ana Paula Schneid Afonso da, orient. II. Mendes, Simone Martins, coorient. III. Título.

CDD : 636.08551

Jéssica Avila de Abreu

Desempenho biológico de noctuídeos em cultivos de inverno no ambiente de terras baixas do Sul do Rio Grande do Sul

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências (área de concentração Entomologia), Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data de defesa: 05/03/2018

Banca examinadora:

Dr^a. Ana Paula Schneid Afonso da Rosa (Orientadora)

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas.

Dr. Daniel Bernardi

Doutor em Entomologia pela Universidade Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” de São Paulo.

Dr. Flávio Roberto Mello Garcia

Doutor em Zoologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Dr. Jader Ribeiro Pinto

Doutor em Fitossanidade pela Universidade Federal de Pelotas.

À minha família, aos meus pais, Mario e Annizia, e a minha irmã Mariane, pelo amor e apoio incondicional em mais essa etapa da minha vida.

Dedico

Agradecimentos

A Deus, pois através da fé, me concede força e esperança para enfrentar todas as dificuldades.

À minha família pelo apoio, confiança e amor incondicional. Por sempre estarem ao meu lado em todas as circunstâncias. À vocês dedico todas as minhas conquistas.

À Universidade Federal de Pelotas – UFPel, ao Instituto de Biologia (IB) e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia (PPGEto), pela oportunidade de realização do curso de Mestrado e pela contribuição à minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

À Embrapa Clima Temperado – Estação Terras Baixas (ETB), pela estrutura e apoio, assim como, aos seus técnicos e funcionários pelo companheirismo e auxílio ao longo do desenvolvimento desse trabalho.

Ao departamento de morfologia - UFPel, aos professores, técnicos e funcionários. Em especial a equipe que me auxiliou, Rejane Peter, Eduarda Nachtigall, Denner Porto e Lucas Schneider, pela amizade e auxílio na realização desse trabalho.

Aos professores da Universidade Federal de Pelotas, pelos valiosos ensinamentos e contribuições.

À minha orientadora Ana Paula, pelas orientações e transmissão de conhecimentos que contribuíram para concretização deste trabalho.

Aos colegas do Núcleo de Bioeficiência, em especial: Fabrício, Indyra, Lucas, Larissa e Mikael, pela ajuda e companheirismo.

Aos meus amigos, em especial: Fabrício, Priscilla, Márcio, Júlia, Karina, Adriane, Alexandra, Naymã, Paula e Rejane pelo auxílio nas disciplinas, nos experimentos e trabalhos. Principalmente, pela amizade, pois vocês são a minha segunda família.

À todos aqueles que de alguma forma contribuíram para conclusão deste trabalho.

Toda minha gratidão a vocês!

Resumo

ABREU, Jéssica Avila. **Desempenho biológico de noctuídeos em cultivos de inverno no ambiente de terras baixas do Sul do Rio Grande do Sul.** 2018. 76f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Os sistemas de rotação de culturas contribuem para maior sustentabilidade dos sistemas produtivos. Esse sistema de produção apesar de lucrativo, muitas vezes tem gerado como consequência o aumento na ocorrência de insetos-praga. As plantas utilizadas em cobertura ou em rotação, podem se tornar hospedeiras alternativas para insetos-praga de cultivos de verão, originando o fenômeno conhecido como “ponte verde”. A sucessão de culturas e o plantio escalonado de diversas culturas prolongam o tempo de sobrevivência desses insetos, aumentando o número de gerações neste tipo de agroecossistema. Devido a esses fatores, o objetivo do trabalho foi estudar o desempenho biológico de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818), *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) e *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) em cultivos de inverno. Para a realização do experimento foram usadas folhas dos cultivos de azevém (*Lolium multiflorum* cv. BRS Ponteio), aveia preta (*Avena strigosa* Schreb. cv. Embrapa 139) e cornichão (*Lotus corniculatus* cv. BRS Posteiro), principais espécies de cobertura e rotação no Sul do Brasil. Os parâmetros biológicos avaliados foram, duração e sobrevivência do período larval, viabilidade larval e pupal, peso de lagartas e pupas. As lagartas de *A. gemmatalis* alimentadas com azevém, aveia preta não ultrapassaram a fase larval, em cornichão o período foi de 14,5 dias, com 58,5% de viabilidade larval e 19,0% de viabilidade pupal, porém os adultos apresentaram deformações nas asas. O desenvolvimento de *H. armigera*, foi afetado por azevém e aveia preta, ocorrendo 100% de mortalidade larval. No cornichão os insetos ultrapassaram a fase larval, porém, houve mortalidade de 100% dos adultos após a emergência. Para *S. frugiperda* as lagartas de ambas populações 1 e 2, submetidas a duas temperaturas distintas de 18 e 25°C, alimentadas com azevém e aveia preta, prolongaram o período larval, porém as lagartas não ultrapassaram o período larval. Houve prolongamento larval em lagartas alimentadas com cornichão, além de baixa viabilidade larval a 25°C, na população 2. A análise histológica do mesêntero de *S. frugiperda* nas duas populações [população 1 (população do laboratório) e população 2 (população proveniente do campo)], evidenciou alterações morfológicas causadas por azevém, aveia preta e cornichão. Os resultados obtidos demonstram que azevém, aveia preta e cornichão, afetam o desenvolvimento de *A. gemmatalis*, *H. armigera* e *S. frugiperda*. Sendo assim, podem ser utilizadas como culturas chave na sucessão e rotação de culturas no Sul do país, no agroecossistema de terras baixas, dentro do sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP), para auxiliar na redução da formação de “ponte verde”.

Palavras-chave: forrageiras; plantas de cobertura; histologia

Abstract

ABREU, Jéssica Avila. **Biological performance of noctuids in winter crops in the lowland environment of Southern Rio Grande do Sul.** 2018. 76s. Dissertation (Master's in Entomology) - Graduation Program in Entomology. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2018.

Alternate cropping systems contribute to a greater sustainability of productive systems. However, this production system, although lucrative, has generated as a consequence a rise in the occurrence of insect pests. Plants used in cover crops or rotation can become alternative hosts to insect pests of summer crops, originating the phenomenon known as "green bridge". The succession of crops and strip cropping of several crops extend the survival period of these insects, increasing the number of generations in this agroecosystem. Due to these factors, the objective of the research was to study the performance of *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) in winter crops. To execute the experiment leaves of ryegrass (*Lolium multiflorum* cv. BRS Ponteio), lopsided oat (*Avena strigosa* Schreb. cv. Embrapa 139) and bird's-foot trefoil (*Lotus corniculatus* cv. BRS Posteiro) were used, which are main cover and rotation species in Southern Brazil. The biological parameters evaluated were duration and survival of the larval period, larval and pupal viability, and the weight of caterpillars and pupas. The caterpillars *A. gemmatalis* fed on ryegrass and lopsided oat didn't survive the larval stage, on bird's-foot trefoil, the period was of 14.5 days with 58.5% of larval viability and 19.0% of pupal viability, however adults exhibited deformities on their wings. The development of *H. armigera* was affected by ryegrass and lopsided oat, occurring 100% of larval mortality. On bird's-foot trefoil the insects survived the larval stage, however, there was a 100% mortality rate of the adults after emerging. To *S. frugiperda*, caterpillars of both populations 1 and 2, submitted to two distinctive temperatures of 18 and 25 °C and fed on ryegrass and lopsided oat, had their larval stage extended, but weren't able to survive it. There was larval extension in caterpillars fed on bird's-foot trefoil in addition to low larval viability in 25°C on population 2. The mesentery's histological analysis from *S. frugiperda* in both populations [population 1 (laboratory population) and population 2 population from the field]] evidenced morphological modifications caused by ryegrass, lopsided oat, and bird's-foot trefoil. The obtained results demonstrate that ryegrass, lopsided oat, and bird's-foot trefoil affect the development of *A. gemmatalis*, *H. armeira*, and *S. frugiperda*. Therefore, they can be used as key crops in the succession and rotation of crops in the South of the country, in the lowland agroecosystem, and inside the Crop Livestock Integration system to assist in the reduction of the formation of "green bridge".

Key-words: forage; cover crops; histology

Lista de Figuras

Figura 1	Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas (mm) de <i>Anticarsia gemmatalis</i> alimentadas com três cultivos de inverno: (A) azevém (BRS Ponteio), (B) aveia preta (BRS 139), (C) cornichão (BRS Posteiro), Pelotas, RS.....	31
Figura 2	Sobrevivência estimada da duração de lagartas de <i>Anticarsia gemmatalis</i> em três cultivos de inverno Pelotas, RS.....	32
Figura 3	Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas (mm) de <i>Helicoverpa armigera</i> em cornichão (BRS Posteiro) em laboratório, Pelotas, RS.....	35
Figura 4	Sobrevivência estimada da duração de lagartas de <i>Helicoverpa armigera</i> em três cultivos de inverno, Pelotas, RS.....	36
Figura 5	Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas (mm) de <i>Spodoptera frugiperda</i> em azevém (BRS Ponteio), Pelotas, RS.....	39
Figura 6	Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas de <i>Spodoptera frugiperda</i> em aveia preta (BRS 139), Pelotas, RS.....	43
Figura 7	Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas de <i>Spodoptera frugiperda</i> em cornichão (BRS Posteiro), Pelotas, RS.....	46
Figura 8	Sobrevivência estimada da duração de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , população 1 em três cultivos de inverno em temperatura de 18°C e 25°C, Pelotas, RS.....	48
Figura 9	Sobrevivência estimada da duração de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , população 2 em três cultivos de inverno em temperatura de 18°C e 25°C, Pelotas, RS.....	49
Figura 10	Mesêntero de lagarta de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentada com dieta artificial (GREENE; LEPPLA; DICKERSON, 1976) (testemunha). Barra 5µm. Coloração H-E.....	53

Figura 11	Mesêntero de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com folhas de azevém (BRS Ponteio) (1A e 1B) observar degradação parcial da membrana peritrófica e liberação das células epiteliais para o lúmen. Barra 5µm. Coloração H-E. ML - músculo longitudinal, MC - músculo circular, Ep - epitélio, L - lúmen, Seta - projeção do epitélio, Seta dupla - afastamento do tecido epitelial.....	55
Figura 12	Mesêntero de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com folhas de aveia preta (BRS 139) (2A e 2B) rompimento do tecido epitelial e afastamento da membrana basal. Barra 5µm. Coloração H-E. Ep - epitélio, L - lúmen, CR - célula regenerativa, MP - membrana peritrófica, Seta dupla - afastamento do tecido epitelial.....	56
Figura 13	Mesêntero de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com folhas de cornichão (BRS Posteiro) (3A e 3B) projeção e liberação de células epiteliais para o lúmen, afastamento do tecido epitelial da membrana basal e ausência da membrana peritrófica. Barra 5µm. Coloração H-E. Ep - epitélio, L - lúmen, CR - célula regenerativa, CC - célula colunar, CCa - Célula caliciforme, Seta - projeção do epitélio.....	56

Lista de Tabelas

Tabela 1	Duração da fase larval (dias), viabilidade da fase larval (%), peso de lagartas ao 14° dia de desenvolvimento (mg), peso de pupas (mg) e viabilidade pupal (%) de <i>Anticarsia gemmatalis</i> em cultivos de inverno em laboratório. Pelotas, RS.....	30
Tabela 2	Duração da fase larval (dias) de <i>Helicoverpa armigera</i> em cultivos de inverno em laboratório. Pelotas, RS.....	34
Tabela 3	Duração da fase larval (dias) e peso de lagartas (mg) de <i>Spodoptera frugiperda</i> em em azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) em laboratório a 18°C e 25°C. Pelotas, RS.....	38
Tabela 4	Duração (dias) e peso de lagartas (mg) de <i>Spodoptera frugiperda</i> em aveia preta (<i>Avena strigosa</i> Schreb.) em laboratório a 18°C e 25°C. Pelotas, RS.....	41
Tabela 5	Duração (dias) e peso de lagartas (mg) de <i>Spodoptera frugiperda</i> em cornichão (<i>Lotus corniculatus</i> L.) em laboratório a 18°C e 25°C. Pelotas, RS.....	45
Tabela 6	Duração (dias) de lagartas de <i>Spodoptera frugiperda</i> em cultivos de inverno, em laboratório a 18°C e 25°C. Pelotas, RS.....	55

Sumário

1	Introdução.....	12
2	Revisão de Literatura.....	15
2.1	Forrageiras de inverno.....	15
2.2	Aspectos biológicos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae).....	17
2.3	Aspectos biológicos de <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae).....	19
2.4	Aspectos biológicos de <i>Spodoptera frugiperda</i> (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae).....	22
2.5	Histologia do canal alimentar.....	23
3	Material e Métodos.....	24
3.1	Criação de insetos.....	25
3.2	Semeadura e manutenção dos cultivos de inverno.....	27
3.3	Desempenho de <i>Anticarsia gemmatalis</i> , <i>Helicoverpa armigera</i> e <i>Spodoptera frugiperda</i> em cultivos de inverno.....	27
3.4	Histologia do canal alimentar de <i>Spodoptera frugiperda</i>	28
4	Resultados e Discussão.....	29
4.1	Parâmetros biológicos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> alimentadas com cultivos de inverno.....	29
4.2	Parâmetros biológicos de <i>Helicoverpa armigera</i> alimentadas com cultivos de inverno.....	34
4.3	Parâmetros biológicos de <i>Spodoptera frugiperda</i> alimentadas com cultivos de inverno.....	37
4.3.1	Azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.).....	37
4.3.2	Aveia preta (<i>Avena strigosa</i> Schreb.).....	40
4.3.3	Cornichão (<i>Lotus corniculatus</i> L.).....	44
4.4	Histologia do canal alimentar de <i>Spodoptera frugiperda</i>	53
5	Considerações Finais.....	57
	Referências.....	58

1 Introdução

A busca por soluções sustentáveis na agricultura tem sido estimulada no Brasil. Nesse cenário, destaca-se a agricultura de baixo carbono que visa reduzir as emissões de gases do efeito estufa por meio de práticas agrícolas mais sustentáveis. A iniciativa é composta por técnicas mitigatórias variadas, como o plantio direto, que consiste em semear a cultura de interesse econômico sobre a palhada da cultura anterior, melhorando as características físicas, químicas e biológicas do solo (CRUZ, 1999) e também o sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP), que consiste no uso alternado da terra no tempo e no espaço, entre lavoura e pecuária (VILELLA et al., 2011).

O agroecossistema de terras baixas é um dos agroecossistemas presentes no Estado do Rio Grande do Sul (RS), ocupando aproximadamente 20% do seu território. A caracterização de terras baixas é definida através da topografia territorial devido a aspectos ligados ao relevo, clima, solo e vegetação. São também conhecidos como solos de várzea, apresentando como característica solos hidromórficos, encontrados nas planícies próximos a rios, lagos e lagunas. O seu relevo é predominantemente plano a suave ondulado, associado a uma camada superficial pouco profunda e de permeabilidade muito baixa, tais condições levam a grandes variações nos atributos físicos, químicos e mineralógicos destes solos e por consequência sua aptidão para uso (PINTO; MIGUEL; PAULETTO, 2017).

Atualmente este tipo de agroecossistema é utilizado basicamente para o cultivo do arroz irrigado e a pecuária de corte extensiva (MARCHEZAN et al., 2002). Porém, a diversificação ou incorporação de novas culturas em áreas de terras baixas é necessária, pois é uma forma de aumentar a eficiência do sistema produtivo. Embora, estas áreas, por suas características estejam sujeitas ao hidromorfismo, que somado ao seu relevo plano dificultam a drenagem de água (VERNETTI; SCHUCH; LUDWIG, 2012; SARTORI, et al., 2016).

Contudo, em ambos os sistemas de exploração existe o plantio de mais de uma espécie, no tempo e no espaço, que devem ser escolhidas adequadamente, com intuito de minimizar o problema com insetos-praga polífagos. Para realizar a escolha das plantas adequadas para cobertura, é necessário conhecer a adaptação à região e habilidade em crescer num ambiente menos favorável, uma vez que as culturas comerciais são estabelecidas nas épocas mais apropriadas (ALVARENGA et al., 2001).

A produtividade de fitomassa deve ser levada em consideração, assim como, a cobertura do solo, e o potencial dessas plantas serem, ou não, hospedeiras de pragas e doenças. Contudo, a implantação de plantas de cobertura tem propiciado a formação da chamada "ponte verde", ou seja, a sequência ininterrupta de culturas, que beneficia pragas polífagas (NUNES et al., 2006; ANDRIOLI et al., 2008; AFONSO-ROSA; OLIVEIRA; SILVA, 2014). Discussão

O desempenho biológico na fase larval de espécies de lagartas desfolhadoras polífagas em diferentes espécies vegetais indicam a existência de "ponte verde" que sustentam as populações dessas pragas na maior parte do ano.

Tais "pontes verdes" podem existir mesmo que hajam limitações climáticas, principalmente baixas temperaturas, como as que ocorrem no inverno, do Sul do país, em agroecossistema de terras baixas. Visto que hospedeiros alternativos podem servir de suporte para a manutenção das populações de lagartas polífagas.

A polifagia é de grande importância para a sobrevivência de insetos fitófagos, como *A. gemmatilis*, *H. armigera* e *S. frugiperda*. E está relacionada ao desempenho biológico e à dinâmica populacional de pragas. As espécies polífagas de uma mesma região, podem ser pragas de uma ou mais culturas, ou então utilizam diferentes plantas hospedeiras para se manter em baixa densidade, até que um alimento capaz de propiciar seu completo desenvolvimento seja encontrado (MOSCARDI et al., 2012).

Nesse contexto é fundamental conhecer o papel das plantas hospedeiras do sistema de produção milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* L.), bem como de outros hospedeiros presentes no Sul do país. Assim como aqueles que podem ser usados como culturas chave, atuando na redução da formação de "ponte verde". Assim sendo, é importante conhecer o comportamento de pragas polífagas nas forrageiras de clima temperado mais utilizadas no Sul do RS, destacando-se, as gramíneas, aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e o azevém (*Lolium multiflorum*

Lam.), e dentre as leguminosas, o cornichão (*Lotus corniculatus* L.) (FONTANELI; SANTOS; FONTANELI, 2012).

A lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), dentre as lagartas desfolhadoras é a espécie mais importante para a cultura da soja (PANIZZI; CORRÊA-FERREIRA, 1997). As lagartas de *A. gemmatalis* se alimentam do limbo e das nervuras foliares, ocorrendo desde o período vegetativo até o reprodutivo, em alguns casos essa desfolha pode ser total, reduzindo a produtividade (LOURENÇÃO et al., 2010). Durante o seu período larval uma única lagarta de *A. gemmatalis* pode consumir de 100 a 150cm² de área foliar (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; WALKER et al., 2000). Na faixa de desenvolvimento entre o quarto e o sexto ínstar é quando a desfolha ocasionada pelas lagartas é mais severa, sendo que 95% da injúria ocorre nesse período (SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

Helicoverpa armigera (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) é considerada uma espécie de grande importância econômica no Brasil, devido a polifagia, a alta fecundidade, alta mobilidade e a sua elevada capacidade de adaptação a diversos ambientes climáticos (SPECHT; SOSA-GÓMEZ; PAULA-MORAES, 2013).

A ocorrência de lagartas de *H. armigera* relatada em culturas de verão e inverno é favorecida por práticas de manejo, tais como, a rotação de culturas, também como, a manutenção de uma cobertura vegetal sobre as áreas em repouso, sistema de produção agrícola adotado no Brasil (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013). Estudos sobre a bioecologia dessa espécie são essenciais para que estratégias de manejo eficazes no seu controle sejam definidas para os mais variados sistemas de produção agrícola.

A lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é a principal praga da cultura do milho, é nativa de regiões tropicais, amplamente disseminada, ocorrendo desde os Estados Unidos até a Argentina (METCALF; FLINT; METCALF, 1962). As perdas ocasionadas ao milho devido ao ataque dessa praga podem variar de 17 a 50%, levando em consideração a cultivar e o estágio fenológico da planta (CRUZ, 2002; FERNANDES, 2003). A dificuldade do manejo de *S. frugiperda* se deve principalmente a grande amplitude hospedeira da espécie. No Brasil, a oferta de hospedeiros ao longo do ano favorece a praga que faz uso de hospedeiros alternativos para se manter nos agroecossistemas (BARROS et al., 2010).

Sabe-se que existe uma grande dificuldade na definição dos hospedeiros preferenciais de lepidópteros polípagos, sobretudo em função da grande variabilidade das plantas, seja pela fenologia, localização, bem como a compatibilidade com a fisiologia, genética e experiência prévia do inseto hospedeiro. A compreensão de fatores genéticos e não genéticos da seleção de hospedeiro deve ser fundamentada em estudos laboratoriais e de campo abrangentes com diferentes populações e combinações geográficas de sistemas de produção (CUNNIGAN; ZALUCHI, 2014).

Considerando o potencial de danos que as espécies de lagartas desfolhadoras *A. gemmatalis*, *H. armigera* e *S. frugiperda*, o objetivo deste trabalho foi estudar o desenvolvimento biológico das espécies de *A. gemmatalis*, *H. armigera* e *S. frugiperda* em cultivos de inverno no ambiente de terras baixas do Sul do RS.

2 Revisão de Literatura

2.1 Forrageiras de inverno

Os cultivos de verão, soja, milho, arroz (*Oryza sativa* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), são as culturas que possuem maior importância econômica para a região Sul do Brasil. Ao todo essas culturas representam cerca de 13,5 milhões de hectares cultivados nesta região. Durante o período de inverno a produção de grãos é reduzida a menos da metade da área produzida no verão. Com isso, torna-se necessário buscar alternativas para este período, evitando que o solo anteriormente cultivado seja exposto à erosão. Assim sendo, as forrageiras de inverno tornam-se uma alternativa viável para serem cultivadas neste período crítico como cobertura de solo e também como, forragem para alimentação animal (FONTANELI; SANTOS; FONTANELI, 2012).

A utilização de sistemas apropriados de rotação e de sucessão de culturas apresenta algumas vantagens, em destaque, a estabilidade do rendimento de grãos, quebra de ciclo de pragas e doenças, a diminuição da infestação de plantas daninhas, o uso de espécies com diferentes sistemas radiculares que promovem a alternância na forma de extração de nutrientes, além da manutenção e melhoria das condições físicas do solo (SILVA et al., 2007).

No estado do Rio Grande do Sul, 76% corresponde à área pastoril utilizada na pecuária de corte, coberta por vegetação natural, sendo 8% a área melhorada

através da adubação e sobressemeadura de espécies forrageiras de clima temperado (SARMENTO, 2016).

No RS, as pastagens naturais são compostas por espécies herbáceas de ciclos estival e hibernal, características a altitude, clima e ao solo de cada região, sendo 400 gramíneas e 150 leguminosas (OLIVEIRA et al., 2015). As gramíneas apresentam sistema radicular extenso e constantemente renovado, as leguminosas contribuem com nitrogênio através de seus resíduos, com isso o aumento na taxa de decomposição dos materiais orgânicos por reduzir a relação carbono/nitrogênio (C/N). Dessa forma as pastagens perenes exercem efeitos agrônômicos benéficos por períodos prolongados (FONTANELI, 2006).

As forrageiras de clima temperado apresentam seu melhor crescimento e desenvolvimento quando cultivadas em ambientes cuja temperatura varie entre 20 e 25°C, são utilizadas principalmente para o pastejo de animais, feno ou para silagem (CARVALHO, 2010).

Assumindo assim, grande relevância para os sistemas agropastoris na região Sul do Brasil, pois são à base da nutrição dos rebanhos durante o inverno. O cultivo pode ser de forma singular ou consorciada, cultivadas em áreas integradas com cultivos estivais, ou sobressemeadas em pastagens naturais (SARMENTO, 2016).

A produção de gramíneas hibernais, tais como aveia preta e azevém, é possibilitada devido ao sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), são amplamente utilizadas como culturas de cobertura de solo em áreas sob semeadura direta, para a formação de pastagens, o que torna a atividade pecuária uma alternativa economicamente viável (TERRA LOPES, 2009).

O azevém anual há mais de 50 anos, é a gramínea de inverno mais utilizada em todas as regiões climáticas do RS, essa espécie apresenta sistema radicular fasciculado, hábito cespitoso e rota metabólica C3 (CAUDURO et al., 2006). Nas plantas C3 a via metabólica tem seu início com um composto de três carbonos, esse tipo de mecanismo fotossintético tem uma capacidade maior de perda de água através dos estômatos e um menor aproveitamento de CO₂ (dióxido de carbono), em relação a plantas com via metabólica C4 (HARTWIG; KIIHL, 1979).

Essa forrageira de inverno apresenta alta produção de forragem de excelente qualidade (MONTARDO et al., 2005; MONTARDO; MITTELMANN, 2009). A cultivar diploide de azevém BRS Ponteio, tem tido destaque em diversas localidades do Rio Grande do Sul, foi obtida através da seleção de populações naturalizadas,

destacando-se pelo ciclo mais longo e maior capacidade de forrageamento em relação a outras cultivares comuns (GONÇALVES, 2017).

Considerando a área cultivada sob plantio direto, a aveia preta é uma das culturas mais incluídas no sistema de rotação no inverno na região Sul do Brasil, assim como o estado do Paraná. Tal importância é devido ao seu rápido crescimento inicial, pela grande produção de fitomassa e cobertura de solo, pela facilidade de produção de sementes, pela sua rusticidade e um menor custo de produção (SILVA et al., 2009). Conforme as estimativas da Emater/RS-Ascar para a safra de inverno 2017, a área estimada para aveia preta foi cerca de 215 mil hectares, com base em uma amostragem realizada em abril/2017 em 106 municípios do Rio Grande do Sul (EMATER, 2017). A produtividade da aveia preta varia de 10 a 30 toneladas.ha⁻¹ de massa verde, com cerca de duas a seis toneladas.ha⁻¹ de matéria seca (DEMÉTRIO; COSTA; OLIVEIRA, 2012).

De acordo com um levantamento realizado pelo Sebrae/Senar/Farsul (2005), o azevém anual e a aveia preta são as espécies mais utilizadas, sendo que, 81% dos produtores do RS, utilizam pastagem anual cultivada de inverno e destes 56% implantam azevém e aveia em consórcio (GUZATTI et al., 2015).

Dentre as leguminosas forrageiras, uma importante espécie é o cornichão, destacando-se pela sua versatilidade, tolerância à acidez e à baixa fertilidade do solo, além de não provocar timpanismo (SOSTER et al., 2004). O cornichão apresenta boa cobertura de solo, pode ser associado a outras espécies ou ressemeado naturalmente. Na região Sul é muito utilizado por ser tenro, palatável e nutritivo. Recomendado para pastagens permanentes em regiões temperadas, a sua produção é de cerca de 15 a 19 toneladas.ha⁻¹ (OSAKI; NEGRELO, 2007). O uso de leguminosas forrageiras consorciadas com gramíneas, oferece inúmeras vantagens como, redução ou substituição de fertilizantes nitrogenados, melhoria na qualidade da dieta animal, utilização da pastagem por períodos prolongados, propiciando um aumento no consumo e na produtividade animal (HANISCH et al., 2016).

2.2 Aspectos biológicos de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner 1818) (Lepidoptera: Noctuidae)

A lagarta da soja *A. gemmatalis*, é uma das lagartas desfolhadoras de grande importância econômica, considerada a principal praga da cultura da soja, devido aos

prejuízos de expressiva magnitude causados pelo seu ataque (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000; MENDONÇA et al., 2009).

O ciclo de ovo a adulto de *A. gemmatalis* tem duração média de 30 dias, dependendo das condições ambientais, durante o ciclo de desenvolvimento da soja esse inseto pode completar de três a quatro gerações. Os ovos de *A. gemmatalis* tem um período de incubação de dois a três dias. Durante o período larval apresenta, aproximadamente seis ínstaes, com uma duração média e dois a três dias entre eles. A duração da fase de pupa é de 11,3 dias (REID; GREENE, 1973; PRAÇA; SILVA NETO; MONNERAT, 2006; SILVA et al., 2012).

É durante o período larval que as lagartas de *A. gemmatalis* causam prejuízos, desfolhando as plantas. A lagarta se alimenta tanto da epiderme inferior, quanto do mesofilo das folhas jovens, conforme se desenvolve a sua alimentação torna-se mais voraz, além do limbo, consome as nervuras da planta (ANDRADE; NEGREIRO; FALLEIROS, 2004).

Quando o dano é ocasionado por lagartas de até terceiro ínstar (em média 10mm), a desfolha é mínima, apenas pequenas raspagens e perfurações nas folhas. Porém a partir do quarto ínstar a desfolha é mais severa, reduzindo drasticamente a produtividade (MOREIRA; ARAGÃO, 2009; LOURENÇÃO et al., 2010). As lagartas apresentam coloração verde e apresentam três listras brancas longitudinais no dorso, porém sob altas infestações podem apresentar cores mais escuras. Nos primeiros ínstaes se locomovem “medindo palmo”, pois possuem quatro pares de propernas abdominais, sendo duas vestigiais, o que não acontece em ínstaes mais tardios (maiores que 15mm) (MOSCARDI et al., 2012; SOSA-GÓMEZ et al., 2014).

A lagarta da soja apresenta elevada ocorrência nas lavouras, havendo a necessidade de um controle frequente (MORALES; SILVA, 2006). Para o manejo de *A. gemmatalis*, o nível de controle empregado é de 20 lagartas maiores que 1,5cm de comprimento, por metro linear, considerando 30% de desfolha no estágio vegetativo e no estágio reprodutivo apenas 15% de desfolha (EMBRAPA, 2003).

Após aproximadamente seis ínstaes larvais as lagartas transformam-se em pupa de coloração marrom. Na fase de adulto as mariposas de *A. gemmatalis* tem hábito noturno e medem de 30 a 38mm de envergadura (LEPPLA et al., 1987; PRAÇA; SILVA NETO; MONNERAT, 2006), sua coloração varia de cinza ao pardo, possui uma listra transversal escura que atravessa de uma ponta a outra as suas asas, que pode ser observada quando as mesmas se encontram em repouso, pois

as asas ficam abertas. A longevidade dos adultos é em média 20 dias e cada fêmea oviposita aproximadamente 1000 ovos (HOFFMANN-CAMPO, 2005).

A oviposição é feita na face superior e inferior das folhas, pecíolos e hastes das plantas (BARBARA, 2000). Por este motivo a visualização das posturas dessa espécie é difícil, pois os ovos possuem coloração que varia de esbranquiçada a verde-clara, misturando-se facilmente em meio a vegetação (KLESENER; SANTOS; BIANCHI, 2007; MOSCARDI et al., 2012).

2.3 Aspectos biológicos da *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae)

H. armigera apresenta ampla distribuição, sendo considerada uma praga importante em toda a África, Austrália, Europa, Ásia e Oceania (ZALUCKI et al., 1986; AGUSTI; DE VICENTE; GABARRA, 1999). No continente americano essa praga não havia sido registrada até 2013. No Brasil era considerada praga quarentenária A1, até que em 2013 sua ocorrência foi detectada em alguns Estados brasileiros (CZEPAK et al., 2013; SPECHT; SOSA-GÓMEZ; PAULA-MORAES, 2013). Porém desde 2008 há indícios da presença dessa praga em baixo nível populacional em território brasileiro (SOSA-GÓMEZ et al., 2016).

A grande capacidade de dispersão de *H. armigera* está estreitamente relacionada à habilidade que os adultos desta espécie apresentam de se dispersar em condições de campo, podendo nesta fase migrar a uma distância de até 1000 km (PEDGLEY, 1985). Associado a isso, a espécie também apresenta alta capacidade de sobrevivência em condições ambientais adversas, tais como, excesso de calor, frio ou seca, sendo possível ter várias gerações ao longo do ano, uma vez que o ciclo de ovo a adulto pode ser completado dentro de quatro a cinco semanas (FITT, 1989).

As fêmeas dessa espécie tem a capacidade de ovipositar uma média de 1000 a 1500 ovos, geralmente durante o período noturno, de forma isolada sobre a face adaxial das folhas e superfícies pubescentes (EPPO, 1981). Os ovos tem como característica o formato achatado, com aspecto liso na sua porção apical e com a presença de nervuras radiais. Possuem coloração branco-amarelada e quando próximos à eclosão se tornam marrom-escuro. Quanto ao tamanho, são pequenos, em média medindo algo entre 0,42-0,60mm por 0,40-0,55mm de altura (ALI; CHOUDHURY, 2009).

As lagartas dessa espécie apresentam cerca de cinco a sete ínstaras durante seu ciclo de vida, que pode ter uma duração de duas a três semanas, quando as condições climáticas são favoráveis, sendo que sua temperatura ideal de desenvolvimento está entre 31 e 34°C (MIRONIDIS; SAVOPOULOU-SOULTANI, 2008). As lagartas de *H. armigera* podem apresentar uma ampla variação de cores durante o período larval que vai de branco-amarelada ao verde, mas a sua característica morfológica mais marcante é melhor identificada durante o quarto ínstar, quando há a presença de tubérculos abdominais, dispostos de modo a formar um semicírculo, dando o aspecto semelhante a uma “sela”, no primeiro segmento abdominal (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

Essa espécie é polífaga, com um alto nível adaptativo nutricional (HAMED; NADEEM, 2008; ALI; CHOUDHURY, 2009; ASSEMI et al., 2012). *H. armigera* foi registrada como praga de importância econômica em aproximadamente 181 espécies de plantas cultivadas em 45 famílias (SRIVASTAVA; JOSHI; TRIVEDI, 2010). A espécie já foi identificada em culturas como milho, soja, algodão, feijão verde, tomate, frutas cítricas e pastagens (BUENO; SOSA-GÓMEZ, 2014).

A pupa apresenta coloração marrom com superfície arredondada nas partes terminais. Nesta fase o inseto pode entrar em diapausa dependendo das condições climáticas (KARIM, 2000; ALI; CHOUDHURY, 2009).

Na fase adulta as mariposas se alimentam de néctar, fator que pode ser determinante na atração e seleção de plantas hospedeiras (JALLOW; CUNNINGHAM; ZALUCKI, 2004; AFZAL; ASHFAQ; BASHIR, 2012).

Os adultos de *H. armigera* são mariposas que medem cerca de 30 a 45mm de envergadura e 14 a 18mm de comprimento, possuem corpo robusto com ampla área torácica (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013). Essa espécie apresenta atividade crepuscular permanecendo em repouso durante o dia, abrigadas nas folhas próximas ao solo (HARDWICK, 1965).

Apresenta acentuado dimorfismo sexual, o macho possui coloração cinza-esverdeada e a fêmea castanho-alaranjado. Como característica, ambos apresentam nas margens das asas anteriores uma listra com sete a oito manchas, acima dela uma faixa transversal irregular mais clara, e na parte central da asa uma pequena mancha escura em forma de vírgula. Já as asas posteriores possuem coloração mais clara, com borda marrom escura na extremidade apical (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013). Na fase adulta a longevidade das fêmeas é de

aproximadamente 11,7 dias e de 9,2 dias para os machos (ALI; CHOUDHURY, 2009).

No Brasil, na região do Cerrado essa espécie está amplamente disseminada, sendo considerada praga em diversas culturas, como a soja e o algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Porém no Sul do Brasil, a espécie está estabelecida como uma importante praga da cultura da soja e no período de entressafra tem sido encontrada em espigas de trigo (*Triticum aestivum* L.), siliquis de canola (*Brassica napus* L.) e cápsulas de linho (*Linum usitatissimum* L.), assim como nabo (*Brassica rapa* L.) e aveia preta (SUZANA et al., 2015).

A espécie ocasiona danos às plantas hospedeiras, atacando estruturas vegetativas, como cotilédones e folhas, assim como, estruturas reprodutivas, como por exemplo, flores e frutos (KUSS et al., 2016), assim sendo, causa danos desde a fase vegetativa até a reprodutiva (DEGRANDE; OMOTO, 2013).

Conhecer a dinâmica populacional da espécie, o seu comportamento e os fatores ambientais ou biológicos que possam interferir no seu desenvolvimento são ponto chave para o sucesso do manejo de *H. armigera*, assim é claro, como a sua correta identificação (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKY, 2013).

H. armigera causa grandes prejuízos para a agricultura, tanto pelo alto custo de seu controle, quanto pela redução de produção (FITT, 1989; POGUE, 2004). A perda mundial estimada causada por lagartas de *H. armigera*, nas diferentes culturas em que ataca, chega anualmente a US\$ cinco bilhões de dólares (LAMMERS; MACLEOD, 2007). No Brasil, na safra 2012/2013 essa praga causou um prejuízo de aproximadamente R\$ dois bilhões de reais (CALDAS, 2013; CZEPAK et al., 2013).

Um dos fatores que podem estar relacionados à ocorrência de altos níveis de infestação dessa espécie, é o uso de práticas de manejo inadequadas pelos produtores. O uso excessivo de inseticidas e a exploração de duas ou três safras em uma mesma área com plantas hospedeiras, formando uma ponte verde, que favorece espécies polífagas como *H. armigera* (CUNNINGHAM; ZALUCKI, 2014).

O estudo sobre o desempenho de *H. armigera* nas forrageiras de inverno utilizadas no agroecossistema de terras baixas, assume importância pelo fato de que as fêmeas dessa espécie, além das plantas preferenciais, realizam posturas em hospedeiros alternativos presentes nos arredores das lavouras tendo papel decisivo

na sobrevivência e dinâmica sazonal da praga (ÁVILA; VIVAN; TOMQUELSKI, 2013).

2.4 Aspectos biológicos de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)

A lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, é uma espécie que tem ampla distribuição geográfica, considerada uma das espécies mais nocivas para as culturas anuais nas regiões tropicais das Américas, principalmente no Brasil (BOREGAS et al., 2013). *S. frugiperda* é a principal praga da cultura do milho por causar danos em todos os estágios de desenvolvimento da planta (CRUZ, 2008; CRUZ, 2002).

Essa espécie é polífaga, mas apesar da diversa gama de espécies de plantas das quais se alimenta, a *S. frugiperda* é considerada uma importante praga de plantas da família Poaceae, como milho, arroz, trigo, dentre outras (METCALF; FLINT; METCALF, 1962; LABRADOR, 1967; BUSATO et al., 2002).

Os ovos possuem coloração verde clara, com um período de incubação de cerca de dois a quatro dias e são ovipositados em massa. As massas de ovos podem variar de oito a mais de 500 por postura. Considerando que uma postura contendo 500 ovos é capaz de colonizar cinco plantas, sendo que cada mariposa durante seu ciclo de vida oviposita em média de 1500 a 2000 ovos. As posturas geralmente são realizadas tanto na face inferior quanto na superior das folhas das plantas hospedeiras, de onde eclodem as lagartas, que irão passar por seis ou sete ínstaes até alcançar o seu desenvolvimento completo (WAQUIL; VILELLA, 2003; CRUZ et al, 2008).

Nos ínstaes iniciais as lagartas iniciam a alimentação pelas folhas mais jovens do milho, causando a raspagem das folhas, um sintoma característico dessas lagartas, pois ao se alimentar apenas do parênquima sem causar furos, deixam apenas a epiderme membranosa (BIANCO, 1991; GIOLO et al., 2002).

A duração do período larval é em média de 12 a 30 dias, as lagartas dessa espécie no último instar podem medir 50mm de comprimento, e a coloração varia de pardo-escuro a verde (PINTO; PARRA; OLIVEIRA, 2004). Como característica morfológica apresenta três linhas finas de coloração branco amareladas na parte dorsal do corpo, abaixo dessas linhas (na parte lateral), existe uma linha escura mais larga e mais abaixo dessa, uma listra amarela irregular marcada com vermelho.

Outra característica da espécie é a sua cabeça com coloração escura e que possui suturas que se cruzam formando um “y” invertido. Quando o período larval termina as lagartas penetram no solo, onde se transformam em pupas de coloração avermelhada (crisálidas), medindo 15mm de comprimento (SARMENTO et al., 2002).

A fase adulta dessa espécie pode durar em média 10 dias, com acentuado dimorfismo sexual, no qual, os machos apresentam nas asas anteriores cor acinzentada e próximo ao ápice uma mancha branca irregular. Enquanto nas fêmeas as asas anteriores apresentam coloração cinza escura, uniforme. Porém, ambos apresentam asas posteriores de coloração clara. Quanto ao tamanho a mariposa mede aproximadamente 35mm de envergadura (SPARKS, 1979; CRUZ, 1995; CAPINEIRA, 2003; ZUCCHI; NETO; NAKANO, 1993).

A *S. frugiperda*, no Sul do Brasil, utiliza uma ampla sequência de plantas hospedeiras para alimentação e reprodução na primavera e verão, como plantas voluntárias de trigo e aveia-preta, ou invasoras como milhã (*Digitaria horizontalis* Willd. (DIGHO)) e papuã (*Brachiaria plantaginea*). A presença dessas gramíneas associada a fatores bióticos, pode determinar o desenvolvimento de altas densidades populacionais da lagarta em áreas cultivadas com soja, milho, sorgo, milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), algodão, arroz e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (SILVA et al., 2002).

2.5 Histologia do canal alimentar

O sistema digestivo dos insetos é basicamente formado pelo canal alimentar e por órgãos anexos, tendo como função o mecanismo de alimentação e estrutura química-digestiva dos insetos (CHAPMAN, 1998).

As pesquisas voltadas para o controle no ataque de pragas, tem como foco o canal alimentar, pois este representa uma área de contato entre os insetos e o meio ambiente (CORREIA et al., 2009).

Existem três regiões morfofuncionais que formam o canal alimentar: o intestino anterior, o intestino médio e o intestino posterior (CHAPMAN, 1998). O intestino médio é o principal local de digestão, absorção do alimento e a principal via de acesso dos inseticidas tanto os químicos como os biológicos (MOSSCARDI; CARVALHO, 1993). No intestino médio de lagartas da ordem Lepidoptera existem

as células caliciformes, que fazem o transporte ativo de íons potássio da hemolinfa para o lúmen intestinal, dentre outras funções (BELLANDA; ZUCOLOTO, 2009).

Nos insetos o intestino médio é de origem endodérmica, sendo este um tubo de diâmetro variável formado por um epitélio simples apoiado sobre uma membrana basal (CHAPMAN, 1998). Na maioria das espécies de Lepidoptera, o intestino médio é formado por um epitélio pseudoestratificado colunar, com pelo menos quatro tipos celulares: células colunares, caliciformes, regenerativas e endócrinas (LEVY, 2000; LEVY et al., 2007). A estrutura do epitélio do intestino médio está relacionado com a posição filogenética do inseto. O grupo dos lepidópteros possuem menor número de células regenerativas no intestino médio do que outros grupos (BELLANDA; ZUCOLOTO, 2009).

O epitélio é revestido pela membrana peritrófica (MP), sendo esta uma estrutura acelular, que separa o epitélio do conteúdo intestinal de forma a proteger contra a abrasão, atuando como barreira permeável às enzimas digestivas e produtos da digestão (EISEMANN; BINNINGTON, 1994; TERRA, 2001). Outra função atribuída ao epitélio é a de formar uma barreira que impede ou mesmo dificulta a entrada de microrganismos na cavidade do corpo (WANG; GRANADOS, 2001).

É importante salientar que as alterações no canal alimentar, principalmente na região do mesêntero, podem vir a afetar o crescimento e desenvolvimento de insetos, assim como, os eventos fisiológicos, pois esses processos dependem de uma alimentação adequada, da absorção e por fim sua transformação no canal alimentar (CORREIA et al., 2009).

Existe a possibilidade de que ingredientes ativos tóxicos de plantas, possam atuar no intestino médio dos insetos (KNAAK; TAGLIARI; FIUZA, 2010), por este fato, esse passa a ser o foco dos estudos histológicos relacionados ao canal alimentar dos insetos.

3 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Núcleo de Bioeficiência, na Estação Experimental Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado (CPACT), localizada no município do Capão do Leão, Região Sul do Rio Grande do Sul

(Latitude: 31° 45' 48" S; Longitude: 52° 29' 02" W e altitude: 21m), no período de maio de 2016 a novembro de 2017.

3.1 Criação de insetos

A criação de manutenção de insetos do Núcleo de Bioeficiência foi composta pelas seguintes espécies: *A. gemmatalis*, *H. Armigera* e *S. frugiperda*.

As lagartas de *A. gemmatalis*, foram coletadas à campo, em plantas de soja convencional, na área da Estação Experimental Terras Baixas (ETB), da Embrapa Clima Temperado (CPACT), durante a safra 2016/2017.

As lagartas de *H. Armigera*, foram disponibilizadas pelo laboratório de entomologia da Embrapa Milho e Sorgo.

As duas populações de *S. frugiperda*, são denominadas neste experimento como população 1 e 2, sendo a primeira, a população proveniente da criação de manutenção do Núcleo de Bioeficiência (ETB) e a segunda, à população coletada à campo, em plantas de milho convencional, na área da Estação Experimental (ETB), da Embrapa (CPACT), durante a safra 2016/2017. Ambas as espécies foram alimentadas durante sua fase larval com dieta artificial (GREENE; LEPPLA; DISKERSON, 1976).

A metodologia utilizada foi a descrita por Parra (2001), onde foram utilizados tubos de vidro transparente de fundo chato com 2,5cm de diâmetro por 8,5cm de altura, nos quais a dieta foi vertida para posterior inoculação das lagartas das respectivas espécies e populações, descritas anteriormente, após os tubos de vidro contendo as lagartas foram tamponados com algodão hidrófugo, onde as mesmas permaneceram neste recipiente até a fase de pupa, sendo mantidas em condições controladas de temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$), umidade relativa ($70 \pm 10\%$) e fotofase (14 horas).

As pupas provenientes da criação das três espécies e populações, foram acondicionadas em caixas gerbox (12 x 12 x 4cm), com papel de filtro no fundo e este, levemente umedecido com água para a manutenção da umidade, foram mantidas em câmaras climatizadas tipo B.O.D. ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e 14 horas de fotofase), onde permaneceram até a emergência dos adultos.

Os adultos foram transferidos para gaiolas de PVC (policloreto de vinila), com dimensões de 10cm de diâmetro e 25cm de altura, forradas interiormente com papel

germitest, utilizado como substrato de oviposição. A parte superior das gaiolas foi fechada com tecido tipo “voile”, com o auxílio de elásticos de látex para a fixação. Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10%, fornecidos por capilaridade, através de roletes de algodão hidrófilo contendo a solução de mel, que foram trocados a cada dois dias. As posturas foram retiradas diariamente para a reposição de indivíduos na criação do laboratório.

3.2 Semeadura e manutenção dos cultivos de inverno

Para a obtenção dos cultivos de inverno, foi realizada a semeadura das cultivares de aveia preta (BRS 139), azevém (BRS Ponteio) e cornichão (BRS Posteiro), separadamente em baldes plásticos com capacidade de 20L, preenchidos com substrato natural (West Garden), sendo ambos cultivados em casa de vegetação. O manejo das respectivas cultivares foi realizado conforme as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC para cada um dos cultivos de inverno (CQFS, 2004). Foram realizadas semeaduras subsequentes, para que todas as plantas fossem coletadas no mesmo estágio vegetativo para serem ofertadas como alimento para as espécies de *A. gemmatalis*, *H. armigera* e *S. frugiperda*, durante esse estudo.

3.3 Desempenho biológico de *Anticarsia gemmatalis*, *Helicoverpa armigera* e *Spodoptera frugiperda* em azevém, aveia preta e cornichão

Para a realização dos experimentos com as três espécies (*A. gemmatalis*, *H. armigera* e *S. frugiperda*) e duas populações (*S. frugiperda*) para cada cultivo de inverno foram individualizadas 135 lagartas recém-eclodidas em tubos de vidro de fundo chato (2,5cm x 8,5cm), esterilizados, com 1/3 do seu comprimento preenchido com a respectiva dieta natural, juntamente com um papel filtro (1,0cm x 1,0cm) umedecido com água destilada, os mesmos foram tamponados com algodão hidrófugo (PARRA, 2001). Após esse procedimento os tubos de vidro contendo as lagartas dos respectivos tratamentos foram mantidos em câmaras climatizadas tipo B.O.D. (25 ± 1 °C, UR $70 \pm 10\%$ e 14 horas de fotofase).

Porém, nos estudos de desempenho biológico de lagartas de *S. frugiperda*, durante a fase larval as populações 1 e 2, foram mantidas em diferentes condições de temperatura. As lagartas de ambas as populações foram submetidas a duas condições de temperatura e mantidas em câmaras climatizadas tipo B.O.D.

A primeira temperatura, $18 \pm 1^\circ\text{C}$ (UR $70 \pm 10\%$ e 14 horas de fotofase), levando em consideração as condições climáticas da região Sul, em ambiente de terras baixas durante o inverno, nas quais os cultivos de inverno (azevém, aveia preta e cornichão) fornecidos neste estudo, tem seu pleno desenvolvimento. E a segunda, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ (UR $70 \pm 10\%$ e 14 horas de fotofase), levando em consideração a temperatura mais favorável para o desenvolvimento de *S. frugiperda* (FERRAZ, 1982).

As lagartas foram alimentadas com folhas novas de azevém, aveia preta e cornichão, trocadas a cada 24 horas para garantir condições adequadas de alimentação aos insetos. As folhas eram primeiramente higienizadas com água corrente e mantidas em imersão em água por cerca de cinco min, para manutenção da turgescência, o excesso de água era retirado com o auxílio de papel toalha, antes que as mesmas fossem fornecidas as respectivas espécies e tratamentos. As lagartas foram alimentadas até atingir a fase de pré-pupa, considerada a partir do momento em que a lagarta cessa a sua alimentação.

Para a determinação do número de ínstars diariamente foi medida a largura da cápsula cefálica de 35 lagartas mantidas em cada hospedeiro, essa medição foi feita por meio de ocular micrométrica com régua acoplada ao microscópio estereoscópico (Leica® - S8AP0).

Na fase de pupa, foi realizada sexagem (BUTT; CANTU, 1962) e a biomassa de cada pupa foi registrada no primeiro dia de sua observação (período máximo de 24 horas), utilizando-se balança de precisão ($\pm 0,1\text{mg}$), após esse processo as pupas foram mantidas individualizadas até a emergência dos adultos em tubos de vidro de fundo chato, contendo papel filtro umedecido para manutenção da umidade.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), considerando cada inseto uma repetição. Os parâmetros biológicos avaliados nesse estudo foram:

- a) Fase de ovo: período embrionário (dias) e viabilidade (%);
- b) Fase larval: duração (dias), viabilidade (%) e peso ao 14° dia de desenvolvimento (mg);
- c) Fase de pupa: duração (dias), peso com 24h de idade (mg), viabilidade (%), sexagem (BUTT; CANTU, 1962), deformações e razão sexual calculada pela fórmula (SILVEIRA NETO et al., 1976):

$$\text{RS} = \frac{\text{Número de fêmeas}}{(\text{Número de fêmeas} + \text{Número de machos})}$$

e) Fase adulta: período de pré-oviposição (dias), oviposição (dias) e fecundidade (número de ovos por fêmea e número de ovos por fêmea por dia) e longevidade (dias).

A análise dos dados de duração da fase larval foi feita através da comparação entre os dados temporais. Os dados dos parâmetros biológicos devido à heterogeneidade de variâncias (Teste de Hartley), os dados de duração (dias) e peso de lagartas (mg) foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Genes (CRUZ, 2010).

Para a determinação do número de ínstaes foi utilizado o método gráfico, sendo as hipóteses formuladas e testadas no modelo linearizado da regra de Dyar (DYAR, 1890), através do software Mobae (Modelos Bioestatísticos para a Entomologia) (HADDAD; MORAES; PARRA, 1995).

No que diz respeito às variáveis relacionadas com o tempo, estas foram feitas através da Análise de Sobrevivência, sendo este um método estatístico usado para análise de dados de sobrevivência derivados de estudos laboratoriais (LEE, 1992). Os dados foram analisados no programa R, com nível de significância de 95%.

3.4 Histologia do canal alimentar de *Spodoptera frugiperda*

Para o estudo do canal alimentar, as lagartas de *S. frugiperda* das duas populações [população 1 (população do laboratório) e população 2 (população proveniente do campo)], foram alimentadas com dieta natural, utilizando folhas dos cultivos de inverno, azevém (BRS Ponteio), aveia preta (BRS 139), cornichão (BRS Posteiro) e dieta artificial (GREENE; LEPPLA, DISKERSON, 1976).

Os insetos nos respectivos tratamentos foram mantidos em câmaras climatizadas tipo B.O.D., com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. As lagartas provenientes dos tratamentos foram coletadas e preservadas em líquido de Bouin (BAUMGARTNER et al., 1988; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2008), a cada 5 dias, formando uma amostra homogênea contendo 5 lagartas por tratamento, em cada tratamento das respectivas populações. O estudo foi iniciado com lagartas neonatas (<12 horas da eclosão), até o seu 30º dia de

desenvolvimento. As amostras foram encaminhadas para a análise no Departamento de Morfologia do campus FaMed da UFPel.

O preparo das amostras para a análise histológica seguiu metodologia descrita por Fiuza (1995) com modificações, iniciando com a desidratação das lagartas em série crescente de etanol (álcool 70°GL a álcool 99,9°GL – álcool etílico absoluto (PA), passando para o processo de diafanização utilizando o xilol como solvente, após esse processo as amostras foram impregnadas com parafina a 60°C. Ao término do processo de inclusão, ocorreu a montagem dos blocos de parafina, e nestes blocos contendo os respectivas amostras, foram efetuados os cortes histológicos a 5µm de espessura, através de micrótomo manual (Yidi®).

Os cortes foram deixados em banho-maria com gelatina a 50°C e então foram aderidos as lâminas, depois deste processo as lâminas foram levadas para a estufa (50 a 60°C), para secagem durante um tempo mínimo de duas horas.

O material foi submetido ao tratamento com xilol, para remoção da parafina, seguido de hidratação em etanol e coloração com hematoxilina e eosina (H&E). As lâminas permanentes foram montadas com resina sintética e lamínula. Os tecidos, correspondentes aos tratamentos, foram observados em microscopia óptica. As fotos foram capturadas com o auxílio da câmera (Moticam 5.0MP) acoplada ao microscópio digital (Nikon® - Eclipse E200), auxiliados pelo software Motic® Imagens Plus 2.0ML.

4 Resultados e Discussão

4.1 Parâmetros biológicos de *Anticarsia gemmatalis* alimentadas com cultivos de inverno

A duração do período larval de *A. gemmatalis* alimentadas com os três cultivos de inverno (azevém, aveia preta e cornichão), apresentou variação entre eles, sendo esse período significativamente maior para as lagartas alimentadas com cornichão (BRS Posteiro) 14,5 dias, em comparação com azevém (BRS Ponteio) e aveia preta (BRS 139) (Tabela 1).

Tabela 1 - Duração da fase larval (dias), viabilidade da fase larval (%), peso de lagartas ao 14° dia de desenvolvimento (mg), peso de pupas (mg) e viabilidade pupal (%) de *Anticarsia gemmatalis* em cultivos de inverno em laboratório. Pelotas, RS

Cultivares	Duração (dias)	Viabilidade larval (%)	Peso lagartas (mg)	Peso pupas (mg)	Viabilidade pupal (%)
Azevém BRS	5,7 ± 0,16 b ¹	-	-	-	-
Ponteio Aveia preta BRS 139	3,1 ± 0,08 b	-	-	-	-
Cornichão BRS	14,5 ± 0,58 a	58,5	58,08	109,46	19,0
Posteiro					
CV%	16,41				

¹Médias seguidas de letras minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O tempo de desenvolvimento larval em cornichão neste estudo foi inferior aos resultados encontrados em outros trabalhos, onde para os insetos alimentados com o hospedeiro tremço-azul (*Lupinus angustifolius*), o período foi de aproximadamente 24 dias, neste mesmo trabalho, para os demais hospedeiros testados, esse período manteve-se em torno de 13 a 18 dias (PANIZZI; OLIVEIRA; SILVA, 2004).

Em outro estudo lagartas de *A. gemmatalis* em campos de soja, sobre diferentes períodos agrícolas, o período larval variou de 8,9 a 16,8 dias com uma viabilidade média de 17,2%, sendo o período larval próximo ao encontrado neste estudo para cornichão, porém apresentando uma viabilidade larval mais elevada de aproximadamente 58,5%, esta é a percentagem de indivíduos que conseguiram passar para o estágio pupal (MAGRINI; BOTELHO; SILVEIRA NETO, 1999). Para essa espécie o período larval varia de 12 a 15 dias (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

De acordo com a dieta fornecida, o tempo médio dos ínstaes pode variar (BORTOLI et al., 2005), o que justifica a variação do tempo de duração encontrado neste experimento. Para lagartas de *A. gemmatalis* alimentadas com azevém e aveia preta, observou-se três ínstaes, sendo que os indivíduos em ambos os hospedeiros não ultrapassaram o período larval, somente lagartas alimentadas com

cornichão, mudaram de fase, onde observou-se um total de nove ínstaes larvais. As hipóteses formuladas foram confirmadas através do coeficiente de determinação (R^2) aceitável acima de 80%, e da estimativa constante de Dyar (K) que deve estar no intervalo de 1,1 a 1,9 (Figura 1) (PARRA; HADDAD, 1989).

Para os insetos holometábolos, o número de ínstaes não é constante, podendo variar em média de quatro a oito ínstaes (PARRA; HADDAD, 1989). De modo geral o período larval de *A. gemmatalis* apresenta de cinco a seis ínstaes, porém alguns indivíduos podem apresentar até oito ínstaes (CONTI; WADDILL, 1982). No presente estudo as lagartas de *A. gemmatalis* alimentadas com azevém e aveia preta, durante o período larval atingiram apenas o terceiro ínstar, porém em ambos hospedeiros os indivíduos não conseguiram ultrapassar o período larval. Este fato pode estar relacionado ao baixo valor nutricional dos hospedeiros ofertados, assim como a cultivar. Porém, outros fatores podem estar relacionados a esse tipo de alteração, como por exemplo, a temperatura e a forma de criação desses insetos (PARRA; HADDAD, 1989).

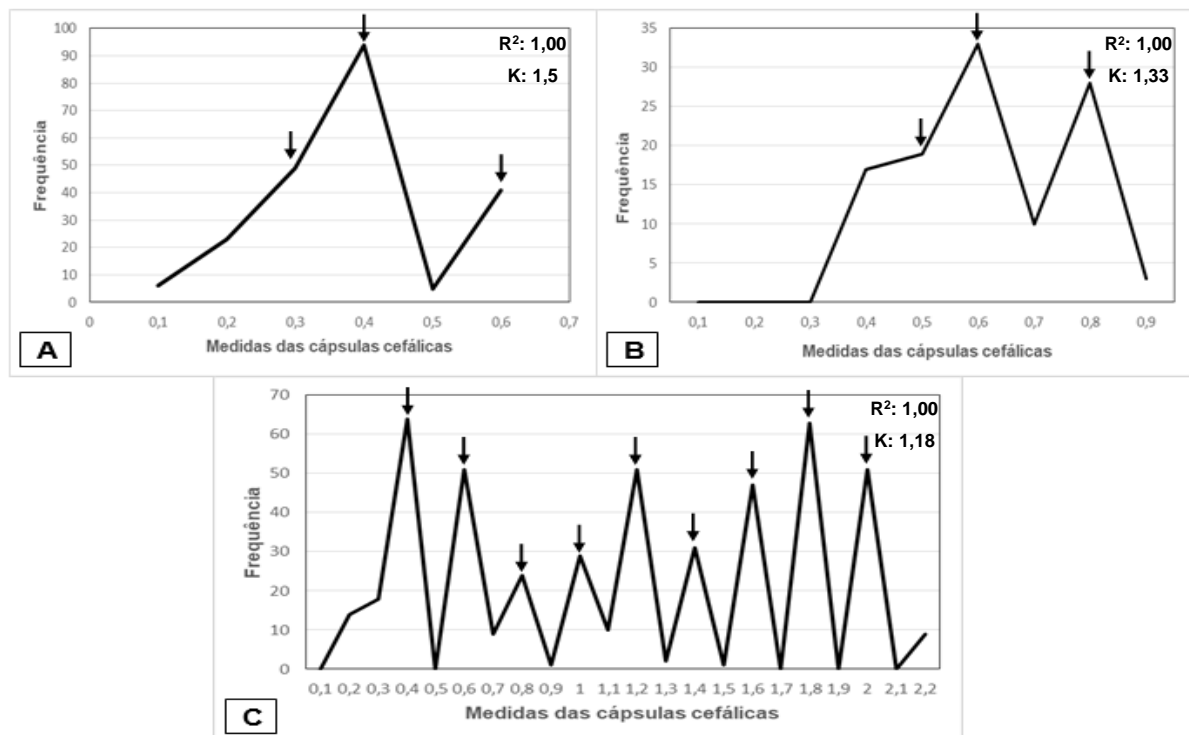


Figura 1 - Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas de *Anticarsia gemmatalis* em três cultivos de inverno: (A) azevém (BRS Ponteio), (B) aveia preta (BRS 139), (C) cornichão (BRS Posteiro), Pelotas, RS. As setas indicam os ínstaes. Razão de crescimento (K), coeficiente de determinação (R^2).

Quando hospedeiros alternativos foram utilizados por Bortoli et al. (2005), verificou-se uma média de seis instares, onde a duração da fase larval de lagartas alimentadas com folhas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) foi de 15,2 dias, maior do que quando essas lagartas foram alimentadas com dieta artificial (testemunha) e soja Foscarim, 13,4 e 13,6 dias, respectivamente.

A qualidade nutricional do alimento tem influência na duração da fase larval, isto foi comprovado quando lagartas alimentadas com folhas jovens da parte superior da planta de soja tiveram o período larval de 14,4 dias, e para lagartas alimentadas com folhas velhas (parte inferior), esse período foi 16,0 dias e 19,7 dias para as que foram alimentadas com vagens (GAMUNDI, 1988), demonstrando o prolongamento da fase em função da qualidade do alimento ofertado.

A análise de sobrevivência demonstrou que as lagartas de *A. gemmatilis* alimentadas com aveia preta e azevém, não ultrapassariam um período de alimentação maior do que cinco e dez dias, respectivamente. Mas para o cornichão esse período de alimentação poderia se prolongar mais do que 20 dias. A baixa sobrevivência da espécie nos cultivos de inverno ofertados pode estar relacionado a proteção anti-nutricional contra os insetos que algumas plantas podem apresentar como defesa. Tal defesa pode ser de pré-ingestão para limitar o suprimento do alimento, quanto de pós-ingestão através da redução do valor nutritivo para o inseto (SCHROEDER et al., 2006). Embora esses cultivos de inverno possam não ser hospedeiros nutricionalmente adequados para essa espécie, às lagartas podem permanecer se alimentando da cultura ou mesmo migrar para outros locais, causando danos a essas e demais culturas ao longo desse período (Figura 2).

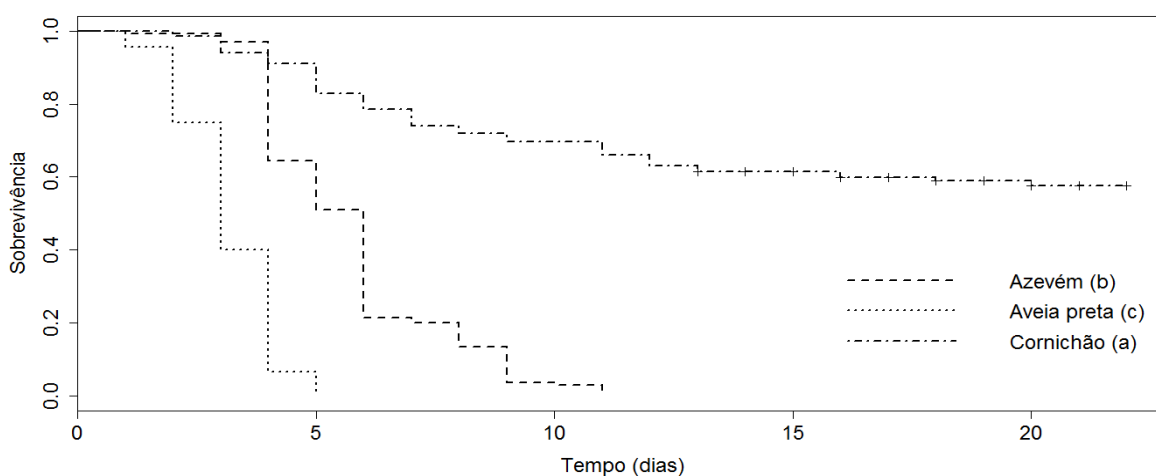


Figura 2 - Sobrevivência estimada da duração de lagartas de *Anticarsia gemmatilis* em três cultivos de inverno, Pelotas, RS.

O peso médio de lagartas ao 14º dia de desenvolvimento, alimentadas com cornichão foi de 58,08mg, valor foi 17,2% inferior ao encontrado por outros autores, onde o peso médio de lagartas aos 12 dias de idade de lagartas individualizadas em seis cultivares de soja, apresentaram pesos que variaram de 212,10 a 337,40mg (CASTIGLIONI; VENDRAMIM, 1996). O baixo peso de lagartas observado neste estudo, possivelmente influenciou na baixa viabilidade pupal em cornichão (Tabela 1).

Neste estudo o peso médio de pupas foi de 109,46mg, sendo o peso médio para fêmeas de 96,26mg e para machos de 133,05mg. O peso de pupas provenientes de lagartas que foram alimentadas com 17 hospedeiros cultivados e não cultivados variou de 128,00 a 264,00mg, sendo as pupas de maior peso as que foram alimentadas com soja e tremoço-branco (*Lupinus albus*) (PANIZZI; OLIVEIRA; SILVA, 2004). Valores superiores aos encontrados no presente trabalho utilizando cornichão (BRS Posteiro), também foram observados por Bortoli et al. (2005), onde foram utilizados como substrato soja (Foscarim e IAC – 17), amendoim (Tatu) e dieta artificial, o peso de pupas foi de 249,10mg, 195,10mg, 222,30mg e 234,30mg, respectivamente.

Apesar de algumas lagartas terem conseguido completar o seu desenvolvimento, a baixa qualidade nutricional do cornichão afetou o desenvolvimento pupal dos insetos, podendo ser observado nesse trabalho pelo baixo peso de lagartas e de pupas em relação a outros hospedeiros preferenciais e alternativos. A razão sexual foi de 0,55, ou seja, condizente com a razão sexual média de 0,50 encontrada para a espécie (MAGRINI; BOTELHO; SILVEIRA NETO, 1999).

A maioria dos adultos emergidos apresentaram deformações nas asas possivelmente devido à deficiência e/ou ausência de componentes essenciais para o desenvolvimento da espécie alimentadas com o cornichão. Tais deformações, podem estar relacionadas a problemas na alimentação, pois a deficiência de ácidos graxos, em destaque o linoléico e o linolênico, podem originar adultos com deformações nas asas (PARRA, 2001), os quais são considerados essências na dieta de algumas ordens, principalmente para Lepidoptera, onde a deficiência desse ácidos pode resultar em pupas e adultos deformados (MENEGUIM; PARRA; HADDAD, 1997). Devido a não sincronia na emergência dos adultos, machos e

fêmeas, assim como, as deformações observadas nas asas, não foi possível formar casais.

4.2 Parâmetros biológicos para *Helicoverpa armigera* alimentadas com cultivos de inverno

As lagartas de *H. armigera* submetidas à dieta natural de azevém (BRS Ponteio) e aveia preta (BRS 139), não completaram a fase larval. Foi registrada mortalidade total das lagartas, durante os ínstaes iniciais, com duração de 1,7 e 2,7 dias, para azevém e aveia preta, respectivamente, não diferindo significativamente entre si (Tabela 2).

Tabela 2 - Duração da fase larval (dias) de *Helicoverpa armigera* em cultivos de inverno em laboratório. Pelotas, RS

Cultivares	Duração (dias)
Azevém	1,7 ± 0,06 b ¹
BRS Ponteio	
Aveia preta	2,7 ± 0,09 b
BRS 139	
Cornichão	10,4 ± 0,70 a
BRS Posteiro	
CV (%)	13,74

¹Médias seguidas de letras minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Estudos demonstraram que azevém mesmo quando fornecido sem restrição para a alimentação de lagartas de *H. armigera*, não é um alimento adequado, assim como, aveia-preta, aveia-branca (*Avena sativa* L.) e nabo, os quais além de proporcionarem baixa viabilidade larval, determinaram o prolongamento da fase larval, evidenciando uma situação de deficiência alimentar (SUZANA et al., 2015).

Um dos fatores mais importantes na limitação do crescimento populacional é a mortalidade durante a fase larval, pois esta pode ser atribuída há um possível efeito de metabólicos secundários sobre a biologia dos insetos (CAMPOS, 2008). Assim sendo, se pode inferir que o azevém e aveia preta são hospedeiros inadequados para o desenvolvimento de *H. armigera*. Isto pode estar relacionado ao conteúdo de fibras desses cultivos de inverno, pois estas afetam a alimentação dos insetos tanto do ponto de vista nutricional como físico, pois níveis elevados de fibra tendem a aumentar a densidade das folhas, fazendo com que os insetos não sejam

capazes de ingerir quantidades adequadas de água e nutrientes (SANTIAGO; BARROS-RIOS; MALVAR, 2013).

Por causa do seu hábito polífago as lagartas dessa espécie conseguem se desenvolver em dietas com valores nutricionais pouco apropriados, porém, isso acaba impactando negativamente no seu desenvolvimento biológico (RUAN; WU, 2001; SCHELLHORN et al., 2008).

As lagartas de *H. armigera* submetidas à dieta natural de cornichão, tiveram um período larval com duração total de 10,4 dias, significativamente superior aos demais cultivos de inverno (azevém e aveia preta). Em estudos de biologia dessa espécie em milho doce e dieta artificial o período larval foi superior ao encontrado em cornichão, sendo 18,3 e 19,6 dias, respectivamente (JHA; CHI; TANG, 2012). Assim como, em aspargo (*Asparagus officinalis* L.) 25,3 dias de duração (JHA et al., 2014). O número de ínstaes de *H. armigera* alimentadas com cornichão foi de cinco ínstaes, confirmando as hipóteses formuladas através do coeficiente de determinação (R^2) aceitável acima de 80%, e da estimativa constante de Dyar (K) que deve estar no intervalo de 1,1 a 1,9 (Figura 3) (PARRA; HADDAD, 1989).

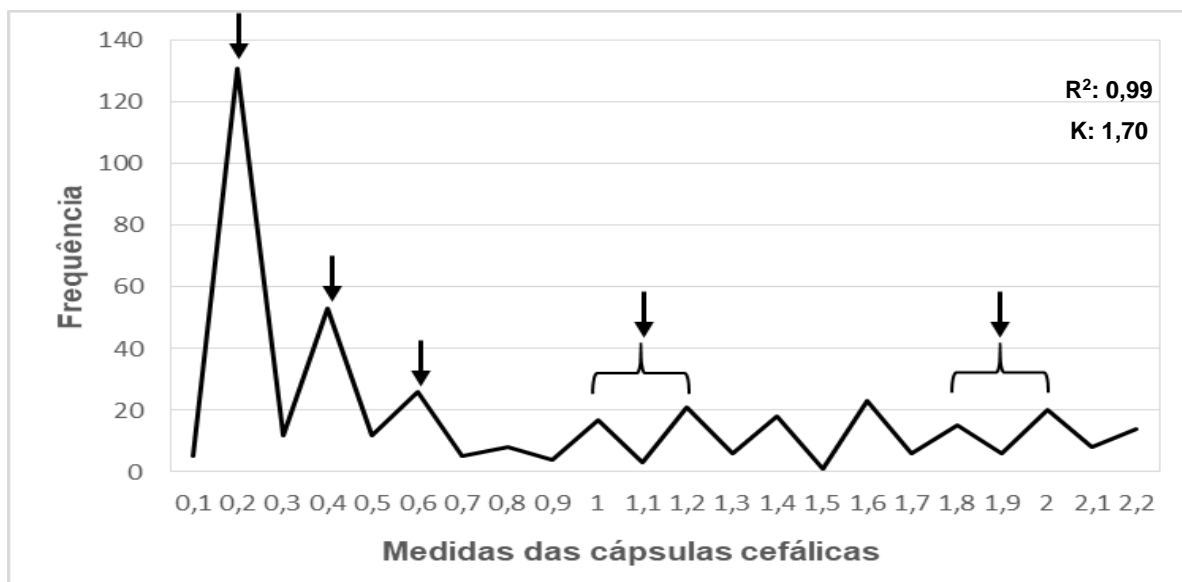


Figura 3 - Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas (mm) de *Helicoverpa armigera* em cornichão (BRS Posteiro), Pelotas, RS. As setas indicam os ínstaes. Razão de crescimento (K), coeficiente de determinação (R^2).

O número de ínstaes observado neste trabalho está de acordo com o encontrado na literatura, em que para espécies de *Helicoverpa* podem variar de cinco a sete ínstaes larvais (HARDWICK, 1965), porém, variações podem ocorrer

caso os principais fatores reguladores sejam alterados, tais como, a temperatura e a qualidade nutricional do alimento (FOWLER; LAKIN, 2001). Em ensaios utilizando dieta artificial (JHA; CHI; TANG, 2012), feijão guandu (BORAH; DUTTA, 2002), feijão branco e grão-de-bico (RAZMJOU; NASERI; HEMATI, 2014), foi observado em média 6 ínstars larvais.

Com base na análise de sobrevivência pode-se inferir que lagartas de *H. armigera* alimentadas com folhas de azevém e aveia, não ultrapassariam um período de alimentação superior a 10 dias. Apesar disso, no cornichão a espécie pode prolongar o seu período de alimentação mais do que 30 dias, mantendo-se na cultura até completar o seu período larval (Figura 4).

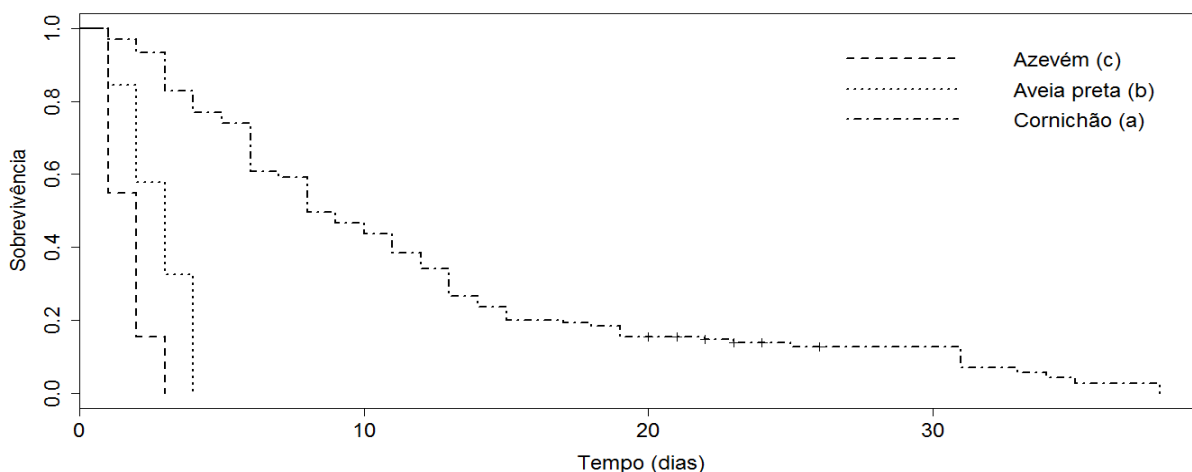


Figura 4 - Sobrevivência estimada da duração de lagartas de *Helicoverpa armigera* em três cultivos de inverno, Pelotas, RS.

A viabilidade larval observada em cornichão foi de 5,2%, valor muito inferior ao encontrado nos tecidos vegetativos e reprodutivos de soja, milho e algodão, que variaram de 22% a 55%, e na dieta artificial a viabilidade foi de 62% (SILVA, 2017).

Para os insetos holometábolos todo o alimento ingerido na fase larval é de suma importância para o seu desenvolvimento, pois deve atender suas exigências nutricionais para que os indivíduos cheguem à fase adulta em plenas condições de se dispersar e reproduzir (SCHOWALTER, 2011).

O peso médio de lagartas ao 14º dia de desenvolvimento alimentadas com cornichão foi de 30,0mg. Quando lagartas de *H. armigera* foram alimentadas com diferentes fontes foliares, baixos pesos de lagartas foram observados em aveia-preta, aveia-branca, nabo e azevém (SUZANA et al., 2015), isso foi atribuído a má qualidade do alimento, não permitindo adequada nutrição ao inseto.

A baixa biomassa de lagartas de *H. armigera* alimentadas com cornichão, evidencia que esta é inadequada para o desenvolvimento da espécie em condições de laboratório. O período pupal correspondeu há um total de 7,5 dias, sendo a viabilidade pupal de 28,6%, com uma mortalidade de 100% dos adultos, não havendo a emergência de adultos de algumas pupas, quando ocorreu, os mesmos permaneceram vivos somente durante algumas horas após a emergência. A razão sexual foi de 0,57, valor dentro da normalidade, dessa forma podemos inferir que o consumo de cornichão não afetou a sobrevivência dos insetos em função do sexo.

Os cultivos de inverno utilizados neste estudo, não supriram as necessidades nutricionais da fase larval dessa espécie, quando comparados a outras dietas naturais. As lagartas de *H. armigera* ao serem alimentadas com dietas ricas em proteínas e/ou carboidratos, como por exemplo, guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), grão de bico (*Cicer arietinum* L.), milho e sorgo, apresentam desenvolvimento mais acelerado e maior peso larval, em relação à lagartas alimentadas com dietas com baixo teor de proteína e/ou carboidrato, como, rosa (*Rosa gallica* L.), cravo de defunto (*Tagetes patula* L.), quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (SARATE et al., 2012), demonstrando uma correlação entre qualidade nutricional de diferentes dietas naturais e os padrões biológicos de desenvolvimento da espécie.

4.3 Parâmetros biológicos para *Spodoptera frugiperda*

4.3.1 Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.)

Ao fornecer para as duas populações de *S. frugiperda* folhas de azevém (BRS Ponteio) como dieta natural, em duas condições de temperaturas, foram observados os seguintes resultados: houve diferença significativa na duração do período larval a 18°C, para a população 1, 4,7 dias, um período bem menor do que o observado para a população 2, 20,9 dias, porém ambas não ultrapassaram o período larval. Em condições favoráveis de temperatura para a *S. frugiperda*, a 25°C, o período larval teve a duração de 18,0 dias para a população 1, e para a população 2, esse período foi de 9,3 dias, não havendo diferença significativa entre as populações (Tabela 3).

Tabela 3 - Duração (dias) e peso de lagartas (mg) de *Spodoptera frugiperda* em azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) em laboratório a 18°C e 25°C. Pelotas, RS

Hospedeiro	T°C	Duração (dias)		CV(%)
		População		
		1	2	
Azevém BRS Ponteio	18°C	4,7 ± 0,16 bB ¹	20,9 ± 1,59 aA	19,83
	25°C	18,0 ± 0,98 aA	9,3 ± 0,54 aB	20,41
CV(%)		19,02	21,14	
Hospedeiro	T°C	Peso (mg)		CV(%)
		População		
		1	2	
Azevém BRS Ponteio	18°C	1,35 ± 0,08 bA	2,22 ± 0,19 a	20,50
	25°C	1,20 ± 0,11 A	-	-
CV(%)		18,71	-	-

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha e mesmas letras maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quando a variável temperatura é avaliada, há diferença significativa em ambas populações, onde para a população 1 o menor período larval ocorreu a 18°C (4,7 dias), evidenciando que a população não se adaptou a temperatura e ao hospedeiro. Porém, para a população 2, o menor período larval ocorreu a 25°C (9,3 dias), o que demonstra que o metabolismo acelerado do inseto a essa temperatura somado a baixa qualidade nutricional do hospedeiro influenciou negativamente o ciclo do inseto (Tabela 3).

Quando o estágio de adaptação de *S. frugiperda* em 17 espécies hospedeiras cultivadas ou selvagens, mais comuns no agroecossistema brasileiro foi avaliado por Boregas et al. (2013), em plantas de milho, seu hospedeiro preferencial, o período larval foi de 12,6 dias, sendo o maior período para grama batatais (*Paspalum notatum* Flüegge) 27,1 dias.

Observou-se que, as lagartas alimentadas com azevém, apresentaram um prolongamento no período larval, assim como, uma alta mortalidade de indivíduos. Para os insetos fitófagos um fenômeno de grande importância é a sobrevivência inicial nos hospedeiros, principalmente para aquelas espécies que como *S. frugiperda* não apresentam acuidade parental, ovipositando em locais diversos como encontrado em estudos conduzidos por Barros et al. (2010).

Por isso é necessário obter informações acerca do desempenho desta espécie em hospedeiros alternativos. Os insetos não completaram o período larval no azevém, tal alteração pode ser atribuída à qualidade nutricional do alimento fornecido, pois algum fator pode ter tido influência na ingestão e assimilação do alimento consumido (SCRIBER; SLANSKY JUNIOR, 1981).

Uma alta taxa de mortalidade na fase larval também foi verificada em estudo da biologia de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de algodoeiro de fibra colorida, quando estas foram tratadas com silício. Tal mortalidade foi relacionada a uma barreira mecânica, devido a deposição de silício nos tecidos foliares (SILVA et al., 2014), acredita-se que a estrutura das folhas do azevém apresentem uma maior rigidez do tecido foliar, e isso possa ter sido uma barreira contra a alimentação das lagartas, podendo ter relação com a alta mortalidade nesse hospedeiro.

O número de ínstaes de lagartas de *S. frugiperda* submetidas a dieta natural (azevém), a temperatura de 18°C, para a população 1 foi de cinco ínstaes, e para a população 2 observou-se nove ínstaes. Quando ambas as populações foram submetidas à temperatura de 25°C, a população 1, apresentou oito ínstaes e a população 2, três ínstaes (Figura 5).

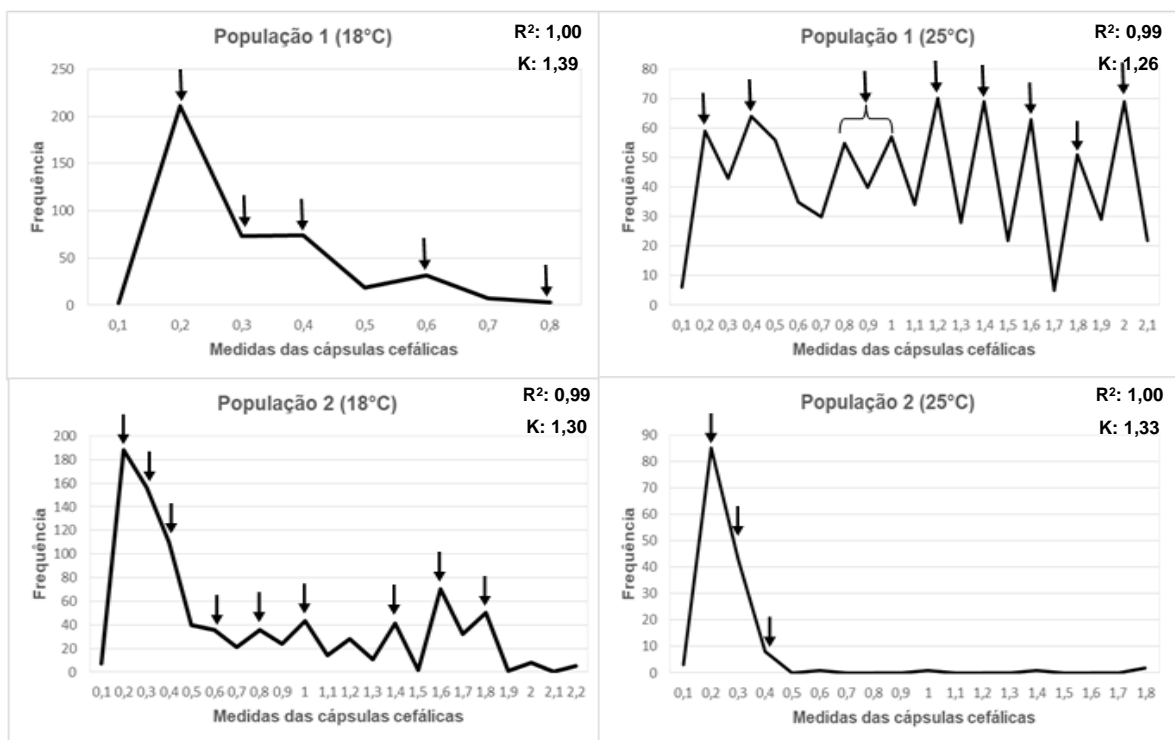


Figura 5 - Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas (mm) de *Spodoptera frugiperda* em azevém (BRS Ponteio), Pelotas, RS. As setas indicam os ínstaes. Razão de crescimento (K), coeficiente de determinação (R²).

Em média os insetos apresentam seis ínstaes, esse número pode variar dependendo da dieta fornecida, o que justifica essa variação observada no azevém, pois este foi fornecido como hospedeiro alternativo para essa espécie que tem como hospedeiro preferencial o milho (CRUZ, 1994).

A 18°C, houve diferença significativa entre as populações em relação ao peso médio de lagartas ao 14º dia de desenvolvimento alimentadas com azevém, para a população 1 o peso médio de lagartas foi de 1,35mg, para a população 2, nas mesmas condições, o peso médio foi de 2,22mg, ou seja, houve um aumento de 60,8% no peso médio de lagartas da população 2 (Tabela 3). Pode ter ocorrido um melhor aproveitamento ou maior consumo, desse hospedeiro pela população 2, em relação a população 1, pois, apesar de não ter ultrapassado o período larval a população 2 teve um período larval significativamente maior.

A 25°C, o peso médio de lagartas ao 14º dia de desenvolvimento para a população 1 foi de 1,20mg, já para a população 2 não foi possível obter essa informação, devido a duração do período larval ter atingido apenas 9,2 dias, período inferior ao estabelecido para a pesagem (Tabela 3). O período larval é de grande importância para o inseto, pois é durante este período que as lagartas acumulam biomassa até atingirem a fase de pré-pupa, quando é necessário um grande gasto de energia para passar à fase de pupa (SÁ et al., 2009). Assim sendo, a baixa biomassa encontrada está diretamente relacionada à qualidade nutricional do alimento fornecido, o que impediu que os mesmos conseguissem ultrapassar a fase larval e, por conseguinte completar o seu ciclo, visto que em milho as lagartas podem atingir em média uma biomassa de 204,9mg (MACHADO; LEMOS; MEDEIROS, 2014) a 294,2mg (BOREGAS et al., 2013).

4.3.2 Aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.)

A duração do período larval de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de aveia preta (BRS 139), a 18°C foi de 14,6 dias para a população 1, nas mesmas condições o período observado para a população 2 foi de 8,7 dias. Para *S. frugiperda* a duração do período larval é em média de 10 a 30 dias (CRUZ, 1995; GIOLLO et al., 2002; ROSA et al., 2012), valores próximos foram encontrados no presente trabalho a 18°C, porém, os indivíduos não conseguiram ultrapassar o período larval, ocasionando interferência no ciclo do inseto.

Em condições de temperatura ideal para *S. frugiperda* (25°C) (Tabela 4), o período larval foi de 35,9 dias, para a população 1, e para a população 2, o período total foi de 24,9 dias, além do prolongamento do período larval os indivíduos não conseguiram ultrapassar esta fase, ocorrendo uma mortalidade de 100% dos indivíduos neste hospedeiro.

Tabela 4 - Duração (dias) e peso de lagartas (mg) de *Spodoptera frugiperda* em aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) em laboratório a 18°C e 25°C. Pelotas, RS

Hospedeiro	T°C	Duração (dias)		CV(%)
		População		
		1	2	
Aveia preta BRS 139	18°C	14,6 ± 0,87 aB	8,7 ± 0,28 aB	19,57
	25°C	35,9 ± 1,44 aA	24,9 ± 0,79 aA	26,24
CV(%)		24,76	21,96	
Hospedeiro	T°C	Peso (mg)		CV(%)
		População		
		1	2	
Aveia preta BRS 139	18°C	1,74 ± 0,12 bA	3,13 ± 1,09 aB	19,22
	25°C	1,65 ± 0,20 bA	21,27 ± 1,52 aA	37,98
CV(%)		27,10	35,05	

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha e mesmas letras maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quando as lagartas de *S. frugiperda* foram alimentadas com aveia preta e submetidas as mesmas condições de temperatura, 18 e 25°C, respectivamente, não houve diferença significativa na duração do período larval, entre essas populações (Tabela 4). Porém, dentro da mesma população houve diferença significativa na duração do período entre as duas temperaturas avaliadas (18 e 25°C), esse período foi maior para ambas populações a 25°C temperatura ideal para o desenvolvimento do inseto (FERRAZ, 1982). A 25°C ocorre um aumento de 40,7% e 34,9% na duração do período larval das populações 1 e 2, respectivamente.

As lagartas alimentadas com este hospedeiro em ambas as populações e temperaturas não conseguiram ultrapassar o período larval, porém, um prolongamento na duração desse período é claramente evidenciado quando os resultados deste estudo são comparados aos do hospedeiro preferencial em outros trabalhos, onde lagartas criadas em folhas de milho e milheto tiveram um período

larval de 14,5 e 15,4 dias, respectivamente, mesmo quando alimentadas com maçã de algodoeiro, não sendo esse seu hospedeiro preferencial, o período foi de 22,3 dias (BARROS et al., 2010), ambos os resultados observados por esses autores demonstram ser menores do que os encontrados neste trabalho, evidenciando que estes foram hospedeiros mais adequados para a espécie.

O prolongamento durante a fase larval pode estar relacionado a reduzida ingestão de alimentos, causada muitas vezes pela existência de um ou vários inibidores no alimento, ou mesmo, através da inadequação nutricional do substrato alimentar (MARTINEZ; EMDEN, 2001).

Quando o desenvolvimento de *Spodoptera eridania* em diferentes hospedeiros foi avaliado o período larval variou de 19,7 dias em crotalária (*Crotalaria juncea* L.) a 26,9 dias em feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), porém em milho houve uma mortalidade larval de 100% (JESUS et al., 2013), o que demonstra a boa adaptação desse gênero a hospedeiros alternativos, apesar de haver algumas exceções.

No presente trabalho, para as duas populações de *S. frugiperda*, a aveia preta nas diferentes temperaturas influenciou negativamente os parâmetros biológicos da espécie, visto que a mesma não ultrapassou o período larval.

A 18°C, tanto para a população 1, quanto para a população 2, foram observados três ínstaes, em temperatura de 25°C, o número de ínstaes foi de seis para população 1 e para a população 2, foi de cinco ínstaes (Figura 6).

Apesar da espécie não ter se adaptado ao hospedeiro, já que foi verificada alta mortalidade, em ambas populações e temperaturas os indivíduos permaneceram durante um longo tempo no período larval, fase em que causa maiores prejuízos as culturas. Esse longo período é preocupante, visto que, o consumo proporcional de lagartas de primeiro a quinto instar pode variar de 0,1% a 77,2%, respectivamente (SPARKS, 1979).

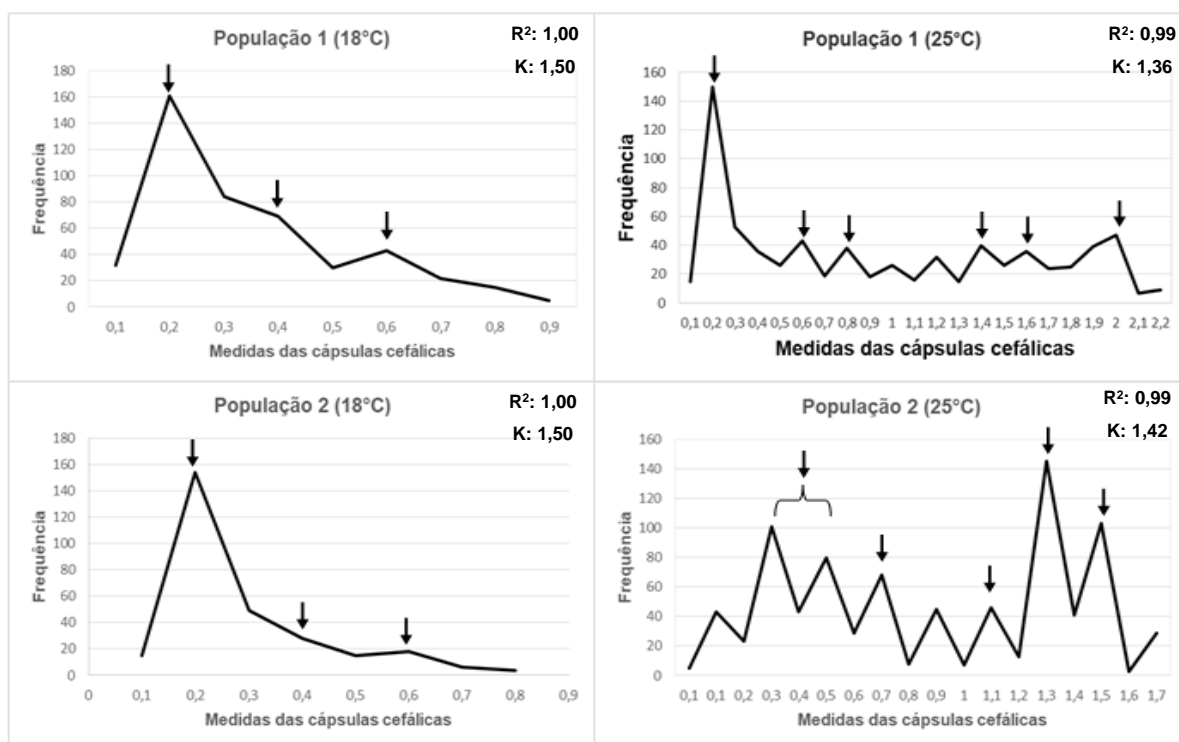


Figura 6 - Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas (mm) de *Spodoptera frugiperda* em aveia preta (BRS 139), Pelotas, RS. As setas indicam os instares. Razão de crescimento (K), coeficiente de determinação (R²).

O peso médio de lagartas alimentadas com aveia preta ao 14º de desenvolvimento apresentou diferença significativa entre populações quando submetidas a mesma temperatura. O peso médio de lagartas foi maior na população 2, em ambas temperaturas avaliadas, 3,13mg a 18°C e 21,27mg a 25°C. Para a população 1, não houve diferença significativa no peso médio de lagartas entre as temperaturas, embora para a população 2, a 25°C o peso de lagartas foi maior, além de ser a temperatura ideal para o desenvolvimento do inseto, pode ter ocorrido uma resposta compensatória em relação a qualidade nutricional do inseto através de um maior consumo ou aproveitamento do alimento (BUSATO et al., 2004).

O baixo peso larval de lagartas alimentadas com aveia preta, em ambas populações nas diferentes temperaturas, é evidenciado quando comparado a outros hospedeiros, tais valores foram bem inferiores aos encontrados quando lagartas de *S. frugiperda* foram alimentadas com folhas de milho (BUSATO et al., 2004), demonstrando um efeito negativo da aveia preta sobre o acúmulo de biomassa desses indivíduos.

A biomassa larval, a duração do período larval e a biomassa da pupa, são algumas das variáveis biológicas da lagarta-do-cartucho das quais a planta hospedeira tem efeito significativo (VEENSTRA; PASHLEY; OTTEA, 1995). Para

ambos os estudos tanto para a população 1, como para a população 2, em ambas condições de temperatura (18 e 25°C), a viabilidade larval não pode ser calculada devido ao fato dos insetos não terem ultrapassado o período larval.

Em nível de controle biológico, essa informação torna-se importante, pois a deficiência nutricional da lagarta, sendo ela hospedeira de determinado inimigo natural, pode causar a morte do parasitoide, pois este não conseguirá completar seu ciclo de vida (PRATISSOLI et al., 2005).

4.3.3 Cornichão (*Lotus corniculatus* L.)

A duração do período larval de lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com cornichão não apresentou diferença significativa quando comparadas dentro das suas respectivas populações (1 e 2) e submetidas a diferentes temperaturas (18 e 25°C), demonstrando que a temperatura não foi um fator limitante para o desenvolvimento do inseto, mas sim, o hospedeiro fornecido, que influenciou negativamente o desenvolvimento do inseto, resultando em uma alta mortalidade larval em ambas populações e temperaturas (Tabela 5).

Quando as duas populações foram submetidas a temperatura de 18°C, não houve diferença significativa na duração do período larval entre as populações. Todavia, a 25°C a população 2 apresentou uma duração do período larval significativamente maior (21, 2 dias), quando comparada a população 1 (9,9 dias).

Quando o hospedeiro não preferencial é fornecido a lagartas de *S. frugiperda*, esta tende a prolongar o seu período larval. Em outros estudos, quando folhas de mandioca foram ofertadas como alimento, a duração do período larval foi de 20,1 dias, quando comparada ao seu hospedeiro preferencial, o milho, em que esse período foi de 16,9 dias, nota-se a ocorrência desse prolongamento (MACHADO; LEMOS; MEDEIROS, 2014). Resultado semelhante ocorreu neste hospedeiro, 21,2 dias na população 2, a 25°C, porém é importante ressaltar que as lagartas não conseguiram ultrapassar o período larval.

Tabela 5 - Duração (dias) e peso de lagartas (mg) de *Spodoptera frugiperda* em cornichão (*Lotus corniculatus* L.) em laboratório a 18°C e 25°C. Pelotas, RS

Hospedeiro	T°C	Duração (dias)		CV(%)
		População		
		1	2	
	18°C	16,2 ± 1,24 aA	12,2 ± 0,67 aA	20,79
	25°C	9,9 ± 0,59 bA	21,2 ± 1,56 aA	21,65
	CV(%)	20,19	22,18	
Hospedeiro	T°C	Peso (mg)		CV(%)
		População		
		1	2	
	18°C	13,26 ± 1,32 aB	14,75 ± 1,05 aA	61,96
	25°C	24,87 ± 4,52 aA	16,04 ± 1,75 aA	40,40
	CV(%)	42,01	31,99	

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha e mesmas letras maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O elevado número dias em que as lagartas alimentadas com cornichão (BRS Posteiro) permaneceram no período larval, demonstra um mau desempenho destas no hospedeiro, ou seja, a necessidade de prolongar uma das fases de desenvolvimento para completar o seu ciclo biológico, é justificada pelas características nutricionais das plantas avaliadas, pois estas ofereceram apenas subsídios mínimos para o desenvolvimento do inseto (PARRA, 2009). Quando a fase larval é menor, mais adequado e melhor é o hospedeiro para o desenvolvimento do inseto (MACHADO; LEMOS; MEDEIROS, 2014).

Em relação ao número de ínstaes, a 18°C para a população 1, foram observado 3 ínstaes larvais e a população 2, foram observados 6 ínstaes (Figura 7). A 25°C, o número de ínstaes para a população 1 foi de 8 ínstaes, para a população 2, foram verificados de 9 ínstaes larvais (Figura 7), confirmando as hipóteses formuladas através do coeficiente de determinação (R²) aceitável acima de 80%, e da estimativa constante de Dyar (K) que deve estar no intervalo de 1,1 a 1,9 (Tabela 7) (PARRA; HADDAD, 1989).

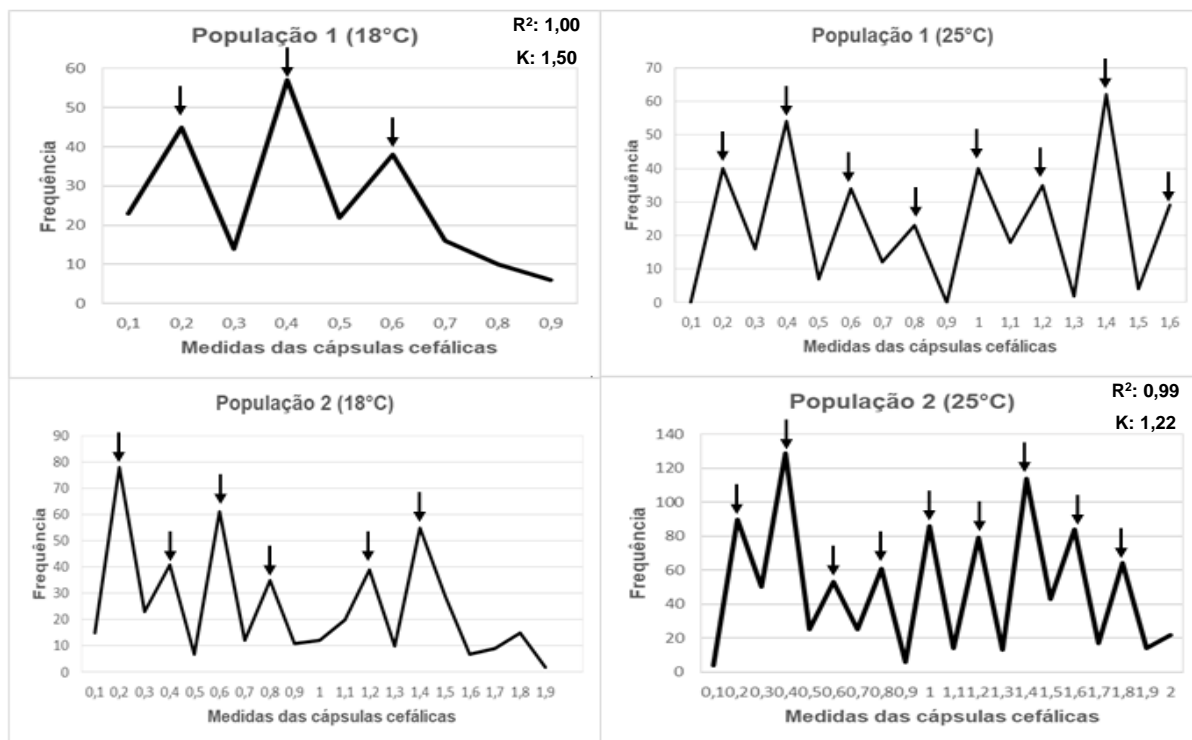


Figura 7 - Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas (mm) de *Spodoptera frugiperda* em cornichão (BRS Posteiro), Pelotas, RS. As setas indicam os instares. Razão de crescimento (K), coeficiente de determinação (R^2).

Embora insetos que tenham o seu crescimento larval comprometido sejam mais suscetíveis a outros fatores de mortalidade, tanto bióticos como abióticos (SILVERA; VENDRAMIM; ROSSETTO, 1997), esse prolongamento do período larval apresentado por ambas as populações de *S. frugiperda* em ambas temperaturas, sugere que em condições de campo esses insetos permaneceriam nas áreas de cultivo, ocasionando danos as culturas por um período maior de tempo.

Em relação ao peso médio de lagartas alimentadas com cornichão ao 14° dia de desenvolvimento não houve diferença significativa entre as populações 1 e 2, nas diferentes temperaturas. O peso médio de lagartas na população 2 não apresentou variação entre as temperaturas (18 e 25°C), essa variação só ocorreu na população 1, havendo uma redução de 53,3% do peso médio de lagartas na temperatura de 18°C.

O baixo peso médio encontrado nesse estudo pode estar relacionado a baixa qualidade nutricional do hospedeiro, pois o peso médio de lagartas em trabalhos conduzidos por SÁ et al. (2009), variaram de 400mg de biomassa para lagartas alimentadas com braquiária, considerado um hospedeiro menos favorável para o inseto, a 600mg quando alimentadas com soja. O milho foi considerado seu melhor hospedeiro, com biomassa larval de 500mg e período larval de 12 dias.

A viabilidade larval para a população 1, não pode ser calculada para ambos os estudos (18 e 25°C), devido ao fato dos insetos não terem ultrapassado o período larval. Porém, a viabilidade larval a 25°C, foi de 0,01% para a população 2, sendo que o estudo resultou em apenas 1 pupa, sendo esta uma fêmea, com o peso de 70,9mg, peso de pupa inferior ao encontrado por Boregas et al. (2013), onde o peso variou de 241,1mg a 294,2mg em milho, em duas épocas de avaliação, todavia as pupas de lagartas alimentadas com folhas de mandioca tiveram o valor de biomassa reduzido.

A biomassa pupal, de modo geral é um parâmetro que apresenta baixa variabilidade, devido ao fato de ser uma fase de acúmulo de água no corpo do inseto. Apesar disso, a biomassa pupal está relacionada à fertilidade do inseto, pois pupas que apresentam maior biomassa são também aquelas que originam adultos mais férteis (PENCOE; MARTIN, 1981; DIAS et al., 2016).

A baixa ou até nula viabilidade larval observada para as duas populações de *S. frugiperda* em cornichão, assim como, nas demais forrageiras ofertadas neste estudo, são o reflexo de hospedeiros de baixa qualidade para este inseto ou mesmo a presença de um fator anti-nutricional. Em estudos de adequação de hospedeiros conduzidos por Sá et al. (2009), a viabilidade larval foi de 85% em milho (12° dia), 68% em braquiária (14° dia) e 69% na dieta artificial (17° dia).

Resultados semelhantes de viabilidade larval foram encontrados por Machado et al. (2014), quando lagartas de *S. frugiperda* foram alimentadas com mandioca (60%) e seu hospedeiro preferencial, o milho (74%). O que demonstra a capacidade da espécie de se adaptar a diversos hospedeiros alternativos. A lagarta-do-cartucho apresenta comportamento diferenciado de acordo com cada hospedeiro, até mesmo em seus hospedeiros preferenciais, pois cada espécie de planta apresenta sua própria capacidade de defesa, seja ela através de exsudados, antibiose e/ou antixenose (DIAS et al., 2016).

Possivelmente as folhas de cornichão não atenderam as exigências nutricionais da fase larval, devido à baixa viabilidade larval observada, ou seja, a menor adaptação das lagartas nas folhas desse e dos demais cultivos de inverno. Utilizar plantas hospedeiras que minimizem o potencial biótico do inseto praga, é uma forma de não potencializar o problema na cultura consorciada na qual o inseto é bem adaptado (AUAD et al., 2016).

Com base na análise de sobrevivência de lagartas alimentadas com os três cultivos de inverno, em duas condições de temperatura (18°C e 25°C), podemos inferir que as lagartas de *S. frugiperda* da população 1 (Figura 8), podem prolongar o seu período de alimentação em mais de 50 dias em ambas temperaturas, porém quando exposta a uma temperatura de 18°C esse período seria superior a 60 dias.

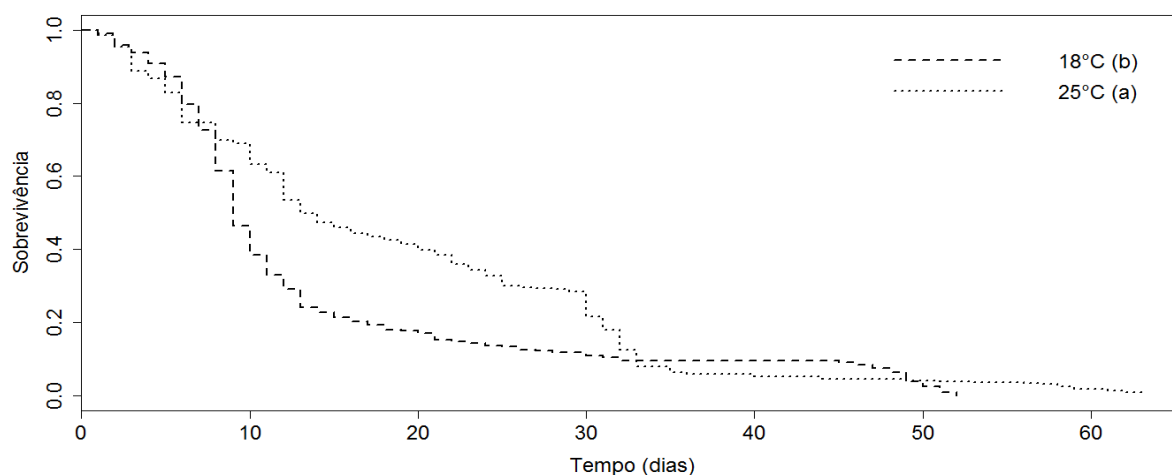


Figura 8 - Sobrevivência estimada da duração de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, população 1 em três cultivos de inverno em temperatura de 18°C e 25°C, Pelotas, RS.

O mesmo ocorreu para a população 2, quando exposta as mesmas duas condições de temperatura (18°C e 25°C) (Figura 9), porém, essa população prolongaria seu período de alimentação por mais de 60 dias, a uma temperatura de 25°C, o que nos leva a crer que, apesar da baixa qualidade nutricional dos cultivos de inverno ofertados para os insetos, a lagarta-do-cartucho, de acordo com a população, é capaz de compensar esta deficiência alongando seu período larval.

Mesmo que as folhas dos cultivos ofertados nesse estudo, não sejam adequadas nutricionalmente para o seu desenvolvimento, como visto em outros parâmetros biológicos avaliados.

A influência da temperatura de 25°C no desenvolvimento larval foi constatada em estudos com dieta artificial, onde os insetos apresentaram uma resposta compensatória prolongando a duração da fase larval, devido a menor eficácia de conversão do alimento ingerido e digerido (BUSATO et al., 2004).

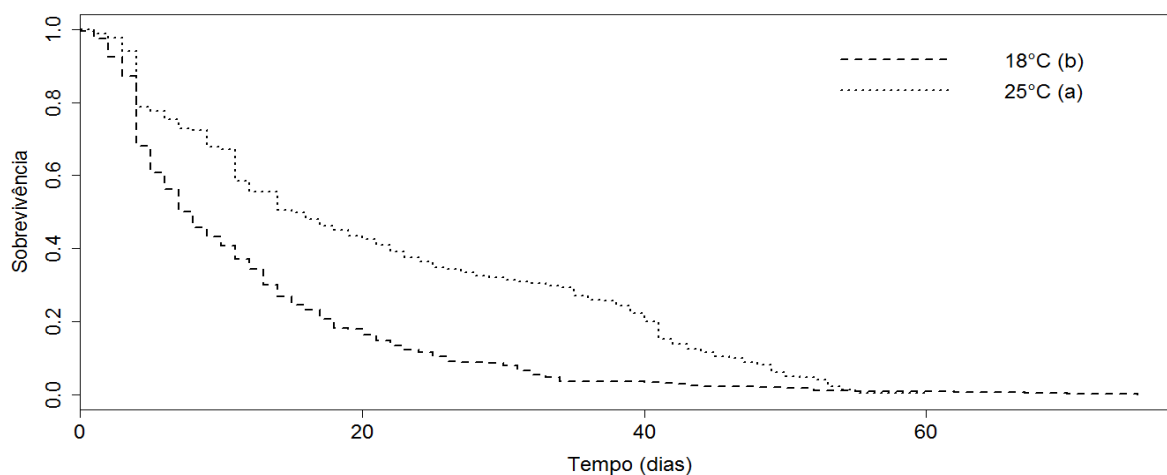


Figura 9 - Sobrevivência estimada da duração de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, população 2 em três cultivos de inverno em temperatura de 18°C e 25°C, Pelotas, RS.

A temperatura pode limitar ou ampliar a distribuição geográfica dos insetos, influenciando na sua ocorrência, desenvolvimento e fecundidade, dependendo da faixa de variação térmica a qual são expostas, a temperatura pode influenciar de forma positiva ou negativa nas populações das pragas (GASTON, 2003; BOWLER; TERBLANCHE, 2008). Neste caso, o hospedeiro mostrou-se uma barreira muito superior à variável temperatura.

No que diz respeito à temperatura a espécie tem a capacidade de completar seu ciclo em temperaturas entre 18 e 32°C, em temperaturas elevadas o ciclo é reduzido. Porém, em condições extremas de temperatura ocorre à redução na viabilidade dos insetos e o aumento da mortalidade em diferentes fases do desenvolvimento (BUSATO et al., 2005). Devido a este fato mais estudos avaliando a influência da temperatura sobre o desenvolvimento da praga em hospedeiros alternativos se faz necessária para que se possam estimar essas alterações em condições de campo. Ao avaliar a influência dos três cultivos de inverno na duração do período larval das diferentes populações de *S. frugiperda* em diferentes temperaturas, observa-se que para ambas as populações a aveia preta mostrou ser o hospedeiro mais favorável para o inseto a temperatura de 25°C, quando comparado aos demais (Tabela 6). Para a população 1, na temperatura de 18°C, o azevém mostrou ser o pior hospedeiro quando comparado aos demais, isso pode ser observado pela baixa duração do período larval dessas lagartas, visto que estas não completaram a fase larval no hospedeiro em questão. Para a população 2 ocorreu o contrário, a lagarta teve uma maior duração do período larval, isso pode

ser atribuído a um melhor desempenho da população 2 em assimilar os nutrientes fornecidos pelo alimento em comparação a população 1.

Tabela 6 - Duração (dias) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* em cultivos de inverno, em laboratório a 18°C e 25°C. Pelotas, RS

Hospedeiro	Duração (dias)			
	População 1		População 2	
	18°C	25°C	18°C	25°C
Azevém BRS Ponteio	4,7 ± 0,16 B ¹	18,0 ± 0,98 B	20,9 ± 1,59 A	9,3 ± 0,54 B
Aveia preta BRS 139	14,6 ± 0,87 AB	35,9 ± 1,44 A	8,7 ± 0,28 B	24,9 ± 0,79 A
Cornichão BRS Posteiro	16,2 ± 1,24 A	9,9 ± 0,59 B	12,2 ± 0,67 AB	21,2 ± 1,56 AB
CV (%)	19,47	23,43	20,66	22,77

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha e mesmas letras maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para as lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com folhas de aveia preta, da população 1, em ambas temperaturas houve diferença significativa no período larval em relação a população 2, havendo um prolongamento no número de dias. A 18°C ocorreu o pior desempenho da população 2, 8,7 dias em comparação com a população 1. A 25°C o pior desempenho ocorreu na população 2, em relação a população 1, 24,9 dias (Tabela 6).

Quando as lagartas foram alimentadas com folhas de cornichão, não houve diferença significativa entre as populações a 18°C. A 25°C houve diferença significativa entre as duas populações de lagarta-do-cartucho, sendo o pior desempenho de lagartas da população 1, 9,9 dias em relação a população 2, 21,2 dias. Para a população 1, houve diferença significativa entre as diferentes temperaturas, sendo o pior desempenho a 25°C, 9,9 dias de duração. Na população 2, houve diferença significativa entre as diferentes temperaturas, a 18°C ocorreu o pior desempenho 12,2 dias (Tabela 6).

Quando a mesma população é submetida ao mesmo hospedeiro nas temperaturas de 18 e 25°C, pode ser observado que, a 18°C a população 1 teve seu

pior desempenho no azevém, resultando em um período larval de 4,7 dias com uma mortalidade de 100% dos indivíduos (Tabela 6).

Em 25°C, a população 1 teve seu pior desempenho no cornichão, resultando em um período larval de 9,8 dias com uma mortalidade de 100% dos indivíduos (Tabela 4). A população 2, a 18°C teve um maior período larval quando alimentadas com azevém, 20,9 dias de duração. A 25°C a mesma população teve seu pior desempenho no azevém, resultando em um período larval de 9,3 dias com uma mortalidade de 100% dos indivíduos (Tabela 6).

Com base nos resultados obtidos e a escassez de informações sobre o valor nutricional de plantas forrageiras como as utilizadas neste estudo para *S. frugiperda*, fica evidente a necessidade de pesquisas relacionadas a identificação dos componentes químicos dessas espécies vegetais, avaliando os índices nutricionais do inseto (SCRIBER; SLANSKY JUNIOR, 1981).

A quantidade e a qualidade do alimento ingerido tem grande influência no crescimento, desenvolvimento e reprodução dos insetos (PARRA, 1991). Devido à dificuldade de controlar em laboratório a composição química de uma planta, as exigências nutricionais dos insetos são determinadas em estudos com dietas artificiais (ROSSETO, 1980). São exigências nutricionais básicas dos insetos, aminoácidos, vitaminas e sais minerais (nutrientes essenciais) e carboidratos, lipídeos e esteróis (nutrientes não essenciais), em relação a proteínas (aminoácidos), deve haver um balanceamento adequado (PARRA, 1991). Além das exigências nutricionais básicas, a proporção de alimento ingerido, digerido, assimilado e convertido em tecidos de crescimento também é de extrema importância para o inseto (SCRIBER; SLANSKY, 1981).

No presente estudo ambos hospedeiros alternativos ao milho (azevém, aveia preta e cornichão) ofertados para *S. frugiperda*, ocasionaram um prolongamento e uma alta mortalidade durante o período larval, o que pode ser atribuído ao fato dos cultivos de inverno utilizados não atenderem as exigências nutricionais da espécie, ocasionado pela menor adaptação das lagartas nas folhas desses cultivos.

Os fatores que podem vir a afetar a bioecologia das espécies-alvo são importantes na pressão de seleção e no custo adaptativo (WAQUIL et al., 2016). Assim sendo, os resultados demonstram que, dentre os cultivos de inverno estudados, o azevém destaca-se como sendo o hospedeiro alternativo que propiciou pior desenvolvimento para a espécie e por consequência a maior mortalidade inicial

na fase larval de *S. frugiperda*, com base na duração do período larval. A contra ponto disso as espécies tiveram um desenvolvimento melhor no cornichão, uma leguminosa de inverno. Esses resultados podem estar relacionados ao nível de resistência das plantas a lesões mecânicas e a insetos mastigadores, que está fortemente relacionada aos componentes da parede celular das plantas (CLISSOLD, 2007).

Os polissacarídeos presentes na parede celular das plantas assumem papel importante na resistência a pragas e doenças. A avaliação desses polissacarídeos está baseada no conteúdo de fibras, sendo estas compostas em sua maioria por celulose, hemicelulose e lignina, que são os principais componentes da parede celular das plantas (VAN SOEST, 1994) e que podem afetar a alimentação dos insetos tanto do ponto de vista nutricional como físico, pois níveis elevados de fibra tendem a aumentar a densidade das folhas, fazendo com que os insetos não sejam capazes de ingerir quantidades adequadas de água e nutrientes (SANTIAGO; BARROS-RIOS; MALVAR, 2013). O que explica, parcialmente, o desempenho de *S. frugiperda* em azevém, aveia preta e cornichão.

A maneira de medir o teor de fibra mais comum é a fibra em detergente neutro (FDN), contendo a maior parte dos componentes estruturais da parede celular das folhas (celulose, hemicelulose e lignina) (SANTIAGO; BARROS-RIOS; MALVAR, 2013). Em média o teor de FDN para azevém, aveia preta e cornichão, varia em média de 49,0 a 61,5%, 52,7 a 60,8% e 56%, respectivamente (RODRIGUES; COELHO; REIS, 2002; LUCZYSZYN; ROSSI JUNIOR, 2007; GERDES et al., 2005).

A fibra em detergente ácido (FDA) é considerada a fibra insolúvel dentro de uma célula vegetal (celulose e lignina) (SANTIAGO; BARROS-RIOS; MALVAR, 2013). Esse teor de FDA para azevém, aveia preta e cornichão, varia em torno de 28,4 a 35,6%, 33,6 a 38,20% e 26,1%, respectivamente. O teor de lignina para azevém e aveia preta pode variar em média de 1,8 a 3,9 e de 2,7 a 2,9, respectivamente (RODRIGUES; COELHO; REIS, 2002; LUCZYSZYN; ROSSI JUNIOR, 2007; GERDES et al., 2005).

As plantas de uma forma geral podem apresentar defesas de pré-ingestão na forma de barreiras físicas, fortificando a parede celular com componentes como a lignina e outros fenólicos, que podem ser considerados como anti-nutricionais (SANTIAGO; BARROS-RIOS; MALVAR, 2013). Causando uma alta mortalidade

para lagartas de ínstares iniciais, pois estas não conseguem vencer essas barreiras físicas das plantas para se alimentar.

Durante o ciclo de vida dos insetos as necessidades nutricionais podem variar. As proteínas são um exemplo, onde baixas quantidades durante o desenvolvimento inicial do inseto podem reduzir a capacidade de processos pós-absorção de transformar nutrientes em tecidos, sendo um componente chave nos ínstares iniciais (BELLANDA; ZUCOLOTO, 2009).

4. 4 Histologia do canal alimentar de *Spodoptera frugiperda*

O canal alimentar de *S. frugiperda* mostrou semelhança histológica a outros lepidópteros, como *A. gemmatalis* e *Spodoptera exigua* (LEVY et al., 2004; ROSTROSKOWSKA et al., 2008).

O canal alimentar das lagartas de *S. frugiperda* de ambas as populações, apresentou a camada epitelial conforme descrita na literatura, onde todas as regiões são revestidas por uma única camada de células, com morfologia achatada na região do estomodeu e cúbica na proctodeo (CORREIA et al., 2009).

Histologicamente o mesêntero das lagartas de *S. frugiperda* alimentadas com azevém, aveia preta, cornichão e dieta artificial (GREENE; LEPPLA; DICKERSON, 1976) (testemunha), apresentou-se revestido por duas camadas de músculos em sua parte externa, onde a mais interna é circular e delgada, apoiando o epitélio, a mais externa é longitudinal, formando feixes espaçados (Figura 10).

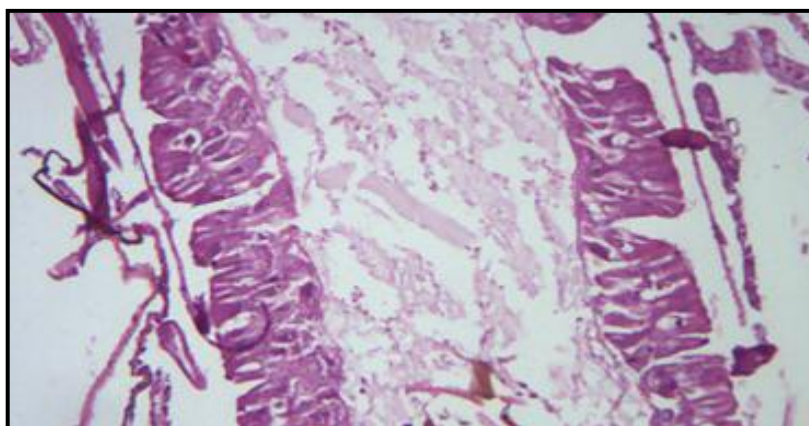


Figura 10 - Mesêntero de lagarta de *Spodoptera frugiperda* alimentada com dieta artificial (GREENE; LEPPLA; DICKERSON, 1976). Barra 5µm. Coloração H-E.

De forma geral, o ápice das células epiteliais do intestino médio apresentam microvilosidades, que estão relacionadas à digestão, a absorção de nutrientes, água e secreção de líquidos (KNAAK; TAGLIARI; FIUZA, 2010). As células do tecido epitelial caracterizaram-se por apresentar morfologia achatada, núcleo bastante volumoso e citoplasma escasso. O epitélio foi caracterizado como sendo do tipo colunar simples, onde foi evidenciado três, dos quatro tipos de células que podem ser encontradas no epitélio, sendo elas, células regenerativas, caliciformes, colunares e endócrinas (CHAPMAN, 1998; SERRÃO; CRUZ-LANDIM, 2000; CORREIA et al., 2009).

No mesêntero do inseto, foram evidenciadas alterações morfológicas, sendo que estas apresentaram distinções conforme a dieta utilizada [azevém (BRS Ponteio), aveia preta (BRS 139), cornichão (BRS Posteiro)]. De modo geral as células regenerativas, situaram-se na base da camada epitelial, com citoplasma basófilo e núcleo esférico e central. As células caliciformes, com a membrana plasmática do lúmen apresentando invaginações formando a câmara globosa, citoplasma acidófilo claro e núcleo basal. As células colunares altas apresentando borda em escova, núcleo oval e citoplasma acidófilo.

Não foi possível visualizar as células endócrinas, sendo esta dificuldade de identificação atribuída a técnica de microscopia óptica utilizada neste trabalho. Foram identificadas as seguintes alterações teciduais nas lagartas alimentadas com folhas de azevém (Figura 11), aveia preta (Figura 12) e cornichão (Figura 13): A desintegração parcial e total da membrana peritrófica em ambos hospedeiros e populações (1 e 2), visto que a ausência dessa membrana foi notada em algumas amostras contendo lagartas alimentadas com folhas de azevém, em ambas populações de *S. frugiperda*.

A membrana peritrófica serve como proteção para o epitélio, contra danos mecânicos e químicos provocados pelo alimento, além de ser uma barreira física contra micro-organismos. Observaram-se projeções de células epiteliais na luz intestinal em ambos os tratamentos e populações, acredita-se que isso tenha ocorrido devido à desintegração da membrana peritrófica. Também foi observada a vacuolização do citoplasma e a desintegração das microvilosidades, tendo estas grande importância por estarem envolvidas na digestão, absorção de nutrientes, água e secreção de líquidos (TERRA; FERREIRA; BAKER, 1996).

A ruptura do epitélio, assim como a formação de espaços intercelulares, ocasionados pelo distanciamento das células colunares da membrana basal. Apesar da inúmera quantidade de estudos realizados sobre o sistema digestório em Lepidoptera, não existem trabalhos que abordem alterações morfológicas causadas por hospedeiros alternativos no canal alimentar de *S. frugiperda*. A análise dos cortes histológicos nesse trabalho evidenciaram modificações o mesêntero das lagartas de ambas as populações de *S. frugiperda*, conforme as dietas fornecidas (azevém, aveia preta e cornichão). Tais alterações morfológicas no mesêntero, causadas pelo tipo de dieta natural fornecida, prejudicaram o desenvolvimento dos insetos na fase larval, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho sobre o desempenho de *S. frugiperda* em cultivos de inverno.

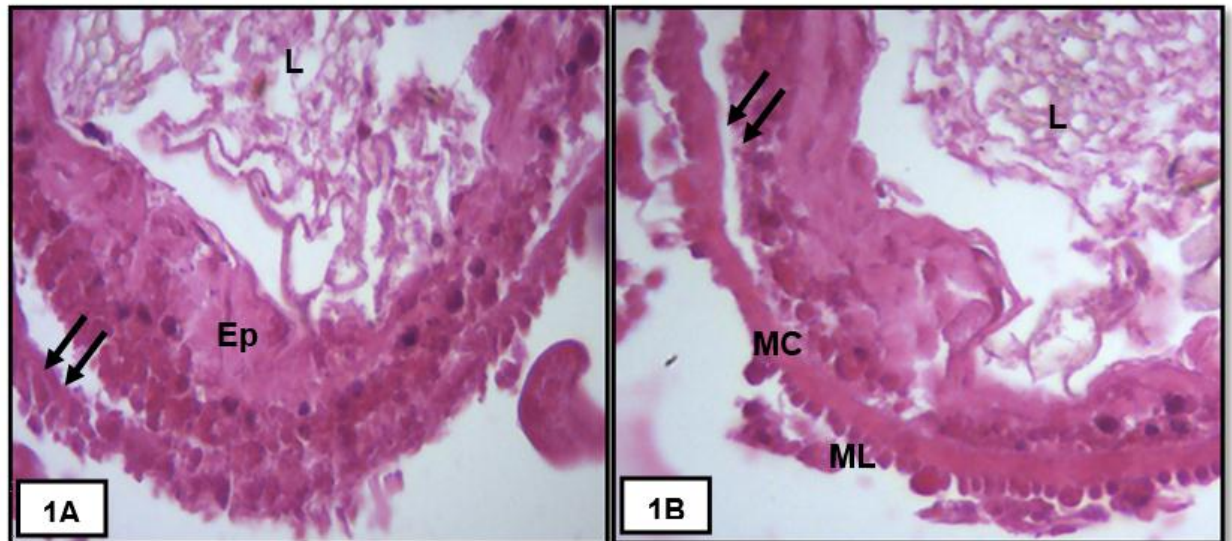


Figura 11 - Mesêntero de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de azevém (BRS Ponteio) (1A e 1B) observar degradação parcial da membrana peritrófica e liberação das células epiteliais para o lúmen. Barra 5 μ m. Coloração H-E. ML - músculo longitudinal, MC - músculo circular, Ep - epitélio, L - lúmen, Seta - projeção do epitélio, Seta dupla - afastamento do tecido epitelial.

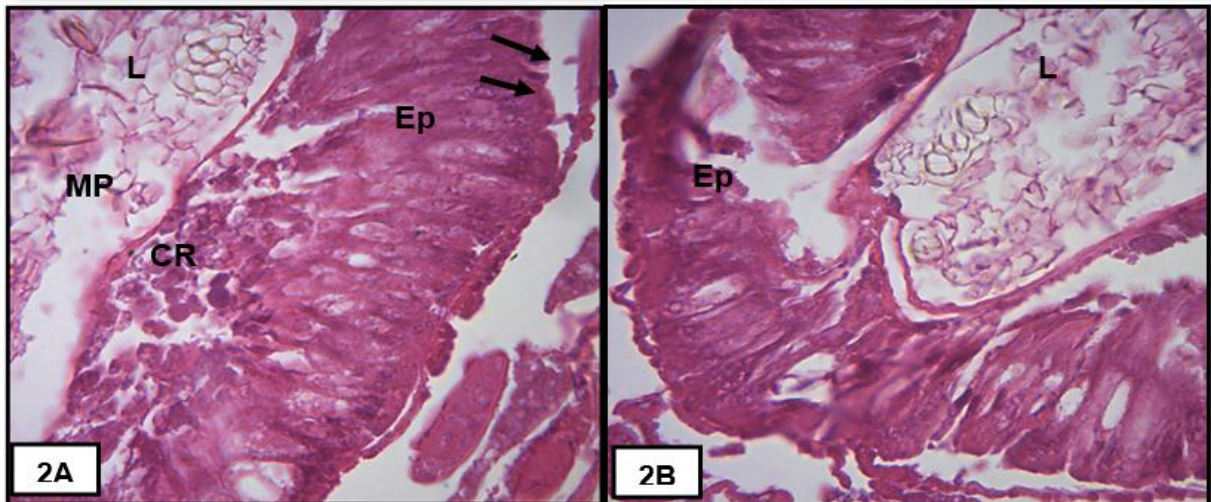


Figura 12 - Mesêntero de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de aveia preta (BRS 139) (2A e 2B) rompimento do tecido epitelial e afastamento da membrana basal. Barra 5µm. Coloração H-E. Ep - epitélio, L - lúmen, CR - célula regenerativa, MP - membrana peritrófica, Seta dupla - afastamento do tecido epitelial.

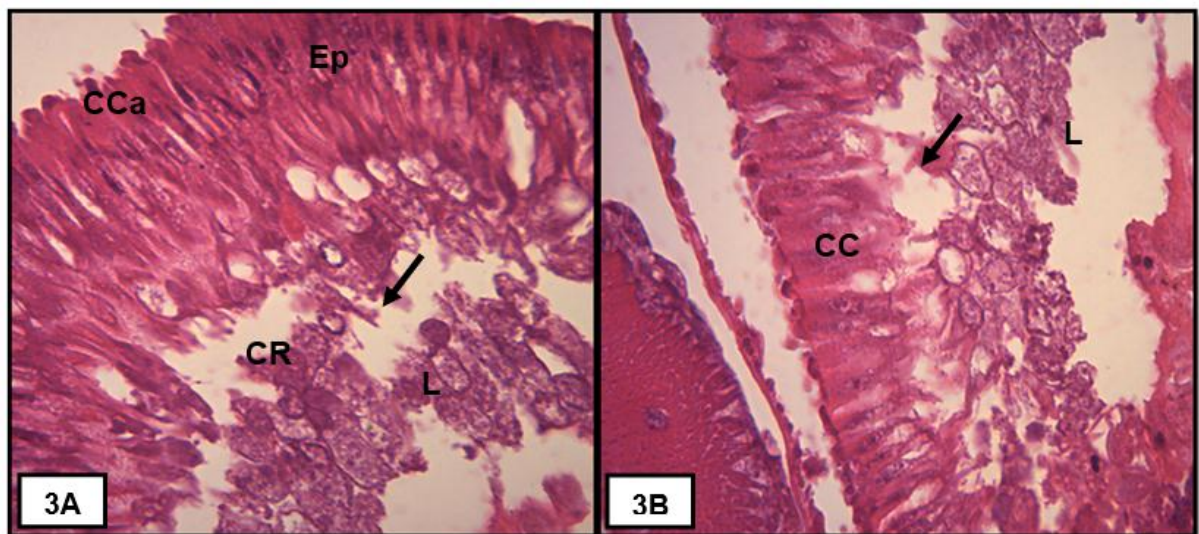


Figura 13 - Mesêntero de lagartas de *Spodoptera frugiperda* alimentadas com folhas de cornichão (BRS Posteiro) (3A e 3B) projeção e liberação de células epiteliais para o lúmen, afastamento do tecido epitelial da membrana basal e ausência da membrana peritrófica. Barra 5µm. Coloração H-E. Ep - epitélio, L - lúmen, CR - célula regenerativa, CC - célula colunar, CCa - Célula caliciforme, Seta - projeção do epitélio.

5 Considerações finais

Com base nos dados obtidos pode-se inferir que, as lagartas de *A. gemmatalis* não conseguem ultrapassar a fase larval alimentando-se de azevém e aveia preta, mostrando que estes são cultivos de inverno com potencial para serem utilizados na sucessão ou rotação de culturas. Porém, no cornichão uma leguminosa de inverno, os insetos conseguiram completar o seu ciclo. Embora neste estudo não tenha sido possível formar casais para observar os dados de uma biologia completa em cornichão, acredita-se que mais estudos devam ser realizados sobre esse hospedeiro e demais leguminosas de inverno. Sendo assim, com base nos resultados obtidos, o cornichão não é um cultivo de inverno indicado para sucessão e rotação de culturas em áreas com histórico de altas infestações de *A. gemmatalis*.

As lagartas de *H. armigera* não conseguem ultrapassar a fase larval em azevém e aveia preta, sendo assim, estes são cultivos de inverno com alto potencial para uso na sucessão e rotação de culturas. No cornichão, essa espécie conseguiu completar o seu ciclo, porém ocorreu a mortalidade de 100% dos adultos após a emergência, dessa forma mais estudos devem ser realizados sobre este hospedeiro e demais leguminosas de inverno para melhor avaliar o desempenho dessa espécie.

As lagartas de *S. frugiperda* em ambas as populações e temperaturas não conseguiram ultrapassar a fase larval nos cultivos de inverno ofertados. A única exceção ocorreu em lagartas da população 2 (25°C) alimentadas com cornichão, porém, com uma baixa viabilidade de pupas. O que demonstra uma necessidade de estudar melhor o desempenho dessa e demais forrageiras leguminosas de inverno.

Através dos resultados apresentados e levando em consideração os sistemas de sucessão e de rotação de culturas empregados na Região Sul do Brasil, mais precisamente na região de terras baixas. Podemos concluir que, os cultivos de inverno, azevém (BRS Ponteio), aveia preta (BRS 139) e cornichão (BRS Posteiro), usados como fonte alimentar, afetam negativamente o desenvolvimento larval das espécies de *A. gemmatalis*, *H. armigera* e *S. frugiperda*.

O baixo desempenho de ambas as espécies de insetos-praga nos cultivos de inverno, demonstram que estas podem ser utilizadas como culturas chave na sucessão e rotação de culturas no Sul do país, no agroecossistema de terras baixas, dentro do sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP), pois auxiliam na redução da formação de “ponte verde” para lagartas polípagas.

Referências

- AFONSO-ROSA, A. P. S.; OLIVEIRA, A. C. B.; SILVA, F. K. Ocorrência de lagartas desfolhadoras em função da distribuição espacial de plantas de soja e hábito de crescimento, safra 2013/2014. Capão do Leão, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7., 2014, Florianópolis. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2014, 4 p.
- AFONSO-ROSA, A. P. S.; TEIXEIRA, H. B.; MEDINA, L. B.; HELLWIG, L.; FIPKE, M. V. Ponte Verde para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em Terras Baixas. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2014. 5 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 317).
- AFZAL, M.; ASHFAQ, M.; BASHIR, M. H. Oviposition responses of *Helicoverpa armigera* towards the morphological plant characters of some genotypes of cotton. **Pakistan Journal of Zoology**, Lahore, v. 44, n. 4, p. 1091-1097, 2012.
- AGUSTI, N.; DE VICENTE, M. C.; GABARRA, R. Development of sequence amplified characterized region (SCAR) markers of *Helicoverpa armigera*: a new polymerase chain reaction-based technique for predator gut analysis. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 8, n. 9, p. 1467-1474, 1999.
- ALI, A.; CHOUDHURY, R. A.; AHMAD, Z.; RAHMAN, F.; KHAN, F. R.; AHMAD, S. K. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, Sousse-Tunisia, v. 4, n. 1, p. 99-106, 2009.
- ALVARENGA, R. C.; LARA CABEZAS, W. A.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- ANDRADE, F. G.; NEGREIRO, M. C. C.; FALLEIROS, Â. M. F. Aspectos dos mecanismos de defesa da lagarta da soja *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) relacionados ao controle biológico por *Baculovirus anticarsia* (AGMNPV). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, p. 391-398, 2004.
- ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, F. F.; COUTINHO, E. L. M. Produção de milho em plantio direto com adubação nitrogenada e cobertura do solo na pré-safra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1691-1698, 2008.
- ASSEMI, H.; REZAPANAH, M.; VAFAEI-SHOUSHTARI, R.; MEHRVAR, A. Modified artificial diet for rearing of tobacco budworm, *Helicoverpa armigera*, using the

Taguchi method and Derringer's desirability function. **Journal of Insect Science**, Minnesota, v. 12, p. 1-18, 2012.

ÁVILA, J. C.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V.; Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. **Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste**, 2013. 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica, 23).

AUAD, A. M.; SOUZA SOBRINHO, F.; MENDES, S. M.; TOLEDO, A. M. O.; LUCINDO, T. S.; BENITES, F. R. G. Seleção de clones de braquiária para resistência à lagarta-do-cartucho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 579-585, 2016.

BARBARA, K. A. **Velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae)**. Gainesville, 2000. 5 p. (MS – University of Florida). Disponível em: <<http://entnemdept.ifas.ufl.edu/creatures/field/velvetbean.htm>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R.; OLIVEIRA, M. D. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 137, p. 237-245, 2010.

BAUMGARTNER, W.; DETTINGER, H.; SCHMEER, N.; HOFFMEISTER, E. Evaluation of different fixatives and treatments for immunohistochemical demonstration of *Coxiella burnetii* in paraffin-embedded tissues. **Journal of Clinical Microbiology**, Washington, v. 26, n. 10, p. 2044-2047, 1988.

BELLANDA H. C. H. B.; ZUCOLOTO, F. S. Lagartas desfolhadoras (Lepidoptera). In: **Bioecologia e nutrição de insetos: Bases para o manejo integrado de pragas**. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília (DF), 2009, p. 164.

BIANCO, R. Pragas do milho e seu controle. In: _____. **A cultura do milho no Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), 1991, p.187-221 (IAPAR. Circular Técnica, 68).

BORAH, S. R.; DUTTA, S. K. Biology of gram pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hub.) on *Pigeon pea*. **Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v. 15, p. 34-37, 2002.

BOREGAS, K. G. B.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; FERNANDES, G. W. Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Bragantia**, Campinas, v. 72, p. 61-70, 2013.

BORTOLI, S. A.; DÓRIA, H. O. S.; ALBERGARIA, N. M. M. S.; BOTTI, M. V. Aspectos biológicos e dano de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera: Pyralidae) em sorgo cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2005.

BOWLER, K.; TERBLANCHE, J. S. Insect thermal tolerance: what is the role of ontogeny, ageing and senescence? **Biological Reviews**, Washington, v. 83, p. 339-355, 2008.

BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R. The old world bollworm in the neotropical region: the experience of brazilian growers with *Helicoverpa Armigera*. **Outlooks on Pest Management**. v. 25, p. 261-265, 2014.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; NÖRNBERG, S. D. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1278-1283, 2004.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F.; MARTINS, A. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n.4, p. 525-529, 2002.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, M. S. G; GIOLO, F. P; ZOTTI, M. J; JUNIOR, G. S. Biologia comparada de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de milho e arroz. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 743-750, 2005.

BUTT, B. A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Agricultural Research Service, Washington: USDA/ARS, 1962, 12 p.

CALDAS, J. O desafio de controlar uma praga. **XXI - Ciência para a vida**, n. 4, p. 44-45, 2013.

CAMPOS, Z. R. **Resistência de variedades de algodoeiro a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2008. 67 f. Tese

(Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

CAPINERA, J. L. **Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae)**. Publication EENY098. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Florida, 1999. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/IN255>>. Acesso em: 08 out. 2017.

CARVALHO P. C. F. Característica produtiva e estrutural de pastos mistos de aveia e azevém manejados em quatro alturas sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 1857-1865, 2010.

CASTIGLIONI, E. A.; VENDRAMIM, J. D. Desenvolvimento da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis* Hübner) em cultivares de soja com diferentes densidades larvais de criação. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 146-151, 1996.

CAUDURO, G. F.; CARVALHO, P. C. F.; BARBOSA, C. M. P.; LUNARDI, R.; NABINGER, C.; GONÇALVES, E. N.; DEVINCENZI, T. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1298-1307, 2006.

CHAPMAN, R. F. **The Insects: structure and function**. 4.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 770 p.

CLISSOLD, F. J. **The Biomechanics of Chewing and Plant Fracture: Mechanisms and Implications**. In: CASAS, J.; SIMPSON, S. J. (editors). *Advances in Insect Physiology: Insect Mechanics and Control*. Amsterdam: Elsevier Science Serials, 2007. v. 34, p. 317-372.

CONTI, L.; WADDIL, V. Development of velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae), on several winter hosts. **Environmental Entomology**, College Park, v. 11, p. 1112-1113, 1982.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. **Manual de recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 394 p.

CORREIA, A. A.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V.; TEIXEIRA, A. A. C.; OLIVEIRA, J. V.; TORRES, J. B. Morfologia do canal alimentar de lagartas de *Spodoptera frugiperda*

(J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) alimentadas com folhas tratadas com Nim. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, p. 1-9, 2009.

CRUZ, C. D. **Programa Genes** - Aplicativo computacional em genética e estatística. www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm 2010.

CRUZ, I. Determinação dos instares de *Spodoptera frugiperda* em lagartas alimentadas com diferentes dietas. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 1994. p. 76-77 (Embrapa Milho e Sorgo. Relatório técnico anual, 1992-1993).

CRUZ, I. A lagarta-do-cartucho na cultura do milho. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 1995. 45 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 21).

CRUZ, I. Manejo da resistência de insetos-praga a inseticidas com ênfase em *Spodoptera frugiperda* (Smith). **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2002. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 21).

CRUZ, I. Controle biológico de pragas de milho. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 363-415.

CRUZ, I.; VALICENTE, F. H.; SANTOS, J. P.; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; **Manual de identificação de pragas do milho e de seus principais agentes de controle biológico**. 1.ed. Brasília (DF): Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 192 p.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; SILVA, R. B. Monitoramento de adultos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em algumas regiões produtoras de milho (*Zea mays* L.) no Brasil. In: XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2010, Goiânia. **Anais...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. p. 538-542.

CRUZ, J. C. No plantio direto o milho é o melhor. **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 1, n. 8, p. 28-29, 1999.

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P. Understanding Heliothine (Lepidoptera: Heliothinae) pests: What is a host plant? **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 107, n. 3, p. 881-896, 2014.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; VIVAN, L. M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:

Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

DEGRANDE, P. E.; OMOTO, C. Pragas: Estancar prejuízos. **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 16, n. 167, p. 30-34, 2013.

DEMÉTRIO, J. V.; COSTA, A. C. T.; OLIVEIRA, P. S. R. Produção de biomassa de cultivares de aveia sob diferentes manejos de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 198-205, 2012.

DIAS, A. S.; MARUCCI, R. C.; MENDES, S. M.; MOREIRA, S. G.; ARAÚJO, O. G.; SANTOS, C. A.; BARBOSA, T. A. Bioecology of *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1757) in different cover crops. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 2, p. 337-345, 2016.

DYAR, H. G. The number of molts of lepidopterous larvae. **Psyche**, Cambridge, v. 5, p. 420-422, 1890.

EISEMANN, C. H.; BINNINGTON, K. C. The peritrophic membrane: its formation, structure, chemical composition and permeability in relation to vaccination against ectoparasitic arthropods. **International Journal for Parasitology**, England, v. 24, p. 15-26, 1994.

EMATER. **Safra de verão 2017/2018**: Estimativas iniciais, área de produção e regiões administrativas. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/safra/safraTabela_12092017.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2017.

EMBRAPA, Tecnologias de produção de soja: Região central do Brasil 2003. **Londrina: Embrapa Soja**. (Embrapa Soja. Versão eletrônica, 12). Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/manejo.htm>>. Acesso em: 06 out. 2017.

EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. Data sheet on quarantine organisms n° 110: *Helicoverpa armigera*. Paris: EPPO, 1981 (**Bulletin**, 11).

FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 197-202, 2006.

FERNANDES, O. D. **Efeito do milho geneticamente modificado (MON810) em *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e no parasitóide de ovos *Trichogramma* spp.** 2003. 164 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

FERRAZ, M. C. V. D. **Determinação das exigências térmicas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em culturas de milho.** 1982. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 34, n. 1, p. 17-52, 1989.

FIUZA, L. M. **Etude des sites récepteurs et de la toxicité des d-endotoxines de *Bacillus thuringiensis* Berliner chez les larves de la Pyrale du riz *Chilo suppressalis* Walker.** Montpellier: Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 1995.

FONTANELI, R. S. **Silagem de cereais de inverno. Cereais de inverno de duplo propósito para a integração lavoura-pecuária no sul do Brasil.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 143-149. 2006.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA REGIÃO SUL-BRASILEIRA.** 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2012. p. 544.

FOWLER, G.; LAKIN, K. Risk assessment: The old bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner), (Lepidoptera: Noctuidae), USDA-APHIS, **Center for Plant Health Science and Technology (Internal Report)**, Raleigh, p. 1-19, 2001.

GAMUNDI, J. C. **Biologia comparada e nutrição quantitativa de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas e vagens de soja.** Piracicaba, 1988. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

GASTON, K. J. **The structure and dynamics of geographical ranges.** 1.ed. Oxford: Oxford University Press, 2003. 280 p.

GERDES, L.; MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; CUNHA, E. A.; BUENO, M. S.; POSSENTI, R. A.; SCHAMMASS, E. A. **Composição química e digestibilidade da massa de forragem em pastagem irrigada de capim-aruaçu**

exclusivo ou sobre-semeado com mistura de aveia preta e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Carlos, v. 34, n. 4, p. 1098-1108, 2005.

GIOLLO, F. P.; GRUTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; BUSATO, G. R. Parâmetros biológicos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) oriundas de diferentes localidades e hospedeiros. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, p. 221-224, 2002.

GONÇALVES, G. K.; POZZEBON, N. J.; AGUER, J. L. T.; CALEFFI, H. V.; SARTURI, J. E. C.; MENDES, F. B.; GUEDES, K. S.; MENEZES, L. M.; KATAYAMA, R. S. Produtividade e qualidade nutricional da cultivar de azevém BRS Ponteio submetido a diferentes tipos de adubação. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 19, n. 1, p. 80-87, 2017.

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

GUZATTI, G. C.; DUCHINI, P. G.; SBRISSIA, A. F.; RIBEIRO-FILHO, E. H. M. N. Aspectos qualitativos e produção de biomassa em pastos de aveia e azevém cultivados puros ou consorciados e submetidos a pastejo leniente. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, p. 1399, 2015.

HADDAD, M. L.; MORAES, R. C. B.; PARRA, J. R. P. Programa MOBAE: Modelos bioestatísticos aplicados à entomologia (software). Piracicaba: **ESALQ/USP**, Piracicaba, p. 44, 1995.

HAMED, M.; NADEEM, S. Rearing of *Helicoverpa armigera* (Hub.) on artificial diets in laboratory. **Pakistan Journal of Zoology**, Lahore, v. 40, n. 6, p. 447-450, 2008.

HAMM, J. J.; WISEMAN, B. R. Plant resistance and nuclear polyhedrosis virus for suppression of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 69, p. 541-549, 1986.

HANISCH, A. L.; NEGRELLE, R. R. B.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; ALMEIDA, E. X. Produção, composição botânica e composição química de missioneira-gigante consorciada com leguminosas perenes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 1, p. 60-66, 2016.

HARDWICK, D. F. The corn earworm complex. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, Ottawa, v. 40, p. 1-247, 1965.

HARTWIG, E. E.; KIIHL, R. A. S. Identification and utilization of a delayed flowering character in soybean for short-day conditions. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 2, p. 145-151, 1979.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Londrina: Embrapa Soja**, 2000. 70 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 30).

HOFFMANN-CAMPO, C. B. **Trabalhador no cultivo de grãos e oleaginosas: soja-Mip**. Curitiba: SENAR, Paraná, 2005. p. 82.
JALLOW, M. F. A.; CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P. Intra-specific variation for host plant use in *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae): implications for management. **Crop Protection**, Guildford, v. 23, n. 10, p. 955-964, 2004.

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**, São Paulo, v. 80, n. 4, p. 430-435, 2013.

JHA, R. K.; CHI, H.; TANG, L. C. A comparison of artificial diet and hybrid sweet corn for the rearing of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) based on life table characteristics. **Environmental Entomology**, College Park, v. 41, p. 30-39, 2012.

JHA, R. K.; TUAN, S-J.; CHI, H.; TANG, L-C. Life table and consumption capacity of corn earworm, *Helicoverpa armigera*, fed asparagus, *Asparagus officinalis*. **Journal of Pest Science**, Berlin, v. 14, p. 1-17, 2014.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 524 p.

KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal Biological Sciences**, Faisalabad, v. 3, n. 8, p. 1213-1222, 2000.

KLESENER, D. F.; SANTOS, R. S. S.; BIANCHI, V. Atividade de vôo de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: SEB, p. 1-2, 2007.

KNAAK, N.; TAGLIARI, M. S.; FIUZA, L. M. Histopatologia da interação de *Bacillus thuringiensis* e extratos vegetais no intestino médio de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 1, p. 83-89, 2010.

KUSS, C. C.; ROGGIA, R. C. R. K.; BASSO, C. J.; OLIVEIRA, M. C. N.; PIAS, O. H. C.; ROGGIA, S. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 527-536, 2016.

LABRADOR, S. J. R. Estudio de biologia y combate del gusano cogollero Del maíz *Laphygma frugiperda*. **Review Applied Entomology**, London, v. 57, n. 45, p. 12-23, 1967.

LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. **Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808)**. [S.l.: s.n.], 2007. Disponível em: <<http://www.fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/helicoverpa.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2016.

LEE, E. T. **Statistical methods for survival data analysis**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1992. 482 p.

LEPPLA, N. C.; GUY, R. H.; HEATH, R. R.; DUEBEN, B. Laboratory studies of the courtship of the velvetbean caterpillar moth, *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, v. 80, n. 2, p. 278-283, 1987.

LEVY, S. M. **Morfologia do tubo digestivo de *Anticarsia gemmatalis* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) durante o desenvolvimento larval**. 2000, 93p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

LEVY, S. M.; FALLEIROS, A. M. F.; GREGÓRIO, E. A.; ARREBOLA, N. R.; TOLEDO, L. A. The larval midgut of *Anticarsia gemmatalis* (HÜBNER) (Lepidoptera: Noctuidae): light and electron microscopy studies of the epithelial cells. **Brazilian Journal Biology**, São Carlos, v. 64, n. 3, p. 633-638, 2004.

LEVY, S. M.; FALLEIROS, A. M. F.; MOSCARDI, F.; GREGÓRIO, E. A. Susceptibility/resistance of *Anticarsia gemmatalis* larvae to its nucleopolyhedrovirus (AgMNPV): Structural study of the peritrophic membrane. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 96, p. 183-186, 2007.

LIMA, F. W. N.; OHASHI, O. S.; BARROS, P. L. C. Efeito de 25 genótipos de milho no desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* em condições de laboratório. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, n. 43, p. 63-75, 2005.

LOURENÇÃO, A. L.; RECO, P. C.; BRAGA, N. R.; VALLE, G. E.; PINHEIRO, J. B. Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta-da-soja e de percevejos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, p. 275-281, 2010.

LUCZYSZYN, C. V.; ROSSI JUNIOR, P. Composição bromatológica de pastagens de inverno submetidos a pastejo por ovinos obtidas por fítulas esofágicas. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 345-351, 2007.

MACHADO, K. K. G.; LEMOS, R. N. S.; MEDEIROS, F. R. Biologia comparada de populações da lagarta-do-cartucho em folhas de milho e mandioca. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 234-239, 2014.

MAGRINI, E. A.; BOTELHO, P. S. M.; SILVEIRA NETO, S. Biologia de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90161999000300006> Acesso em: 09 dez. 2017.

MARCHEZAN, E.; VIZZOTO, V. R.; ROCHA, M. G.; MOOJEN, E. L.; SILVA, J. H. S. Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 303-308, 2002.

MARTINEZ, S. S.; EMDEN, H. F. Redução do crescimento, deformidades e mortalidade *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) causadas por Azadiractina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 113-125, 2001.

MENDONÇA, E. G.; OLIVEIRA, M. G. A.; VISÔTTO, L. V.; GUEDES, R. N.; RIBEIRO, F. R.; OLIVEIRA, J. Determinação da atividade enzimática e do número de bactérias associadas ao intestino médio da lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis*, criada em diferentes dietas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 1, p.18-24, 2009.

MENEGUIM, A. M.; PARRA, J. R. P.; HADDAD, M. L.; Comparação de dietas artificiais, contendo diferentes fontes de ácidos graxos, para criação de *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 35-43, 1997.

METCALF, C.; FLINT, W. P. J.; METCALF, R. L. **Destructive and used insects: their habitats and control**. 4.ed. New York: Mc Graw - Hill, p. 1078, 1962.

MIRONIDIS, G. K.; SAVOPOULOU-SOULTANI, M. Development, survivorship, and reproduction of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) under constant and alternating temperatures. **Environmental Entomology**, College Park, v. 37, n. 1, p. 16-28. 2008.

MONTARDO, D. P.; FLORES, R.; PEREIRA, E.; DALL'AGNOL, M.; GABE, N.; MARTINS, J. D.; NABINGER, C.; FIORIN, C. A.; CASTRO, R. L.; DEBIASI, H. Produção de forragem de populações de azevém anual em diferentes ambientes do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia: Universidade Federal de Goiás, 2005. 1 CD-ROM.

MONTARDO, D. P.; MITTELMANN, A. Avaliação da cultivar de azevém BRS Ponteio na Região da Campanha do Rio Grande do Sul. **Bagé: Embrapa Pecuária Sul**, 2009. 4 p. (Embrapa Pecuária Sul. Comunicado técnico 68).

MORALES, L.; SILVA, M. T. B. Desafios do MIP-soja na região sul do Brasil e o plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja. p. 134-139, 2006.

MOREIRA, H. J. C.; ARAGÃO, F. D. **Manual de pragas da soja**. FMC Agricultural Products, 2009. 144 p.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; YANO, S. A. C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. Cap. 4. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (eds.), **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Londrina: Embrapa Soja, p. 213-334, 2012.

MOSCARDI, F.; CARVALHO, R. C. Z. Consumo e utilização de soja por *Anticarsia gemmatalis* Hub. (Lepidoptera: noctuidae) infectada, em diferentes estádios larvais, por seu vírus da poliedrose nuclear. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, p. 267-280, 1993.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C. A.; SILVA, E. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília (DF), v. 41, p. 943-948, 2006.

OLIVEIRA, L. V.; FERREIRA, O. G. L.; PEDROSO, C. E. S.; COSTA, O. A. D.; ALONZO, L. A. G. Características estruturais de cultivares diplóides e tetraplóides de azevém. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 883-889, 2015.

OSAKI, F.; NEGRELO, M. Inoculação de sementes de cornichão (*Lotus corniculatus*) e ervilhaca (*Vicia sativa*) na presença e ausência de calcário. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 369-377, 2007.

PANIZZI, A. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. Dynamics in the insect fauna adaptation to soybean in the tropics. **Trends in Entomology**, Kerala, v. 1, p. 71-88, 1997.

PANIZZI, A. R.; OLIVEIRA, L. J.; SILVA, J. J. Survivorship, larval development and pupal weight of *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) feeding on potential leguminous host plants. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 563-567, 2004.

PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimento por insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J.R. P. (Ed). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, p. 9-65, 1991.

PARRA, J. R. P. Índices nutricionais para medir consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado**. Brasília (DF): Embrapa Informações Tecnológicas, p. 37-90, 2009.

PARRA, J. R. P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico**. 3.ed. Piracicaba: FEALQ, 2001. 134 p.

PARRA, J. R. P.; HADDAD, M. L. **Determinação do número de ínstares de insetos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p. 49, 1989.

PEDGLEY, D. E. Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) to the british isles. **Entomologist's Gazette**, Wallingford, v. 36, n. 1, p. 15-20, 1985.

PENCOE, N. L.; MARTIN, P. B. Development and reproduction of fall armyworms on several wild grasses. **Environmental Entomology**, College Park, v. 10, n. 6, p. 999-1002, 1981.

PINTO, A. S.; PARRA, J. R. P.; OLIVEIRA, H. N. **Guia ilustrado de pragas e insetos benéficos do milho e sorgo**. 108p. Ribeirão Preto, 2004.

PINTO, L. F. S.; MIGUEL, P.; PAULETTO, E. A. **Solos de várzea e terras baixas**. In: EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S. A. (Ed.) Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul. Brasília (DF): Embrapa Informação Tecnológica, p. 23-43, 2017.

POGUE, M. G. A new synonym of *Helicoverpa zea* (Boddie) and differentiation of adult males of *H. zea* and *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliethinae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 97, n. 6, p. 1222-1226, 2004.

PRAÇA, L. B.; SILVA NETO, S. P.; MONNERAT, R. G. *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) biologia, amostragem e métodos de controle. **Brasília (DF): Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2006. 18 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 196).

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; REIS, E. F.; ANDRADE, G. S.; SILVA, A. F. Influência da densidade de ovos de *Spodoptera frugiperda* em alguns aspectos biológicos de três espécies de Trichogramma. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2005.

RAZMJOU, J.; NASERI, B.; HEMATI, S. A. Comparative performance of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on various host plants. **Journal of Pest Science**, v. 87, p. 29-37, 2014.

REID, J. C.; GREENE, G. L. The soybean looper: pupal weight, development time, and consumption of soybean foliage. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 56, p. 203-206, 1973.

RODRIGUES, R. C.; COELHO, R. W.; REIS, J. C. L. Rendimento de forragem e composição química de cinco gramíneas de estação fria. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2002, 3 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado técnico 77).

ROSA, A. P. A.; TRECHA, C. O.; ALVES, A. C. GARCIA, L. GONÇALVES, V. P. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) em

linhagens de milho. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n.1, p. 39-45, 2012.

ROSSETO, C. J. **Requisitos nutricionais de insetos fitófagos**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1980. 30 p. (Instituto Agronômico de Campinas. Circular, 105).

ROST-ROSZKOWSKA, M. M.; CHECHELSKA, A.; FRADCZAK, M.; SALITRA, K. Ultrastructure of two types of endocrine cells in the midgut epithelium of *Spodoptera exigua* Hübner, 1808 (Insecta, Lepidoptera, Noctuidae). **Zoologica Poloniae**, Wroclaw, v. 53, n. 1- 4, p. 27-35, 2008.

RUAN, Y. M.; WU, K. J. Performances of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* on different food plants. **Acta Entomologica Bohemoslovaca**, České Budějovice, v. 44, p. 205-212, 2001.

SÁ, V. G. M.; FONSECA, B. V. C.; BOREGAS, K. G. B.; WAQUIL, J. M. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 1, p. 108-115, 2009.

SANTIAGO, R.; BARROS-RIOS, J.; MALVAR, R. A. Impact of cell wall composition on maize resistance to pests and diseases. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 14, n. 4, p. 6960-6980, 2013.

SARATE, P. J.; TAMHANE, V. A.; KOTKAR, H. M.; RATNAKARAN, N.; SUSAN, N.; GUPTA, V. S.; A.P. GIRI, A. P. Developmental and digestive flexibilities in the midgut of a polyphagous pest, the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera*. **Journal of Insect Science**, Minnesota, v. 12, p.1-16, 2012.

SARMENTO, M. B. Cadeia de sementes forrageiras temperadas no Rio Grande do Sul. **Revista Agropampa**, Dom Pedrito, v. 1, n. 2, p. 158-168, 2016.

SARMENTO, R. A.; AGUIAR, R. W. S.; AGUIAR, A. S. S.; VIEIRA, S. M. J.; OLIVEIRA, H. G.; HOLTZ, A. M. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho no Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.18, n.2, p. 41-48, 2002.

SARTORI, G. M. S.; MARCHESAN, E.; DAVID, R.; DONATO, G.; COELHO, L. L.; AIRES, N. P.; ARAMBURU, B. B. Sistemas de preparo do solo de semeadura no

rendimento de grãos de soja em área de várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 3, p. 492-498, 2016.

SCHELLHORN, N. A.; PIERCE, S.; BIANCHI, F. J. J. A.; WILLIAMS, D.; ZALUCKI, M. P. Designing landscapes for multiple outcomes in broad-acre environments. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 48, p. 1549-1559, 2008.

SCHOWALTER, T. D. **Insect ecology: An ecosystem approach**, Elsevier: San Diego. p. 53-93, 2011.

SCHROEDER, F. C.; DEL CAMPO, M. L.; GRANT, J. B.; WEIBEL, D. B.; SMEDLEY, S. R.; BOLTON, K. L.; MEINWALD, J.; EISNER T. Pinoresinol: A lignol of plant origin serving for defense in a caterpillar. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, EUA, v. 103, p. 15497-15501, 2006.

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

SERRÃO, J. E.; CRUZ-LANDIM, C. Ultrastructure of the midgut epithelium of Meliponinae larvae with different developmental stages and diets. **Journal of Apicultural Research**, v. 39, p. 9-17, 2000.

SILVA, A. A.; ALVARENGA, R.; MORAES, J. C.; ALCANTRA, E. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro de fibra colorida tratado com silício. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 7, n. 1, p. 65-68, 2014.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007.

SILVA, D. M.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; FREITAS BUENO, A.; FREITAS BUENO, R. C.; OLIVEIRA, M. C.; MOSCARDI, F. Biological characteristics of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) for three consecutive generations under different temperatures: understanding the possible impact of global warning on a soybean pest. **Bulletin of Entomological Research**, New York, v. 102, p. 285-292, 2012.

SILVA, F. S. **Desempenho de populações geográficas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em dietas naturais e artificial e**

caracterização por microssatélites. 2017. 126 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP - Campus de Botucatu, Botucatu, 2017.

SILVA, M. A. G.; PORTO, S. M. A.; MANNIGEL, A. R.; MUNIZ, A. S.; MATA, J. D. V.; NUMOTO, A. Y. Manejo da adubação nitrogenada e influência no crescimento da aveia preta e na produtividade do milho em plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 275-281, 2009.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; OLIVEIRA, E. Identificação dos níveis e fontes de resistência aos enfezamentos do milho. **Revista Brasileira de Milho Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 18-29, 2002.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA-NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1976. p. 239-253.

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

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. DE F.; HIROSE, E. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. 3.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 89 p. (Embrapa Soja. Documentos, 269).

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SPECHT, A.; PAULA-MORAES, S. V.; LOPES-LIMA, A.; YANO, S. A. C.; MICHELI, A.; MORAIS, E. G. F.; GALLO, P., PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R.; BOTTON, M.; ZENKER, M. M.; AZEVEDO FILHO WILSON, S. Timeline and geographical distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae: Heliothinae) in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 60, p. 101-104, 2016.

SOSTER, M. T. B.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; DALL'AGNOL, M.; BRUSTOLIN, R.; FONTANELI, R. S. Caracterização agrônômica de genótipos de cornichão (*Lotus corniculatus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1662-1671, 2004.

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

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V. *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae) no Brasil: Identificação morfológica e molecular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília (DF), v. 48, p. 689-692, 2013.

SRIVASTAVA, C. P.; JOSHI, N.; TRIVEDI, T. P. Forecasting of *Helicoverpa armigera* populations and impact of climate change. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v. 80, p. 3-10, 2010.

SUZANA, C. S.; DAMIANI, R.; FORTUNA, L. S.; SALVADORI, J. R. Desempenho de larvas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes fontes alimentares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 480-485, 2015.

TERRA, W. R.; FERREIRA, C.; BAKER, J. E. **Compartmentalizations of digestion**. In: LEHANE, M. J.; BILLINGSLEY, P.F. (Ed.). *Biology of the Insect Midgut*. London: Chapman and Hall, p. 206-235, 1996.

TERRA LOPES, M. L.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D.T.; AGUINAGA, A. A. Q.; FLORES, J. P. C.; MORAES, A. Sistema de integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 1499-1506, 2009.

TERRA, W. R. The origin and functions of the insect peritrophic membrane and peritrophic gel. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, New York, v. 47, p. 47-61, 2001.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca, New York: Cornell University, p. 476, 1994.

VEENSTRA, K. H.; PASHLEY, D. P.; OTTEA, J. A. Host-plant adaptation in fall armyworm host strains: comparison of food consumption, utilization, and detoxication enzyme activities. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 88, n. 1, p. 80-91, 1995.

VERNETTI, F. J.; SCHUCH, L. O. B.; LUDWIG, M. Tolerância ao encharcamento em genótipos de soja. **Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2012. 26 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento ,172).

VIANA, P. A.; POTENZA, M. R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 27-33, 2000.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

WALKER, D. R.; ALL, J. N.; McPHERSON, R. M.; ROGER BOERMA, H.; PARROT, W. A. Field evaluation of soybean engineered with a synthetic cry1Ac transgene for resistance to corn earworm, soybean looper, velvetbean caterpillar (Lepidoptera: Noctuidae), and lesser cornstalk borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, p. 613-622, 2000.

WANG, P.; GRANADOS, R. R. Molecular structure of the peritrophic membrane (PM): Identification of potential PM target sites for insect control. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, New York, v. 47, p. 110-118, 2001.

WAQUIL, J. M.; VILELLA, F. M. F. Gene bom. **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 49, p. 22-26, 2003.

WAQUIL, M. S.; PEREIRA, E. J. G.; CARVALHO, S. S. S.; PITTA, R. M.; WAQUIL, J. M.; MENDES, S. M. Índice de adaptação e tempo letal da lagarta-do-cartucho em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 5, p. 563-570, 2016.

ZALUCKI, M. P., DAGLISH, G., FIREMPONG, S.; TWINE, P. H. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? **Australian Journal of Zoology**, Victoria, v. 34, n. 6, p. 779-814, 1986.

ZUCCHI, R. A.; NETO, S. S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139 p.