

Cultivos de Inverno no Agroecossistema
de Terras Baixas do Sul do Rio Grande
do Sul como Ponte Verde para *Anticarsia*
gemmatalis e *Helicoverpa armigera*



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
288**

Cultivos de Inverno no Agroecossistema
de Terras Baixas do Sul do Rio Grande
do Sul como Ponte Verde para *Anticarsia
gemmatalis* e *Helicoverpa armigera*

*Jéssica Avila de Abreu
Ana Paula Schneid Afonso da Rosa
Priscilla Gobbi
Indyra Faria de Carvalho
Larissa Longaray Machado
Mikael Bolke de Araújo
Simone Martins Mendes*

**Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2018**

Embrapa Clima Temperado 29
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente
Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente
Enio Egon Sosinski

Secretário-Executivo
Bárbara Chevallier Cosenza

Membros
*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto
Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica
Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica
Nathália Santos Fick (estagiária)

Foto capa
Ana Paula Afonso da Rosa

1ª edição
Obra digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Clima Temperado

C968 Cultivos de inverno no agroecossistema de terras baixas
do sul do Rio Grande do Sul como ponte verde para
Anticarsia gemmatalis e *Helicoverpa armigera* /
Jéssica Avila de Abreu... [et al.]. – Pelotas:
Embrapa Clima Temperado, 2018.
27 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 288

1. Inseto. 2. *Anticarsia gemmatalis*. 3. *Helicoverpa
armigera*. 4. Praga de planta. 5. Cultura de inverno.
I. Abreu, Jéssica Avila de. II. Série.

CDD 632.7

© Embrapa, 2018

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	14
Conclusões.....	23
Referências	24

Cultivos de Inverno no Agroecossistema de Terras Baixas do Sul do Rio Grande do Sul como Ponte Verde para *Anticarsia gemmatalis* e *Helicoverpa armigera*

Jéssica Avila de Abreu¹

Ana Paula Schneid Afonso da Rosa²

Priscilla Gobbi³

Indyra Faria de Carvalho⁴

Larissa Longaray Machado⁵

Mikael Bolke de Araújo⁶

Simone Martins Mendes⁷

Resumo – O sistema de rotação de cultura contribui para a maior sustentabilidade dos sistemas produtivos. Porém, esse sistema de produção, apesar de lucrativo, tem gerado também 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 cultivo escalonado de diversas culturas prolongam o tempo de sobrevivência desses insetos, aumentando o número de gerações nesse tipo de agroecossistema. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar o desenvolvimento de *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) 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.

¹ Engenheira-agrônoma, doutoranda em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

² Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

³ Engenheira-agrônoma, doutoranda em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

⁴ Engenheira-agrônoma, mestranda em Entomologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

⁵ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

⁶ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

⁷ Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

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 e aveia preta não ultrapassaram a fase larval; em cornichão o período larval 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. Os resultados obtidos demonstram que azevém, aveia-preta e cornichão afetam o desenvolvimento de *A. gemmatalis* e *H. armigera*. 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 de “ponte verde”.

Termos para indexação: lagartas da soja; forrageiras; plantas de cobertura.

Winter crops in the lowland agroecosystem of southern Rio Grande do Sul such as green bridge for *Anticarsia gemmatalis* and *Helicoverpa armigera*

Abstract – Alternate cropping system contribute to a greater sustainability of productive systems. However, this production system, although lucrative, has also generated 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. In this context, the objective of this research was to study the performance of *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) in winter crops. In order to set up 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 the 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; in 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. In bird’s-foot trefoil the insects survived the larval stage, however there was a 100% mortality rate of the adults after emerging. The obtained results demonstrate that ryegrass, lopsided oat and bird’s-foot trefoil affect the development of *A. gemmatalis* and *H. armigera*. Therefore, such plant species can be used as key crops in the succession and rotation of crops in the Southern Brazil, in the lowlands agroecosystem, and within the Crop Livestock Integration system to assist in the reduction of “green bridge”.

Index terms: soy caterpillars; forage; cover crops.

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 menos agressivas ao meio ambiente. 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); também há o sistema de Integração Lavoura Pecuária (ILP), que consiste no uso alternado da terra no tempo e no espaço, entre lavoura e pecuária (Vilela 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 pela topografia territorial, devido a aspectos ligados ao relevo, clima, solo e vegetação. São também conhecidas 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 suavemente 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 desses solos e, por consequência, em sua aptidão para uso (Pinto et al., 2017).

Atualmente, esse 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. Essas áreas, por suas características, estão sujeitas ao hidromorfismo, que, somado ao seu relevo plano, dificultam a drenagem de água (Verneti et al., 2012; Sartori et al., 2016).

Contudo, em ambos os sistemas de exploração (agricultura e pecuária), existe o cultivo de mais de uma espécie, no tempo e no espaço, que deve ser escolhida adequadamente, com intuito de minimizar danos por insetos-praga polípagos. Para a escolha das plantas adequadas para cobertura, é necessário conhecer sua 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 polípagas (Nunes et al., 2006; Andrioli et al., 2008; Afonso-Rosa et al., 2014).

Um recurso de grande importância utilizado para a sobrevivência de insetos fitófagos é a polifagia, que está relacionada ao desempenho biológico e à dinâmica populacional de pragas. As espécies polípagas 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 haja disponibilidade de alimento capaz de propiciar seu completo desenvolvimento (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 e daqueles que podem ser usados como culturas-chave, no entanto, sem deixar de atuar na redução de “ponte verde”. Assim, é importante conhecer o comportamento de pragas nas forrageiras de clima temperado mais utilizadas no Sul do RS, destacando-se as gramíneas aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), e, dentre as leguminosas, o cornichão (*Lotus corniculatus* L.) (Fontaneli et al., 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 se alimentam do limbo e das nervuras foliares, ocorrendo desde o período vegetativo até o reprodutivo, sendo que em alguns casos essa desfolha pode ser total, reduzindo a produtividade (Lourenção et al., 2010). Durante o seu período larval, um único inseto pode consumir de 100 a 150 cm² de área foliar (Hoffmann-Campo et al., 2000; Walker et al., 2000). Na faixa de desenvolvimento entre o quarto e o sexto instar 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 à polifagia, alta fecundidade, alta mobilidade e elevada capacidade de adaptação a diversos ambientes climáticos (Specht et al., 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 e a manutenção de cobertura vegetal sobre as áreas em repouso, as quais integram sistema de produção agrícola adotado no Brasil (Ávila et al., 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.

Sabe-se que existe grande dificuldade na definição dos hospedeiros preferenciais de lepidópteros polípagos, sobretudo em função da grande variabilidade das plantas, seja pela fenologia, localização, 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-se o potencial de danos das espécies de lagartas desfolhadoras mencionadas, o objetivo deste trabalho foi estudar o desenvolvimento das espécies de *A. gemmatalis* e *H. armigera* em cultivos de inverno no ambiente de terras baixas do Sul do RS e sua contribuição na formação de ponte verde

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Núcleo de Bioeficiência, na Estação Experimental Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado (CPACT), localizado no município de 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 março de 2017.

Criação de insetos

A criação de manutenção de *A. gemmatalis* e *H. armigera* foi realizada em dieta artificial (Greene et al., 1976), composta pelos seguintes ingredientes: feijão branco, gérmen de trigo (Walmon Comercial LTDA), proteína de soja (Walmon Comercial LTDA), levedura de cerveja (Walmon Comercial LTDA), caseína, ágar (Dinâmica®), solução vitamínica Vanderzant, formaldeído (40%) (Synth – Lote: 203808), ácido sórbico (Synth – Lote: 197434), ácido ascórbico (Synth – Lote: 184132), nipagin (metilparahidroxibenzoato) (Synth) e tetraciclina (Medquímica).

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

As pupas provenientes da criação foram acondicionadas em caixas Gerbox (12 cm x 12 cm x 4 cm), com papel de filtro no fundo, levemente umedecido com água para a manutenção da umidade. Foram mantidas em câmaras climatizadas tipo B.O.D. (25 ± 1 °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 10 cm de diâmetro e 25 cm 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, por meio 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.

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 20 L, preenchidos com substrato natural (West Garden), sendo cultivados em casa de vegetação. A adubação das respectivas cultivares foi realizada conforme as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina para cada um dos cultivos de inverno (CQFS, 2004). Foram realizadas semeaduras subsequentes, para que todas as plantas fossem coletadas no mesmo estágio vegetativo, a fim de serem ofertadas como alimento para as espécies de *A. gemmatalis* e *H. armigera*, durante este estudo.

Desempenho de *Anticarsia gemmatalis* e *Helicoverpa armigera* em cultivos de inverno

Para a realização dos experimentos para cada cultivo de inverno, foram individualizadas 135 lagartas recém-ecloídas em tubos de vidro de fundo chato (2,5 cm x 8,5 cm), esterilizados, com 1/3 do seu comprimento preenchido com a respectiva dieta natural, juntamente com papel filtro (1,0 cm x 1,0 cm) umedecido com água destilada; então 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).

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 foram higienizadas com água corrente e mantidas em imersão em água por cerca de 5 minutos; para manutenção da turgescência, o excesso de água foi retirado, com o auxílio de papel toalha, antes que as folhas fossem fornecidas as respectivas espécies e tratamentos. As lagartas foram alimentadas até atingir a fase de pré-pupa, quando cessou a alimentação.

Para a determinação do número de instares, diariamente foi medida a largura da cápsula cefálica de 35 lagartas. A medição foi feita por meio de ocular micrométrica com régua acoplada ao microscópio estereoscópico

(Leica® - S8AP0). Em ensaios de laboratório, o máximo desenvolvimento da fase larval, ou seja, o início da fase de pupa ocorre por volta do 14º dia de desenvolvimento do inseto (Viana; Potenza, 2000; Silveira et al., 1997; Lima et al., 2005); por esse motivo, a pesagem das lagartas ocorreu no 14º dia de desenvolvimento larval, utilizando-se balança de precisão ($\pm 0,1$ mg) (Shimadzu® - AUW220D).

Na fase de pupa, foi realizada a sexagem segundo Butt e 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 ($\pm 0,1$ 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, considerando cada inseto uma repetição. Os parâmetros biológicos avaliados neste estudo foram:

- a) fase de ovo: duração (dias) e viabilidade (%);
- b) fase de larva: duração (dias), viabilidade (%) e peso ao 14º dia de desenvolvimento (mg);
- c) fase de pupa: duração (dias), peso com 24 horas de idade (mg), viabilidade (%), deformações e razão sexual calculada pela fórmula $RS = \text{número de fêmeas} / (\text{número de fêmeas} + \text{número de machos})$ (Silveira Neto et al., 1976);
- d) 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.

A análise dos dados de duração da fase larval foi feita pela 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 instares, foi utilizado o método gráfico, sendo as hipóteses formuladas e testadas no modelo linearizado da regra de Dyar (Dyar, 1890), por meio do software Mobae (Modelos Bioestatísticos para a Entomologia) (Haddad et al., 1995).

No que diz respeito às variáveis relacionadas com o tempo, essas foram obtidas por meio da Análise de Sobrevivência, sendo esse 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%.

Resultados e Discussão

Parâmetros biológicos de *A. gemmatalis* alimentadas com cultivos de inverno

A duração do estágio 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 (14,5 dias), em comparação com as demais culturas (Tabela 1).

Tabela 1. Duração e viabilidade (%), 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.

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

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

O tempo de desenvolvimento larval em cornichão, neste estudo, foi inferior aos resultados encontrados em outros trabalhos, em que, para os insetos alimentados com o hospedeiro tremoço-azul (*Lupinus angustifolius*), o período foi de aproximadamente 24 dias, e, para os demais hospedeiros testados, esse período manteve-se em torno de 13 a 18 dias (Panizzi et al., 2004).

Em outro estudo, para lagartas de *A. gemmatalis*, em campos de soja, sob 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 viabilidade larval mais elevada (58,5%) (Magrini et al., 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 instares pode variar (Bortoli et al., 2005), o que explica a variação do tempo de duração encontrado neste experimento. Para lagartas de *A. gemmatalis* alimentadas com azevém e aveia-preta, observou-se três instares larvais, sendo que os indivíduos em ambos os hospedeiros não ultrapassaram o período larval. Somente lagartas alimentadas com cornichão mudaram de fase, em que se observou um total de nove instares larvais. As hipóteses formuladas foram confirmadas por meio 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 instares não é constante, podendo variar em média de quatro a oito instares (Parra; Haddad, 1989). De modo geral, o período larval de *A. gemmatalis* apresenta de cinco a seis instares, porém alguns indivíduos podem apresentar até oito instares (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 instar, porém em ambos hospedeiros os indivíduos não conseguiram completar a fase larval. Isso pode estar relacionado ao baixo valor nutricional dos hospedeiros ofertados, assim como à 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).

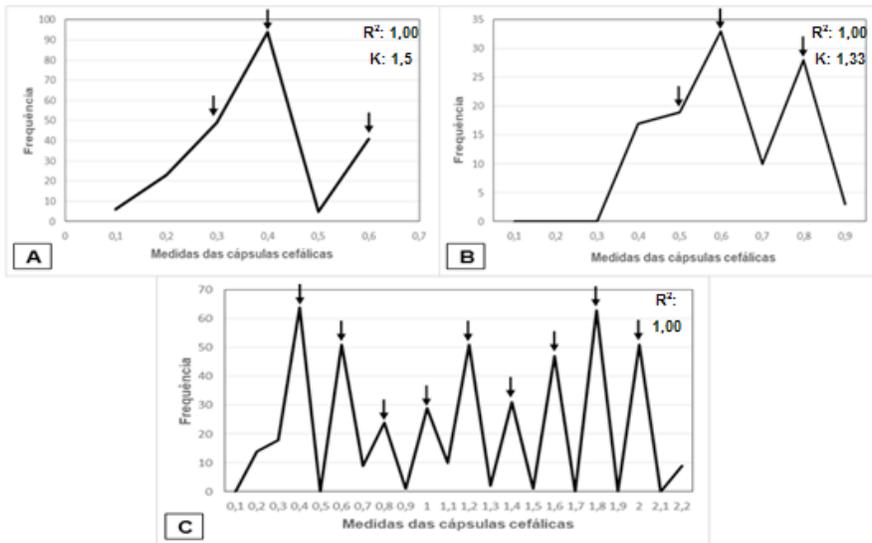


Figura 1. Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas de *Anticarsia gemmatalis* em três cultivos de inverno: (A) azevém (BRS Ponteio), (B) aveia-preta (BRS 139), (C) cornichão (BRS Posteiro), Capão do Leão, RS. As setas indicam os instares. Razão de crescimento (K); coeficiente de determinação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

Quando hospedeiros alternativos foram utilizados por Bortoli et al. (2005), verificou-se uma média de seis instares, nos quais 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. Isso foi comprovado quando lagartas alimentadas com folhas jovens da parte superior da planta de soja tiveram o período larval de 14,4 dias, para lagartas alimentadas com folhas velhas (parte inferior) esse período foi 16,0 dias, e de 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. gemmatalis* alimentadas com aveia-preta e azevém não ultrapassariam período de ali-

mentação maior do que 5 e 10 dias, respectivamente. Mas para o cornichão esse período de alimentação poderia se prolongar mais do que 20 dias.

A não sobrevivência da espécie nos cultivos de inverno ofertados pode estar relacionada à proteção antinutricional contra os insetos que algumas plantas podem apresentar como defesa. Tal defesa pode ser de tanto de pré-ingestão, para limitar o suprimento do alimento, quanto de pós-ingestão, mediante a redução do valor nutritivo para o inseto (Schroeder et al., 2006). Embora esses cultivos de inverno possam não ser hospedeiros nutricionalmente adequados para *A. gemmatalis*, as lagartas podem permanecer na cultura se alimentando, ou mesmo migrar para outros locais, causando danos a essas e demais culturas ao longo desse período (Figura 2).

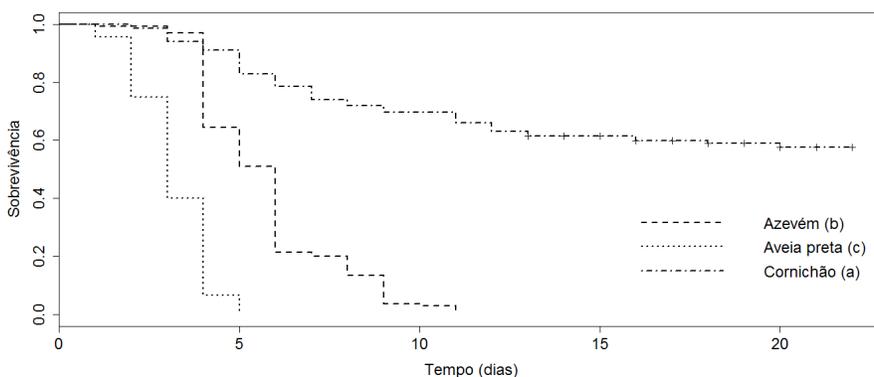


Figura 2. Sobrevivência estimada da duração de lagartas de *Anticarsia gemmatalis* em três cultivos de inverno, Capão do Leão, RS

O peso médio de lagartas ao 14º dia de desenvolvimento, alimentadas com cornichão, foi de 58,08 mg, valor 17,2% inferior ao encontrado por outros autores, para os quais o peso médio de lagartas individualizadas, aos 12 dias de idade, alimentadas em seis cultivares de soja, apresentaram pesos que variaram de 212,10 a 337,40 mg (Castiglioni; Vendramim, 1996). O baixo peso de lagartas observado neste estudo, possivelmente influenciou na baixa viabilidade pupal (19,0%) em cornichão.

Neste estudo, o peso médio de pupas foi de 109,46 mg, sendo o peso médio para fêmeas de 96,26 mg e para machos de 133,05 mg. O peso de pupas provenientes de lagartas que foram alimentadas com 17 hospedeiros cultivados e não cultivados variou de 128,00 a 264,00 mg, sendo as pupas de maior peso as que foram alimentadas com soja e tremoço-branco (*Lupinus albus*) (Panizzi et al., 2004). Valores superiores aos encontrados no presente trabalho também foram observados por Bortoli et al. (2005), que utilizaram como substrato sojas (Foscarim e IAC – 17), amendoim (Tatu) e dieta artificial, obtendo peso de pupas de 249,10 mg, 195,10 mg, 222,30 mg e 234,30 mg, 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 neste 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 et al., 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, quando alimentada com o cornichão. Tais deformações podem estar relacionadas a problemas na alimentação, pois a deficiência de ácidos graxos, em destaque o linoleico e o linolênico, podem originar adultos com deformações nas asas (Parra, 2001). Tais ácidos graxos são considerados essenciais na dieta de algumas ordens, principalmente para Lepidoptera, na qual a deficiência desses ácidos pode resultar em pupas e adultos deformados (Meneguim et al., 1997). Devido à assincronia na emergência dos adultos, machos e fêmeas, assim como às deformações observadas nas asas, não foi possível formar casais.

Parâmetros biológicos para *H. 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 instares 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, Capão do Leão, RS.

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

¹Médias seguidas de letras minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey em 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 essa pode ser atribuída a um possível efeito de metabólicos secundários sobre a biologia dos insetos (Campos, 2008). Assim sendo, pode-se inferir que azevém e aveia-preta são hospedeiros inadequados para o desenvolvimento de *H. armigera*. Isso pode estar relacionado ao conteúdo de fibras desses cultivos de inverno, pois elas afetam a alimentação dos insetos tanto do ponto de vista nutricional como físico. 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 et al., 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 período larval com duração total de 10,4 dias, significativamente superior aos demais cultivos de inverno (azevém e aveia-preta). Em estudo 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 et al., 2012). Assim como em aspargo (*Asparagus officinalis* L.): 25,3 dias de duração (Jha et al., 2014).

H. armigera alimentadas com cornichão totalizaram cinco instares, confirmando as hipóteses formuladas por meio 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).

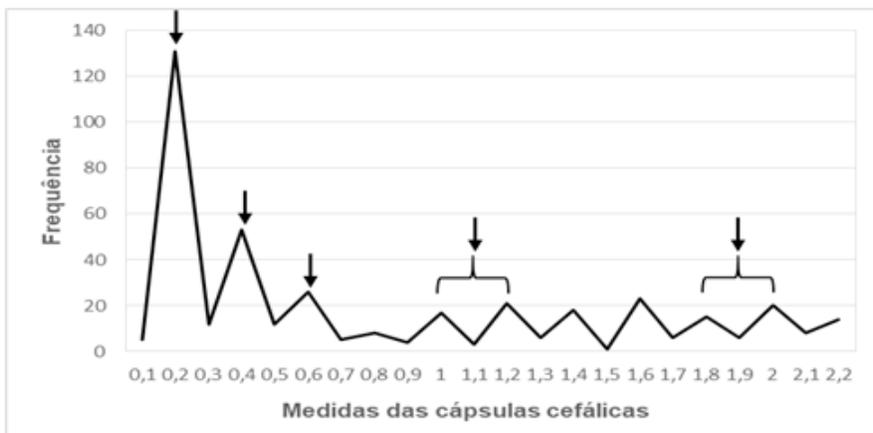


Figura 3. Distribuição de frequência das medidas de cápsulas cefálicas (mm) de *Helicoverpa armigera* em cornichão (BRS Posteiro), Pelotas, RS. As setas indicam os instares. Razão de crescimento (K), coeficiente de determinação (R^2).

O número de instares observado neste trabalho está de acordo com o encontrado na literatura, em que, para espécies de *Helicoverpa*, podem variar de cinco a sete instares 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 et al., 2012), feijão-guandu (Borah;

Dutta, 2002), feijão-branco e grão-de-bico (Razmjou et al., 2014), foi observado em média seis instares larvais.

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

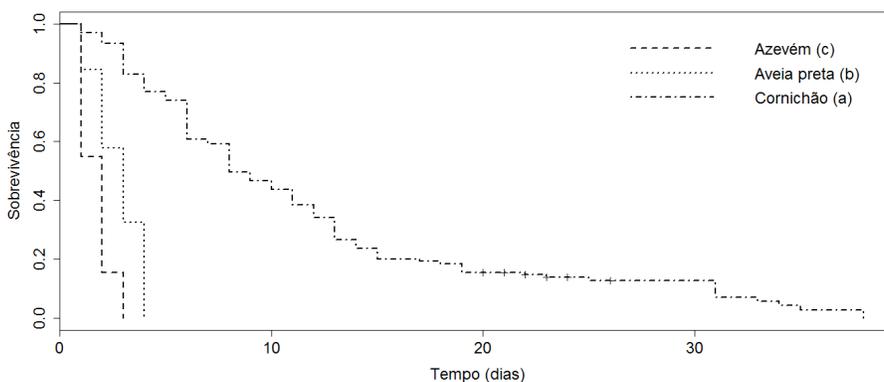


Figura 4. Sobrevivência estimada da duração de lagartas de *Helicoverpa armigera* em três cultivos de inverno, Pelotas, RS.

A viabilidade larval observada neste estudo 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 em 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 às 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 30,0 mg. Quando lagartas de *H. armigera* foram alimen-

tadas 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 à má qualidade do alimento, não permitindo adequada nutrição ao inseto.

A baixa biomassa de lagartas de *H. armigera* alimentadas com cornichão evidencia que essa dieta é inadequada para o desenvolvimento da espécie, em condições de laboratório. O período pupal correspondeu a 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; e quando ocorreu, esses indivíduos 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 suprimiram 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 a 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.

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 et al., 2013).

Com base nos dados obtidos, pode-se inferir que as lagartas de *A. gemmatilis* não conseguem ultrapassar a fase larval alimentando-se de azevém e aveia-preta. Isso mostra que esses cultivos de inverno têm 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 acerca desse 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, esses 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 esse hospedeiro e demais leguminosas de inverno, para melhor avaliar o desempenho dessa espécie.

O baixo desempenho de ambas as espécies de insetos-praga nos cultivos de inverno demonstra que esses podem ser utilizados 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.

Conclusões

O desempenho biológico na fase larval de espécies de lagartas desfolhadoras polípagas em diferentes espécies vegetais indica a existência de “ponte verde”, que sustenta as populações dessas pragas na maior parte do ano.

O baixo desempenho de ambas as espécies de insetos-praga nos cultivos de inverno demonstra que esses cultivos podem ser utilizados 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.
- 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.
- 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.
- 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).
- 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.
- 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.
- BUTT, B. A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. Washington: USDA/ Agricultural Research Service, 1962. 12 p.
- 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.
- CASTIGLIONI, E. A.; VENDRAMIM, J. D. Desenvolvimento da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis* Hübner) em cultivares de soja com diferentes densidades larvais de criação. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 146-151, 1996.
- CONTI, L.; WADDIL, V. Development of velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae), on several winter hosts. **Environmental Entomology**, College Park, v. 11, p. 1112-1113, 1982.
- CQFS RS/SC (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO). **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.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. 2010. Disponível em: www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm
- CRUZ, J. C. No plantio direto o milho é o melhor. **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 1, n. 8, p. 28-29, 1999.
- DYAR, H. G. The number of molts of lepidopterous larvae. **Psyche**, Cambridge, v. 5, p. 420-422, 1890.

- FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras 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). Raleigh: USDA-APHIS/Center for Plant Health Science and Technology, 2001. 19 p. (Internal Report).
- GAMUNDI, J. C. **Biologia comparada e nutrição quantitativa de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas e vagens de soja**. 1988. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.
- 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.
- HADDAD, M. L.; MORAES, R. C. B.; PARRA, J. R. P. **Programa MOBAE: Modelos bioestatísticos aplicados à entomologia (software)**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. 44 p.
- HARDWICK, D. F. The corn earworm complex. **Memoirs of the Entomological Society of Canada**, Ottawa, v. 40, p. 1-247, 1965.
- 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).
- 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.
- LEE, E. T. **Statistical methods for survival data analysis**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1992. 482 p.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- 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: HOFFMANCAMPO, C. B.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. p. 213-334.
- 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.
- 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. **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, 1989. 49 p.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.; 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.
- 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**. San Diego: Elsevier, 2011. p. 53-93.
- 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.
- SILVA, F. S. **Desempenho de populações geográficas de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em dietas naturais e artificial e caracterização por microssatélites**. 2017. 126 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, Botucatu, 2017.

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).

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

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.

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.

Literatura recomendada

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).

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

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.

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

Embrapa

Clima Temperado