

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Isolamento reprodutivo e dormência em duas linhagens alopátricas
de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)**

Frederico Hickmann

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

Piracicaba
2019

**Frederico Hickmann
Engenheiro Agrônomo**

**Isolamento reprodutivo e dormência em duas linhagens alopátricas
de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)**

Orientador:

Prof. Dr. **ALBERTO SOARES CORRÊA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Entomologia

**Piracicaba
2019**

RESUMO

Isolamento reprodutivo e dormência em duas linhagens alopátricas de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)

O percevejo-marrom-da-soja, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae), é uma praga-chave da soja na América do Sul. Recentemente, foi descoberto a presença de duas linhagens alopátricas de *E. heros* no Brasil. Uma linhagem de ocorrência predominante na região Norte/Nordeste (N) e outra predominante na região Sul (S) e uma zona sobreposição entre as linhagens no Cerrado. O encontro de dois pools gênicos pode representar aumento ou diminuição de vigor das populações mediado pelo grau de isolamento reprodutivo. O encontro das linhagens no Cerrado é uma hipótese para as explosões populacionais de *E. heros* em cultivos de soja e aumento de ocorrência em cultivos de algodão relatados nos últimos anos. Questões sobre o potencial adaptativo dessas linhagens são de grande importância para entendimento da dinâmica e dos surtos populacionais de *E. heros*. Assim, nossos objetivos foram: 1) testar a presença de barreiras reprodutivas entre as duas linhagens alopátricas de *E. heros*; e 2) avaliar o efeito da temperatura e fotoperíodo no tempo de desenvolvimento e viabilidade de fases imaturas e na expressão da dormência nas linhagens alopátricas de *E. heros*. Cruzamentos recíprocos foram realizados com intuito de avaliar o desenvolvimento da prole híbrida quando comparada com a prole coespecífica. Os parâmetros biológicos e de tabela de vida evidenciaram que o cruzamento entre as duas linhagens não representou diminuição de fitness da prole híbrida, portanto, aparente ausência de incompatibilidade pós-zigótica entre as linhagens de *E. heros*. Adicionalmente, ovos das linhagens (S e N) foram incubados em câmaras climáticas sob diferentes regimes de luz (10: 14, 11,5: 12,5 e 14: 10 (L: E)); e temperaturas (14, 18, 21 e 25 °C). Ficou evidente que existe uma relação entre temperatura e fotoperíodo no tempo de desenvolvimento e viabilidade de *E. heros*. A temperatura de 18 °C e fotoperíodo de 10: 14 (L:E) aumentam o tempo necessário para completar o ciclo e reduzem a viabilidade. Temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 14: 10 (L:E) diminuem tempo de desenvolvimento e aumentam a viabilidade nas fases imaturas das duas linhagens. A expressão morfológica do fenótipo da dormência foi positivamente afetada por temperaturas menores e fotoperíodos mais curtos, especialmente para a linhagem Sul. A linhagem Norte não expressou características fenotípicas de dormência mesmo sob condições de temperaturas baixas e dias curtos. As diferenças encontradas possivelmente estão relacionadas ao local de origem das duas linhagens. Assim, o encontro de dois pools gênicos onde não há barreira reprodutiva aumenta a diversidade genética nas populações e permite a combinação de alelos que podem aumentar o vigor das populações e a capacidade de adaptação a ambientes novos e perturbados, como o ambiente agrícola. Os resultados demonstram que as duas linhagens possuem respostas similares aos fatores de estresses abióticos nas fases imaturas e distintas na expressão morfológica do fenótipo da dormência. As respostas deste trabalho oferecem informações úteis para melhor entender a dinâmica populacional contemporânea e para implementação de estratégias manejo mais eficientes e sustentáveis de *E. heros* no cenário agrícola nacional.

Palavras-chave: 1. Percevejo-marrom-da-soja; 2. Ecologia molecular; 3. Isolamento reprodutivo; 4. Adaptação.

ABSTRACT

Reproductive isolation and dormancy in two allopatric lineages of *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)

The brown soybean stink bug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae), is a key soybean pest in South America. It was recently discovered the presence of two allopatric lineages of *E. heros* in Brazil. A lineage predominantly occurring in the Northern/Northeast region (N) and another predominate in the Southern region (S) and an overlapping hybridization zone in the Cerrado region. The meeting of two gene pools may represent an increase or decrease in the vigor of populations in the absence of reproductive isolation. The reunion of the lineages in the Cerrado is a hypothesis for the expressive increase of the species in soybean cultivations and expansion of problems in the cotton crop. Questions about the adaptive potential of these lineages are of great importance for understanding the dynamics and population outbreaks of *E. heros*. The present study aims to: 1) verify the presence of reproductive barriers between the two lineages by means of a low fitness hybrid offspring; 2) to evaluate the effect of temperature and photoperiod on the development time and viability of immature phases and expression of dormancy in the allopatric lineages of *E. heros*. Reciprocal crosses were performed with the purpose of evaluating the development of the hybrid offspring when compared to the co-specific offspring. The biological and life table parameters showed that the crossbreeding between the two lineages did not represent a decrease in the fitness of the hybrid offspring. Therefore, there is no post-zygotic incompatibility among the lineages of *E. heros*. Additionally, eggs from both lineages (S and N) were incubated in climatic chambers under different light regimes (10: 14, 11,5: 12,5 and 14: 10 (L: E) and temperatures (14, 18, 21 and 25°C). It was evident that there is a relationship between temperature and photoperiod in the development time and viability of *E. heros*. The temperature of 18 °C and photoperiod of 10: 14 (L: E) increase the time required to complete the cycle and reduce viability. Temperature of 25 °C and photoperiod of 14: 10 (L: E) decrease development time and increase viability in the immature phases of the two lineages. The expression of the dormancy morphological phenotype was positively affected by shorter temperatures and shorter photoperiods, especially for the Southern lineage. The Northern lineage did not express phenotypic characteristics of dormancy even under low temperature and short-day conditions. The differences found are possibly related to the geographical origin of the two lineages. Thus, the meeting of two gene pools where there is no reproductive barrier increases the genetic diversity in populations and, allows the combination of alleles that can increase the vigor of populations and the ability to adapt to new and disturbed environments, such as the agricultural environment. The results showed that the two lineages have similar responses to the abiotic stress factors in the immature phases and distinct in the expression of the dormancy morphological phenotype. The answers of this work offer useful information to better understand contemporary population dynamics and to implement

more efficient and sustainable management strategies of *E. heros* in the national agricultural scenario.

Keywords: 1. Neotropical brown stink bug; 2. Molecular ecology; 3. Reproductive isolation; 4. Adaptation.

1. INTRODUÇÃO

1.1 *Euschistus heros* F. (HEMIPTERA: HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)

A família Pentatomidae é a quarta maior família da subordem Heteroptera e compreende mais de 36 mil espécies, sendo que, são descritos 760 gêneros e 4100 espécies no Brasil (GRAZIA; FORTES; CAMPOS, 1999). O complexo de percevejos pentatomídeos tem grande importância econômica no cenário agrícola devido ao seu hábito alimentar polífago e causar danos às culturas atacadas, com redução de rendimento e qualidade (CORREA-FERREIRA; DE AZEVEDO, 2002; PANIZZI; SLANSKY, 1985). Dentre o complexo-percevejos, o percevejo-marrom-da-soja, *Euschistus heros* é praga-chave em cultivos de soja devido sua ampla distribuição (PANIZZI, 2015) e dificuldade de controle com inseticidas químicos (HEGETO et al., 2015; HUSCH; SOSA-GÓMEZ, 2014; SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010).

O percevejo-marrom-da-soja tem essa denominação devido a sua coloração escura na fase adulta. Sua principal característica é a presença de uma mancha branca bem marcada no ápice do escutelo, em forma de meia lua. Possui expansões laterais do pronoto em forma de espinhos pontiagudos que se desenvolvem no quinto estágio e completam sua formação na fase adulta. A postura de *E. heros* é de coloração amarelada e em fileira dupla que, geralmente, são ovipositados sob as folhas ou vagens do hospedeiro (VILLAS-BÔAS; PANIZZI, 1980). As ninfas recém-eclodidas apresentam hábito gregário nas primeiras semanas de vida, sendo mais acentuado no primeiro instar sendo este hábito perdido após atingir o terceiro instar. As formas imaturas passam por cinco estádios de ninfa. No segundo instar a espécie inicia a alimentação em estruturas reprodutivas do hospedeiro (GRAZIA et al., 1980).

Euschistus heros é abundante nos cultivos de soja entre os meses de novembro a abril, onde completa ao menos 3 gerações. Quando a soja inicia a maturação o percevejo migra para outros hospedeiros como plantas daninhas ou culturas agrícolas como feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (SORIA; DEGRANDE; PANIZZI, 2011) e girassol (*Helianthus annuus* L.) (FROTA; SANTOS, 2007) onde completa a quarta geração. A espécie foi reportada em 21 hospedeiros na região Neotropical sendo que seis (*Euphorbia heterophylla* L.; *Aeschynomene rudis* Benth.; *Glycine max* (L.) Merr.; *Lupinus albus* L.; *P. vulgaris* L.; *Pisum sativum* L.) são hospedeiros que permitem completar seu ciclo (SMANIOTTO;

PANIZZI, 2015). Encerrado o ciclo de desenvolvimento de seu hospedeiro primário ou hospedeiro alternativo, *E. heros* busca refúgio sob folhas mortas caídas no solo e restos de cultura entrando em dormência, permanecendo nesta condição por até 7 meses no Norte do Paraná (KISHINO; ALVES, 1994; PANIZZI; NIVA, 1994). Vale ressaltar que a dormência de *E. heros* em populações de menores latitudes não foi testada.

Nas últimas décadas a espécie *E. heros* vem aumentando sua importância econômica, considerada a principal praga da soja no Brasil, em virtude de seu difícil controle (BORTOLOTTO et al., 2015; GRIGOLLI, 2016). Estima-se que em torno de 40% dos inseticidas aplicados na soja sejam para o controle de percevejos (GAZZONI, 2012). Em levantamentos populacionais de pentatomídeos em cultivos de soja foi identificada ser a espécie de maior ocorrência em Goiás (GUIMARÃES, 2014) e inclusive em regiões mais frias, onde era considerado incomum como no Rio Grande do Sul (PEREIRA; SALVADORI, 2008). Além disto, foi a espécie de percevejo fitófago predominante em cultivos de soja no Paraná (CORRÊA-FERREIRA et al., 2010, 2013).

Danos à cultura da soja pela espécie são majoritariamente observados nos estádios reprodutivos (CORRÊA-FERREIRA et al., 2013), podendo ocorrer em todas as fases de desenvolvimento da cultura. O dano do ataque de *E. heros* a vagens e sementes ocorre com a introdução de aparato bucal e liberação de enzimas digestivas que afetam a produção e qualidade dos grãos produzidos (PANIZZI; SLANSKY, 1985). O nível de dano econômico de percevejos para a produção de grãos é de 2 percevejos maiores que 0,5 cm por metro linear de fileiras de soja. O controle de *E. heros* é majoritariamente via inseticidas químicos durante a fase vegetativa e reprodutiva da cultura. Vivan & Degrande (2012) constataram que sem controle, percevejos fitófagos podem reduzir em até 80% o poder germinativo da semente e reduzir pela metade a produtividade da cultura da soja.

A mudança de *status* da espécie nas últimas décadas, de praga secundária para praga-chave na cultura da soja (PANIZZI; SLANSKY, 1985), é apontada por fatores como: sistema de cultivo plantio direto, expansão de cultivo da cultura da soja, mudanças climáticas (SMANIOTTO; PANIZZI, 2015) e dinâmica populacional contemporânea da espécie (SOARES et al., 2018).

1.2 DINÂMICA POPULACIONAL DE *E. heros*

Segundo COLLEY e FISCHER (2013), o evento crucial para especiação é o isolamento reprodutivo. Os principais e mais aceitos mecanismos de especiação são: a especiação alopátrica e simpátrica. A especiação alopátrica é um evento evolutivo de formação de novas espécies em populações geograficamente isoladas a partir de uma mesma espécie ancestral (ELDREDGE, 1985; MAYR, 1963; RIDLEY, 2004). Por outro lado, a especiação simpátrica é a diferenciação de espécies dentro de populações espacialmente contíguas (COYNE; ORR, 2004; ORR; SMITH, 1998; SMITH, 1962). O processo evolutivo é complexo e dinâmico onde vários fatores e mecanismos podem estar envolvidos.

Em estudo com os marcadores moleculares COI (Citocromo C Oxidase, subunidade 1), *Cytb* (Citocromo B) e ITS1 (Espaçadores Internos Transcritos), SOARES et al. (2018) identificaram a ocorrência de duas linhagens alopátricas de *E. heros* no Brasil. Uma linhagem ocorre predominantemente na região da Mata Atlântica e Pampa do Brasil e outra predominantemente na região Amazônica e Caatinga. Estima-se que a divergência tenha ocorrido a 4,5 milhões de anos. No Cerrado foi observada uma região de mistura entre as duas linhagens de *E. heros*. Em trabalho realizado por SOSA-GÓMEZ et al. (2004) utilizando marcador RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), com populações de *E. heros* do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, concluíram que a população de origem do Mato Grosso foi a mais divergente possivelmente por ser a mais distante geograficamente. Embora não conhecida, a capacidade dispersiva da espécie é considerada baixa (reduzida capacidade de voo), e sugere que as duas linhagens estiveram separadas durante milhões de anos. Um dos fatores que tem acelerado o reencontro das duas linhagens de *E. heros* na região central do Brasil é a expansão dos cultivos agrícolas e transporte de bens.

Nos últimos anos, a distribuição e ocorrência de *E. heros* vem sofrendo mudanças na América do Sul. A expansão da soja para as regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil gerou novos desafios para o manejo desta praga (GAZZONI, 2012). Nestas regiões vem sendo reportado por extensionistas, aumento expressivo da espécie em cultivos agrícolas. Este crescimento tem sido relacionado a melhor adaptação da espécie a regiões mais quentes (CIVIDANES; PARRA, 1994; PANIZZI; SLANSKY, 1985), ao sistema de cultivo (não revolvimento do solo), adensamento de plantas e sucessão de culturas (PANIZZI, 2015b). Em adição, CORRÊA-FERREIRA et al. (2010) constataram altas densidades populacionais

inclusive durante a fase vegetativa da soja sendo apontados práticas inadequadas de manejo de inseticidas e mistura de tanque de agrotóxicos como desencadeadores deste fenômeno. Além disto, recentemente, *E. heros* foi detectado atacando soja na Argentina (SALUSO et al., 2011).

Um dos fatores determinantes na dispersão de espécies-praga são o transporte de produtos e maquinários entre regiões. O movimento antropogênico de espécies pode atuar como força seletiva em uma população, selecionando populações com maior potencial invasivo com possibilidade de expansão, que quando se juntam tem um grande aumento de fitness e capacidade de adaptação. Este fenômeno foi recentemente denominado "Bridgehead Effect" por LOMBAERT et al. (2010) e relatado em *Harmonia axyridis* (LOMBAERT et al., 2010) e em *Solenopsis invicta* na China (YANG et al., 2012).

A compatibilidade reprodutiva e as trocas adaptativas entre as linhagens podem gerar fenótipos híbridos altamente adaptados (FITZPATRICK; SHAFFER, 2007). Por outro lado, híbridos também podem apresentar comportamento meiótico irregular diminuindo seu fitness (SHAW, 1981). As implicações deste reencontro pode representar incompatibilidades reprodutivas bem como favorecer a combinação de alelos distintos aumentando as chances de adaptação a novos ambientes. Tendo em vista o exposto, se fazem necessários estudos referentes a incompatibilidades reprodutivas pré ou pós zigóticas para verificar qual o impacto do reencontro das duas linhagens de *E. heros* no cenário agrícola nacional.

1.3 DORMÊNCIA

O termo dormência ainda possui ambiguidade em seus usos e definições e costuma ser dividido em duas classes, quiescência e diapausa e é amplamente discutida nos trabalhos de DANKS, (1987); KOŠTÁL, (2006); MANSINGH, (1971) e TAUBER; TAUBER; MASAKI, (1986). Quiescência é definida por KOŠTÁL, (2006) e DANKS, (1987) como uma resposta imediata às condições ambientais adversas sem mudanças fisiológicas profundas sendo revertida rapidamente após as condições impostas serem revertidas. O mesmo autor define diapausa como uma mudança mais profunda e endógena mediada por sucessivas mudanças fisiológicas desencadeadas por pistas ambientais antecipadamente e seu fim não coincide obrigatoriamente com o término das condições de adversidade. A dormência corresponde a qualquer

supressão de desenvolvimento adaptável que geralmente é acompanhada por uma supressão metabólica (KOŠTÁL, 2006).

A dormência em geral pode ser dividida em três fases distintas: pré-dormência, dormência e terminação da dormência. A pré-dormência é uma fase preparatória e se caracteriza por manter o desenvolvimento normal, porém os estímulos são acumulados (DANKS, 1987; KOŠTÁL, 2006; TAUBER; TAUBER; MASAKI, 1986). A partir do momento que é atingido ponto crítico as mudanças fisiológicas e metabólicas são expressas, o inseto entra na fase de dormência e permanece assim por período programado ou identificar estímulos de mudanças ambientais (DANKS, 1987a; TAUBER; TAUBER; MASAKI, 1986). O término da dormência ocorre espontaneamente, programado ou via estímulos ambientais (DANKS, 1987a; MANSINGH, 1971). Este modelo simplificado representa em geral a sequência do fenótipo, porém é variável e peculiar à espécie.

A dormência pode ocorrer em qualquer fase de vida do inseto sendo espécie específica. Dormências embrionárias são comuns em muitos Lepidoptera, Hemiptera e em alguns Diptera. Já na fase de larva é mais comumente reportado nos Lepidoptera, na fase de pupa é destacada em Lepidoptera e Diptera, e por fim, dormência adulta é comum nas ordens Coleoptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera, Orthoptera e Neuroptera (DENLINGER, 2009). Em geral, a dormência ocorre apenas uma única vez durante a vida dos insetos, salvo raras exceções (TAUBER; TAUBER; MASAKI, 1986). Por exemplo, *Bombyx mori* possui dormência na fase embrionária, *Ostrinia nubilalis* no quinto estágio larval, *Hyalophora cecropia* em pupa e *Leptinotarsa decemlineata* como adulto (DENLINGER, 2009). A dormência pode ser obrigatória ou facultativa sendo dependente das características evolutivas da espécie ou do ambiente que ela ocupa.

A ampla maioria das espécies da família Pentatomidae expressa dormência facultativa na fase adulta induzida pelo fotoperíodo (SAULICH; MUSOLIN, 2012). Contudo, existem espécies da família com dormência obrigatória na fase de ovo (JAVAHERY, 1994; JONES; COPPEL, 1963; LARIVIERE; LAROCHELLE, 1989; MUSOLIN; SAULICH, 2000), na fase de ninfas (CASPER, 1961) e em adultos (HORI, 1986; HORI; KIMURA, 1993; KOSHIYAMA; FUJISAKI; NAKASUJI, 1994).

Em Pentatomidae a indução da dormência pode ser desencadeada pelos fatores de fotoperíodo, temperatura, ou fator trófico, sendo o fotoperíodo (dias curtos) em ampla maioria das espécies estudadas o fator determinante (SAULICH;

MUSOLIN, 2012). Por outro lado, há casos onde a temperatura é o fator indutor (SHINTANI et al., 2010), a temperatura e fotoperíodo (HODEK, 1977; JOHANSEN et al., 2010; LEE; AHN; KANG, 2001; MCPHERSON, 1982; MCPHERSON; TECIC, 1997; MUSOLIN; SAULICH, 1995), fotoperíodo e escassez de alimento (IKEDA-KIKUE; NUMATA, 2001; NAKAMURA; NUMATA, 1999) e fotoperíodo, temperatura e escassez de alimento (HORTON; HINOJOSA; OLSON, 1998).

Em *E. heros* é observada dormência com repouso reprodutivo, redução alimentar e mudança comportamental na fase adulta. Adultos de ambos os sexos apresentam o fenômeno sazonalmente na região Sul do Brasil (MOURAO; PANIZZI, 2000; MOURÃO; PANIZZI, 2002). Adultos em dormência apresentam gônadas não desenvolvidas, redução da frequência alimentar e deslocamento para sítios de hibernação (sob palhada) (MOURÃO; PANIZZI, 2000). O principal indutor da dormência nesta espécie é o fotoperíodo e as fases jovens de ovo, primeiro, segundo e terceiro instars são as fases sensíveis (MOURÃO; PANIZZI, 2002). MOURÃO E PANIZZI (2000a) relatam que ao 3º instar de desenvolvimento ninfal é a fase crítica para a expressão da dormência na espécie.

1.4 OBJETIVO

O trabalho de SOARES et al. (2018) identificou duas linhagens alopátricas de *E. heros* provenientes de diferentes regiões do Brasil. Linhagens podem apresentar diferentes graus de isolamento reprodutivo e características adaptativas distintas promovendo diferentes respostas aos fatores bióticos e abióticos. Tendo em vista a escassez de estudos e as recentes descobertas sobre a estrutura populacional de *E. heros* no Brasil, o objetivo geral deste trabalho foi estudar o isolamento reprodutivo e o comportamento de dormência das duas linhagens alopátricas de *E. heros*.

2 CONCLUSÕES

- As duas linhagens de *E. heros* aparentemente não apresentam barreiras reprodutivas pós-zigóticas.
- Os fatores abióticos afetam de maneira similar no tempo de desenvolvimento e viabilidade das fases jovens de ambas as linhagens.
- Dias curtos e menores temperaturas não induzem o fenótipo morfológico da dormência na linhagem Norte.
- Temperaturas menores e dias curtos potencializam indução do fenótipo morfológico da dormência na linhagem Sul.

3 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G. S. Planting time as a tactic to manage the small rice stink bug, *Oebalus poecilus* (Hemiptera, Pentatomidae), in Rio Grande do Sul, Brazil. **Crop Protection**, v. 12, n. 8, p. 627–630, dez. 1993.
- ALI, M.; EWIESS, M. A. Photoperiodic and temperature effects on rate of development and diapause in the green stink bug, *Nezara viridula* L. (Heteroptera: Pentatomidae). **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v. 84, n. 1–4, p. 256–264, 26 ago. 1977.
- AZAMBUJA, R.; DEGRANDE, P. E.; PEREIRA, F. F. Comparative biology of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) feeding on cotton and soybean reproductive structures. **Neotropical Entomology**, v. 42, n. 4, p. 359–365, 26 ago. 2013.
- BARTON, N. H.; HEWITT, G. M. Adaptation, speciation and hybrid zones. **Nature**, v. 341, n. 6242, p. 497–503, 12 out. 1989.
- BORTOLOTTO, O. C. et al. The use of soybean integrated pest management in Brazil: a review. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 25–32, 2015.
- BURKE, J. M.; ARNOLD, M. L. Genetics and the Fitness of Hybrids. **Annual Review of Genetics**, v. 35, n. 1, p. 31–52, 2001.
- CASPERS, H. **Land and Water Bugs of the British Isles**. London and New York: Akademie Verlag, Berlin, 1961. v. 46
- CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Photoperiod influence on the biology and phenological characteristics of *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, n. 4, p. 655–664, nov. 2003.
- CIVIDANES, F.; PARRA, J. R. Biologia em diferentes temperaturas e exigências térmicas de percevejos pragas da soja. II. *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 1841–1846, 1 dez. 1994.
- COLLEY, E.; FISCHER, M. L. Especificação e seus mecanismos: histórico conceitual e avanços recentes. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 20, n. 4, p. 1671–1694, dez. 2013.
- CONAB. **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS**. Brasília: Safra 2017/18.
- CORRÊA-FERREIRA, B. S. et al. **A importância do MIP-Soja**. Londrina-PR:

Embrapa Soja, 2010.

CORRÊA-FERREIRA, B. S. et al. **MIP-Soja: resultados de uma tecnologia eficiente e sustentável no manejo de percevejos no atual sistema produtivo da soja.**

Londrina-PR: Embrapa Soja, 2013.

CORREA-FERREIRA, B. S.; DE AZEVEDO, J. Soybean seed damage by different species of stink bugs. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 4, n. 2, p. 145–150, maio 2002.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MACHADO, E. M.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. **Sobrevivência e desempenho reprodutivo do percevejo marrom *Euschistus heros* (F.) na entressafra de soja.** Reunião de Pesquisa da Soja da Região Central do Brasil. **Anais...**Brasília: 2010

COSTA, M. L. M. et al. Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 274, p. 559–568, 1998a.

DANKS, H. V. **Insect dormancy: an ecological perspective. Biological survey of Canada (Terrestrial Arthropods), Monograph Series.** Ottawa. 1987. p. 439.

DANKS, H. V. Variation in response. In: **nsect Dormancy: an ecological perspective. Biological Survey of Canada (Terrestrial Arthropods).** Ottawa. 1987. p. 160-202.

DENLINGER, D. L. Dormancy in Tropical insects. **Annual Review of Entomology**, v. 31, n. 1, p. 239–264, 1986.

DENLINGER, D. L. Diapause. In: RESH, V. H.; CARDÉ, R. T. (Eds.). **Encyclopedia of Insects (Second Edition).** Second Edition. San Diego: Academic Press, 2009. p. 267–271.

DENLINGER, D. L.; YOCUM, G. D.; RINEHART, J. P. 10 – Hormonal control of diapause. In: **Insect Endocrinology.** p. 430–463.

DÍAZ-MONTILLA, A. E. et al. Reproductive incompatibility and fitness components in *Neoleucinodes elegantalis* races (Lepidoptera, Crambidae) from three Solanaceae hosts. **Caldasia**, v. 40, n. 2, p. 199–215, 1 jul. 2018.

DOPMAN, E. B.; ROBBINS, P. S.; SEAMAN, A. Components of reproductive isolation between North American pheromone strains of the European corn borer. **Evolution**, v. 64, n. 4, p. 881–902, 23 out. 2009.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, v. 12, p. 13–15, 1990.

- DRURY, D. W.; WADE, M. J. Genetic variation and co-variation for fitness between intra-population and inter-population backgrounds in the red flour beetle, *Tribolium castaneum*. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 24, n. 1, p. 168–176, jan. 2011.
- ELBAZ, M.; LAHAV, N.; MORIN, S. Evidence for pre-zygotic reproductive barrier between the B and Q biotypes of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 100, n. 05, p. 581–590, 17 out. 2010.
- ELDREDGE, N. **Unfinished synthesis: biological hierarchies and modern evolutionary thought**. 1. ed. New York y Oxford: Oxford University Press, 1985. v. 1
- FENSTER, C. B.; GALLOWAY, L. F.; CHAO, L. Epistasis and its consequences for the evolution of natural populations. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 12, n. 7, p. 282–286, jul. 1997.
- FITZPATRICK, B. M.; SHAFFER, H. B. Hybrid vigor between native and introduced salamanders raises new challenges for conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 40, p. 15793–15798, 2 out. 2007.
- FORTES, P. et al. Development of a dry artificial diet for *Nezara viridula* (L.) and *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, p. 567–572, 2006a.
- FORTES, P. et al. **Development of a dry artificial diet for *Nezara viridula* (L.) and *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology***. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v35n5/01.pdf>>.
- FROTA, R. T.; SANTOS, R. S. S. DOS. Pentatomídeos associados a cultivos de girassol no Noroeste do estado do Rio Grande do Sul e ação de *Euschistus heros* (Fabricius, 1791) (Hemiptera: Pentatomidae) em aquênios. **Revista Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 65–71, 2007.
- GAZZONI, D. L. Perspectivas do manejo de pragas. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Eds.). . **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília. DF: EMBRAPA: [s.n.]. p. 790–829.
- GILBERT, L. I. **Insect Endocrinology**. San Diego: Academic Press, 2012.
- GOMPERT, Z.; PARCHMAN, T. L.; BUERKLE, C. A. Genomics of isolation in hybrids. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 367, n. 1587, p. 439–450, 2012.
- GRAZIA, J. et al. Estudo das ninfas de pentatomídeos (Heteroptera) que vivem sobre soja (*Glycine max* (L.) Merrill): I – *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 9, p.

39–51, 1980.

GRAZIA, J.; FORTES, N.; CAMPOS, L. **Pentatomoidea**. In: **Brandão C, Canello E (eds) Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. FAPESP**. FAPESP, 1999.

GRIGOLLI, J. F. J. Percevejos: passe por cima destes obstáculos. In: **Tecnologia e Produção Soja 2016/2017**. Maracaju. p. 209.

GUIMARÃES, H. O. **Dinâmica populacional e distribuição espacial de percevejos fitófagos em cultivos de soja *Glycine Max* (L.) Merril**. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2014.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P. . PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

HARRISON, R. G.; LARSON, E. L. Hybridization, introgression, and the nature of species boundaries. **Journal of Heredity**, v. 105, n. S1, p. 795–809, 1 dez. 2014.

HAYE, T. et al. Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe. **Journal of Pest Science**, v. 87, n. 3, p. 407–418, 2014.

HEGETO, L. A. et al. Identification and functional characterization of esterases in *Euschistus heros* (Hemiptera, pentatomidae) and their relationship with thiamethoxam and lambda-cyhalothrin. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 3, p. 11079–11088, 2015.

HODEK, I. Photoperiodic response in spring in three Pentatomidae (Heteroptera). **Acta entomologica Bohemoslovaca**, v. 74, p. 209–218, 1977.

HORI, K. Effects of photoperiod on nymphal growth of *Palomena angulosa* Motschulsky (Hemiptera : Pentatomidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 21, n. 4, p. 597–605, 1986.

HORI, K.; KIMURA, A. Effects of stationary photoperiod on diapause induction of *Eysarcoris lewisi* Distant (Heteroptera:Pentatomidae)and the developmental stage sensitive to stimulus for reproductive diapause. **Applied Entomology and Zoology**, v. 28, n. 1, p. 53–58, 1993.

HORTON, D. R.; HINOJOSA, T.; OLSON, S. R. Effects of photoperiod and prey type on diapause tendency and preoviposition period in *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae). **The Canadian Entomologist**, v. 130, n. 03, p. 315–320, jun. 1998.

HOU, Y.-Y. et al. Geographic variation of diapause and sensitive stages of

- photoperiodic response in *Laodelphax striatellus* Fallén (Hemiptera: Delphacidae). **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, p. 13, 1 jan. 2016.
- HUNTER, M. D.; MCNEIL, J. N. Host-plant quality influences diapause and voltinism in a polyphagous insect herbivore. **Ecology**, v. 78, n. 4, p. 977–986, 1 jun. 1997.
- HUSCH, P. E.; SOSA-GÓMEZ, D. R. **Suscetibilidade de Euschistus heros a tiametoxam , lambda-cialotrina e acefato em mesorregiões do Paraná , Brasil. VIII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja.** Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/108224/1/Monitoramento-da-suscetibilidade-de-populacoes-de-Euschistus-heros-aTiametoxamLambda-Cialotrina-e-Acefato.pdf>>.
- IKEDA-KIKUE, K.; NUMATA, H. Timing of diapause induction in the cabbage bug *Eurydema rugosum* (Heteroptera: Pentatomidae) on different host plants. **Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovenicae**, v. 65, p. 197–205, 2001.
- ITO, K.; NAKATA, T. Geographical variation of photoperiodic response in the females of a predatory bug, *Orius sauteri* (Poppius) (Heteroptera: Anthocoridae) from Northern Japan. **Applied Entomology and Zoology**, v. 35, n. 1, p. 101–105, 2000.
- JAVAHERY, M. Development of eggs in some true bugs (Hemiptera–Heteroptera). Part I. Pentatomoidea. **The Canadian Entomologist**, v. 126, n. 02, p. 401–433, abr. 1994.
- JOHANSEN, A. I. et al. Adaptive change in protective coloration in adult striated shieldbugs *Graphosoma lineatum* (Heteroptera: Pentatomidae): test of detectability of two colour forms by avian predators. **Ecological Entomology**, v. 35, n. 5, p. 602–610, out. 2010.
- JONES, P. A.; COPPEL, H. C. Immature stages and biology of *Apateticus cynicus* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae). **The Canadian Entomologist**, v. 95, n. 07, p. 770–779, 31 jul. 1963.
- KISHINO, K.; ALVES, R. T. **Relatório Técnico Projeto Nipo-Brasileiro de Cooperação de Pesquisa Agropecuária. Pragas que atacam a soja na região dos Cerrados.** 1994. p. 89-126.
- KOBAYASHI, S.; NUMATA, H. Effects of temperature and photoperiod on the induction of diapause and the determination of body coloration in the bean bug, *Riptortus clavatus*. **Zoological Science**, v. 12, n. 3, p. 343–348, 1 jun. 1995.
- KOSHIYAMA, Y.; FUJISAKI, K.; NAKASUJI, F. Mating and diapause in hibernating adults of *Menida scotti* Puton (Heteroptera: Pentatomidae). **Researches on**

Population Ecology, v. 36, n. 1, p. 87–92, 1994.

KOŠTÁL, V. Eco-physiological phases of insect diapause. **Journal of Insect Physiology**, v. 52, n. 2, p. 113–127, 2006.

KUMAR, S. et al. MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. **Molecular Biology and Evolution**, v. 35, n. 6, p. 1547–1549, 1 jun. 2018.

LARIVIERE, M. C.; LAROCHELLE, A. *Picromerus bidens* (Heteroptera, Pentatomidae) in North America, with A world review of distribution and bionomics. **Entomological news.**, v. 100, p. 133–146, 1989.

LEE, K.-Y.; AHN, K.-S.; KANG, H.-J. Host plants and life cycle of rice black bug, *Scotinophara lurida* (Burmeister) (Heteroptera: Pentatomidae). **Korean Journal of Applied Entomology**, v. 40, n. 4, p. 309–313, 2001.

LIN, S.; HODSON, A. C.; RICHARDS, A. G. An Analysis of threshold temperatures for the development of *Oncopeltus* and *Tribolium* eggs. **Physiological Zoology**, v. 27, n. 4, p. 287–311, 1 out. 1954.

LOMBAERT, E. et al. Bridgehead effect in the worldwide invasion of the biocontrol harlequin ladybird. **PLoS ONE**, v. 5, n. 3, p. e9743, 17 mar. 2010.

LYSYK, T. J.; SCOLES, G. A. Reproductive compatibility of Prairie and Montane populations of *Dermacentor andersoni*. **Journal of Medical Entomology**, v. 45, n. 6, p. 1064–1070, 1 nov. 2008.

MAIA, A. DE H. N.; LUIZ, A. J. B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 2, p. 511–518, 2000.

MANSINGH, A. Physiological classification of dormancies in insects. **The Canadian Entomologist**, v. 103, n. 07, p. 983–1009, 31 jul. 1971.

MARTIN, S. H.; JIGGINS, C. D. Interpreting the genomic landscape of introgression. **Current Opinion in Genetics & Development**, v. 47, p. 69–74, 1 dez. 2017.

MARUTHI, M. N. et al. Reproductive incompatibility and cytochrome oxidase I gene sequence variability amongst host-adapted and geographically separate *Bemisia tabaci* populations (Hemiptera: Aleyrodidae). **Systematic Entomology**, v. 29, n. 4, p. 560–568, 1 out. 2004.

MATSUBAYASHI, K. W.; OHSHIMA, I.; NOSIL, P. Ecological speciation in phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 134, n. 1, p. 1–27, 1 jan. 2010.

MAYR, E. Isolating mechanisms. In: **Animal species and evolution**. Cambridge:

Harvard University, 1963. p. 89–109.

MCPHERSON, J. E. **Pentatomoidea (Hemiptera) of Northeastern North America. Carbondale and Edwardsville.** Illinois: [s.n.].

MCPHERSON, J. E.; TECIC, D. L. Notes on the life histories of *Acrosternum hilare* and *Cosmopepla bimaculata* (Heteroptera: Pentatomidae) in Southern Illinois. **Great Lakes Entomol.**, v. 30, p. 79–84, 1997.

MENDOZA, A. C.; DA ROCHA, A. C. P.; PARRA, J. R. P. Lyophilized artificial diet for rearing the Neotropical *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, p. 41, 28 abr. 2016.

MOURAO, A. P. M.; PANIZZI, A. R. Diapausa e diferentes formas sazonais em *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae) no Norte do Paraná. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 205–218, 2000.

MOURÃO, A. P. M.; PANIZZI, A. R. Estágios ninfais fotossensíveis à indução da diapausa em *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 219–225, jun. 2000a.

MOURÃO, A. P. M.; PANIZZI, A. R. Estágios ninfais fotossensíveis à indução da diapausa em *Euschistus heros* (Fabr.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 219–225, jun. 2000b.

MOURÃO, A. P. M.; PANIZZI, A. R. Photophase influence on the reproductive diapause, seasonal morphs, and feeding activity of *Euschistus heros* (FABR., 1798) (Hemiptera: Pentatomidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 2, p. 231–238, 2002.

MUSOLIN, D. L.; NUMATA, H. Photoperiodic and temperature control of diapause induction and colour change in the southern green stink bug *Nezara viridula*. **Physiological Entomology**, v. 28, n. 2, p. 65–74, 1 jun. 2003.

MUSOLIN, D. L.; SAULICH, A. H. Summer dormancy ensures univoltinism in the predatory bug *Picromerus bidens*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 95, n. 3, p. 259–267, 1 jun. 2000.

MUSOLIN, D. L.; SAULICH, A. K. Factorial regulation of the seasonal cycle in the stink bug *Graphosoma lineatum* L. (Heteroptera, Pentatomidae).I. Temperature and photoperiodic responses. **Ėntomologicheskoe Obozrenie**, v. 74, n. 4, p. 736–743, 1995.

MUSOLIN, D. L.; TOUGOU, D.; FUJISAKI, K. Photoperiodic response in the subtropical and warm-temperate zone populations of the southern green stink bug

Nezara viridula: why does it not fit the common latitudinal trend? **Physiological Entomology**, v. 36, n. 4, p. 379–384, 1 dez. 2011.

NAKAMURA, K.; NUMATA, H. Environmental regulation of adult diapause of *Graphosoma rubrolineatum* (Westwood) (Heteroptera : Pentatomidae) in Southern and Northern populations of Japan. **Applied Entomology and Zoology**, v. 34, n. 3, p. 323–326, 1999.

ORR, M. R.; SMITH, T. B. Ecology and speciation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 13, n. 12, p. 502–506, dez. 1998.

OVERMEER, W. P. J.; VAN ZON, A. Q. Partial reproductive incompatibility between populations of spider mites (Acarina: Tetranychidae). **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 20, n. 3, p. 225–236, 1 set. 1976.

PANIZZI, A. R. Growing problems with Stink Bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): Species invasive to the U.S. and potential Neotropical invaders. **American Entomologist**, v. 61, n. 4, p. 223–233, 8 dez. 2015.

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

PANIZZI, A. R.; NIVA, C. C. Overwintering strategy of the brown stink bug in Northern Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 509–511, 1994.

PANIZZI, A. R.; SLANSKY, J. F. Review of phytophagous Pentatomids (Hemiptera : Pentatomidae) associated with soybean in the Americas. **Florida Entomologist**, v. 68, n. 1, p. 184–214, 1 mar. 1985.

PAOLUCCI, S.; VAN DE ZANDE, L.; BEUKEBOOM, L. W. Adaptive latitudinal cline of photoperiodic diapause induction in the parasitoid *Nasonia vitripennis* in Europe. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 26, n. 4, p. 705–718, 2013.

PEREIRA, P. R. V. S.; SALVADORI, J. R. Aspectos populacionais de percevejos fitófagos ocorrendo na cultura da soja (Hemiptera: Pentatomidae) em duas áreas do norte do Rio Grande do Sul. **Comunicado Técnico da Embrapa Trigo**, v. 253, p. 1–10, 2008.

QUISENBERRY, S. S. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) host strain reproductive compatibility. **The Florida Entomologist**, v. 74, n. 2, p. 194, 1991.

RAE CHO, J. et al. Effect of photoperiod and temperature on reproductive diapause of *Scotinophara lurida* (Burmeister) (Heteroptera: Pentatomidae). **Journal of Asia-**

- pacific Entomology**, v. 11, p. 53–57, 1 jun. 2008.
- RAGLAND, G. J. et al. Differences in performance and transcriptome-wide gene expression associated with *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae) larvae feeding in alternate host fruit environments. **Molecular Ecology**, v. 24, n. 11, p. 2759–2776, 1 jun. 2015.
- RIDLEY, M. Speciation. In: **Evolution**. 3rd ed. Blackwell Publishing Ltd, 2004. p. 381–422.
- RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**, v. 1, n. 4, p. 1–4, 2004.
- SALDAMANDO, C. I.; TATSUTA, H.; BUTLIN, R. K. Hybrids between *Chorthippus brunneus* and *C. jacobsi* (Orthoptera Acrididae) do not show endogenous postzygotic isolation. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 84, p. 195–203, 2005.
- SALUSO, A. et al. An invasive pentatomid pest in Argentina: Neotropical brown stink bug, *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 6, p. 704–705, 2011.
- SAULICH, A. K.; MUSOLIN, D. L. Diapause in the seasonal cycle of stink bugs (Heteroptera, Pentatomidae) from the Temperate Zone. **Entomological Review**, v. 92, n. 1, p. 1–26, mar. 2012.
- SCHMIDT, P. S. et al. Geographic variation in diapause incidence, life-history traits, and climatic adaptation in *Drosophila melanogaster*. **Evolution**, v. 59, n. 8, p. 1721, 2 set. 2005.
- SCHUMER, M. et al. Reproductive isolation of hybrid populations driven by genetic incompatibilities. **PLoS Genetics**, v. 11, n. 3, p. e1005041, 13 mar. 2015.
- SHAW, D. D. **Chromosomal hybrid zones in Orthopteroid insects**. In Atchley WR & Woodruff D (eds): 1. **Anais...**1981
- SHINTANI, Y. et al. Seasonal occurrence and diapause induction of a predatory bug *Andrallus spinidens* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Entomological Science**, v. 13, n. 3, p. 273–279, 26 set. 2010.
- SMANIOTTO, L. F.; PANIZZI, A. R. Interactions of selected species of stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) from leguminous crops with plants in the Neotropics. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 1, p. 7–17, mar. 2015.
- SMITH, J. M. Disruptive selection polymorphism and sympatric speciation. **Nature**, n. 4836, p. 60–62, 1962.
- SOARES, P. L. et al. The reunion of two lineages of the Neotropical brown stink bug

on soybean lands in the heart of Brazil. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 2496, 6 dez. 2018.

SOLBRECK, C.; SILLÉN-TULLBERG, B.; SILLEN-TULLBERG, B. Control of diapause in a “monovoltine” insect, *Lygaeus Equestris* (Heteroptera). **Oikos**, v. 36, n. 1, p. 68, jan. 1981.

SORIA, M. F.; DEGRANDE, P. E.; PANIZZI, A. R. **Symptoms, injuries, yield reduction and quality loss of cotton attacked by the neotropical brown stink bug *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae)**. Beltwide Cotton Conferences. **Anais**. Atlanta-GA: 2011. Disponível em: <http://www.percevejos.com.br/wp-content/themes/somax/images/trabalhos/arquivos/Trabalho50.pdf>.

SOSA-GOMEZ, D. R. et al. Genetic differentiation among Brazilian populations of *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) based on RAPD analysis. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 2, p. 179–187, abr. 2004.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. DA. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*) resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 7, p. 767–769, jul. 2010.

SUN, D. B. et al. Reproductive incompatibility between the B and Q biotypes of the whitefly *Bemisia tabaci* in China: genetic and behavioural evidence. **Bulletin of Entomological Research**, v. 101, n. 02, p. 211–220, 1 abr. 2011.

TAUBER, M. J.; TAUBER, C. A.; MASAKI, S. **Seasonal Adaptations in Insects**. Oxford: Oxford University Press, 1986.

TAYLOR, S. A.; LARSON, E. L.; HARRISON, R. G. Hybrid zones: windows on climate change. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 30, n. 7, p. 398–406, 1 jul. 2015.

TYUKMAEVA, V. I. et al. Adaptation to a seasonally varying environment: A strong latitudinal cline in reproductive diapause combined with high gene flow in *Drosophila montana*. **Ecology and Evolution**, v. 1, n. 2, p. 160–168, out. 2011.

VILLAS-BÔAS, G. L.; PANIZZI, A. R. Biology of *Euschistus heros* (Fabricius, 1798) on soyabean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Anais da Sociedade Entomologica do Brasil**, v. 9, n. 1, p. 105–113, 1980.

VIVAN, L. M.; DEGRANDE, P. E. Pragas da Soja. In: **Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012**. Dourados: 2010. v. 5p. 155–206.

VIVAN, L. M.; PANIZZI, A. R. Nymphal and adult performance of genetically determined types of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae), under different temperature and photoperiodic conditions. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p.

911–915, dez. 2005.

WELLENREUTHER, M.; VERCKEN, E.; SVENSSON, E. I. A role for ecology in male mate discrimination of immigrant females in *Calopteryx* damselflies? **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 100, n. 3, p. 506–518, 29 jun. 2010.

YANG, C.-C. et al. Propagule pressure and colony social organization are associated with the successful invasion and rapid range expansion of fire ants in China. **Molecular Ecology**, v. 21, n. 4, p. 817–833, 1 fev. 2012.

ZERBINO, M. S.; ALTIER, N. A.; PANIZZI, A. R. Effect of photoperiod and temperature on nymphal development and adult reproduction of *Piezodorus guildinii* (Heteroptera: Pentatomidae). **Florida Entomologist**, v. 96, n. 2, p. 572–582, 2013.

ZHANG, J.-J. et al. Geographic variation of diapause induction rates in *Trichogramma drendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in China. **Journal of Economic Entomology**, v. 110, n. 2, p. 386–391, 1 abr. 2017.

ZHANG, X.; PFEIFFER, D. G. Evaluation of reproductive compatibility of interstrain matings among plum curculio populations in the Eastern United States. **Environmental Entomology**, v. 37, n. 5, p. 1208–1213, 2008