

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DANOS DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA  
FASE REPRODUTIVA DA SOJA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Regis Felipe Stacke**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2016**

**DANOS DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA  
FASE REPRODUTIVA DA SOJA**

**Regis Felipe Stacke**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação  
em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**Orientador: Prof. Dr. Jerson Vanderlei Carús Guedes**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2016**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Stacke, Regis Felipe

DANOS DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA FASE REPRODUTIVA DA SOJA / Regis Felipe Stacke.-2016.

52 p. ; 30cm

Orientador: Jerson Vanderlei Carús Guedes

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2016

1. *Helicoverpa* 2. Perdas de produção 3. Nível de dano econômico 4. Densidade populacional I. Guedes, Jerson Vanderlei Carús II. Título.

---

© 2016

Todos os direitos autorais reservados a **Regis Felipe Stacke**. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Pinheiro Machado, Nº 2694, Santa Maria, RS, Brasil

CEP: 97.050-600

Fone (55) 9981 7812; E-mail: regis\_felip@hotmail.com

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**


A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**DANOS DE *Helicoverpa armigera* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) NA  
FASE REPRODUTIVA DA SOJA**


elaborada por  
**Regis Felipe Stacke**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
**Jerson Vanderlei Carús Guedes**  
(Presidente/Orientador)

  
**Enrique Castiglioni**  
(Universidad de la República Oriental del Uruguay)

  
**José Domingos Jacques Leão**  
(Universidade Federal de Santa Maria)

Santa Maria, 26 de fevereiro de 2016.

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS por todas as realizações conquistadas.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (UFSM) pelo auxílio estudantil e pela oportunidade de estudar em uma das melhores instituições do país.

À COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao Professor JERSON VANDERLEI CARÚS GUEDES pela orientação, ensinamentos, paciência, confiança e amizade dedicada durante estes anos de trabalho.

Ao Professor ADRIANO ARRUÉ MELO pelos ensinamentos, paciência e amizade dedicada durante estes anos de trabalho.

Aos colegas de pós-graduação CLÉRISON RÉGIS PERINI, DEIVID ARAUJO MAGANO, FÁBIO LUCAS IZAGUIRRE MARTINS, GLAUBER RENATO STURMER, JONAS ANDRÉ ARNEMANN, JULIO CESAR LENGLER BARBOSA, LEONARDO MOREIRA BURTET, LUIS EDUARDO CUTIOLETTI E MAIQUEL PIZZUTI PES, pelos seus ensinamentos, amizade e colaboração através de suas experiências e conhecimentos.

Aos colegas do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP), ALESSANDRO FIORENTINI, BRUNO RUVIARO TOMAZI, BRUNO GIACOMINI SARI, CRISTIANO DE CARLI, DANIELE AGUIAR, DARLEI MÜNCHEN BAMBERG, EDUARDO BORTOLUZI, ERICMAR AVILA DOS SANTOS, FREDERICO HICKMANN, GREISSI GIRALDI, GUSTAVO ENGEL, IVAIR VALMORBIDA, LUCAS DA SILVA STEFANELO, MAICON MACHADO, MOISÉS BOSCHETTI, NATALIE FELTRIN, REGINA STACKE, THAÍSA BASSO e THIAGO STRAHL, que de alguma forma auxiliaram na realização desse trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária ANGELITA MARTINS, MARIZETE POZZOBON, FERNANDO GNOCATTO, JORGE ANTONIO SILVEIRA FRANÇA e GUSTAVO UGALDE pelo apoio em prol deste trabalho.

Sincero e especial agradecimento a minha namorada e companheira MARIANA FERNEDA DOSSIN, pelo apoio e paciência durante a construção deste trabalho.

Agradeço aos meus irmãos, REGINA SONETE STACKE E GILIARD BRAIR STACKE, pelo incentivo, apoio, e toda ajuda e carinho proporcionados ao longo dos anos.

Agradeço aos meus pais, REGIO STACKE E IVANETE BATISTA, pela motivação, compreensão, apoio incondicional, educação, ensinamentos, carinho e oportunidade proporcionada.

**OFEREÇO**

**Aos meus amados pais, REGIO STACKE E IVANETE BATISTA.**

**E aos meus irmãos, GILLIARD E REGINA.**

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.

Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

Madre Teresa de Calcutá

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Peso de grãos/m<sup>2</sup> (A) e peso de 100 grãos (B) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* durante o estágio R2 (florescimento pleno) da soja, nas safras 2013/14 e 2014/15. ....25
- Figura 2.** Número de legumes/m<sup>2</sup> (A), legumes não danificados/m<sup>2</sup> (B), legumes danificados/m<sup>2</sup> (C), número de grãos/m<sup>2</sup> (D), grãos danificados/m<sup>2</sup> (E) e grãos/legume (F) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* no estágio R2 (florescimento pleno) da soja, nas safras 2013/14 e 2014/15. .... 26
- Figura 3.** Peso de grãos/m<sup>2</sup> (A) e peso de 100 grãos (B) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* durante o estágio R5.1 (início de enchimento de grãos) da soja.....28
- Figura 4.** Número de legumes/m<sup>2</sup> (A), legumes não danificados/m<sup>2</sup> (B), legumes danificados/m<sup>2</sup> (C), número de grãos/m<sup>2</sup> (D), grãos danificados/m<sup>2</sup> (E) e grãos/legume (F) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* no estágio R5.1 (início de enchimento de grãos) da soja. ....28
- Figura 5.** Percentual de legumes danificados/m<sup>2</sup>, em cada terço do dossel, por densidades de *Helicoverpa armigera* nos diferentes estágios reprodutivos da cultura da soja. R2 – 2013/14 (A), R2 – 2014/15 (B), R5.1 – 2013/14 (C), R5.1 – 2014/15 (D). Letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre as medias (Teste de tukey,  $P = 0,05$ ).....29
- Figura 6.** Efeito de densidades de *Helicoverpa armigera* na produtividade da soja infestada no estágio R2 (A) e R5.1 (B) e média de redução ocasionada nas infestações realizadas em R2 (C) e em R5.1 (D). ....30
- Figura 7.** Peso de grãos/m<sup>2</sup> (A), peso de 100 grãos (B), número de grãos/m<sup>2</sup> (C), grãos/legume (D), número de legumes não danificados/m<sup>2</sup> (E) e número de legumes danificados/m<sup>2</sup> (F) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* nos estágios R3 e R5.2 da soja. .... 42
- Figura 8.** Percentual de legumes danificados/m<sup>2</sup> em R3 (A) e percentual de legumes danificados/m<sup>2</sup> em R5.2 (B) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* na soja. Letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre as médias (Teste de tukey,  $P = 0,05$ )..... 42
- Figura 9.** Efeito de densidades de *Helicoverpa armigera* na produtividade da soja infestada no estágio R3 e R5.2.....43



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Estimativa dos níveis de dano econômico de <i>Helicoverpa armigera</i> , no estágio R2 da soja, com variação no custo de controle e preço da saca de soja.....	33
<b>Tabela 2.</b> Estimativa dos níveis de dano econômico de <i>Helicoverpa armigera</i> , no estágio R5.1 da soja, com variação no custo de controle e preço da saca de soja. ....	33
<b>Tabela 3.</b> Estimativa dos níveis de dano econômico de <i>Helicoverpa armigera</i> , no estágio R3 e R5.2 da soja, com variação no custo de controle e valor da saca de soja. ....	43

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 MORFOLOGIA E BIOECOLOGIA DE <i>Helicoverpa armigera</i> .....	12
1.2 <i>Helicoverpa armigera</i> : DISTRIBUIÇÃO E DANOS.....	13
1.3 NÍVEL DE DANO ECONÔMICO E NÍVEL DE CONTROLE.....	14
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
3 ARTIGO 1.....	19
DANOS DE <i>Helicoverpa armigera</i> NA FASE REPRODUTIVA DA SOJA E CÁLCULO DO NÍVEL DE DANO ECONÔMICO.....	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	20
3.1 INTRODUÇÃO.....	21
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.2.1 Experimentos.....	22
3.2.2 Análise estatística.....	23
3.2.3 Estimativas do nível de dano econômico.....	23
3.3 RESULTADOS.....	23
3.3.1 Infestação no estágio reprodutivo R2 (Safrinha 2013/14).....	23
3.3.2 Infestação no estágio reprodutivo R2 (Safrinha 2014/15).....	24
3.3.3 Infestação no estágio reprodutivo R5.1 (Safrinha 2013/14).....	26
3.3.4 Infestação no estágio reprodutivo R5.1 (Safrinha 2014/15).....	27
3.3.5 Percentual de legumes danificados.....	29
3.3.6 Análise de regressão combinada das perdas de rendimento.....	29
3.4 DISCUSSÃO.....	30
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
4 ARTIGO 2 (NOTA CIENTÍFICA).....	36
DANOS CAUSADOS POR <i>Helicoverpa armigera</i> NA FASE REPRODUTIVA DA SOJA SAFRINHA.....	36
RESUMO.....	36
ABSTRACT.....	37
4.1 INTRODUÇÃO.....	38
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	38

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
4.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
5 DISCUSSÃO .....	46
6 CONCLUSÃO .....	47
ANEXOS .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) apresenta ampla distribuição geográfica, causando danos em culturas agrícolas na Europa, Ásia, Oceania (ZALUCKI et al., 1986; CHAU, 1995; SEKULIC et al., 2004; ROGERS; BRIER, 2010; TAY et al., 2013) e América do Sul (CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013; SENA VE, 2013; MURÚA et al., 2014).

No Brasil, o primeiro registro de ocorrência da espécie *H. armigera* foi nos estados de Goiás, Bahia e Mato Grosso, com base na identificação morfológica de insetos adultos (CZEPAK et al., 2013). A seguir, Specht et al. (2013) fez a caracterização morfológica e molecular de *H. armigera* dos estados Bahia, Distrito Federal, Mato Grosso e Paraná. Mesmo registrada apenas em 2013, é possível que a praga estivesse presente no Brasil anteriormente, devido à dificuldade de distinguir *H. armigera* de outras espécies da mesma subfamília Heliiothinae (*Helicoverpa zea* e *Heliothis virescens*, por exemplo) com base apenas em características morfológicas (FERNANDES et al., 2015). Isso foi comprovado com os dados estudados por Sosa-Gómez et al. (2015) que construíram uma linha do tempo de sua história no Brasil, mostrando que *H. armigera* estava presente desde 2008 em lavouras brasileiras.

A preferência por estruturas reprodutivas da planta de soja (ZALUCKI et al., 1986) é uma característica comportamental que põe em risco a agricultura brasileira. A capacidade de consumo de estruturas reprodutivas está relacionada à quantidade e à diversidade de proteinases presentes no aparelho digestivo do inseto, capaz de degradar os alimentos ingeridos (PATANKAR et al., 2001). O comportamento e principalmente os danos de *H. armigera*, ainda não foram completamente elucidados para cultura da soja no Brasil, o que dificulta o seu manejo. Conhecer a capacidade de causar danos e apresentar um nível de dano econômico para *H. armigera* é a base para a tomada de decisão no manejo da praga nas condições de cultivo brasileira.

### 1.1 MORFOLOGIA E BIOECOLOGIA DE *Helicoverpa armigera*

O ciclo de vida de *H. armigera* é de aproximadamente 40 dias (FITT, 1989; ALI et al., 2009; JHA et al., 2012). As mariposas medem de 35 a 40 mm de envergadura, possuem coloração cinza-amarelada (machos) e cinza-alaranjado (fêmeas) com um ponto escuro no centro das asas anteriores e as asas posteriores de coloração esbranquiçada com uma faixa escura distal. A longevidade dos adultos é aproximadamente 10 dias (ALI et al., 2009).

As fêmeas, colocam entre 300 e 3000 ovos isolados ou agrupados nas folhas, talos, flores ou frutos, preferencialmente durante a noite, dependendo da fonte de alimentação das lagartas e dos adultos (EPPO, 1981; NASERI et al, 2011). Os ovos são de coloração branco-amarelada, tornam-se marrom-escuro, próximo do momento de eclosão da larva, que ocorre 3 dias após a oviposição a 25 ° C e em 10 a 11 dias em temperaturas mais frias (EPPO, 1981). O número e a fertilidade dos ovos são influenciados por fatores, como cultivares de soja, podendo variar de 50 a 282 ovos por dia para cada fêmea (NASERI et al., 2011).

As lagartas desenvolvidas medem de 30 a 35 mm, apresentam coloração variando do verde ao amarelo claro, marrom-avermelhado ou preto (EPPO, 1981; ALI et al., 2009). Apresentam duas faixas longitudinais laterais bem demarcadas de coloração branca, e ao longo do corpo apresentam diversas linhas longitudinais finas e esbranquiçadas, além de pelos pretos dispersos por todo o corpo, com uma base arredondada escura (tubérculos). O tegumento apresenta aspecto levemente coriáceo (CZEPAK et al., 2013). O período larval varia de 17 a 35 dias, dependendo da temperatura, cultivar hospedeira e da estrutura consumida durante a alimentação. A fase de pupa ocorre no solo e dura entre 10 a 14 dias e, dependendo das condições climáticas, pode entrar em diapausa (KARIM, 2000; ALI et al., 2009; JHA et al., 2012).

## 1.2 *Helicoverpa armigera*: DISTRIBUIÇÃO E DANOS

*H. armigera* apresenta ampla distribuição geográfica, sendo relatada na Europa, Ásia, África, Oceania (ZALUCKI et al., 1986; CHAU, 1995; SEKULIC et al., 2004; ROGERS; BRIER, 2010; TAY et al., 2013) e América do Sul (CZEPAK et al., 2013; SENA VE, 2013; MURÚA et al., 2014). É considerada uma das mais importantes e impactantes pragas da agricultura na Europa, Ásia, África e Austrália, causando danos estimados em mais de US\$2 bilhões anualmente, sem considerar custos socioeconômicos e ambientais associados ao seu controle (TAY et al., 2013). Perdas anuais superiores a US\$2 bilhões apenas na região dos trópicos do semi-árido da Europa foram estimados por Sharma et al. (2008). Porém Sharma (2001) e Lammers e MacLeod (2007) estimam perdas globais próximas a US\$5 bilhões por ano.

*H. armigera* está amplamente distribuída no Brasil, sendo constatada nos estados de Roraima, Amapá, Piauí, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Goiás, Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (Sosa-Gómez et al., 2015). Desde o seu primeiro registro de ocorrência no país (CZEPAK et al., 2013), *H. armigera* tem

ocasionado perdas significativas em diversas culturas. Os danos por *H. armigera* já na primeira safra após comprovada sua presença no país (2012/2013), foram estimados em \$0,8 bilhões (BUENO, SOSA-GÓMEZ, 2014). Já segundo o levantamento da Secretaria da Defesa Agropecuária por meio do Departamento de Sanidade Vegetal (SDA/DSV), do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), a lagarta provocou mais de 10 bilhões de reais em danos nas safras de 2012/13 e 2013/14, principalmente em soja, milho e algodão (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2015).

### 1.3 NÍVEL DE DANO ECONÔMICO E NÍVEL DE CONTROLE

O nível de dano econômico (NDE) e o nível de controle (NC) são a base para a tomada de decisão no manejo de pragas, os quais são importantes em qualquer programa de manejo integrado de pragas (MIP). São utilizados principalmente para identificar o momento em que as perdas de produtividade causadas pela praga justificam as aplicações de inseticidas.

Pierce foi o primeiro a levantar questões que incentivaram o desenvolvimento do conceito de dano econômico causado por insetos. Em 1959, Stern e colaboradores propuseram e desenvolveram a ideia de nível de dano econômico e o definiram como a mais baixa densidade populacional de uma praga que justifica o custo das medidas de controle (PEDIGO; RICE, 2014). Mais tarde Pedigo et al. (1986) definiram que o NDE deve ser encarado como uma das bases para a determinação do nível de controle (NC), ou seja, a densidade populacional da praga na qual, medidas de controle deverão ser tomadas para que o crescimento populacional não atinja o NDE. Estes conceitos emergem como base para impulsionar o uso racional de inseticidas, buscando evitar problemas de resistência, resíduos em plantas e efeitos em organismos não alvo. Estas ideias podem ser consideradas a parte mais importante do conceito de controle integrado de pragas, o qual é recomendado como um substituto para a simples estratégia de “identificar e aplicar”, adotada pela agricultura atualmente (PEDIGO; RICE, 2014).

Segundo Pedigo e Rice (2014) o NDE pode ser calculado da seguinte forma:

$$P = \frac{Ct}{V \times I \times D}$$

Onde P = densidade de insetos (insetos/m<sup>2</sup>) (P = NDE), Ct = custo de controle por área (R\$/ha), V = valor de venda por unidade de produção (R\$/kg), I = unidade de injúria por inseto por unidade de produção e D = dano por unidade de injúria. As variáveis I e D são difíceis de serem obtidas, porque I representa a área fotossintética removida por unidade de

inseto e D representa a perda de produção por unidade de fotossíntese removida. Neste caso, usa-se o coeficiente b representando a perda por unidade de inseto (kg/inseto/m<sup>2</sup>). Ou seja,  $b = I \times D$  na equação de NDE. O coeficiente b é obtido pela análise de regressão dos dados de experimentos que medem as perdas de produção por unidade de inseto. Assim a equação de NDE fica da seguinte forma:

$$NDE = \frac{Ct}{V \times b}$$

No Brasil, o NC para *H. armigera*, é bem inferior aos estipulados para outras espécies de lagartas, isto se deve ao fato do maior potencial de dano ocasionado por esta. A recomendação de NC é de 4 lagartas pequenas por metro de fileira ou 30% de desfolha no período vegetativo e 2 lagartas por metro de fileira ou 15% de desfolha ou 10% das vagens danificadas no reprodutivo (EMBRAPA, 2013). Entretanto, esses valores foram atribuídos sem os estudos básicos nas condições de cultivo do Brasil.

## 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, A.; CHOUDHURY, R. A. Some biological characteristics of *Helicoverpa armigera* on chickpea. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v. 4, n. 1, p. 99-106, 2009.
- 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. 1-4, 2014.
- CHAU, L. M. Integrated pest management: a strategy to control resistance of *Spodoptera exigua* and *Helicoverpa armigera* caterpillars to insecticides on soybean in the Mekong Delta. **Pestic. Sci.**, v. 43, p. 255–258, 1995.
- 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. DOI: 10.1590/S1983-40632013000100015.
- DIÁRIO DO COMÉRCIO. **Ministério da agricultura avalia impactos de pragas nas lavouras.** Minas Gerais, 2015. Disponível em: <[http://www.diariodocomercio.com.br/noticia.php?tit=ministerio\\_da\\_agricultura\\_avalia\\_impactos\\_de\\_pragas\\_nas\\_lavouras&id=147140](http://www.diariodocomercio.com.br/noticia.php?tit=ministerio_da_agricultura_avalia_impactos_de_pragas_nas_lavouras&id=147140)>. Acesso em: 09 fev. 2016.
- EMBRAPA – *Helicoverpa armigera*: **Ações de prevenção e manejo**, 2013. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/helicoverpa/index.html>>. Acessado em: 19 junho 2015.
- EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION (EPPO). Data sheets on quarantine organisms n° 110: *Helicoverpa armigera*. Paris: EPPO, 1981. (Bulletin, 11).
- FERNANDES, A. P.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ D. R. *Helicoverpa armigera*: current status and future perspectives in Brazil. **Current Agricultural Science and Technology**, n. 21, p. 1-7, 2015.
- FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review Entomology**, n. 34, p. 17-52, 1989.
- 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**, n.41 p.30-39, 2012.
- KARIM, S. Management of *Helicoverpa armigera*: a review and prospectus for Pakistan. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.3, n.8, p.1213-1222, 2000.
- LAMMERS, J. W.; MACLEOD, A. Report of a Pest Risk Analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). Plant Protection Service and Department for Environment, Food and Rural Affairs, **Central Science Laboratory**. 18 pp., 2007.



MURÚA M. G., et al. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, n. 97, p. 854–856, 2014. doi: 10.1896/054.097.0279.

NASERI, B.; FATHIPOUR, Y.; MOHARRAMIPOUR, S.; HOSSEININAVEH, V. Comparative reproductive performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on thirteen soybean varieties. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 13, p. 17-26, 2011.

PATANKAR, A. G.; GIRI, A. P.; HARSULKAR, A. M.; SAINANI, M. N.; DESHPANDE, V. V.; RANJEKAR, P. K.; GUPTA, V. S. Complexity in specificities and expression of *Helicoverpa armigera* gut proteinases explains polyphagous nature of the insect pest. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 15, n. 31, p. 453-464, 2001.

PEDIGO L. P.; RICE M. E. **Entomology and pest management**. 6th ed. 2014

PEDIGO, L. P.; HUTCHINS, S. H.; HIGLEY, L. G. Economic injury levels in theory and practice. **Annual Review Entomology**, n.31, p.341-368, 1986.

ROGERS, D. J.; BRIER, H. B. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean (*Glycine max*) and dry bean (*Phaseolus vulgaris*) during pod-fill. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 47-57, 2010.

SEKULIC, R., TATJANA, K., MASIREVIC, S., VAJGAND, D., GORDANA, F., RADOJCIC, S. Incidence and damage of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hbn.) in Vojvodina Province in 2003. **Biljni Lekar Plant Doctor**, v. 32, n. 2, p. 113-124, 2004, (Abstract).

SENAVE. **Senave en alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola**. ABC Color, Edición Impresa, 17 out. 2013. Disponível em: <<http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/senave-en-alerta-tras-ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>>. Acesso em: 06 fev. 2016.

SHARMA, H. C. Cotton bollworm/legume pod borer, *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Noctuidae: Lepidoptera): biology and management. Wallingford: **Crop Protection Compendium**, 70 p., 2001.

SHARMA, H. C.; DHILLON, M. K.; ARORA, R. Effects of *Bacillus thuringiensis*  $\delta\delta$  - endotoxin-fed *Helicoverpa armigera* on the survival and development of the parasitoid *Campoplex chloridae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 126, n.1, p. 1-8, 2008.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Timeline and geographical distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae: Heliiothinae) in Brazil. **Rev. Brasil. Entomol.** 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbe.2015.09.008>.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; MORAES, S. V. P.; YANO, S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

TAY, W. T.; SORIA, M. F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G. T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A Brave New World for an Old World Pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **Plos One**, v. 8, n. 11, 2013.

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**, v. 34, p. 779-814, 1986.

### 3 ARTIGO 1

## DANOS DE *Helicoverpa armigera* NA FASE REPRODUTIVA DA SOJA E CÁLCULO DO NÍVEL DE DANO ECONÔMICO

### RESUMO

Estudos de nível de dano econômico (NDE) utilizando insetos são fundamentais para apoiar a tomada de decisão no manejo de pragas. O objetivo deste trabalho foi caracterizar e quantificar os danos de *H. armigera* na fase reprodutiva da soja. Foram realizados quatro experimentos nas safras de 2013/14 e 2014/15 nos estágios R2 e R5.1 da soja. Os tratamentos foram densidades de lagartas de *H. armigera*: T1 – Testemunha (0 lagartas/m<sup>2</sup>); T2 – 2 lagartas/m<sup>2</sup>; T3 – 4 lagartas/m<sup>2</sup>; T4 – 6 lagartas/m<sup>2</sup> e T5 – 8 lagartas/m<sup>2</sup>. Na infestação foram utilizadas lagartas de terceiro ínstar que conviveram 15 dias com a cultura. Após a colheita foram avaliadas as variáveis: número total de legumes, número de legumes danificados, número de grãos, número de grãos danificados, peso de 100 grãos e rendimento de grãos, por terços estratificados da planta (superior, médio e inferior). *H. armigera* causa maior número de injúrias no terço médio da planta, seguido pelo terço superior e inferior. Os danos ocasionados em R2 foram menos severos em relação à infestação no estágio R5.1. Em R2 a planta tolerou e compensou as injúrias causadas pelas menores densidades de *H. armigera*, diferente do que ocorreu no estágio R5.1. As reduções médias em produtividade foram de 69,05 kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> em R2 e de 87 kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> no estágio R5.1.

**Palavras-chave:** estágios fenológicos, densidade populacional, perdas de produção, terços da planta.

## **DAMAGE OF *Helicoverpa armigera* ON SOYBEAN REPRODUCTIVE STAGES AND CALCULATION OF ECONOMIC INJURY LEVEL**

### **ABSTRACT**

Economic injury level (EIL) studies using insects are essential to support pest management decisions. The objectives of this study were to characterize and quantify the damage of *H. armigera* on soybean reproductive stages. In the 2013/14 and 2014/15 growing season in Santa Maria, RS, Brazil, four experiments were conducted in two soybean phenological stages (R2 and R5.1), with *H. armigera* larvae densities. The treatments were: T1 - control (0 larvae/m<sup>2</sup>); T2 - 2 larvae/m<sup>2</sup>; T3 - 4 larvae/m<sup>2</sup>; T4 - 6 larvae/m<sup>2</sup> and T5 - 8 larvae/m<sup>2</sup>. Plants were infested with third instar larvae for 15 days. After harvesting, total number of pods, number of damaged pods, seed numbers, number of damaged seeds, 100 seed weight, and soybean yield variables were assessed in the upper, middle and lower soybean third. *H. armigera* cause more injuries in the middle part of the plant, followed by the upper and lower third. The damages caused in R2 were less severe compared to infestation at R5.1 growth stage. At R2 growth stage, the plant tolerated and compensated injuries caused by lower densities *H. armigera*, unlike what occurred at the R5.1 stage. The results demonstrated yield reductions of 69.05 kg/ha/larvae/m<sup>2</sup> at R2 and 87 kg/ha/larvae/m<sup>2</sup> at R5.1 stage.

**Palavras-chave:** phenological stages, population density, the plant thirds, yield losses.

### 3.1 INTRODUÇÃO

*Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma praga conhecida na Austrália, Ásia e Europa, onde causa severos danos à soja (CHAU, 1995; SEKULIC et al., 2004; ROGERS & BRIER, 2010a) e atualmente é uma das mais importantes pragas da agricultura em todo o mundo (TAY et al., 2013). Sua ocorrência foi confirmada no Brasil (CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013), trazendo consigo uma série de dificuldades, pela falta de conhecimento sobre seu comportamento, grande capacidade de causar danos e principalmente pela falta de informações sobre controle da praga.

*H. armigera* é hospedada por mais de 180 espécies de plantas (TAY et al., 2013). No Brasil, já foi constatada danificando algodão, milho, soja, feijão, tomate, sorgo, trigo, girassol, frutíferas, hortaliças, bem como algumas plantas daninhas (ÁVILA et al., 2013; ARNEMANN et al., 2014; FERNANDES et al., 2015). Os danos causados por *H. armigera*, já na primeira safra após comprovada sua presença no país (2012/2013) foram estimados em \$0,8 bilhões (BUENO; SOSA-GÓMEZ, 2014), demonstrando sua importância e a necessidade de conhecimento sobre os danos da praga na soja brasileira.

Tentativas para prover um nível de dano econômico (NDE) para *H. armigera* em soja, utilizando desfolha artificial na fase vegetativa e, remoção de legumes na fase reprodutiva, foram feitas por Rowden (1987) e Timsina et al. (2007). Entretanto, estes estudos não demonstraram o dano real de *H. armigera* e não definiram a perda por lagarta, um parâmetro fundamental para determinar o NDE (PEDIGO; RICE, 2014). Rogers e Brier (2010ab) foram os primeiros a estudar e quantificar a perda de produtividade da soja ao ataque de *H. armigera* utilizando lagartas, mostrando que os danos dependem do estágio de maturação e do potencial produtivo da soja, das condições climáticas e principalmente da densidade de lagartas.

O nível de dano econômico de *H. armigera* ainda não foi estudado ou estabelecido para a cultura da soja no Brasil. Tal nível pode variar de ano para ano, ou mesmo a partir de uma área para outra dentro de um mesmo ano, dependendo de fatores ambientais, econômicos e agrícolas (FATHIPOUR; SEDARATIAN, 2013). A falta de conhecimento sobre o potencial de *H. armigera* causar danos à soja, nas condições de cultivo do Brasil, torna necessário determinar as perdas causadas pela espécie para estabelecer o nível de dano econômico. O objetivo deste artigo foi caracterizar e quantificar os danos causados por *H. armigera* em dois estágios reprodutivos da soja e estimar o NDE para o Brasil.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Experimentos

Os experimentos foram conduzidos em Santa Maria – RS/Brasil (29° 43' 40" S 53° 33' 43" O) nas safras de 2013/14 e 2014/15, utilizando a cultivar BMX Potência RR, grupo de maturação 6,7. As semeaduras foram realizadas nos dias 20/12/2013 e 24/11/2014, as sementes tratadas com fungicida e inseticida (300 mL/100 kg de semente de carboxina (200g/L) + tiram (200g/L) e 200 mL/100 kg de semente de fipronil (250g/L)) e a adubação realizada com 250 kg/ha da fórmula 5-20-20 (N-P-K). O controle de plantas daninhas, doenças e insetos foram realizados com aplicação de 2,5 L/ha de glifosato potássico (620 g/L), 300 mL/ha de azoxistrobina (200 g/L) + ciproconazol (80 g/L) e 400 mL/ha de indoxacarbe (150 g/L), respectivamente. O inseticida foi pulverizado até 20 dias antes da instalação das gaiolas para manter a área livre de danos e não causar efeito sobre os experimentos.

As unidades experimentais eram gaiolas de 1m x 1m x 1m (1m<sup>3</sup>), sustentadas por uma estrutura de metal e recobertas por tecido do tipo voil. No interior das gaiolas foram deixadas 18 plantas de soja distribuídas em duas fileiras espaçadas em 0,5m. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Foram realizados quatro experimentos, dois na safra de 2013/14 e dois na safra de 2014/15, nos estágios fenológicos R2 (pleno florescimento das plantas) e R5.1 (grãos perceptíveis ao tato, início do enchimento de grãos).

Os tratamentos foram densidades de lagartas de *H. armigera*, sendo: T1 – Testemunha (0 lagartas/m<sup>2</sup>); T2 – 2 lagartas/m<sup>2</sup>; T3 – 4 lagartas/m<sup>2</sup>; T4 – 6 lagartas/m<sup>2</sup>; T5 – 8 lagartas/m<sup>2</sup>. A soja foi infestada com lagartas de terceiro instar por um período de 15 dias. As gaiolas foram vistoriadas a cada três dias e se necessário foi realizada a correção da sua densidade. As lagartas utilizadas nos experimentos eram oriundas da criação do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) e antes da infestação foram alimentadas com folhas de soja, durante 24 horas.

Após o período de infestação, as gaiolas foram retiradas e toda a área do experimento foi mantida livre de qualquer praga até a maturação fisiológica da cultura. Após a colheita da soja foram avaliadas as variáveis: número total de legumes, número de legumes danificados, número de grãos, número de grãos danificados, peso de 100 grãos e rendimento de grãos. As plantas foram avaliadas separadamente e divididas em terço superior, médio e inferior.

### 3.2.2 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de regressão, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011) com o auxílio do programa Office Excel 2010. Para cada variável foi determinado o modelo matemático mais adequado, sendo considerada a relação entre a variável e a densidade de *H. armigera*. Uma análise de regressão combinada entre as perdas de produtividade e as densidades de *H. armigera* foi realizada para os experimentos instalados em R2 e para os instalados em R5.1, para determinar se as taxas de perdas variaram entre eles.

### 3.2.3 Estimativas do nível de dano econômico

O NDE foi estimado seguindo a descrição de Pedigo e Rice (2014), utilizando a fórmula:

$$NDE = \frac{Ct}{V \times D}$$

Onde NDE = densidade de insetos (insetos/m<sup>2</sup>), Ct = custo de controle por área (R\$/ha), V = valor de venda por unidade de produção (R\$/kg) e D = perda por unidade de inseto (kg/inseto). A perda por unidade de *H. armigera* (D) foi obtida pela análise de regressão dos dados de redução de rendimento ocasionado pelas densidades de *H. armigera* (coeficiente *b*), dada pela equação  $y = bx + a$ , onde o valor de *b* representa a perda por inseto, *y* é a produção/área, *a* é uma constante e *x* é o número de insetos/área.

## 3.3 RESULTADOS

### 3.3.1 Infestação no estágio reprodutivo R2 (Safra 2013/14)

Os níveis de infestação neste experimento variaram de zero a 6 lagartas/m<sup>2</sup>, isso ocorreu pois não foi possível manter constante a população no tratamento com 8 lagartas/m<sup>2</sup>, que foi retirado das análises. A relação entre a densidade de *H. armigera* e o peso de grãos/m<sup>2</sup> foi linear (Fig. 1A), com redução de 7,69 g/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ). O peso de 100 grãos (Fig. 1B) demonstrou o mesmo tipo de relação com a intensidade de infestação, apresentando uma redução de 0,15 g/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0035$ ).

O número de legumes/m<sup>2</sup> (Fig. 2A) se comportou de maneira não-linear ( $P = 0.0000$ ), apresentando um aumento do número de legumes, em relação à testemunha, até a infestação

com 2 lagartas/m<sup>2</sup> e, um posterior declínio do mesmo até a infestação com 6 lagartas/m<sup>2</sup>. O número de legumes não danificados/m<sup>2</sup> (Fig. 2B) mostrou uma relação linear com o aumento da densidade de *H. armigera*, apresentando uma redução de 32,32 legumes/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ). Já o número de legumes danificados/m<sup>2</sup> (Fig. 2C) ( $P = 0.0000$ ) foi não-linear, mas apresentou aumento significativo dos legumes danificados a cada incremento na densidade de lagartas.

O número de grãos/m<sup>2</sup> foi afetado pelas injúrias causadas por *H. armigera*, com redução de 34,61 grãos/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ) (Fig. 2D). O número de grãos danificados/m<sup>2</sup> (Fig. 2E) mostrou uma relação não-linear ( $P = 0.0000$ ), porém direta com o aumento da infestação, com um aumento do número de grãos danificados por *H. armigera*. O número de grãos/legume (Fig. 2F), resultou em declínio linear de 2,34 grãos/legume para 2,24 grãos/legume, do tratamento Testemunha à infestação com 6 lagartas/m<sup>2</sup> (redução = -0,015 grãos/legume/lagarta) ( $P = 0.0002$ ).

### 3.3.2 Infestação no estágio reprodutivo R2 (Safrá 2014/15)

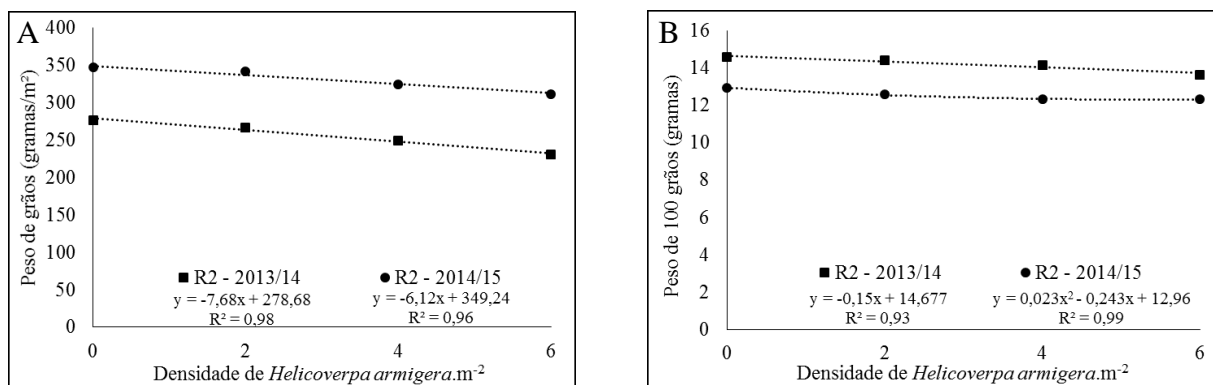
Os níveis de infestação neste experimento variaram de zero a 6 lagartas/m<sup>2</sup>. A relação entre a densidade de *H. armigera* e o peso de grãos/m<sup>2</sup> foi linear (Fig. 1A), com redução de 6,12 g/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ). O peso de 100 grãos (Fig. 1B) apresentou redução com o aumento da densidade de *H. armigera*, mas não foi linear, dificultando fixar um valor de redução ( $P = 0.0000$ ).

O número de legumes/m<sup>2</sup> (Fig. 2A) se comportou de maneira não-linear ( $P = 0.0000$ ), apresentando aumento do número de legumes, em relação à testemunha, até a infestação com 2 lagartas/m<sup>2</sup> e, um posterior declínio dessa variável até a infestação com 6 lagartas/m<sup>2</sup>. O número de legumes/m<sup>2</sup> não foi afetado pela infestação de 2 lagartas/m<sup>2</sup> no estágio R2 da cultura da soja, assim como demonstrado no experimento realizado na safra 2013/14.

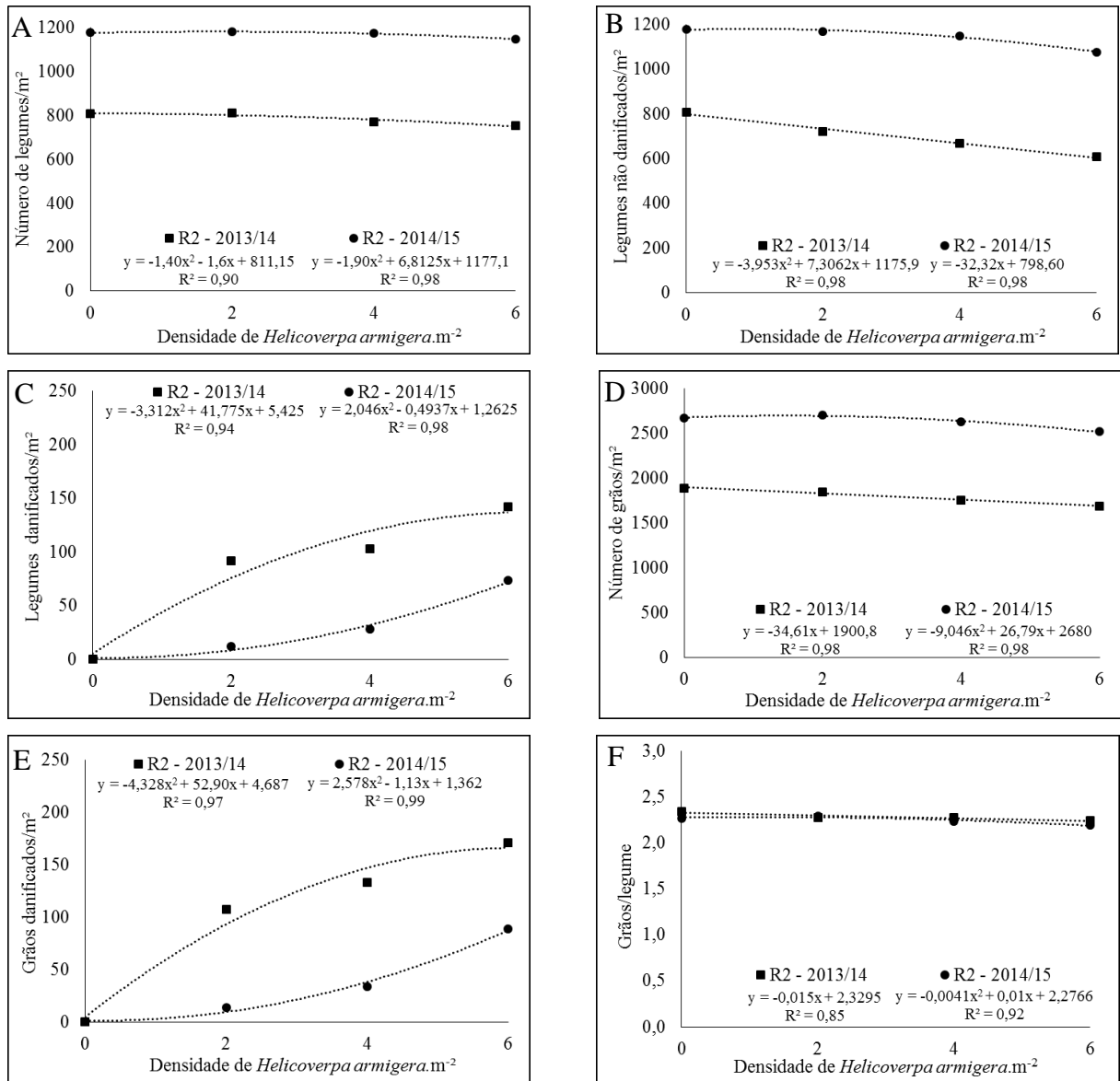
O número de legumes não danificados/m<sup>2</sup> (Fig. 2B) e o número de legumes danificados/m<sup>2</sup> (Fig. 2C) mostraram funções não-lineares com o aumento da densidade de *H. armigera*. O número de legumes não danificados/m<sup>2</sup> diminuiu com o aumento da infestação, variando de 1175,9 legumes/m<sup>2</sup> no tratamento Testemunha até 1077,4 legumes/m<sup>2</sup> no tratamento com 6 lagartas/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ). Já o número de legumes danificados/m<sup>2</sup> apresentou uma elevação, com uma variação de zero legumes no tratamento Testemunha até 71,9 legumes danificados/m<sup>2</sup> no tratamento com 6 lagartas/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ).



O número de grãos/m<sup>2</sup> (Fig. 2D) sofreu efeito das injúrias de *H. armigera*, apresentando variação de 2679,9 grãos/m<sup>2</sup>, no tratamento Testemunha, até 2515 grãos/m<sup>2</sup> no tratamento com 6 lagartas/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ). O número de grãos danificados/m<sup>2</sup> (Fig. 2E) mostrou uma relação não-linear ( $P = 0.0000$ ), mas teve uma relação direta com o aumento da infestação, mostrando aumento dos grãos danificados em resposta ao aumento da densidade de *H. armigera*. O número de grãos/legume (Fig. 2F), apresentou redução do tratamento Testemunha até a infestação com 6 lagartas/m<sup>2</sup>, demonstrando haver efeito da densidade populacional sobre o número de grãos/legume ( $P = 0.0000$ ).



**Figura 1.** Peso de grãos/m<sup>2</sup> (A) e peso de 100 grãos (B) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* durante o estágio R2 (florescimento pleno) da soja, nas safras 2013/14 e 2014/15.



**Figura 2.** Número de legumes/m<sup>2</sup> (A), legumes não danificados/m<sup>2</sup> (B), legumes danificados/m<sup>2</sup> (C), número de grãos/m<sup>2</sup> (D), grãos danificados/m<sup>2</sup> (E) e grãos/legume (F) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* no estágio R2 (florescimento pleno) da soja, nas safras 2013/14 e 2014/15.

### 3.3.3 Infestação no estágio reprodutivo R5.1 (Safrá 2013/14)

Os níveis de infestação deste experimento variaram de zero a 8 lagartas/m<sup>2</sup>. A relação entre a densidade de *H. armigera* e o peso de grãos/m<sup>2</sup> foi linear (Fig. 3A), com redução de 8,28 g/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0,0000$ ). O peso de 100 grãos (Fig. 3B) também foi linear, mas com uma relação inversa à intensidade de infestação, apresentando elevação de 0,10 g/lagarta ( $P = 0,0001$ ).

O número de legumes/m<sup>2</sup> (Fig. 4A) se comportou de maneira linear, com redução de 27,32 legumes/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ). O número de legumes não danificados/m<sup>2</sup> e o número de legumes danificados/m<sup>2</sup>, mostraram uma relação inversa entre os dois, com o aumento da densidade de *H. armigera*. Ao passo que o número de legumes não danificados/m<sup>2</sup> sofreu redução de 42,41 legumes/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ) e os legumes danificados/m<sup>2</sup> aumentaram em 15,08 legumes/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ) (Fig. 4B-C).

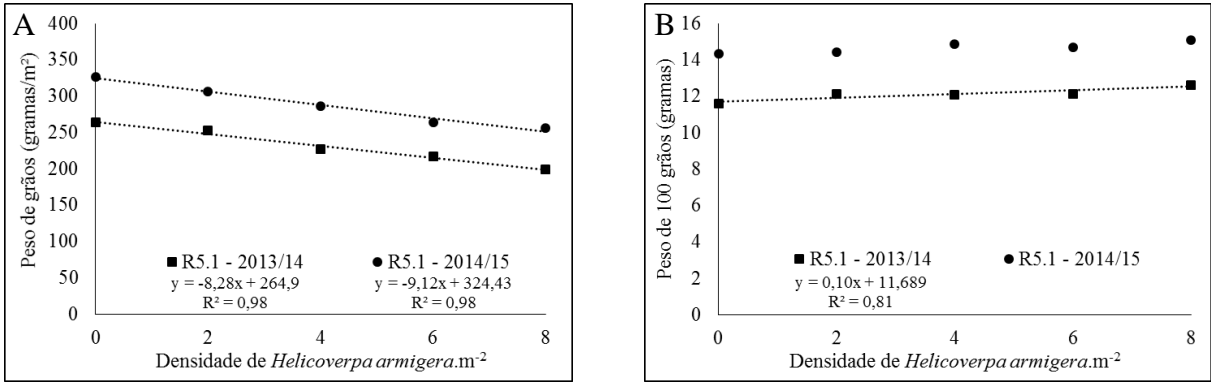
A redução do número de grãos/m<sup>2</sup> (Fig. 4D) foi significativa, linear e com perda de 85,07 grãos/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ). O número de grãos danificados/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ) (Fig. 4E) mostrou uma relação inversa, pois com o aumento da infestação ocorreu o incremento do número de grãos danificados por lagartas de *H. armigera*. Quanto ao número de grãos/legume (Fig. 4F), houve um declínio linear de 2,44 grãos/legume para 2,24 grãos/legume, do tratamento Testemunha, até a infestação com 8 lagartas/m<sup>2</sup> (redução = -0,025 grãos/legume/lagarta) ( $P = 0.0001$ ).

### 3.3.4 Infestação no estágio reprodutivo R5.1 (Safrá 2014/15)

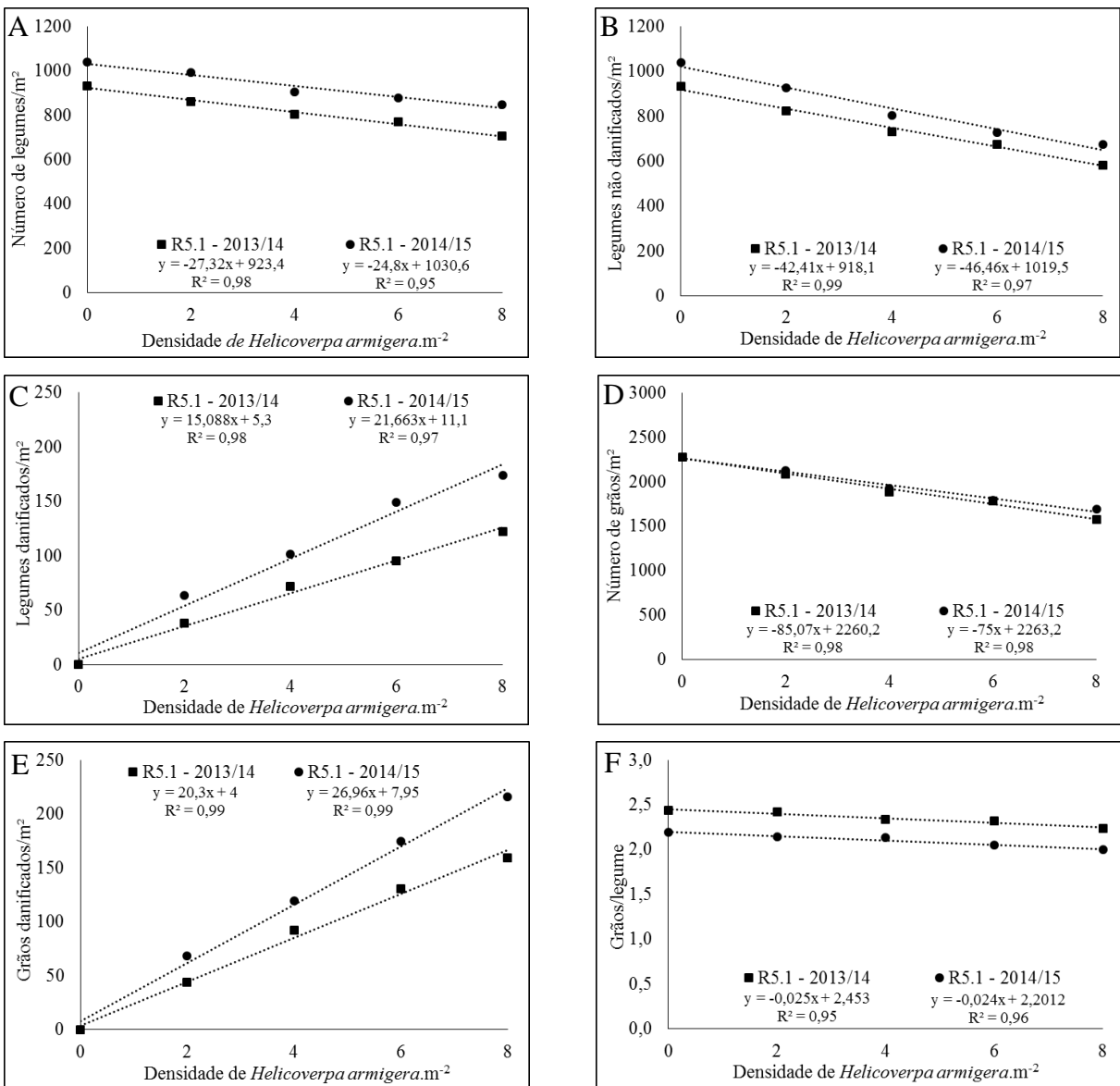
Os níveis de infestação neste experimento variaram de zero a 8 lagartas/m<sup>2</sup>. O peso de grãos/m<sup>2</sup> (Fig. 3A) teve uma redução linear de 9,13 g/lagarta ( $P = 0.0002$ ). Já o peso de 100 grãos (Fig. 3B), não foi afetado nesse experimento com o aumento da densidade de *H. armigera* ( $P = 0.3209$ ).

O número de legumes/m<sup>2</sup> (Fig. 4A), exibiu um declínio linear com redução de 24,8 legumes/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0009$ ). Em relação ao número de legumes não danificados/m<sup>2</sup> e o número de legumes danificados/m<sup>2</sup> verificou-se que existe uma relação inversa entre os dois, com o aumento da densidade de *H. armigera*. Com redução de 46,46 legumes/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ) nos legumes não danificados/m<sup>2</sup> e aumento de 21,66 legumes/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ) nos legumes danificados/m<sup>2</sup> (Fig. 4B-C).

Em relação ao número de grãos/m<sup>2</sup> (Fig. 4D) a redução ocasionada foi de 75 grãos/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0002$ ). Entretanto o número de grãos danificados/m<sup>2</sup> (Fig. 4E) apresentou uma relação inversa. Com o aumento da densidade ocorreu maior número de grãos danificados por lagarta (+ 26,9 grãos/lagarta/m<sup>2</sup>) ( $P = 0.0000$ ). O número de grãos/legume (Fig. 4F), sofreu um declínio linear de 2,2 grãos/legume para 2,0 grãos/legume, do tratamento Testemunha até a infestação com 8 lagartas/m<sup>2</sup> (redução = -0,0247 grãos/legume/lagarta) ( $P = 0.0000$ ).



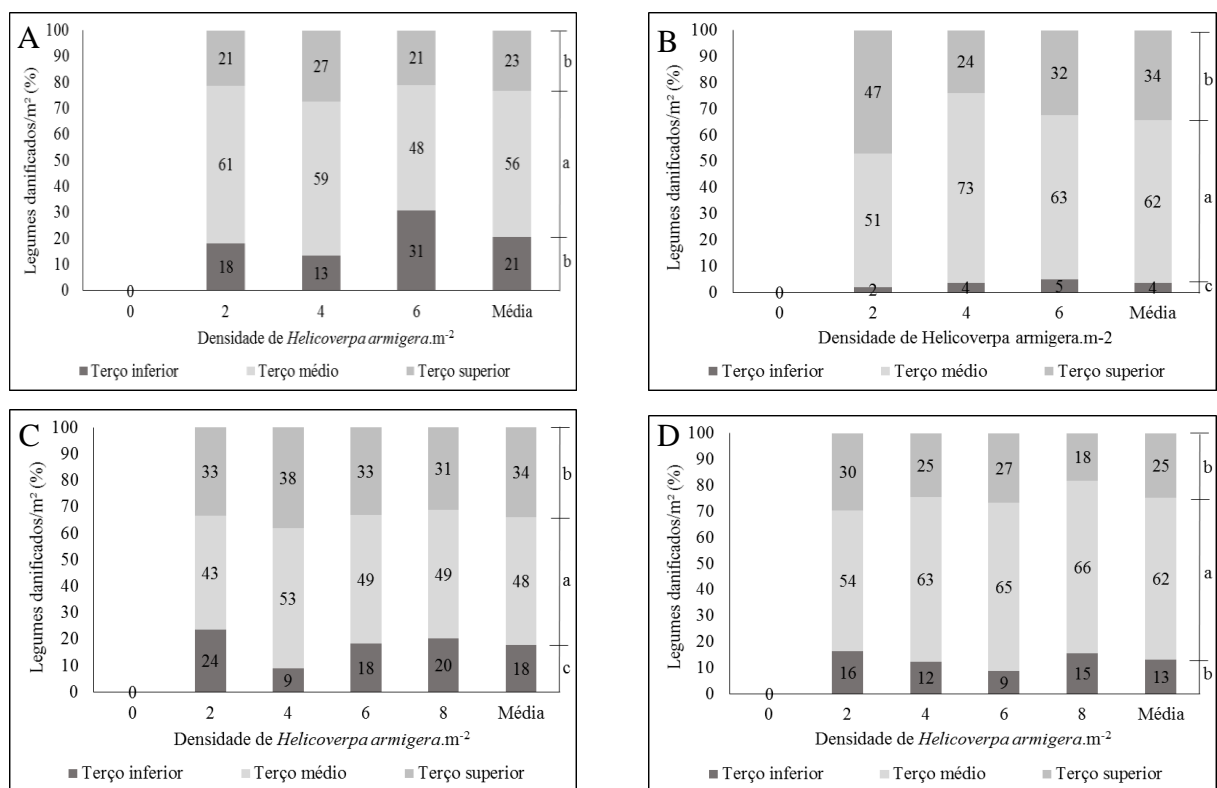
**Figura 3.** Peso de grãos/ $m^2$  (A) e peso de 100 grãos (B) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* durante o estágio R5.1 (início de enchimento de grãos) da soja.



**Figura 4.** Número de legumes/ $m^2$  (A), legumes não danificados/ $m^2$  (B), legumes danificados/ $m^2$  (C), número de grãos/ $m^2$  (D), grãos danificados/ $m^2$  (E) e grãos/legume (F) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* no estágio R5.1 (início de enchimento de grãos) da soja.

### 3.3.5 Percentual de legumes danificados

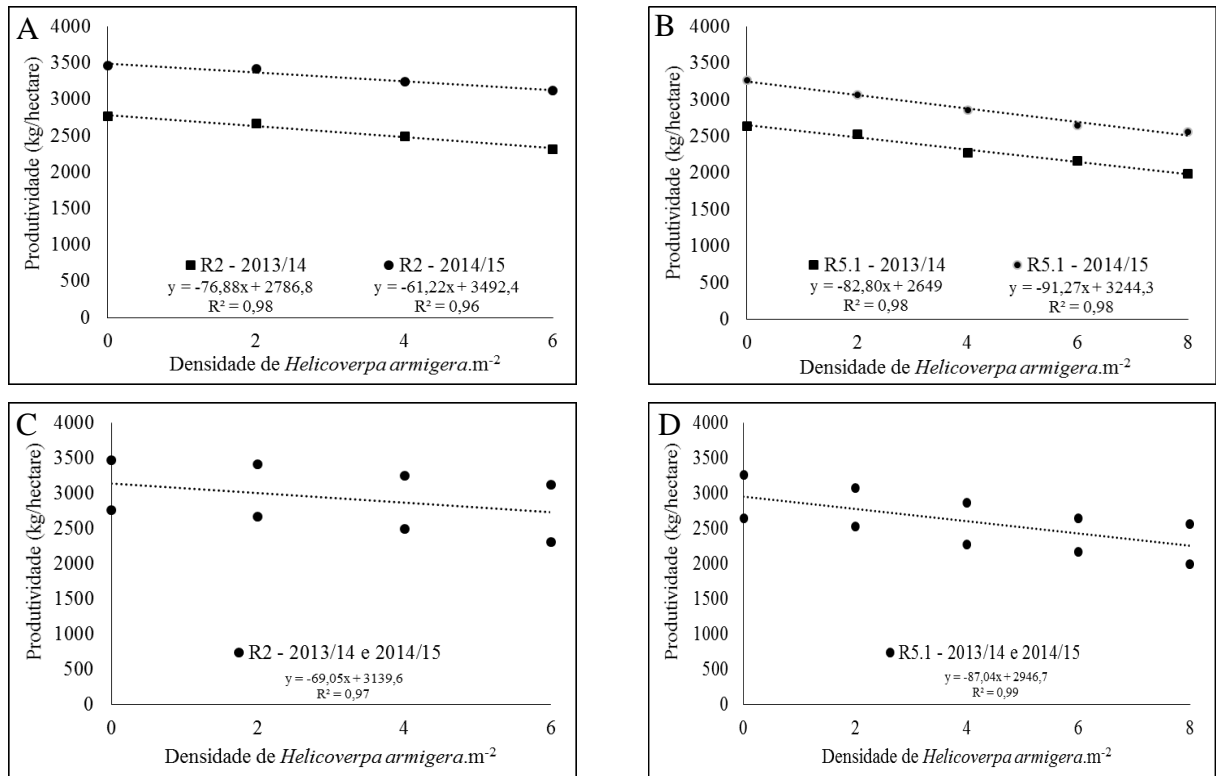
Na infestação realizada no estágio R2 da safra 2013/14 e estágio R5.1 da safra 2014/15, o número de legumes danificados no terço médio diferiu estatisticamente do terço superior e inferior da planta, sendo que esses não apresentaram diferença significativa entre si. Já na infestação realizada no estágio R2 da safra 2014/15 e estágio R5.1 da safra 2013/14, o número de legumes danificados no terço médio diferiu estatisticamente do terço superior e este diferiu estatisticamente do terço inferior da planta (Fig. 5).



**Figura 5.** Percentual de legumes danificados/m<sup>2</sup>, em cada terço do dossel, por densidades de *Helicoverpa armigera* nos diferentes estágios reprodutivos da cultura da soja. R2 – 2013/14 (A), R2 – 2014/15 (B), R5.1 – 2013/14 (C), R5.1 – 2014/15 (D). Letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre as médias (Teste de tukey,  $P = 0,05$ ).

### 3.3.6 Análise de regressão combinada das perdas de rendimento

A regressão combinada para os dois experimentos em R2 indicou que a perda de rendimento foi de  $69,05 \pm 3,47$  kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0,0000$ ). Já a regressão combinada para os dois experimentos em R5.1 indicou redução de  $87,04 \pm 12,09$  kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0,0000$ ) (Fig. 6).



**Figura 6.** Efeito de densidades de *Helicoverpa armigera* na produtividade da soja infestada no estágio R2 (A) e R5.1 (B) e média de redução ocasionada nas infestações realizadas em R2 (C) e em R5.1 (D).

### 3.4 DISCUSSÃO

Os resultados dos quatro experimentos mostraram que os componentes de rendimento da soja respondem ao aumento da densidade de *H. armigera*, ora de forma linear, ora não linear. As respostas da soja podem ser explicadas pela capacidade de tolerar alguma injúria das lagartas, variando de acordo com o período fenológico, ou até mesmo pela capacidade de compensação, dada sua grande produção de estruturas reprodutivas. A combinação dos termos tolerância, compensação e queda linear exemplificam e estão associados às respostas mais comuns aos danos causados por pragas nas mais diversas culturas (PEDIGO & RICE, 2014).

Quando a soja foi infestada com *H. armigera* em R2, as injúrias foram compensadas pela planta na infestação com 2 lagartas/m<sup>2</sup>, observado no número de legumes/m<sup>2</sup> (Fig. 2). Todas as estruturas reprodutivas jovens competem por uma oferta limitada de energia (fotossíntese) e a remoção de um botão floral, por exemplo, melhora as chances de sobrevivência das estruturas restantes (BRIER et al., 2010). Desse modo, estruturas que a planta descartaria (aborto de flores e legumes) são consumidas e os fotossintatos atendem prioritariamente aqueles que permanecem na planta. Entretanto, essa compensação não

ocorreu no peso de grãos/m<sup>2</sup> e na produtividade, demonstrando que apesar de haver compensação no número de legumes/m<sup>2</sup>, a redução ocasionada no peso de 100 grãos contribuiu para que a produtividade diminuísse de maneira linear com o acréscimo da densidade de *H. armigera*.

Na infestação realizada no estágio R5.1 da soja, todas as variáveis analisadas mostraram uma relação linear, exceto para o peso de 100 grãos na safra de 2014/15, em que não houve diferença significativa entre os tratamentos. O número de legumes/m<sup>2</sup>, o número de grãos/m<sup>2</sup>, grãos/legume e peso de grãos/m<sup>2</sup> reduziram com o acréscimo da densidade de *H. armigera*. Já o peso de 100 grãos, o número de legumes danificados/m<sup>2</sup> e o número de grãos danificados/m<sup>2</sup> apresentam acréscimo com o aumento da infestação de *H. armigera*. Rogers e Brier (2010a) encontraram resultados similares, em que o número de grãos/m<sup>2</sup>, o número de grãos/legume e o peso de grãos/m<sup>2</sup> diminuíram e o peso de 100 grãos aumentou com o acréscimo da densidade de *H. armigera*. Também é citado por eles que o número de legumes/m<sup>2</sup> sofreu alterações apenas em infestações superiores a 8 HIE (Injúria Equivalente de *H. armigera*).

O peso de 100 grãos mostrou que as injúrias de *H. armigera* no estágio R2 da soja não causaram incremento no tamanho do grão, isso é explicado pelo ataque ter ocorrido apenas na floração e início de formação das vagens e assim ocorreu maior gasto de energia da planta para compensar as perdas produzindo mais legumes. Resultados semelhantes foram encontrados por Rogers e Brier (2010ab) que não descreveram diferença no tamanho dos grãos em experimentos realizados no período vegetativo da soja e no período de florescimento do feijão. Injúrias causadas no estágio R5.1 na safra 2014/15, resultaram em maior número de legumes danificados/m<sup>2</sup> e de grãos danificados/m<sup>2</sup> com o aumento da densidade de *H. armigera*. Consequentemente ocorreu o incremento no tamanho de grãos, o que demonstra haver redirecionamento de fotossintatos para o enchimento dos grãos que permaneceram na planta, fato já observado e descrito por Rogers e Brier (2010a) em soja.

A avaliação estratificada da planta em terços proporcionou um melhor entendimento do local onde as lagartas causam o maior número de injúrias, demonstrando que lagartas de *H. armigera* danificam mais legumes no terço médio da planta, seguido pelo terço superior e inferior (Fig. 5). *H. armigera* apresenta preferência por flores e legumes (ZALUCKI et al., 1986; FITT, 1989; PATANKAR et al., 2001) e isso faz com que as lagartas procurem locais adequados ao seu desenvolvimento. No período vegetativo da soja, as mariposas realizam as posturas, quase que exclusivamente, no topo da planta. Quando a soja entra no período

reprodutivo, essas posturas são direcionadas para locais próximos as flores e vagens, para facilitar o desenvolvimento das lagartas (DUFFIELD; CHAPPLE, 2001).

Quando a infestação ocorreu no estágio R2 ocorreram perdas de 69 kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> (Fig. 6C), e quando esta ocorreu no estágio R5.1 a redução foi de 87 kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> (Fig. 6D). A menor perda verificada no estágio R2 pode ser explicada pela capacidade de compensação da soja, demonstrando que quanto mais cedo ocorrer o ataque de *H. armigera* maior será a capacidade da planta em produzir novas flores, legumes e conseqüentemente, recuperar parte da produção danificada pela praga. Quando o ataque é realizado em estágios mais avançados, por exemplo, no estágio R5.1 em que os legumes já foram formados e iniciou o enchimento de grãos, o tempo que a planta possui para compensar os danos é menor, resultando em uma maior perda em produtividade.

Seguindo o modelo de Pedigo e Rice (2014) para um custo de controle de R\$50,00/ha e o preço da saca de soja de R\$70,00 o nível de dano econômico para *H. armigera* no estágio R2 da cultura é de 0,62 lagartas/m<sup>2</sup> (Tabela 1). Já para a infestação no estágio R5.1, assumindo os mesmos valores de custo de controle e de preço da saca de soja, o NDE é de 0,49 lagartas/m<sup>2</sup> (Tabela 2). Na tabela 1 e 2 são apresentados dados que demonstram que o NDE varia para diferentes valores de custo de controle e do preço da saca de soja, facilitando a compreensão de que a escolha do momento e do tipo, forma e custo de manejo utilizado interferem no valor do NDE de *H. armigera*.

As diferenças observadas nos experimentos podem ser explicadas pelo período em que foram realizadas as infestações das gaiolas. Nas infestações realizadas no estágio R2, o período de convivência das plantas com as lagartas foi até o estágio R5.1. Nas infestações realizadas no estágio R5.1, foram até o estágio R6. Durante as infestações em R2, as lagartas se alimentaram de folhas, flores, legumes em formação e legumes iniciando a formação dos grãos. Nesse período as lagartas consumiram mais estruturas para compor sua alimentação, porém nesta fase a planta possuiu estruturas reprodutivas com idades diferentes e ainda está produzindo novas estruturas, podendo compensar injúrias causadas pela *H. armigera*. Nas infestações no estágio R5.1 as lagartas se alimentaram de legumes iniciando o enchimento de grãos e legumes com grãos completamente desenvolvidos. Como essas injúrias iniciaram quando a planta já havia completado a formação de legumes, ela não produziu novas estruturas, reduzindo seu potencial de compensar danos. Portanto, a capacidade da planta compensar as injúrias é influenciada pela fase da fenologia em que ocorre a infestação de *H. armigera*. Essa variação dos danos de *H. armigera* no ciclo da soja, sugere que o NDE deve



ser calculado com cuidado, respeitando a fase em que a cultura se apresenta no momento da ocorrência da praga, além da densidade já considerada e discutida.

**Tabela 1.** Estimativa dos níveis de dano econômico de *Helicoverpa armigera*, no estágio R2 da soja, com variação no custo de controle e preço da saca de soja.

Custo de controle (R\$/ha)*	Valor da saca de soja (R\$/ha)								
	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	<i>Helicoverpa armigera</i> /m <sup>2</sup>								
30	0,65	0,58	0,52	0,47	0,43	0,40	0,37	0,35	0,33
40	0,87	0,77	0,70	0,63	0,58	0,54	0,50	0,46	0,43
50	1,09	0,97	0,87	0,79	0,72	0,67	0,62	0,58	0,54
60	1,30	1,16	1,04	0,95	0,87	0,80	0,75	0,70	0,65
70	1,52	1,35	1,22	1,11	1,01	0,94	0,87	0,81	0,76
80	1,74	1,55	1,39	1,26	1,16	1,07	0,99	0,93	0,87
90	1,96	1,74	1,57	1,42	1,30	1,20	1,12	1,04	0,98
100	2,17	1,93	1,74	1,58	1,45	1,34	1,24	1,16	1,09

\*Custo do inseticida + serviços.

**Tabela 2.** Estimativa dos níveis de dano econômico de *Helicoverpa armigera*, no estágio R5.1 da soja, com variação no custo de controle e preço da saca de soja.

Custo de controle (R\$/ha)*	Valor da saca de soja (R\$/ha)								
	40	45	50	55	60	65	70	75	80
	<i>Helicoverpa armigera</i> /m <sup>2</sup>								
30	0,52	0,46	0,41	0,38	0,34	0,32	0,30	0,28	0,26
40	0,69	0,61	0,55	0,50	0,46	0,42	0,39	0,37	0,34
50	0,86	0,77	0,69	0,63	0,57	0,53	0,49	0,46	0,43
60	1,03	0,92	0,83	0,75	0,69	0,64	0,59	0,55	0,52
70	1,21	1,07	0,97	0,88	0,80	0,74	0,69	0,64	0,60
80	1,38	1,23	1,10	1,00	0,92	0,85	0,79	0,74	0,69
90	1,55	1,38	1,24	1,13	1,03	0,95	0,89	0,83	0,78
100	1,72	1,53	1,38	1,25	1,15	1,06	0,99	0,92	0,86

\*Custo do inseticida + serviços.

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnemann, J.A., Guedes, J.V.C., Stacke, R.F., Melo, A.A., Perini, C.R.; Curioletti, L.E., 2014. Até no inverno. Cultivar Grandes Culturas, 182, 26-28.
- Ávila, C.J., Vivan, L.M., Tomquelski, G.M., 2013. Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 12, 2013. (Circular Técnica; 23).
- Brier, H., Quade, A., Wessels, J., 2010. Economic Thresholds for *Helicoverpa* and other pests in summer pulses – challenging our perceptions of pest damage. Proceedings of the 1<sup>st</sup> Australian summer grains conference, 21- 24 June 2010, Australia, Gold Coast.
- Bueno A.F., Sosa-Gómez D.R., 2014. The old world bollworm in the Neotropical region: the experience of Brazilian growers with *Helicoverpa armigera*. Outlooks on Pest Management 25, 1-4.
- Chau, L.M., 1995. Integrated pest management: a strategy to control resistance of *Spodoptera exigua* and *Helicoverpa armigera* caterpillars to insecticides on soybean in the Mekong Delta. Pestic. Sci. 43, 255–258.
- Czepak, C., Albernaz, K.C., Vivan, L.M., Guimarães, H.O., Carvalhais, T., 2013. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. Pesquisa Agropecuária Tropical 43, 110-113. DOI: 10.1590/S1983-40632013000100015.
- Duffield, S.J., Chapple, D.G., 2001. Within-plant distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Helicoverpa punctigera* (Wallengren) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs on irrigated soybeans. Aust. J. Entomol 40, 151–157.
- Fathipour, Y., Sedaratian, A., 2013. Integrate Management of *Helicoverpa armigera* in Soybean Cropping Systems. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.5772/54522>>. Acessado em 19 junho 2015.
- Fernandes, A.P., Bueno, A.F., Sosa-gómez D.R., 2015. *Helicoverpa armigera*: current status and future perspectives in Brazil. Current Agricultural Science and Technology 21, 1-7.
- Ferreira, D.F., 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia 35, 1039-1042.
- Fitt, G.P., 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. Annu. Rev. Entomol. 34, 17–52.
- Patankar, A.G., Giri, A.P., Harsulkar, A.M., Sainani, M.N., Deshpande, V.V., Ranjekar, P.K., Gupta, V.S., 2001. Complexity in specificities and expression of *Helicoverpa armigera* gut proteinases explains polyphagous nature of the insect pest. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 15 (31), 453-464.

- Pedigo L.P., Rice M. E., 2014. Economic decision levels for pest populations, in: Pedigo L.P., Rice M. E. (Eds.), Entomology and pest management, Pearson Education, Inc., 6th ed, New Jersey, pp. 255-285.
- Rogers, D.J., Brier, H.B., 2010a. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean (*Glycine max*) and dry bean (*Phaseolus vulgaris*) during pod-fill. *Crop Prot.* 29 (1), 47–57.
- Rogers, D.J., Brier, H.B., 2010b. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on vegetative soybean. *Crop Protection* 29 (1), 39–46.
- Rowden, R.G., 1987. Response of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) to simulated insect attack. M.Agr.Sc. thesis, The University of Queensland.
- Sekulic, R., Tatjana, K., Masirevic, S., Vajgand, D., Gordana, F., Radojicic, S., 2004. Incidence and damage of cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hbn.) in Vojvodina Province in 2003. *Biljni Lekar Plant Doctor*, 32(2), 113-124 (Abstract).
- Specht, A., Sosa-gómez, D.R., Moraes, S.V.P., Yano, S.A.C., 2013. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 48 (6), 689-692.
- Tay, W.T., Soria, M.F., Walsh, T., Thomazoni, D., Silvie, P., Behere, G.T., Anderson, C., Downes, S., 2013. A Brave New World for an Old World Pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Plos One*, 8 (11). doi:10.1371/journal.pone.0080134.
- Timsina, J., Boote, K.J., Duffield, S., 2007. Evaluating the CROPGRO soybean model for predicting impacts of insect defoliation and depodding. *Agron. J.* 99, 148–157.
- Zalucki, M.P., Darglish, G., Firempong, S., Twine, P., 1986. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? *Aust. J. Zool.* 34, 779–814.

## 4 ARTIGO 2 (NOTA CIENTÍFICA)

### DANOS CAUSADOS POR *Helicoverpa armigera* NA FASE REPRODUTIVA DA SOJA SAFRINHA

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi quantificar os danos causados por *H. armigera* na fase reprodutiva da soja. Foram realizados experimentos em dois momentos fenológicos da cultura (R3 e R5.2), utilizando densidades de lagartas de *H. armigera*. Após a colheita, todas as variáveis de rendimento foram avaliadas. Lagartas de *H. armigera* causam maior número de injúrias no terço médio da planta, seguido pelo terço superior e inferior. As reduções de produtividade causadas por *H. armigera* são similares nos estágios avaliados, de 51,39 kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> em R3 e de 54,73 kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> no estágio R5.2.

**Palavras-chave:** densidade de lagartas, estágios fenológicos, perdas de produção.

## **DAMAGE OF *Helicoverpa armigera* ON SOYBEAN REPRODUCTIVE STAGES IN THE SECOND GROWING SEASON**

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to quantify the damage caused by *H. armigera* on soybean reproductive stages. Experiments were conducted in two soybean phenological stages (R3 and R5.2) using *H. armigera* larvae densities. After harvesting, yield variables were evaluated. The results demonstrate that *H. armigera* larvae cause more injuries in the middle part of the plant, followed by the upper and lower part. Yield losses caused by *H. armigera* are similar on the evaluated stages with 51.39 kg/ha/larvae/m<sup>2</sup> at R3 and 54.73 kg/ha/larvae/m<sup>2</sup> at R5.2 stage.

**Palavras-chave:** larvae density, phenological stages, yield losses.

## 4.1 INTRODUÇÃO

No Brasil a ocorrência de *H. armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) foi confirmada em 2013, nos estados de Goiás, Bahia, Mato Grosso, Distrito Federal e Paraná (CZEPAK et al., 2013; SPECHT et al., 2013). Recentemente Sosa-Gómez et al. (2015) confirmaram a identificação de *H. armigera* em amostras coletadas no Paraná em 2008, indicando que a praga já estava presente no país muito antes de sua confirmação oficial em 2013. A polifagia, a grande capacidade reprodutiva, a capacidade de deslocamento (FITT, 1989) e a capacidade de desenvolver rapidamente resistência a inseticidas ([www.pesticideresistance.org](http://www.pesticideresistance.org)), são características que tornam *H. armigera* uma praga muito importante nos locais em que ocorre.

A falta de conhecimento e o receio quanto aos danos ocasionados por *H. armigera* nas condições de cultivo brasileiro, levam os produtores a manejar de forma errônea suas lavouras, com utilização de doses e princípios ativos não recomendados e aplicações de inseticidas em momentos errados, causando gastos desnecessários e a eliminação de agentes de controle biológico que ocorrem naturalmente (FERNANDES et al., 2015). Este cenário evidencia que o manejo integrado de pragas (MIP) está sendo pouco empregado nas lavouras do nosso país. O nível de dano econômico (NDE) é a base para a tomada de decisão no manejo, e ainda assim os seus princípios e premissas são muitas vezes incompreendidos por produtores e pesquisadores. Ele é importante em qualquer programa de MIP, principalmente para identificar quando a cultura está correndo risco de perdas de produtividade e quando as aplicações de pesticidas são realmente necessárias (BRIER et al., 2010).

No Brasil o NDE de *H. armigera* para a soja safrinha ainda não foi estudado e definido, dificultando ou impedindo que esse conceito seja usado na tomada de decisão de controle dessa praga. Tornando necessário determinar as perdas causadas pela espécie em diferentes condições de cultivo. O objetivo deste trabalho foi quantificar os danos causados por *H. armigera* em dois estágios reprodutivos da soja safrinha e estimar o NDE para o Brasil.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em Santa Maria – RS/Brasil (29° 43' 40" S 53° 33' 43" O) na safra de 2014/15, utilizando a cultivar BMX Potência RR, grupo de maturação 6,7. A semeadura foi realizada dia 15/01/2015, as sementes foram tratadas com fungicida e inseticida (300 mL/100 kg de semente de carboxina (200g/L) + tiram (200g/L) e 200 mL/100

kg de semente de fipronil (250g/L)) e a adubação realizada com 250 kg/ha da fórmula 5-20-20 (N-P-K). O controle de plantas daninhas, doenças e insetos foram realizados com aplicação de 2,5 L/ha de glifosato potássico (620 g/L), 300 mL/ha de azoxistrobina (200 g/L) + ciproconazol (80 g/L) e 400 mL/ha de indoxacarbe (150 g/L), respectivamente. O inseticida foi pulverizado até 20 dias antes da instalação das gaiolas para manter a área livre de danos e não causar efeito sobre os experimentos.

As unidades experimentais eram gaiolas de 1m x 1m x 1m (1m<sup>3</sup>), sustentadas por uma estrutura de metal e recobertas por tecido do tipo voil. No interior das gaiolas foram deixadas 18 plantas de soja distribuídas em duas fileiras espaçadas em 0,5m. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Foram realizados dois experimentos, com inserção de lagartas nos estágios fenológicos R3 (final da floração, legumes com até 1,5 cm de comprimento) e R5.2 (maioria dos legumes com granação de 10 a 20%).

Os tratamentos foram densidades de lagartas de *H. armigera*, sendo: T1 – Testemunha (0 lagartas/m<sup>2</sup>); T2 – 2 lagartas/m<sup>2</sup>; T3 – 4 lagartas/m<sup>2</sup> e T4 – 6 lagartas/m<sup>2</sup>. A soja foi infestada com lagartas de terceiro instar por um período de 15 dias. As gaiolas foram vistoriadas a cada três dias e se necessário foi realizada a correção da densidade de lagartas. As lagartas utilizadas nos experimentos eram oriundas da criação do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) e antes da infestação foram alimentadas com folhas de soja, durante 24 horas.

Após o período de infestação, as gaiolas foram retiradas e toda a área do experimento foi mantida livre de qualquer praga até a maturação fisiológica da cultura. Após a colheita da soja foram avaliadas as variáveis: número de legumes, número de legumes danificados, número de grãos, número de grãos danificados, peso de 100 grãos e rendimento de grãos. As plantas foram avaliadas separadamente e divididas em terço superior, médio e inferior.

Os dados foram submetidos à análise de regressão, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011) com o auxílio do programa Office Excel 2010. Para cada variável analisada foi determinado o modelo matemático mais adequado, sendo considerada a relação entre a variável e o aumento do nível populacional de *H. armigera*.

O NDE foi estimado seguindo a descrição de Pedigo e Rice (2014), utilizando a fórmula:

$$NDE = \frac{Ct}{V \times D}$$

Onde NDE = densidade de insetos (insetos/m<sup>2</sup>), Ct = custo de controle por área (R\$/ha), V = valor de venda por unidade de produção (R\$/kg) e D = perda por unidade de inseto (kg/inseto). A perda por unidade de *H. armigera* (D) foi obtida pela análise de regressão dos dados de redução de rendimento ocasionado pelas densidades de *H. armigera* (coeficiente *b*), dada pela equação  $y = bx + a$ , onde o valor de *b* representa a perda por inseto, *y* é a produção/área, *a* é uma constante e *x* é o número de insetos/área.

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A redução média do peso de grãos/m<sup>2</sup> (Fig. 7A) em virtude das injúrias de *H. armigera* foi de  $5,14 \pm 1,08$  g/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0,0074$ ) e  $5,47 \pm 0,69$  g/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0,0002$ ) para as infestações realizadas nos estágios R3 e R5.2, respectivamente. Para peso de grãos/m<sup>2</sup> a interação entre as épocas de infestação (R3 e R5.2) e as densidades de *H. armigera* não foi significativa ( $P = 0,9378$ ). Isso mostra que as injúrias de *H. armigera* nestes dois estágios fenológicos da cultura, resultaram em reduções similares no peso de grãos/m<sup>2</sup>.

A semeadura da soja em janeiro fez com que a cultura acelerasse seu ciclo, encurtando o período reprodutivo e reduzindo a capacidade de tolerar e compensar danos, observada pela ausência de incremento no peso de 100 grãos (Fig. 7B) em resposta às injúrias de *H. armigera*. Esta variável não apresentou diferença para as infestações realizadas em R3 ( $P = 0,0539$ ) e R5.2 ( $P = 0,9574$ ), em oposição ao incremento no peso de 100 grãos observado por Rogers e Brier (2010) em experimentos realizados com infestações de *H. armigera* no estágio R3 da soja.

O número médio de grãos/m<sup>2</sup> (Fig. 7C) foi reduzido em  $37,73 \pm 7,30$  grãos/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0,0035$ ) e  $36,68 \pm 4,98$  grãos/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0,0004$ ) nas infestações realizadas em R3 e R5.2, respectivamente. Não houve interação entre os estágios de infestação e as densidades de *H. armigera* para a variável número de grãos/m<sup>2</sup> ( $P = 0,7723$ ). Mostrando que os danos causados por *H. armigera* foram similares nos dois estágios fenológicos avaliados.

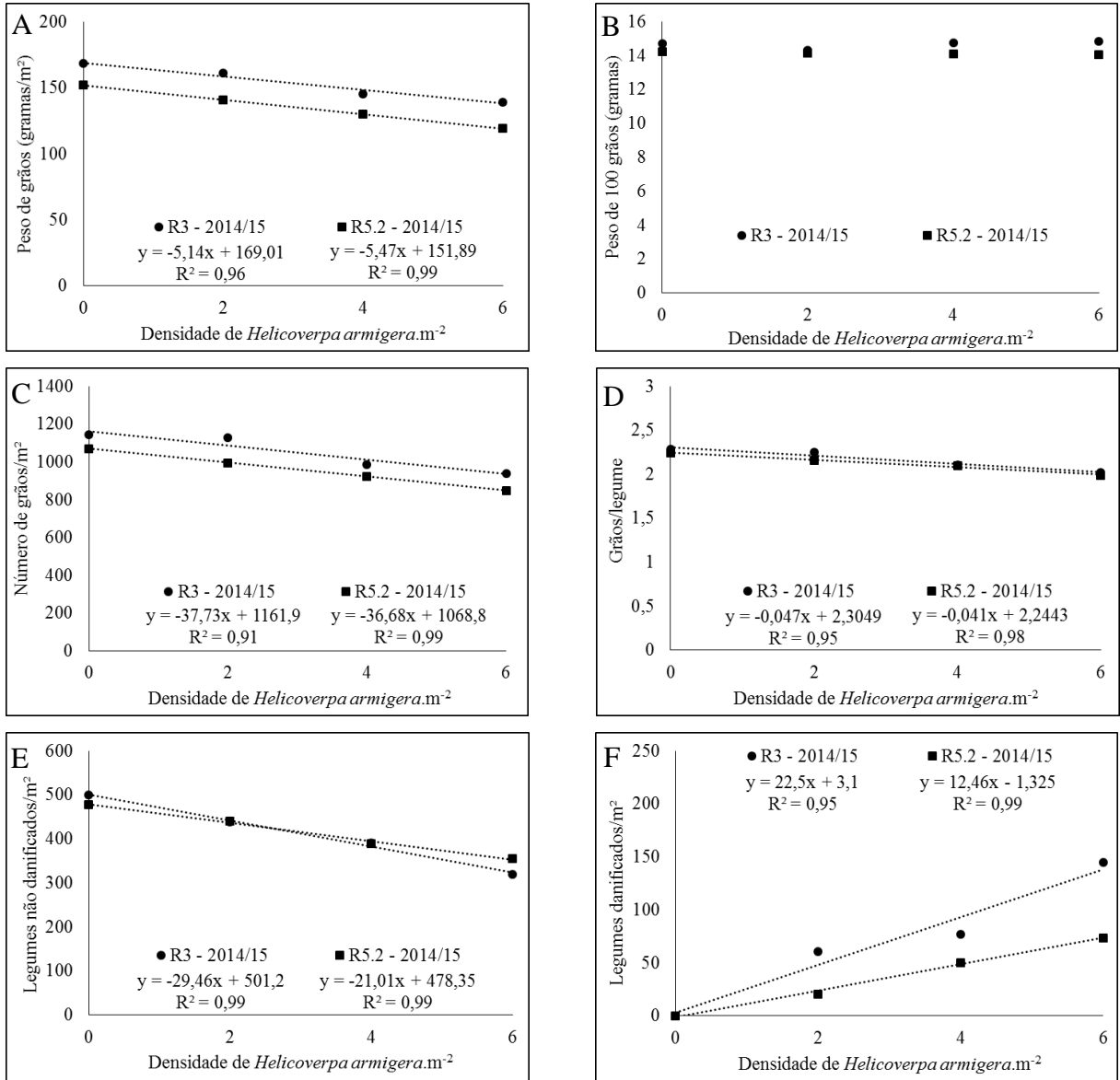
O número médio de grãos/legume (Fig. 7D) diminuiu de 2,30 para 2,02 grãos/legume, no tratamento Testemunha para o tratamento com 6 lagartas/m<sup>2</sup>, na infestação realizada em R3 (redução =  $-0,047 \pm 0,003$  grãos/legume/lagarta) ( $P = 0,0000$ ). Na infestação em R5.2, o número de grãos/legume apresentou declínio linear de 2,25 para 1,89 grãos/legume (redução =  $-0,041 \pm 0,006$  grãos/legume/lagarta) ( $P = 0,0014$ ). Estas reduções refletem o dano direto das lagartas nos legumes, durante a fase reprodutiva da soja e foram similares aos resultados encontrados por Rogers e Brier (2010).



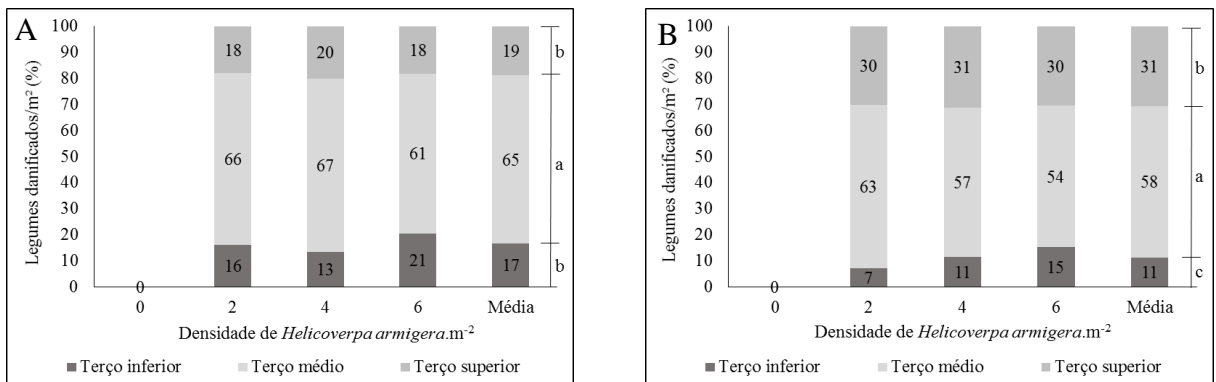
O número de legumes não danificados/m<sup>2</sup> (Fig. 7E) foi reduzido em  $29,46 \pm 4,69$  legumes/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0012$ ) em R3 e  $21,01 \pm 2,56$  legumes/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0002$ ) em R5.2. Já o número médio de legumes danificados/m<sup>2</sup> (Fig. 7F) aumentou em  $22,5 \pm 2,29$  legumes/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ) em R3 e  $12,46 \pm 1,06$  legumes/lagarta/m<sup>2</sup> ( $P = 0.0000$ ) em R5.2. Brier et al. (2010) estudando danos de *H. armigera* em *Vigna radiata*, mostraram que o número de estruturas reprodutivas consumidas por lagarta é maior no início do período reprodutivo e diminui de acordo com o desenvolvimento dos legumes. No período de florescimento a lagarta precisa consumir um número maior de estruturas para compor a alimentação, diferente de quando se alimenta de legumes desenvolvidos e com grãos.

A estratificação das plantas em terços, mostrou que lagartas de *H. armigera* danificam mais legumes do terço médio da planta, seguido pelo terço superior e inferior (Fig. 8AB). O terço médio possui maior número de legumes em comparação aos demais, que pode explicar esse resultado, como observado por Rogers e Brier (2010) que relataram aumento no número de legumes danificados do terço superior da planta em direção ao terço inferior da soja. Também mostraram relação entre o número de legumes danificados e o número de legumes total de cada terço, comprovando que as lagartas de *H. armigera* causam mais danos onde há uma maior concentração de legumes, pois há necessidade de menor deslocamento para sua alimentação.

A redução na produtividade da soja para a infestação no estágio R3 foi de  $51,39 \pm 10,86$  kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> e de  $54,74 \pm 6,90$  kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> quando ocorreu no estágio R5.2 (Fig. 8). Estes valores são muito semelhantes ao observado por Rogers e Brier (2010), com redução média de  $58,56$  kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> para infestações no estágio R3 da soja.

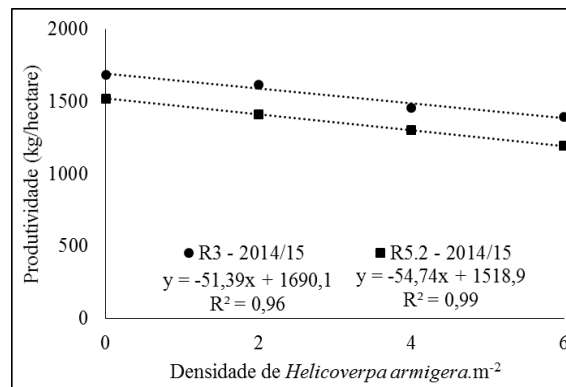


**Figura 7.** Peso de grãos/m<sup>2</sup> (A), peso de 100 grãos (B), número de grãos/m<sup>2</sup> (C), grãos/legume (D), número de legumes não danificados/m<sup>2</sup> (E) e número de legumes danificados/m<sup>2</sup> (F) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* nos estágios R3 e R5.2 da soja.



**Figura 8.** Percentual de legumes danificados/m<sup>2</sup> em R3 (A) e percentual de legumes danificados/m<sup>2</sup> em R5.2 (B) em resposta à densidades de *Helicoverpa armigera* na soja.

Letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre as médias (Teste de tukey,  $P = 0,05$ ).



**Figura 9.** Efeito de densidades de *Helicoverpa armigera* na produtividade da soja infestada no estágio R3 e R5.2.

O nível de dano econômico (NDE) foi estimado com os dados de redução de rendimento de soja, seguindo o modelo de Pedigo e Rice (2014). Para um custo de controle de R\$50,00/ha e o valor da saca de soja de R\$70,00, o nível de dano econômico para *H. armigera*, no estágio R3 da soja é de 0,83 lagartas/m<sup>2</sup>. Com esse custo de controle e valor da saca de soja, o NDE é de 0,78 lagartas/m<sup>2</sup> para infestação no estágio R5.2 (Tabela 3). Os valores de NDE similares ocorrem porque os danos (redução de rendimento) das infestações em R3 e R5.2 também foram similares neste experimento, em parte explicado pelo encurtamento do ciclo da soja e pelas condições climáticas durante a condução dos experimentos.

**Tabela 3.** Estimativa dos níveis de dano econômico de *Helicoverpa armigera*, no estágio R3 e R5.2 da soja, com variação no custo de controle e valor da saca de soja.

Custo de controle (R\$/ha)*	Valor da saca de soja (R\$/ha)													
	R\$ 50,00		R\$ 55,00		R\$ 60,00		R\$ 65,00		R\$ 70,00		R\$ 75,00		R\$ 80,00	
	<i>Helicoverpa armigera</i> /m <sup>2</sup>													
	R3	R5.2	R3	R5.2	R3	R5.2	R3	R5.2	R3	R5.2	R3	R5.2	R3	R5.2
30	0,70	0,66	0,64	0,60	0,58	0,55	0,54	0,51	0,50	0,47	0,47	0,44	0,44	0,41
40	0,93	0,88	0,85	0,80	0,78	0,73	0,72	0,67	0,67	0,63	0,62	0,58	0,58	0,55
50	1,17	1,10	1,06	1,00	0,97	0,91	0,90	0,84	0,83	0,78	0,78	0,73	0,73	0,69
60	1,40	1,32	1,27	1,20	1,17	1,10	1,08	1,01	1,00	0,94	0,93	0,88	0,88	0,82
70	1,63	1,53	1,49	1,40	1,36	1,28	1,26	1,18	1,17	1,10	1,09	1,02	1,02	0,96
80	1,87	1,75	1,70	1,59	1,56	1,46	1,44	1,35	1,33	1,25	1,25	1,17	1,17	1,10
90	2,10	1,97	1,91	1,79	1,75	1,64	1,62	1,52	1,50	1,41	1,40	1,32	1,31	1,23
100	2,34	2,19	2,12	1,99	1,95	1,83	1,80	1,69	1,67	1,57	1,56	1,46	1,46	1,37

\*Custo do inseticida + serviços.

As semelhanças das perdas de produção e da redução do número de grãos/m<sup>2</sup>, podem ser explicadas pelo período em que foram realizadas as infestações. Nas infestações realizadas no estágio R3, o período de convivência das plantas com as lagartas foi até o estágio R5.2. E nas infestações iniciadas no estágio R5.2 se prolongaram até o estágio R7. Durante as infestações em R3 as lagartas se alimentaram de legumes em formação e legumes com até 25% de granação. Nesse período as plantas passaram rapidamente para os estágios subsequentes, em função do encurtamento do ciclo (soja safrinha), o que reduziu a capacidade de produção de novas estruturas, em quantidades suficientes, que pudessem compensar os danos de *H. armigera*.

Nas infestações iniciadas no estágio R5.2 as lagartas se alimentaram de legumes iniciando o enchimento de grãos e legumes com grãos completamente desenvolvidos. As injúrias iniciaram quando a planta já havia completado a formação de legumes, o que associado ao encurtamento do ciclo, impediu que a mesma compensasse as perdas produzindo novas flores e legumes. Este comportamento fez com que os danos ocasionados tanto em R3 quanto em R5.2 fossem similares, não havendo diferença significativa nas perdas ocasionadas por *H. armigera* nos dois momentos fenológicos.

A precipitação e a temperatura durante o período de condução dos experimentos, podem ter contribuído para que as perdas em rendimento nos dois momentos de infestação fossem similares. Em R3 a precipitação total foi de 108,0 mm durante os 15 dias, com chuvas no final do período de infestação, principalmente dois dias antes da retirada das gaiolas. Já em R5.3 a precipitação foi de 113,0 mm, mas ao contrário do que ocorreu em R3, as chuvas ocorreram durante todo o período de infestação, o que pode ter influenciado no consumo das lagartas. A temperatura também foi um fator que influenciou o consumo das lagartas de *H. armigera*, enquanto em R3 a temperatura média diária variou de 17 à 24°C em R5.2 variou de 17 à 22°C, resultando em redução do consumo na infestação em R5.2 em comparação com o R3, o que pode ser visualizado para o número de legumes não danificados/m<sup>2</sup> e número de legumes danificados/m<sup>2</sup>. Esse menor consumo em R5.2 não se refletiu em menor perda em rendimento, explicado por a plantas não conseguir compensar nenhum dano em R5.2 e no estágio R3 a planta ainda tolerar e compensar algum dano da praga.

Portanto, a ocorrência de *H. armigera* tanto no estágio R3 quanto no estágio R5.2 da soja safrinha, causou redução de 51,39 kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup> e 54,74 kg/ha/lagarta/m<sup>2</sup>, respectivamente. Foram reduções similares que são explicadas pelo encurtamento do ciclo da cultura e pelas condições climáticas durante a condução dos experimentos. Estes resultados

são os primeiros reportados para a soja safrinha no Brasil, que tornam essas informações importantes para o manejo e a decisão de controle de *H. armigera*.

#### 4.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, A. S.; HIROSE, E.; SILVA, M. S. Desenvolvimento da lagarta *helicoverpa armigera* (Lepidoptera: noctuidae) em folhas de soja. In: VII congresso brasileiro de soja, Mercosoja, 2015.

BRIER, H.; QUADE, A.; WESSELS, J. Economic Thresholds for *Helicoverpa* and other pests in summer pulses – challenging our perceptions of pest damage. **Proceedings of the 1st Australian summer grains conference**, 21- 24 June 2010, Australia, Gold Coast, 2010.

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. DOI: 10.1590/S1983-40632013000100015.

FERNANDES, A. P.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ D. R. *Helicoverpa armigera*: current status and future perspectives in Brazil. **Current Agricultural Science and Technology**, n. 21, p. 1-7, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, 1039-1042, 2011.

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

PANDEY S.; SHARMA, S.; SANDHU, S. S.; ARORA, R. Development and food consumption of some lepidopteran pests under increased temperature conditions. **Journal of Agrometeorology**, v. 17, n. 1, p. 36-42, 2015.

PEDIGO L. P.; RICE M. E. **Entomology and pest management**. 6th ed. 2014

ROGERS, D. J.; BRIER, H. B. Pest-damage relationships for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) on soybean (*Glycine max*) and dry bean (*Phaseolus vulgaris*) during pod-fill. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 47-57, 2010.

SOSA-GÓMEZ, D. R. et al. Timeline and geographical distribution of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae: Heliothinae) in Brazil. **Rev. Brasil. Entomol.** 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbe.2015.09.008>.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; MORAES, S. V. P.; YANO, S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

## 5 DISCUSSÃO

Os experimentos realizados no artigo 1, mostraram que os componentes de rendimento da soja respondem ao aumento da densidade de *H. armigera*. Quando a infestação ocorreu no estágio R2 as perdas em produtividade foram menores em relação ao estágio R5.1. As diferenças encontradas nos experimentos podem ser explicadas pelo período em que foram realizadas as infestações das gaiolas. Nas infestações realizadas no estágio R2, o período de convivência das plantas com as lagartas foi até o estágio R5.1. E nas infestações realizadas no estágio R5.1, foram até o estágio R6.

Durante as infestações em R2 as lagartas se alimentaram de folhas, flores, legumes em formação e legumes iniciando a formação dos grãos. Nessa fase a planta possui estruturas reprodutivas com idades diferentes e ainda está produzindo novas estruturas, podendo compensar injúrias causadas pela *H. armigera*. Nas infestações no estágio R5.1 as lagartas se alimentaram de legumes iniciando o enchimento de grãos e legumes com grãos completamente desenvolvidos. Como essas injúrias iniciaram quando a planta já havia completado a formação de legumes, ela não produziu novas estruturas, reduzindo seu potencial de compensar danos. Demonstrando que quanto mais cedo ocorrer o ataque de *H. armigera* maior será a capacidade que a planta possui para produzir novas flores, legumes e conseqüentemente, recuperar parte da produção danificada pela praga.

Já nos experimentos realizados em soja safrinha (artigo 2), a ocorrência de *H. armigera* tanto no estágio R3 quanto no estágio R5.2, causaram perdas similares, em parte explicadas pelo encurtamento do ciclo da cultura. Na infestação em R3, as plantas passaram rapidamente para os estágios subsequentes, em função do encurtamento do ciclo (soja safrinha), o que reduziu a capacidade de produção de novas estruturas, em quantidades suficientes, que pudessem compensar os danos de *H. armigera*. Na infestação no estágio R5.2 as injúrias iniciaram quando a planta já havia completado a formação de legumes, o que associado ao encurtamento do ciclo, impediu que a mesma compensasse as perdas produzindo novas flores e legumes.

As condições climáticas no período de condução dos experimentos também contribuíram para que as perdas em rendimento fossem similares. A temperatura influenciou o consumo das lagartas de *H. armigera*, causando redução do consumo na infestação em R5.2 (temperaturas mais baixas) em comparação com o estágio R3. Entretanto, este menor consumo em R5.2 não refletiu em menor perda em rendimento, explicado por a planta não

conseguir compensar nenhum dano no estágio R5.2 e em R3 a planta ainda tolerar e compensar algum dano da praga.

As diferenças entre os experimentos realizados no artigo 1 e no artigo 2, podem ser explicadas pelas condições climáticas durante o período de condução dos experimentos. Nas infestações realizadas no estágio R5.2 (artigo 2) a precipitação foi de 113,0 mm e as temperaturas médias diárias variaram de 17°C à 22°C, já nos experimentos em R5.1 da safra 2013/14 e R5.1 da safra 2014/15 as precipitações foram de 62,0 e 76,2 mm e as temperaturas médias diárias variaram de 21°C à 25°C e 23°C à 26°C, respectivamente (Anexo 3, 5, 7). Estas diferenças em precipitação e principalmente em temperatura, influenciam o consumo das lagartas. Segundo Pandey et al. (2015), temperaturas mais altas favorecem o consumo e influenciam no desenvolvimento de *H. armigera*. Comparando o consumo foliar durante toda a fase de desenvolvimento de *H. armigera*, Batista et al. (2015) verificaram que o consumo foi de 135,3 cm<sup>2</sup> na temperatura de 30°C, 103,4 cm<sup>2</sup> na de 25°C e de 83,1 cm<sup>2</sup> na temperatura de 20°C.

## 6 CONCLUSÃO

- A ocorrência de *Helicoverpa armigera* causa maior redução em produtividade no estágio R5.1 em comparação ao estágio R2 da soja semeada nos meses de novembro e dezembro.

- Na soja safrinha a ocorrência de *Helicoverpa armigera* tanto no estágio R3 quanto no estágio R5.2 da cultura causa redução semelhante em produtividade.

- *H. armigera* danifica mais legumes no terço médio da planta, seguido pelo terço superior e inferior, onde há maior concentração de legumes.

- A capacidade da planta compensar as injúrias causadas por *H. armigera* é influenciada pela fase fenológica da cultura e pela época de semeadura.

**ANEXOS**



**Anexo 1.** Descrição dos estádios de desenvolvimento da soja.

---

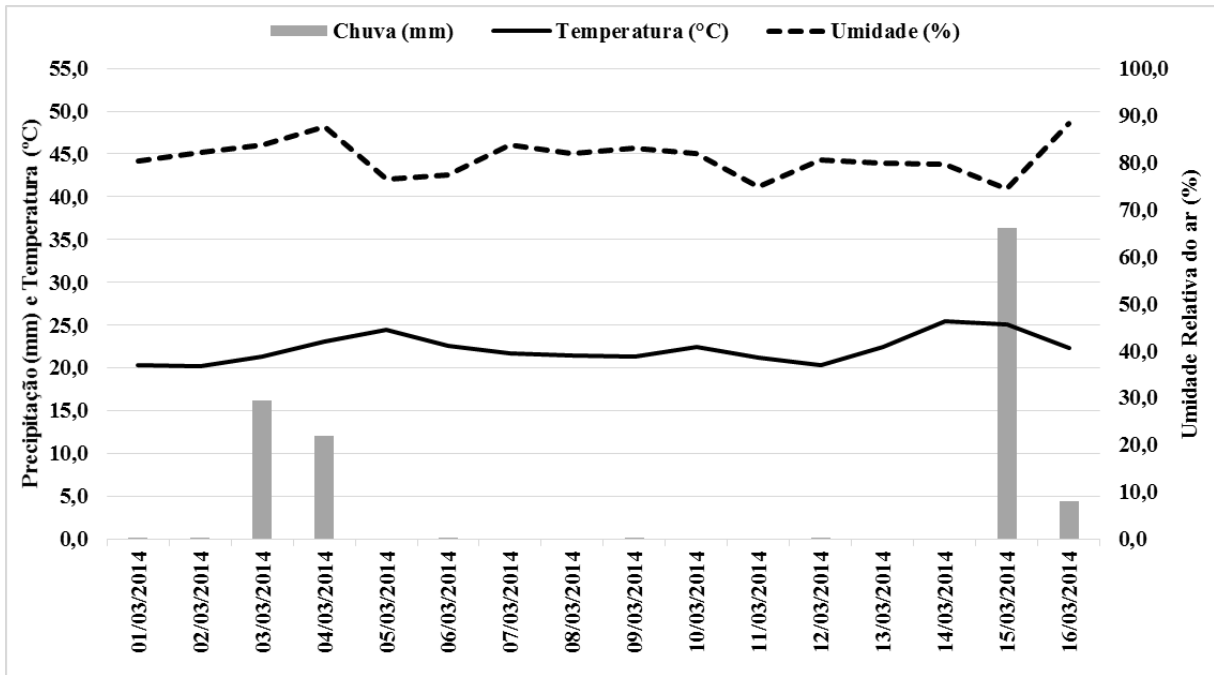
**I Fase Vegetativa**

- VC Da emergência a cotilédones abertos.
- V1 Primeiro nó; folhas unifolioladas abertas.
- V2 Segundo nó; primeiro trifólio aberto.
- V3 Terceiro nó, segundo trifólio aberto.
- Vn Enésimo (último) nó com trifólio aberto, antes da floração.

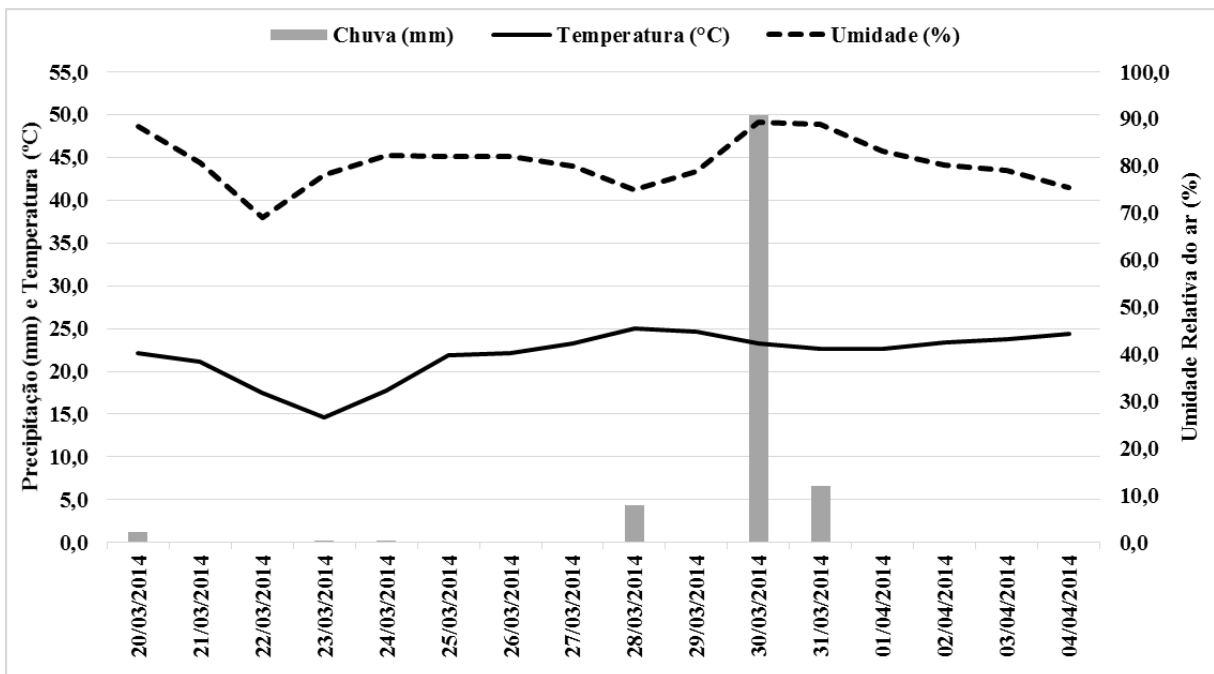
**II Fase Reprodutiva (observação na haste principal)**

- R1 Início da floração até 50% das plantas com uma flor.
  - R2 Floração plena. Maioria dos racemos com flores abertas.
  - R3 Final da floração. Legumes com até 1,5 cm de comprimento.
  - R4 Maioria dos legumes no terço superior com 2-4 cm, sem grãos perceptíveis.
  - R5.1 Grãos perceptíveis ao tato a 10% de granação.
  - R5.2 Maioria dos legumes com granação de 10 a 25%.
  - R5.3 Maioria dos legumes entre 25 e 50% de granação.
  - R5.4 Maioria dos legumes entre 50 e 75% de granação.
  - R5.5 Maioria dos legumes entre 75 e 100% de granação.
  - R6 Vagens com granação de 100% e folhas verdes.
  - R7.1 Início a 50% de amarelecimento de folhas e legumes.
  - R7.2 Entre 51 e 75% de folhas e legumes amarelos.
  - R7.3 Mais de 76% de folhas e legumes amarelos.
  - R8.1 Início a 50% de desfolha.
  - R8.2 Mais de 50% de desfolha pré-colheita.
  - R9 Ponto de maturação de colheita.
- 

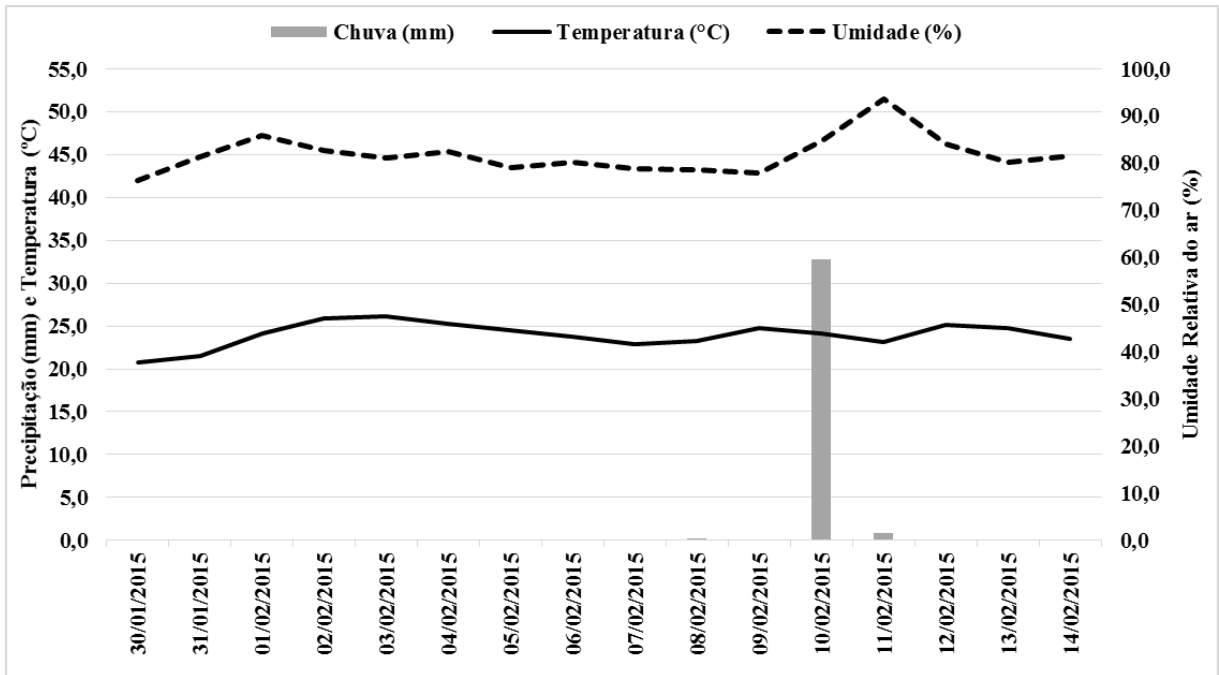
Fonte: Ritchie, S.W. et al. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science And Technology Cooperative Extension Service. SpecialReport, 53, mar. 1994. (Adaptado por J. T. Yorinori (1996)).



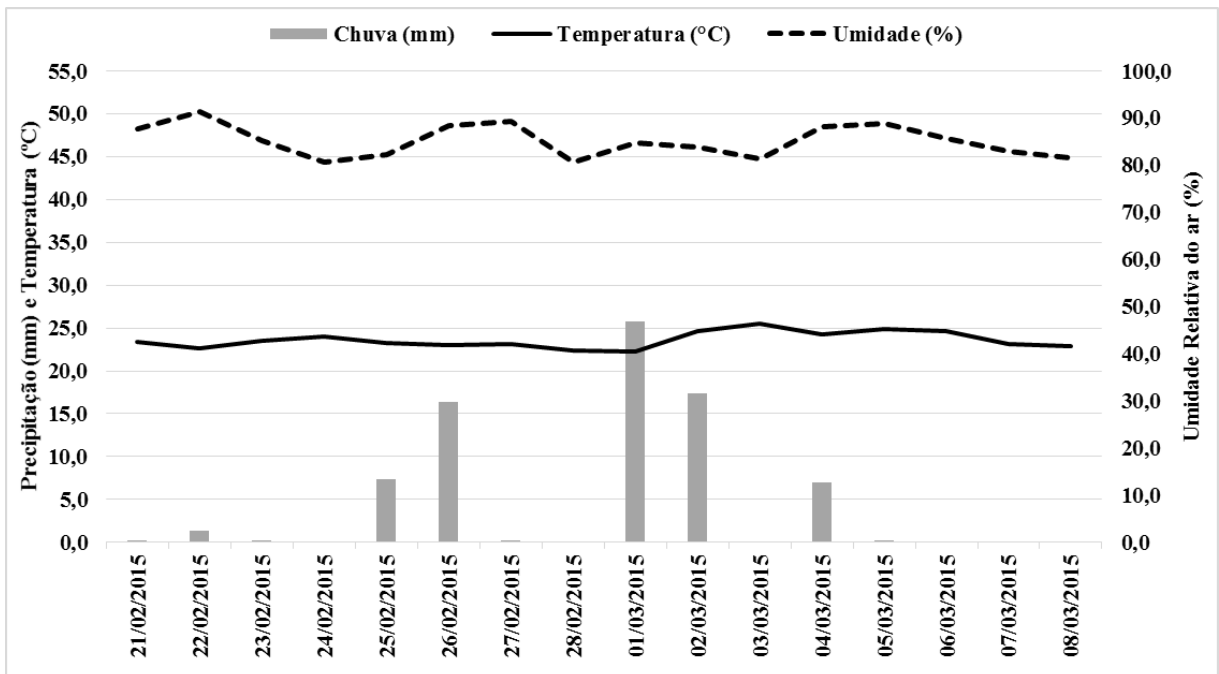
Anexo 2. Flutuação diária da temperatura (Celsius), Umidade Relativa do Ar (URar %) e da Chuva (mm) no período de 01 de Março de 2014 a 16 de Março de 2014 em Santa Maria, RS. Dados obtidos na Estação Meteorológica da UFSM. Experimento R2 – 2013/14.



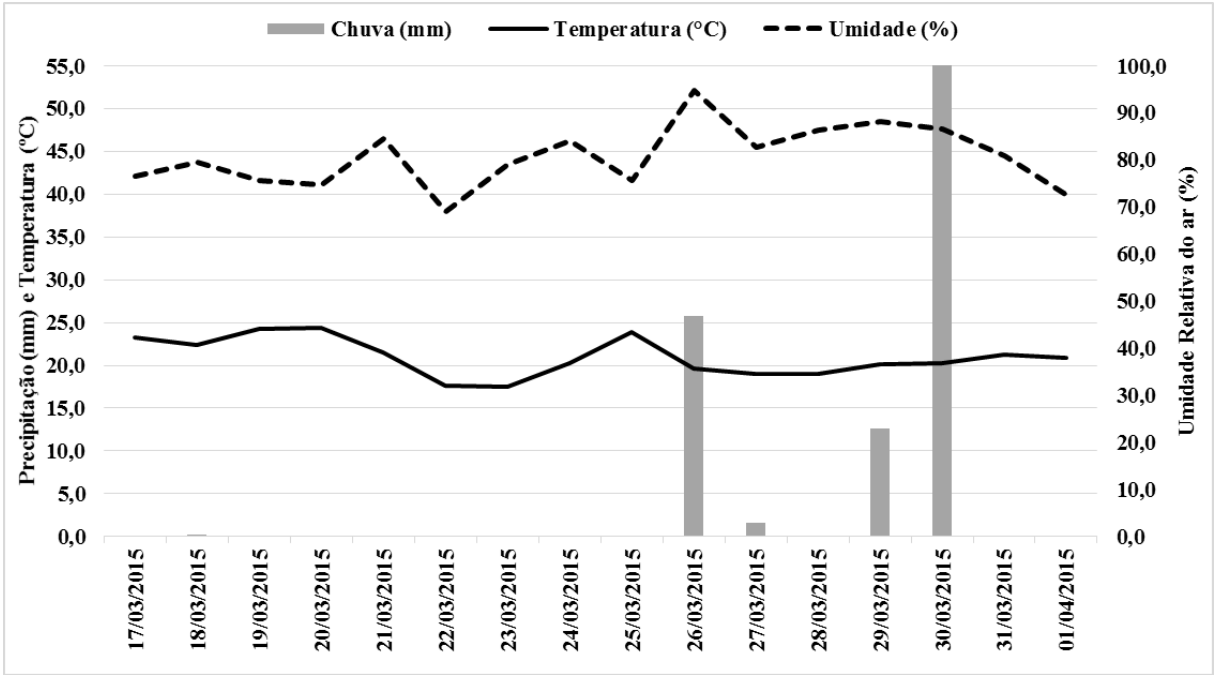
Anexo 3. Flutuação diária da temperatura (Celsius), Umidade Relativa do Ar (URar %) e da Chuva (mm) no período de 20 de Março de 2014 a 04 de Abril de 2014 em Santa Maria, RS. Dados obtidos na Estação Meteorológica da UFSM. Experimento R5.1 – 2013/14.



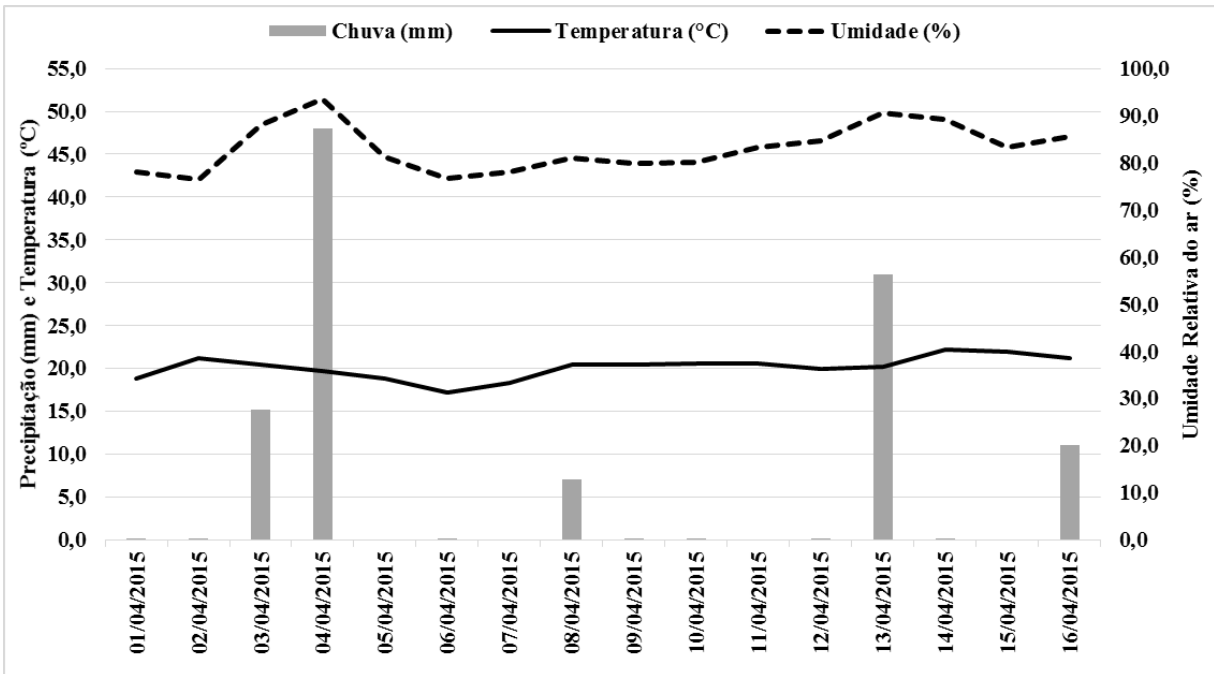
Anexo 4. Flutuação diária da temperatura (Celsius), Umidade Relativa do Ar (URar %) e da Chuva (mm) no período de 30 de Janeiro de 2015 a 14 de Fevereiro de 2015 em Santa Maria, RS. Dados obtidos na Estação Meteorológica da UFSM. Experimento R2 – 2014/15.



Anexo 5. Flutuação diária da temperatura (Celsius), Umidade Relativa do Ar (URar %) e da Chuva (mm) no período de 21 de Fevereiro de 2015 a 08 de Março de 2015 em Santa Maria, RS. Dados obtidos na Estação Meteorológica da UFSM. Experimento R5.1 – 2014/15.



Anexo 6. Flutuação diária da temperatura (Celsius), Umidade Relativa do Ar (URar %) e da Chuva (mm) no período de 17 de Março de 2015 a 01 de Abril de 2015 em Santa Maria, RS. Dados obtidos na Estação Meteorológica da UFSM. Experimento R3 – 2014/15.



Anexo 7. Flutuação diária da temperatura (Celsius), Umidade Relativa do Ar (URar %) e da Chuva (mm) no período de 01 de Abril de 2015 a 16 de Abril de 2015 em Santa Maria, RS. Dados obtidos na Estação Meteorológica da UFSM. Experimento R5.2 – 2014/15.