

## Efeitos do aquecimento global sobre pragas de oleaginosas

Adeney de Freitas Bueno, Orcial Ceolin Bortolotto,  
Regiane Cristina Oliveira de Freitas Bueno, Emília Hamada,  
Bruna Magda Favetti e Gabriela Vieira Silva

---

### Introdução

Os cenários climáticos futuros indicam aumento da temperatura global, além de alterações na umidade relativa e taxas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera terrestre. Essas mudanças no clima estão ocorrendo em decorrência das alterações na composição química da atmosfera, resultantes da intensificação de atividades antrópicas, como a elevação da concentração de gases de efeito estufa, principalmente o CO<sub>2</sub>, metano (CH<sub>4</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), que levam a modificações intensas no regime climático global (COSTA, 2004; GHINI et al., 2008). Isso interfere nas condições ambientais e, conseqüentemente, na infestação de pragas e na produção agrícola mundial de diferentes culturas (EEROLA, 2003; NÓBREGA, 2008), como a soja, colza, girassol e amendoim, entre outras.

Discussões sobre as mudanças climáticas em escala global têm sido realizadas por iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, que levaram à criação, em 1988, do “*Intergovernmental Panel on Climate Change*” (IPCC). O IPCC é um órgão de referência e autoridade científica em relação ao aquecimento global, e tem como finalidade fornecer informações científicas sobre eventos climáticos e fazer previsões sobre mudanças futuras, contando

com a parceria de diversos centros de pesquisa em todo o mundo (MARENGO; VALVERDE, 2007). O Quarto Relatório do IPCC prevê que a temperatura média global deve sofrer elevação entre 1,4°C a 5,8°C em decorrência, principalmente, do aumento da concentração dos gases de efeito estufa (CHRISTENSEN et al., 2007). Isso traz consequências indesejáveis, como a alteração na disponibilidade de recursos hídricos, mudanças significativas nos agroecossistemas e a extinção ou favorecimento de algumas espécies de artrópodes que impactam de forma favorável (inimigos naturais e outros insetos benéficos) ou desfavorável (pragas) na produção de culturas agrícolas de importância mundial, como as oleaginosas (EEROLA, 2003; ESTAY et al., 2009).

Entre os gases que causam o efeito estufa está o CO<sub>2</sub>. Apesar desse efeito maléfico, principalmente quando em concentrações mais elevadas, este gás é um componente essencial para a fotossíntese das plantas e, conseqüentemente, indispensável para a produtividade dos agroecossistemas. Além dos possíveis impactos sobre a fotossíntese, acredita-se que nas próximas décadas, alterações na concentração de CO<sub>2</sub> em nível global poderão ter também influência sobre a distribuição e abundância de diversas espécies de artrópodes de importância agrônômica (ROOT et al., 2003). Isso ocorrerá porque o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> traz, entre outras consequências, uma elevação da temperatura. Isso terá um efeito importante sobre o desenvolvimento e sobrevivência dos insetos. A maioria dos artrópodes é pecilotérmica e, portanto, tem crescimento que segue uma curva sigmóide, em que a sobrevivência e a fecundidade são influenciadas negativamente por temperaturas extremas (límitrofes - altas ou baixas). Entre esses limites extremos há geralmente uma relação linear positiva entre o desenvolvimento do artrópode e a temperatura (BOWLER; TERBLANCHE, 2008). Sendo assim, mesmo que numa visão simplificada das possíveis interações que podem ocorrer, mudanças

na temperatura, usualmente associadas às alterações na precipitação, terão efeitos diretos e indiretos na abundância e na adaptação dos artrópodes nos diferentes agroecossistemas (MCLAUGHLIN et al., 2002), influenciando seu desenvolvimento, reprodução, comportamento e ocorrência nos diferentes níveis tróficos, ou seja, nos organismos que causam prejuízo para as diferentes culturas, nos seus competidores e também nos inimigos naturais dessas pragas (PATTERSON et al., 1999; SALVADORI; PARRA, 1990; ULRICHS; HOPPER, 2008). Na literatura científica existem alguns estudos reportando a influência das alterações do clima em invertebrados que ocorrem nos agroecossistemas, demonstrando a importância desse tema para o futuro da agricultura mundial (STIREMAN et al., 2005) e, conseqüentemente, para o cultivo de plantas de interesse agrônômico como as oleaginosas.

É importante salientar que o sucesso ou o fracasso de uma espécie de artrópode frente às mudanças climáticas pode variar em decorrência das circunstâncias ecológicas de cada sistema e do organismo em questão, que pode diferir em sua capacidade de adaptação. Isso ocorre porque os artrópodes podem apresentar estratégias variadas para evitar os extremos térmicos, como esconder-se em buracos, debaixo de folhas ou realizar suas atividades ao amanhecer e/ou entardecer (GULLAN; CRANSTON, 2008). Esses podem, ainda, alterar o comportamento realizando migração, ou entrando em quiescência ou diapausa, por exemplo. A quiescência é um estado de “dormência” como consequência das condições ambientais adversas, como mudanças súbitas de temperaturas, não antecipadas e acíclicas, geralmente de curta duração. Diferentemente, a diapausa caracteriza-se pela interrupção temporária do desenvolvimento ou da atividade reprodutiva (NECHOLS et al., 1999).

A inserção da diapausa em um ciclo de vida requer mecanismos de percepção do monitoramento ambiental para ativar mecanismos que alteram o desenvolvimento, diminuindo a atividade metabólica

para preservar somente as atividades vitais (DENLINGER, 2002). Portanto, é comum que os insetos que habitam sistemas agrícolas, com longos períodos com baixas temperaturas, principalmente nas regiões de clima temperado, tenham a capacidade de entrar em diapausa. Em contrapartida, os insetos comumente encontrados nas regiões sub e neotropicais caracterizam-se por simplesmente interromper as atividades metabólicas pelo período com temperaturas extremas.

Apesar dos modelos climáticos globais projetarem maior aumento de temperatura próximo aos pólos, com menor efeito da elevação da temperatura sobre as pragas de regiões tropicais, como o Brasil, espera-se que alguns insetos menos tolerantes às mudanças térmicas tenham também os ciclos de vida comprometidos mesmo nestas regiões (CHRISTENSEN et al., 2007). Assim, tentar entender as alterações na composição da entomofauna da agricultura frente às mudanças climáticas permitirá ao agricultor se preparar para os efeitos do aquecimento global e mitigar possíveis efeitos negativos sobre o manejo integrado de pragas (MIP) nessas culturas. Portanto, neste capítulo serão abordados os possíveis efeitos práticos do aquecimento global sobre as pragas nas culturas da soja, girassol, colza e amendoim. Tal informação pode interferir no MIP dessas culturas, mesmo que utilizando uma abordagem mais simplificada desses sistemas produtivos e mais focada nos efeitos das alterações da temperatura sobre os artrópodes. É importante esclarecer que não é pretensão dos autores esgotar todas as possibilidades de impacto do aquecimento global sobre essas pragas. Nesse contexto, é importante destacar que as mudanças climáticas são um conjunto de eventos climáticos muito mais complexos do que apenas o simples aumento da temperatura e, diferentes interações no sistema praga, planta hospedeira e inimigos naturais podem ocorrer e são de difícil previsão e estudo.

## Possíveis efeitos das alterações da temperatura e umidade relativa sobre as pragas

### Pragas de raízes

#### Curculionídeos-das-raízes (tribo Naupactini) (Coleoptera: Curculionidae)

Os curculionídeos-das-raízes são pequenos besouros que medem em torno de 10 a 20 mm de comprimento na fase adulta (GALLO et al., 2002). Esses insetos são polípagos, com maior importância em citros, mas ocasionalmente podem também causar danos às culturas da soja e do amendoim (BORTOLOTTI, 2008; MAY, 1966). Os principais danos são ocasionados pela fase jovem, que se alimenta do sistema radicular dessas culturas. Embora os adultos alimentem-se da área foliar das plantas, a sua capacidade de desfolha usualmente é pequena, não sendo suficiente para reduzir a produtividade da cultura, a menos que associado a outros insetos desfolhadores mais destrutivos.

Como na maioria dos artrópodes, alterações na temperatura têm efeitos diretos sobre a biologia desses insetos. O período embrionário dos curculionídeos-das-raízes varia de acordo com a temperatura e a espécie. Por exemplo, *Naupactus versatilis* (Hustache) e *Naupactus cervinus* (Boheman) não se desenvolvem em temperaturas superiores a 28°C e 30°C, respectivamente. Por outro lado, *Parapantomorus fluctuosus* (Boheman) se desenvolve em temperaturas de até 32°C e o ciclo de desenvolvimento é mais rápido em relação às outras espécies. De forma geral, não ocorre impacto da temperatura na viabilidade dos ovos nas diferentes temperaturas em que há o desenvolvimento dos insetos (GUEDES; PARRA, 2007). Sendo assim, é possível afirmar que a temperatura tem influência sobre o desenvolvimento desse grupo de insetos. Porém,

o conhecimento das espécies ocorrentes faz-se necessário, pois apresentam variabilidade de comportamento intra-específico.

Assim, a alteração do regime de temperatura pode favorecer a ocorrência de uma espécie (*Parapantomorus fluctuosus*) em detrimento das demais (*Naupactus versatilis* e *Naupactus cervinus*), o que pode aumentar a ocorrência destes curculionídeos na agricultura brasileira, visto que *Parapantomorus fluctuosus* tem um ciclo de desenvolvimento mais rápido e pode ter maior número de gerações por ano e conseqüentemente aumentar a população de forma mais eficiente. Entretanto, na previsão dos efeitos das mudanças climáticas sobre pragas, além do impacto direto sobre o ciclo biológico dos insetos (como o que ocorre com a alteração da temperatura) é também importante avaliar a capacidade destrutiva do inseto, a eficiência dos métodos de controle, entre outros fatores, para melhor prever as possíveis conseqüências dessas mudanças no cenário agrícola em formação.

### **Pragas que atacam plântulas, pecíolos e caules**

#### ***Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)**

Os adultos dessa praga são pequenas mariposas de cor cinza-amarelada, com cerca de 20 mm de envergadura. O dano é causado pela fase jovem, conhecida por lagarta-elasmo, que mede aproximadamente 16 mm, de coloração de esverdeada a azulada (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). Esse inseto é uma praga polífaga que pode ocorrer nas culturas da soja e amendoim, entre outras. A lagarta de *Elasmopalpus lignosellus* recém-eclodida penetra na região do colo da planta abrindo uma galeria no interior do caule que interrompe o fluxo de nutrientes na planta. Isso provoca a murcha e em seguida pode levar a planta à morte (GALLO et al., 2002) ou ao seu tombamento. Tem-se observado que essa praga é problema em

anos de seca e em regiões com solo arenoso, visto que em razão das lagartas permanecerem predominantemente sobre a superfície, a ocorrência de chuvas diminui o número de insetos e, em solos que drenam facilmente a água, este controle físico não acontece. Portanto, alterações climáticas que aumentem a escassez de chuvas podem favorecer a ocorrência dessa espécie. Entretanto, a complexidade de interações entre a praga, planta hospedeira e o meio ambiente também precisa ser levada em consideração, além de apenas a relação simplificada entre inseto e estiagem.

Nesse contexto, com relação aos efeitos da temperatura sobre a praga, as faixas ótimas para o crescimento populacional da lagarta-elasma (reprodução e sobrevivência) variam entre 27°C e 33°C. Os limiares, mínimo e máximo, para o desenvolvimento são 9,3°C ± 1,8°C e 37,9°C ± 0,7°C, respectivamente (SANDHU et al., 2010a, 2010b). Embora, a fecundidade da lagarta-elasma seja drasticamente reduzida quando a temperatura é muito elevada (>33°C), ainda é superior comparando-se às temperaturas baixas (<18°C) (SANDHU et al., 2010b). Portanto, essa praga apresenta boa capacidade de adaptação em locais com temperaturas mais elevadas e possivelmente será mais tolerante ao aquecimento global, principalmente se associado ao aumento da temperatura, ocorrer redução dos índices pluviométricos, o que beneficiaria a ocorrência desta espécie como já destacado no parágrafo anterior.

#### ***Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Os adultos dessa praga são mariposas com aproximadamente 35 mm de envergadura. As asas anteriores são marrons com algumas manchas pretas e as posteriores semitransparentes. As lagartas, de hábito noturno, são insetos polípagos que atacam uma diversidade de plantas cultivadas, como a soja, amendoim e girassol, cortando as plantas rente ao solo (GALLO et al., 2002). Essa injúria

pode causar redução drástica no estande e conseqüentemente na produção da lavoura atacada. Por apresentarem o hábito de que quando tocadas, enrolarem-se como uma rosca na tentativa de se protegerem, os insetos da espécie *Agrotis ipsilon* são conhecidos como lagarta-rosca.

Diferentemente da maioria dos artrópodes, essa espécie é mais tolerante aos efeitos das alterações de temperatura. Na faixa de 18°C a 30°C, os aspectos biológicos mais relevantes (tempo de desenvolvimento, peso de larva e pupa e tamanho de cápsula cefálica) dessa praga não foram afetados pelas alterações na temperatura, ressaltando-se que na temperatura de 18°C o índice de sobrevivência do inseto é menor em relação à temperatura mais elevada (30°C) (SANTOS; SHIELDS, 1998). Em razão das temperaturas mais altas não acelerarem a taxa de desenvolvimento da praga, o que na prática, não acarreta maior número de gerações do inseto sobre as culturas agrícolas, é possível esperar-se um baixo impacto da alteração da temperatura sobre essa espécie no campo.

É sempre importante lembrar que as mudanças climáticas englobam vários fatores abióticos. Podem ser esperadas alterações tanto nos índices pluviométricos, refletindo na variação da umidade, quanto na temperatura, radiação, etc., que provocam diferentes efeitos na fisiologia das plantas cultivadas e podem direta ou indiretamente influenciar o “status” dessa praga na agricultura brasileira.

#### ***Maruca vitrata* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae)**

Os adultos da espécie *Maruca vitrata* são mariposas pequenas que medem cerca de 20 a 23 mm de envergadura, de cor marrom-clara com manchas brancas na asa anterior (SOSA-GOMEZ et al., 2010). As fêmeas são de hábito noturno e vivem em torno de 4 a 8 dias (SHARMA, 1998) com capacidade de colocar até 400 ovos nesse

período (JACKAI et al., 1990a; OKEYO-OWUOR; OCHIENG, 1981). As lagartas, que são polípagas, se alimentam de flores e vagens de mais de 39 espécies de plantas (ARODOKOUN et al., 2003; RATHORE; LAL, 1998). Na cultura da soja, as lagartas broqueiam as axilas, hastes e pecíolos das plantas, apresentando hábitos e danos semelhantes ao da broca-das-axilas. Porém, o dano mais importante de *Maruca vitrata* ocorre no período reprodutivo da soja quando este inseto broqueia as vagens (SOSA-GÓMEZ et al., 2010).

A alteração da temperatura afeta a oviposição dessa espécie, com ocorrência de maior número de ovos na faixa de temperatura entre 25°C e 27°C quando comparada a temperaturas inferiores (20°C a 22°C). Além disso, o incremento de temperatura (de 20°C a 27°C) acelera o desenvolvimento da praga, reduzindo as fases de pré-oviposição e longevidade das fêmeas adultas. Assim, é possível concluir que a temperatura ótima para reprodução da *Maruca vitrata* é de 25°C, com constante térmica de 342,2 graus-dia (CHI et al., 2005). Portanto, a predominância da temperatura ambiente próxima a 25°C pode favorecer a ocorrência dessa praga em decorrência da aceleração do ciclo biológico, principalmente considerando que não há quiescência nessa espécie (TAYLOR, 1967).

Esta praga tem capacidade de, ao longo do ano, desenvolver-se em diversos hospedeiros. Isso ocorre principalmente em locais que adotam sistemas de cultivo mais intensos, como o plantio da segunda safra ou safra de inverno. Entretanto, a elevação da temperatura acima de 25°C poderá prejudicar o desenvolvimento de *Maruca vitrata* e/ou deslocar a área de ocorrência desta praga para regiões mais próximas da temperatura ideal para o seu desenvolvimento. Atualmente, a distribuição geográfica dessa espécie é bastante generalizada, indo desde Cabo Verde, na África, até o oeste das Índias e nas Américas (SHARMA, 1998). Está distribuída nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, embora

a provável região de origem seja o continente Asiático, entre as regiões da Indonésia e Malásia (MARGAM et al., 2011).

Além dos hospedeiros cultivados, plantas hospedeiras alternativas desempenham papel importante no processo de adaptação do artrópode às alterações da temperatura. Na ausência dos cultivos comerciais, durante o período de entressafra, a *Maruca vitrata* é capaz de sobreviver em plantas espontâneas, como a *Vigna triloba*, *Crotalaria* spp., *Phaseolus* spp. (TAYLOR, 1967), que podem ser mais resistentes aos efeitos do aquecimento global em relação às plantas cultivadas e terem, portanto, importante papel nos possíveis efeitos do aquecimento global sobre esta praga.

### **Pragas de parte aérea**

#### ***Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Eribidae)**

Uma das principais pragas desfolhadoras da soja é a lagarta-da-soja, que possui ampla distribuição geográfica, sendo encontrada em clima tropical e subtropical (FORD et al., 1975). Os adultos dessa espécie sofrem redução drástica na atividade de cópula quando expostos às temperaturas extremas de 15°C e 35°C, enquanto entre 20°C a 30°C, além de um maior número de cópulas, há também maior oviposição. Fêmeas de *Anticarsia gemmatalis* mantidas a 25°C são mais fecundas e ovipositam maior número de ovos viáveis. Temperaturas acima de 30°C afetam negativamente a longevidade dos adultos e a emergência dos ovos (MILANO et al., 2008), tendo viabilidade nula a 31°C (SILVA et al., 2012).

O período larval da *Anticarsia gemmatalis* é reduzido em aproximadamente 10 dias elevando-se a temperatura de 25°C para 34°C (SILVA et al., 2012). Isso ocorre porque o aumento da temperatura acelera o metabolismo desse inseto encurtando o ciclo de vida (HOCHACHKA; SOMERO, 1984). Entretanto, em altas temperatu-

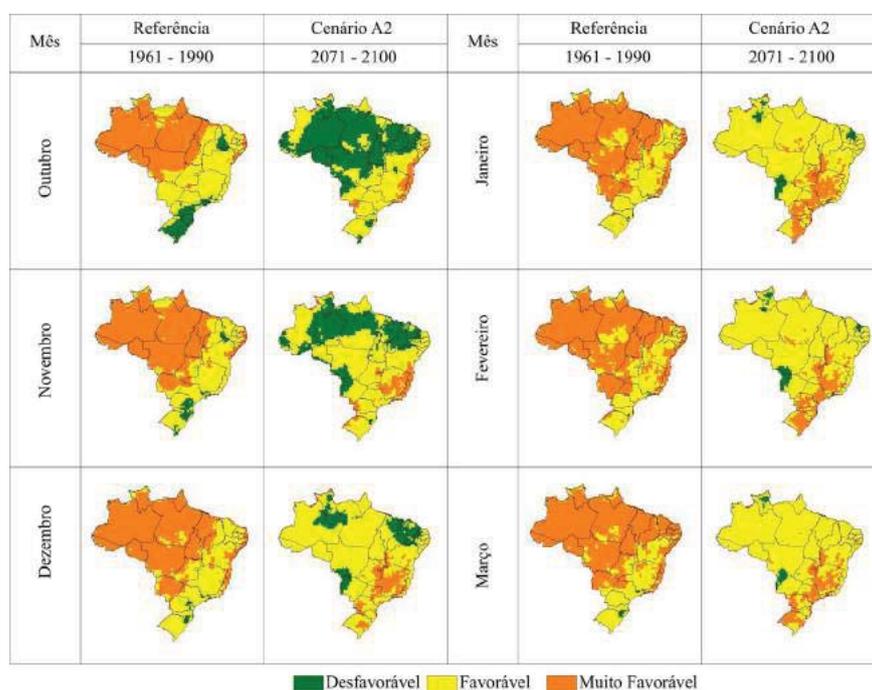
ras, essa redução drástica do ciclo de vida da lagarta-da-soja pode fazer com que as formas jovens não tenham tempo suficiente para consumir a quantidade de alimento necessária para suprir as necessidades nutricionais. Isso causa a morte das pupas, fase que o inseto mais utiliza as reservas nutricionais para completar a metamorfose para a fase adulta.

Em condições adversas de elevadas temperaturas, *Anticarsia gemmatalis* pode economizar energia, aumentando a duração da fase larval. Por exemplo, lagartas expostas a temperaturas acima de 31°C reduzem a movimentação, em um comportamento típico de economia de energia. Mesmo assim, a aceleração do metabolismo e a consequente redução do ciclo de vida desse inseto causada pela elevação da temperatura induz o menor ganho de peso e aumenta a mortalidade pupal. Lagartas dessa praga expostas a 37°C têm peso de pupa menor com nenhuma emergência de adultos (SILVA et al., 2012).

Considerando as faixas de favorabilidade para *Anticarsia gemmatalis*, estabelecidas com base na temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR) (%) (Tabela 1), pode-se observar a evolução projetada da importância dessa praga no Brasil levando em consideração o período de referência de 1961 a 1990 e o futuro no período de 2071 a 2100, no cenário A2 (Figura 1), baseando-se no clima projetado pelos modelos climáticos globais do Quarto Relatório do IPCC. Enquanto os efeitos da temperatura sobre os insetos são amplamente descritos na literatura científica, a quantidade de informações para umidade é mais restrita. Entretanto, considerando a experiência dos pesquisadores da Embrapa Soja em criação de laboratório dessa espécie por mais de 40 anos foi possível dividir a favorabilidade da umidade em pelo menos três grandes faixas como pode ser observado na Figura 1.

**Tabela 1.** Faixas de favorabilidade para o desenvolvimento e reprodução de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae).

Temperatura (°C)	Umidade relativa do ar (UR) (%)		
	UR < 50	50 ≤ UR < 70	UR ≥ 70
< 20	Desfavorável	Desfavorável	Desfavorável
20 ≤ T < 25	Desfavorável	Favorável	Favorável
25 ≤ T ≤ 28	Desfavorável	Favorável	Muito favorável
28 < T < 31	Desfavorável	Favorável	Favorável
≥ 31	Desfavorável	Desfavorável	Desfavorável

**Figura 1.** Favorabilidade climática à ocorrência da *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) para o período de referência (1961-1990) e futuro (2071-2100), cenário A2, nos meses de outubro a março no Brasil.

A análise foi realizada entre os meses de outubro a março que é o período de cultivo de soja no Brasil. No futuro, em geral, para o Brasil, o prognóstico é de diminuição das áreas da classe “muito

favorável”, passando para a classe “favorável”, explicado pela elevação da temperatura média a longo prazo, para o final do século 21, ocasionando efeitos deletérios para ocorrência dessa praga em 2071 a 2100 (Figura 1). No entanto, considerando a região Sul, a favorabilidade à ocorrência do inseto aumentará, com áreas passando de “favoráveis” para “muito favoráveis” nos meses de janeiro a março, pois mesmo com a elevação da temperatura, a condição climática ainda continuará a ser benéfica ao desenvolvimento da *Anticarsia gemmatalis*.

É importante levar em consideração que o aquecimento global mais tênue, que pode ocorrer em áreas específicas com a elevação, por exemplo, de temperaturas médias de 25°C para 28°C, permite ao inseto se adaptar facilmente a essas variações, encurtando o seu ciclo e assim aumentando a incidência nas culturas. A habilidade de completar o ciclo de vida dos insetos fitófagos nos hospedeiros e ambiente onde são encontrados representa o sucesso de sua adaptação (BALE et al., 2002). Nesse contexto, destaca-se a rápida adaptação que essa espécie pode apresentar frente às mudanças das condições climáticas. *Anticarsia gemmatalis* apresenta na temperatura de 28°C viabilidade dos ovos baixa, mas que ocorre somente na primeira geração do inseto, com aumento nas gerações seguintes indicando a capacidade de seleção e adaptação da praga frente à alteração dos fatores mencionados (SILVA et al., 2012).

Ainda, em uma perspectiva global, é importante salientar que áreas mais frias, onde temperaturas baixas são fatores abióticos que causam mortalidade de *Anticarsia gemmatalis*, vão se tornar mais favoráveis para a ocorrência de surtos desta praga, trazendo mudanças importantes no cenário agrícola (SILVA et al., 2012). Em síntese, o aumento da temperatura deverá estender a amplitude geográfica de alguns insetos-praga principalmente nas altas latitudes, onde as temperaturas mais baixas são limitadoras

do desenvolvimento de algumas espécies (ANDREW; HUGHES, 2005; MUSOLIN; NUMATA, 2003). Além do aumento da distribuição geográfica, para os insetos multivoltinos (que têm várias gerações por ano), o número de gerações também deverá aumentar (JÖNSSON et al., 2009; PORTER et al., 1991). Porém, prever a dinâmica da população de *Anticarsia gemmatilis* no futuro e sua distribuição geográfica é algo bastante complexo e passível de erros em função das diferentes interações às quais essa espécie está sujeita.

#### **Complexo de Plusiinae: lagartas falsa-medideiras (Lepidoptera: Noctuidae)**

Essas lagartas são comumente denominadas falsa-medideiras, por se deslocarem medindo palmas em decorrência de apresentarem apenas dois pares de falsas pernas abdominais (SOSA-GOMEZ et al., 2010). Elas constituem um complexo de espécies associado à soja, sendo, dentre elas, a *Chrysodeixis includens* Walker a espécie mais importante, seguida de *Rachiplusia nu* (Guenée) e *Trichoplusia ni* (Hubner) (BUENO, 2008; MORAES et al., 1991).

*Chrysodeixis includens* foi por muito tempo referida como *Pseudoplusia includens* (Walker) e mesmo publicações recentes ainda continuam usando essa nomenclatura. Entretanto, Goater et al. (2003), ao reavaliar o gênero *Pseudoplusia*, o reclassificaram para o gênero *Chrysodeixis*, a classificação válida atualmente (MOSCARDI et al., 2012). Sendo assim, apesar dessa aparente discussão com relação à classificação dessa praga, neste livro, será adotado o nome de *Chrysodeixis includens* como sendo a forma correta.

A importância de *Chrysodeixis includens* é ressaltada pela ocorrência em um grande número de hospedeiros, que pode chegar a 73 espécies de plantas, pertencentes a 29 famílias distintas, entre as

quais estão as culturas da soja, algodão, feijão, fumo, girassol, hortaliças, entre outras (EICHLIN; CUNNINGHAM, 1978; HERZOG, 1980). Na cultura da soja, a lagarta falsa-medideira vem ocorrendo cada vez com maior frequência nos últimos anos. Anteriormente, esse lepidóptero era relatado apenas como praga secundária, com ocorrência esporádica, mas na atualidade é considerado praga-chave dessa cultura (TECNOLOGIAS..., 2011).

Quando analisado o efeito da temperatura sobre alguns aspectos biológicos de *Chrysodeixis includens*, verifica-se que, em temperaturas que oscilam entre 15°C e 26°C, as lagartas dessa espécie apresentam maior taxa de desenvolvimento e crescimento relativo, além do menor período de desenvolvimento larval quando comparado com lagartas mantidas em temperaturas mais baixas entre 10°C a 21°C (STAMP; OSIER, 1998). Isso pode justificar a ocorrência dos surtos mais intensos dessa praga principalmente no período mais quente do ano, quando temperaturas no patamar de 30°C são frequentemente atingidas juntamente com a menor ocorrência de chuvas (baixa UR).

Com relação a possíveis diferenças entre as espécies de lagartas desse grupo, os dados disponíveis demonstram que a espécie *Chrysodeixis includens* apresenta maior potencial de dano à cultura da soja quando comparada à espécie *Trichoplusia ni*, mas isto pode variar de cultura para cultura, apesar de ainda não haver muitos dados disponíveis na literatura científica sobre este assunto. A influência da temperatura sobre os aspectos biológicos de *Chrysodeixis includens* foi estudada mais detalhadamente por Mason e Mack (1984), em câmaras climatizadas com UR de 65%. Os autores verificaram que a longevidade das fêmeas adultas pode variar de 6,5 a 17,9 dias, nas temperaturas extremas de 17°C e 35°C. A fecundidade média foi maior com o aumento da temperatura, passando de 162 (a 17°C) para 274 ovos por fêmea (a 26°C) e mantendo-se elevada até os 32°C, quando as fêmeas

ovipositaram aproximadamente 250 ovos por fêmea. Entretanto, na temperatura extrema de 35°C, a fecundidade caiu para 100 ovos, demonstrando ser desfavorável para o inseto. A taxa de oviposição diária apresentou resultados similares à fecundidade total. O número médio de ovos por dia aumentou gradualmente com a temperatura, passando de 9,1 para 26,9 ovos dia<sup>-1</sup> a 17°C e 29°C, respectivamente. A 32°C as fêmeas atingiram a média de 27,5 ovos dia<sup>-1</sup>, enquanto essa média voltou a cair para 16,9 ovos dia<sup>-1</sup> quando os insetos foram submetidos a 35°C. Esses resultados demonstram que a praga mantém um desenvolvimento favorável na faixa entre 26°C e 32°C.

Na espécie *Trichoplusia ni*, também ocorre influência da temperatura nas características biológicas como, por exemplo, a redução do tempo de desenvolvimento (ovo-adulto) com o aumento da temperatura (TOBA et al., 1973). Embora alguns indivíduos atinjam a fase adulta mesmo em temperatura extrema (35°C), os mesmos ficam deformados (PALUMBO et al., 1999). Na faixa entre 26°C e 32,2°C, todos os indivíduos se desenvolvem normalmente, entretanto, os adultos dessa espécie têm a fecundidade e frequência de cópula reduzidas em temperatura em torno de 32°C. Outro aspecto biológico dessa espécie que pode ser influenciado negativamente pelo incremento da temperatura são as posturas da segunda geração da praga, que não eclodem quando são expostas a 32,2°C (LINCOLN et al., 1984).

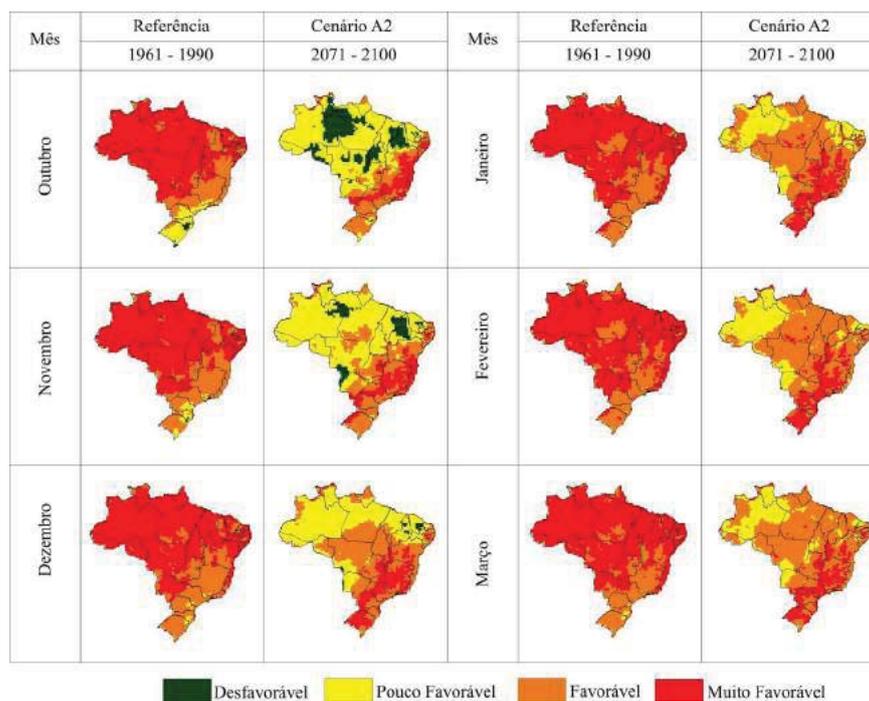
Isso pode explicar o porquê da espécie *Chrysodeixis includens* ser mais abundante entre os plusíneos nos plantios de soja em áreas do norte do Paraná até as regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil. As demais espécies de lepidópteros dessa subfamília são encontradas com maior facilidade apenas no Estado do Rio Grande do Sul, que apresenta temperaturas mais baixas em relação ao restante do País. Sendo assim, um efeito esperado caso ocorra a elevação da temperatura será a alteração da distribuição espacial de

*Chrysodeixis includens* que pode passar a ser importante na região Sul do País e talvez reduzir sua importância na região Central, podendo deslocar a ocorrência das demais espécies do grupo para regiões mais frias ao sul do continente. Entretanto, essa predição pode sofrer alterações, pois a ocorrência de diferentes fatores que interferem neste sistema o torna bastante complexo.

Considerando-se a favorabilidade climática ao desenvolvimento e reprodução de *Chrysodeixis includens* baseada na temperatura média mensal (Tabela 2), foram elaborados mapas de prognóstico de favorabilidade no período de referência de 1961 a 1990 e período futuro de 2071 a 2100, cenário A2, baseando-se nas projeções de modelos climáticos globais do Quarto Relatório do IPCC e nos meses de cultivo de soja no Brasil (outubro a março). Observa-se no período de 1961 a 1990 que o País apresenta-se com áreas predominantemente classificadas em “muito favorável” e “favorável” ao inseto, com exceção de partes da região Sul do País, nos meses de outubro e novembro, principalmente (Figura 2). Considerando as projeções de aumento da temperatura média no final do século 21, esta situação será bastante alterada, com diminuição da favorabilidade, em geral, para o País, resultando em predominância de áreas “pouco favoráveis” nos meses de outubro a dezembro e de “favorável” nos meses de janeiro a março. No entanto, considerando-se em particular as regiões Sul e Sudeste e os estados mais ao sul da região Nordeste, a favorabilidade irá aumentar no futuro, passando de áreas “favoráveis” para “muito favoráveis”. Isso se deve ao fato da elevação da temperatura no período de 2071 a 2100 nessas regiões ainda não atingir o limiar superior de temperatura prejudicial ao desenvolvimento da *Chrysodeixis includens*, definida nas faixas adotadas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Faixas de favorabilidade para o desenvolvimento e reprodução de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae).

Temperatura (°C)	Favorabilidade
≤ 17	Desfavorável
17 < T ≤ 20	Pouco favorável
20 < T ≤ 25	Favorável
25 < T ≤ 28	Muito favorável
28 < T ≤ 30	Favorável
30 < T ≤ 32	Pouco favorável
> 32	Desfavorável



**Figura 2.** Favorabilidade climática à ocorrência da *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) para o período de referência (1961-1990) e futuro (2071-2100), cenário A2, nos meses de outubro a março no Brasil.

### **Gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae)**

O gênero *Spodoptera* tem grande importância econômica por englobar várias espécies que causam danos a diferentes culturas. Cerca de 50% das espécies desse gênero constituem pragas agrícolas, apresentando alto grau de polifagia, alimentando-se de diferentes culturas de interesse econômico, como por exemplo, cereais e pastagens (POGUE, 2002), hortaliças (SILVA et al., 1968), eucalipto (SANTOS et al., 1980) e soja (BUENO et al., 2011), além de inúmeras plantas daninhas. A polifagia permite que essas pragas tenham sempre hospedeiros disponíveis para sua alimentação o que, em países tropicais (TEIXEIRA et al., 2001) como o Brasil, favorece a reprodução contínua desses noctuídeos, aumentando suas populações durante todo ano. Esse gênero constitui um grupo de pragas que pode ser beneficiado pela elevação da temperatura em razão da prévia adaptação aos trópicos. Porém, há algumas outras espécies de *Spodoptera* que ocorrem também em regiões temperadas, sendo este gênero representado por um total de 16 espécies na região Neotropical (TEIXEIRA et al., 2001) tornando as generalizações para todo o grupo mais difíceis e sujeitas a maiores probabilidades de erros.

### ***Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Caracterizada como praga polífaga, essa espécie é frequentemente encontrada alimentando-se de gramíneas, mas pode ocasionalmente ser encontrada também atacando as lavouras de soja, amendoim e girassol, entre outras. Isso ocorre principalmente quando a cultura do milho é circunvizinha a cultivos com outras plantas ou quando se trata de um cultivo de segunda-safra, onde as pragas migram das áreas cultivadas na primeira safra (BUENO et al., 2011).

Com relação aos possíveis efeitos da elevação da temperatura, é importante salientar que a temperatura de 25°C é a mais adequada ao desenvolvimento dessa espécie. No entanto, em temperaturas mais elevadas de até 32°C, todas as fases da *Spodoptera frugiperda* aceleram o desenvolvimento, o que pode aumentar o número de gerações da praga por ano (AFONSO et al., 2009; BUSATO et al., 2005), indicando que ela pode se beneficiar das alterações na temperatura. Entretanto, o impacto da elevação da temperatura na biologia dos insetos pode ser variável, pois mesmo a *Spodoptera frugiperda* tendo a capacidade de completar o ciclo nas temperaturas entre 18°C e 32°C e de encurtar o ciclo em temperaturas elevadas, em condições extremas de temperatura ocorre à redução na viabilidade dos insetos, com aumento da mortalidade nas diferentes fases do desenvolvimento (BUSATO et al., 2005). Além disso, salienta-se que em temperaturas extremas (15°C e 35°C) a atividade de cópula dos adultos é muito reduzida, com faixa ótima para atividade de cópula de *Spodoptera frugiperda* entre 20°C e 30°C (MILANO et al., 2008).

Em simulação de aquecimento térmico para o Estado do Rio Grande do Sul, Afonso et al. (2009) constataram que a elevação de 1°C, 3°C e 5,8°C pode acarretar no aumento de uma, 6 a 12 e 9 a 14 gerações a mais de *Spodoptera frugiperda* biótipo “arroz”, por ano, respectivamente. Para o biótipo “milho”, a elevação de 1°C, 3°C e 5,8°C pode aumentar 3 a 8, 6 a 10 e 8 a 13 gerações ao ano, respectivamente. Portanto, pode-se esperar que o aumento de temperatura até o máximo de 30°C irá beneficiar essa espécie fazendo até que a mesma ocorra em culturas ou áreas onde as baixas temperaturas eram efeito limitante para sua ocorrência antes desse aquecimento.

***Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae)**

Atualmente é crescente o registro do aparecimento da *Spodoptera cosmioides*, conhecida popularmente como lagarta-preta, com ocorrência em lavouras de soja, muitas vezes em infestações mistas com outras espécies do mesmo gênero. Essa espécie pode causar danos na fase vegetativa em decorrência da desfolha e, na fase reprodutiva, quando se alimenta de vagens e folhas das plantas de soja. *Spodoptera cosmioides* e *Spodoptera eridania* (Cramer) formam o principal grupo de pragas que atacam as vagens de soja (GAZZONI; YORINORI, 1995). Em condições de laboratório, a faixa térmica ideal para o desenvolvimento desse inseto é de 25°C a 28°C, o que permite a ocorrência de 9,6 a 11,7 gerações anuais da praga. De forma geral, como também observado para outras espécies de artrópodes, a duração dos estádios imaturos de *Spodoptera cosmioides* é inversamente proporcional ao aumento de temperatura e o período ovo-pupa pode variar de 26,1 (32°C) a 167,8 dias (14°C). O aumento da temperatura também pode afetar negativamente a sobrevivência das lagartas que pode ser bastante reduzida na temperatura de 32°C. No geral, a viabilidade de ovos é baixa e varia entre 42% (14°C) a 11,3% (32°C). Os valores de limiar térmico inferior para as fases de ovo, lagarta, pré-pupa, pupa e período ovo-adulto são 9,34°C; 11,65°C; 9,65°C; 11,08°C e 11,23°C, respectivamente (BAVARESCO et al., 2002).

***Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae)**

*Spodoptera eridania*, conhecida popularmente como lagarta-das-vagens, como as demais espécies do gênero, se destaca pela gama de hospedeiros na qual ocorre. Vários autores citam lagartas dessa espécie alimentando-se da folhagem de diferentes famílias de plantas de importância econômica (SCRIBER, 1981; SOO HOO; FRAENKEL, 1966). Na cultura da soja, *Spodoptera eridania* vem ga-

nhando importância, ocorrendo tanto no período vegetativo quanto no reprodutivo da cultura e, embora esteja ocorrendo em áreas de soja em praticamente todo o Brasil, é no Centro-Oeste que esta lagarta é reconhecida como praga-chave (BUENO et al., 2007).

Em condições de laboratório, acima de 31°C *Spodoptera eridania* se desenvolve insatisfatoriamente, não chegando à fase de pupa; com elevação de temperatura de 25°C a 31°C as fases larval (total) e pré-pupal são reduzidas (BORTOLOTTO et al., 2012). Quando os insetos são submetidos à temperatura de 34°C, o terceiro e quarto instar da praga são particularmente afetados, ocorrendo prolongamento da duração larval. Em relação às pupas, o aumento da temperatura reduz o peso do inseto, demonstrando que nessa fase a praga é prejudicada com temperaturas acima de 28°C. Na temperatura de 31°C ocorre a menor razão sexual de *Spodoptera eridania*, diferindo das temperaturas de 25°C e 28°C (BORTOLOTTO et al., 2012). Assim, verifica-se que as temperaturas entre 25°C e 28°C são mais favoráveis ao desenvolvimento da espécie. No entanto, a variação na razão sexual pode ocorrer não só pelas condições adversas das temperaturas extremas, mas também pela escassez de alimentos (LAUGÉ, 1985) e, portanto, a influência da temperatura sobre a planta hospedeira terá também uma grande influência indireta sobre o desenvolvimento dessa praga.

#### ***Chloridea virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae)**

É crescente a ocorrência de lagarta-das-maçãs, *Chloridea virescens*, em áreas de soja no Brasil. Esse inseto, praga de importância primária em algodão, ocorre em lavouras de soja como desfolhadora (nos estádios iniciais da planta), e destruidora de vagens (no estágio reprodutivo da planta) (SOSA-GOMEZ et al., 2010). Embora a importância econômica tenha crescido nas últimas safras, ainda há uma grande escassez de trabalhos básicos, como

o efeito da temperatura sobre a biologia dessa espécie. Apesar de se conhecer que o aumento da temperatura acelera a fase larval de *Chloridea virescens*, os resultados podem variar de acordo com a dieta alimentar da praga (SOUZA, 1981). Em dieta natural, a fase larval é prolongada somente quando os insetos são submetidos à temperatura de 20°C. A partir dessa temperatura, a duração (dias) da fase jovem não difere entre as temperaturas até o limite térmico superior de desenvolvimento (SOUZA, 1981). Entretanto, em dieta artificial, as maiores temperaturas ocasionaram redução da fase jovem da praga e, considerando o peso das lagartas, as mais pesadas ocorrem em temperatura de 20°C. Em relação ao peso médio de pupas, os maiores valores são obtidos a 20°C quando alimentadas em dieta artificial e 20°C e 25°C quando alimentadas com folha de algodoeiro (*Gossypum* sp.). Apesar dessas diferenças, a fecundidade das fêmeas é afetada somente na temperatura extrema de 35°C, quando as mariposas não ovipositam. A viabilidade de ovos é baixa em todas as temperaturas, ressaltando-se que nas temperaturas de 20°C e 25°C o número de lagartas eclodidas é superior ao observado a 30°C, na dieta artificial e natural. No geral, a longevidade de adultos também reduz de acordo com o aumento da temperatura. Esses resultados indicam que a faixa de temperatura mais apropriada para o desenvolvimento da praga é entre 20°C e 25°C. A constante térmica de *Chloridea virescens* é de 625,69 graus-dia (SOUZA, 1981).

Embora a praga tenha importância reconhecida em algodão, recentemente tem ocorrido na cultura da soja e a avaliação do impacto da elevação da temperatura neste contexto não pode ser considerada de forma isolada, pois os resultados poderão sofrer alterações pelas combinações dos fatores. Entretanto, de forma geral, salienta-se que as maiores temperaturas, até o limite de 30°C poderão favorecer o inseto, pois embora apresente menor viabilidade de ovos, os indivíduos selecionados irão completar o ciclo com maior

velocidade, visto que a fase de pupa, assim como a fecundidade da praga não são afetadas por essa temperatura. Assim, acredita-se que a praga poderá causar perdas de produtividade em diversas regiões sojicultoras, visto a sua capacidade de adaptação em diferentes temperaturas.

### ***Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)**

A espécie possui ampla distribuição geográfica no mundo, sendo, no Brasil, detectada na safra 2012/2013 se alimentando de culturas como soja, algodão e citros (BUENO et al., 2014; CZEPAK, 2013). Na cultura da soja, as lagartas se alimentam de brotos, cotilédones, folhas, hastes, porém tem preferência por estruturas reprodutivas, causando injúrias nos grãos semelhantes às lagartas de *Spodoptera*.

Esse lepidóptero apresenta melhor adaptação em temperaturas próximas às temperaturas ótimas (25°C a 30°C) (KUNJUN et al., 1993). O limiar mínimo estimado para o desenvolvimento de *Helicoverpa armigera* são próximos de 11-12°C, sendo necessário aproximadamente 475 graus-dias (ovo-adulto) (MIRONIDIS; SAVOPOULOU-SOULTANI, 2008). O menor limiar de desenvolvimento de 10,5°C foi estimado para os ovos, 11,3°C para as larvas e 13,8°C para as pupas de *Helicoverpa armigera* e a constante térmica de 51, 215,1 e 151,8 graus-dias, respectivamente (JALLOW; MATSUMURA, 2001). A UR afeta os estádios imaturos dessa praga (ovo e larva). Em geral, o desenvolvimento dos estádios imaturos é mais rápido quanto maior for a umidade. Quando a UR for 22,5%; 38%; 64%; 80% e 100%, a fase de larva pode durar 26; 24,08; 21,70; 20,83 e 19,38 dias, respectivamente. Em pupas e adultos não ocorre influência da UR (KUNJUN et al., 1993). Esses resultados indicam que locais com temperatura e umidade mais elevadas são favoráveis à maior pressão populacional dessa espécie de praga.

*Helicoverpa armigera* mantida por três gerações em diferentes temperaturas mostra uma adaptação a partir da primeira geração, uma vez que completa seu desenvolvimento ovo-adulto em várias temperaturas (constantes de 20; 22,5; 25; 27,5 e 30°C; flutuantes de 13,5-25°C e 18-32°C), exceto em condições extremas de 15°C e 35°C. Os indivíduos que completam seu desenvolvimento na primeira geração dão origem aos indivíduos da segunda e terceira geração, no entanto, apenas as temperaturas flutuantes e as constantes de 22,5, 25 e 27°C originam descendentes. Na terceira geração apenas as temperaturas constantes de 25 e 27,5°C e a temperatura flutuante de 13,5-25,5°C da segunda geração sobrevivem (ALVES, 2017). Os resultados mostram que um aumento de temperatura pode afetar negativamente o desenvolvimento dessa espécie, sugerindo uma redução em sua ocorrência em consequência das mudanças climáticas. Mas como o aumento da temperatura é gradativo e não abrupto, a aclimatação frente a uma nova faixa de temperatura pode favorecer a seleção dos indivíduos com consequente adaptação a temperaturas altas (ALVES, 2017).

#### ***Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae)**

Conhecida popularmente como traça-das-crucíferas, essa espécie é uma das principais pragas em lavouras de canola, e no sul do Brasil é reconhecida como inseto de maior importância para essa oleaginosa (DOMICIANO, et al., 1996). As lagartas recém-eclo-didas penetram na folha e se alimentam do parênquima foliar. A ocorrência dessa praga é geralmente maior na fase vegetativa da cultura e, geralmente, está correlacionada com períodos de maior estiagem (METCALF; FLINT, 1962). A faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento da traça-das-crucíferas é entre 30°C e 35°C (GOLIZADEH et al., 2007). O limiar mínimo estimado para o desenvolvimento da praga é de 7,06°C e 7,84°C e a partir de 35°C

as larvas recém-eclodidas não conseguem atingir o segundo instar (GOLIZADEH et al., 2007). A duração do ciclo de vida do inseto varia de acordo com a cultura hospedeira, porém, de maneira geral, correlaciona-se negativamente com a temperatura, indicando uma tendência à adaptação em regiões em que ocorrem temperaturas mais elevadas.

### ***Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae)**

A mosca-branca biótipo B, é um inseto sugador de hábito cosmopolita, que tem mais de 600 espécies de plantas como hospedeiras (BROWN et al., 1995; HAJI et al., 1998) pertencentes às famílias Fabaceae, Cucurbitaceae, Malvaceae, Solanaceae, entre outras (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994). A importância desse inseto é acentuada, pois quando o inseto está infectado, ele pode transmitir mais de 15 espécies de vírus patogênicos de plantas, induzindo diferentes desordens fisiológicas (BROWN, 1994), que prejudicam o desenvolvimento normal da cultura hospedeira e, conseqüentemente, trazem prejuízos econômicos ao agricultor.

A espécie *Bemisia tabaci* tem importância econômica crescente na soja, por ser transmissora do vírus da necrose-da-haste, que com a evolução dos sintomas, pode levar a planta à morte (MARUBAYASHI et al., 2010). A ocorrência da mosca-branca na soja, além de outras oleaginosas, é geralmente associada ao clima quente e seco. Isso ocorre porque a temperatura exerce grande influência sobre o desenvolvimento desse inseto. No geral, a faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento é de 26°C a 30°C. Ao contrário, as temperaturas extremas de 15°C ou 35°C são desfavoráveis ao desenvolvimento da praga em decorrência do reduzido índice de sobrevivência (ALBERGARIA; CIVIDANES, 2002; QIU et al., 2003). Apesar do efeito negativo das temperaturas extremas (15°C e 35°C), os resultados de pesquisas indicam que

a praga é mais tolerante às temperaturas elevadas (>32°C) do que quando comparado às temperaturas mais baixas (<17°C) (QIU et al., 2003), mostrando o potencial destrutivo desse inseto em um cenário futuro de aquecimento global.

### **Vaquinhas (Coleoptera: Chrysomelidae)**

As vaquinhas são pequenos besouros que na fase adulta medem cerca de 5 a 6 mm de comprimento e se alimentam de folhas e brotos das mais diferentes plantas cultivadas, com preferência pelas folhas mais tenras. O prejuízo causado por esses insetos pode ser motivado pela desfolha causada pelos adultos ou pelas larvas que vivem no solo e se alimentam das raízes das plantas (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). Existem várias espécies que constituem essa família sendo *Cerotoma arcuata* (Olivier) e *Diabrotica speciosa* (Germar) frequentemente encontradas atacando as oleaginosas.

### ***Cerotoma arcuata* (Olivier) (Coleoptera: Chrysomelidae)**

*Cerotoma arcuata* apresenta correlação negativa entre o incremento de temperatura (de 18°C a 32°C) e a duração (dias) das fases de desenvolvimento do inseto (ovo, larva-adulto e adulto-ovo). A faixa de temperatura ótima para a viabilidade das fases de desenvolvimento desse inseto varia entre 20°C e 30°C. Em temperaturas extremas de 18°C e 32°C, a viabilidade das larvas é afetada negativamente, indicando que essas temperaturas são desfavoráveis para o desenvolvimento da fase jovem da praga (NAVA; PARRA, 2003).

***Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae)**

Na faixa de 18°C a 32°C, observa-se que o aumento da temperatura é inversamente correlacionado ao período de duração ovo-adulto. Apesar da redução do período embrionário, a viabilidade dos ovos não é afetada pelo incremento na temperatura. Semelhante ao descrito anteriormente para a outra espécie de vaquinha (*Cerotoma arcuata*), a faixa de temperatura favorável para o desenvolvimento da fase larva-adulto do inseto é entre 20°C e 30°C, pois a viabilidade é reduzida nas temperaturas extremas (18°C e 32°C). As constantes térmicas da fase de ovo, período larva-adulto e período ovo-adulto foram 119,1; 355,9 e 474,9 graus-dia, respectivamente (MILANEZ; PARRA, 2000). Quando avaliado o modelo de constante térmica em campo, verificou-se que foram necessários 448,9 graus-dia para a praga completar o ciclo e os resultados demonstraram que, para estimar a emergência de adultos do solo, o acompanhamento da temperatura do solo é mais representativo do que a temperatura do ar (ÁVILA et al., 2002). Portanto, os resultados existentes indicam que a elevação da temperatura até o limite de 30°C é benéfica à ocorrência desses insetos (*Cerotoma arcuata* e *Diabrotica speciosa*), sendo que temperaturas acima deste limite superior podem ser desfavoráveis, em consequência do aumento de mortalidade da fase jovem.

**Tripes (Thysanoptera: Thripidae)**

Nas culturas da soja, amendoim e girassol, podem ocorrer algumas espécies de tripes que, em condições favoráveis ao seu desenvolvimento, podem causar sérios danos às culturas. A espécie *Frankiniella schultzei* (Trybom) junto à *Caliothrips brasiliensis* (Morgan) podem ser frequentemente encontradas em lavouras de soja. Os tripes, de forma geral, ocorrem com maior frequência em épocas de estiagem e em períodos de temperaturas

mais elevadas. Em amendoim, a espécie mais daninha para a cultura é a *Enneothrips flavens* (Moulton) (GALLO et al., 2002), entretanto, também podem ocorrer infestações da espécie *Frankiniella occidentalis* (Pergande) (LOWRY et al., 1992). Essa espécie é altamente polífaga e apresenta mais de 244 espécies de plantas como hospedeiros potenciais, divididos em 62 famílias (GONZÁLES, 1999). Para a espécie *Frankiniella occidentalis*, verificou-se em cultivo de morango (*Fragraria x ananassa* Duchesne) que dentro da faixa de temperatura de 16°C a 31°C o desenvolvimento do inseto (ovo-adulto) é mais rápido quanto maior for a temperatura (NONDILLO et al., 2008; SANTANA, 2009). De forma geral, considerando-se os aspectos biológicos da praga, a faixa ótima para o desenvolvimento varia entre 25°C e 28°C. A temperatura base e a constante térmica para o ciclo biológico (ovo-adulto) são de 9,88°C e 211,86 graus-dia, respectivamente. Em temperatura média de 17,19°C a 20,27°C a praga pode apresentar entre 12,6 e 17,9 gerações por ano, respectivamente (NONDILLO et al., 2008). Quando consideradas as temperaturas oscilantes de 1°C a 11°C, 18°C a 24°C, 21°C a 27°C e 26°C a 30°C ocorre menor índice de mortalidade de *Frankiniella occidentalis* nas temperaturas mais elevadas (SANTANA, 2009), indicando que a praga apresenta melhor adaptação nessas condições. Porém, ressalta-se que esses resultados podem variar de acordo com a planta hospedeira e região. Em amendoim, o inseto requer 253,9 graus-dia para completar o ciclo (ovo-adulto) (LOWRY et al., 1992), ou seja, sobre este hospedeiro o tempo de calor requerido, em relação ao que foi verificado em morango, é maior. Com essas informações, é possível estimar o número de gerações da praga de cada região produtora, porém deve-se considerar também a planta hospedeira no qual a praga vem ocorrendo. De forma geral, acredita-se que nas regiões com temperaturas mais elevadas é provável que ocorram maiores infestações do inseto, podendo causar sérios problemas nas culturas de soja e amendoim.

## Ácaros

Os ácaros são pequenos artrópodes (menores que 1 mm) que se alimentam do tecido vegetal das plantas cultivadas, prejudicando seu desenvolvimento, causando clorose e morte do tecido atacado (SOSA-GÓMEZ et al., 2010). São pragas polífagas e muito comuns entre as oleaginosas. A ocorrência de diversas espécies desses artrópodes vem aumentando na agricultura brasileira nos últimos anos.

### *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae)

Em áreas de soja, vêm sendo constantemente encontrados ácaros tetraniquídeos sobre as folhas das plantas. Geralmente, a ocorrência da praga é favorecida por períodos de maior temperatura (20°C a 30°C) (BERTOLLO, 2007; NAHER et al., 2008; PRASLICKA; HUSZÁR, 2004) e clima seco (CHINNIAH, 2009). A temperatura base da fase de ovo, jovem e ovo-adulto é de 11,2°C, 10,9°C e 11°C, respectivamente. A viabilidade de ovos da praga é desfavorecida em temperaturas muito baixas ( $\leq 15^\circ\text{C}$ ), ao passo que esta característica é favorecida com o acréscimo de temperatura (entre 20°C e 30°C) (BERTOLLO, 2007; PRASLICKA; HUSZÁR, 2004). O aumento da temperatura pode favorecer o estabelecimento de colônias de *Tetranychus urticae* nos diferentes agroecossistemas, pois quanto maior a temperatura (15°C a 30°C) maior é a taxa de sobrevivência dos ácaros imaturos não-acasalados desta espécie (BERTOLLO, 2007). As temperaturas mais elevadas favorecem também a fecundidade dessa praga, que alcança o pico na faixa entre 25°C e 30°C (BOUNFOUR; TANIGOSHI, 2001; NAHER et al., 2008). Ademais, temperaturas mais elevadas também favorecem a viabilidade dos ovos e a viabilidade máxima é alcançada na temperatura de 30°C. Entretanto, em temperaturas ainda maiores (35°C), a viabilidade é re-

duzida, desfavorecendo a sobrevivência da praga (PRASLICKA; HUSZÁR, 2004).

Apesar desse desfavorecimento em temperaturas extremas (35°C), essa espécie de ácaro está entre as pragas mais tolerantes ao efeito da elevação da temperatura que atacam as oleaginosas, na atualidade, discutidas nesse capítulo. Nesse contexto, o acréscimo de apenas 1°C na temperatura pode aumentar a população de ácaros em 1,184%, enquanto o acréscimo de 1% na UR pode reduzir sua população em 0,218% e 1 mm chuva corresponderá a uma redução populacional de 0,195% de ácaro (CHINNIAH et al., 2009). Assim, é possível concluir que o ácaro *Tetranychus urticae* poderá ser muito favorecido em caso de temperaturas mais elevadas e clima mais seco, podendo causar sérios danos às culturas das oleaginosas nas regiões mais quentes do País, principalmente quando associadas a épocas de estiagem.

#### ***Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae)**

O ácaro-branco é uma praga de ocorrência frequente em vários locais das regiões tropicais e subtropicais se adaptando facilmente às mais diferentes condições ambientais por causa de seu amplo espectro de plantas hospedeiras (> 60 famílias). Esse artrópode apresenta uma grande relação com a temperatura e UR. Quando ocorre UR < 30%, a faixa ótima para o desenvolvimento da praga é entre 25°C e 30°C, enquanto quando 30% < UR < 80%, a faixa ótima está entre 20°C e 25°C. Quando a UR oscila entre 80% e 90%, a temperatura ótima apresenta-se entre 15°C e 20°C. As maiores temperaturas (30°C) associadas à baixa UR acarretam a mortalidade de *Polyphagotarsonemus latus*, principalmente nas fases de ninfa e adulto. A constante térmica nas condições de 25°C e 90% de UR é de 18,49 graus-dia (JONES; BROWN, 1983).

O incremento de temperatura (na faixa entre 18°C e 28°C) acelera os estádios imaturos da praga, porém em temperaturas de 32°C ocorre um leve retardamento no estágio de ovo. Todos os estádios imaturos da praga são atrasados na temperatura de 15°C (FERREIRA et al., 2006). O limiar térmico inferior da praga em videiras é de 11,23°C; 9,45°C; 12,19°C e 9,71°C, respectivamente, para as fases de ovo, larva, pupa e período de ovo-adulto e a constante térmica apresentou valores de 28,51; 14,59; 8,33 e 62,73 graus-dia. Embora a 32°C acelere as diferentes fases do inseto, a temperatura ótima é de 25°C, situação em que a praga apresenta a maior longevidade, com maior número de gerações na temperatura média de 27,7°C e UR de 59,5%.

Sendo assim, à luz do conhecimento atual e, principalmente, simplificando bastante as interações complexas possíveis em um cenário futuro frente à elevação da temperatura, é possível prever os problemas com ácaros fitófagos, pois estes podem ter sua população muito aumentada. Entre as espécies mais adaptadas ao clima quente seco está o *Tetranychus urticae*, mais favorecida que *Polyphagotarsonemus latus* em temperaturas elevadas.

#### **Complexo de percevejos das vagens (Hemiptera: Pentatomidae)**

A cultura da soja é atacada por várias espécies de artrópodes sugadores pertencentes à ordem Hemiptera. Entre eles, o complexo de percevejos que atacam as sementes está entre o grupo de pragas-chave da cultura (TECNOLOGIAS..., 2011). Entre as principais espécies de percevejos que atacam a soja no Brasil estão: *Nezara viridula* (Linnaeus), *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (PANIZZI et al., 2000). Grandes variações na distribuição e abundância dessas espécies têm sido observadas nas diferentes regiões produtoras dessa oleaginosa

no País. Nesse sentido, a espécie *Nezara viridula* tem ocorrido frequentemente e em maiores níveis populacionais na região Sul do Brasil. Diferentemente, *Euschistus heros* tem sido mais frequente e abundante nas regiões produtoras de soja que têm clima mais quente desde o norte e o oeste do Estado do Paraná até o Brasil Central e norte do País. Sobrepondo na zona de ocorrência dessas duas espécies, *Piezodorus guildinii* é abundante numa grande extensão territorial que vai desde os estados mais frios, como o Rio Grande do Sul, até regiões mais quentes como o Estado do Piauí (CORREIA, 1982; GALILEO et al., 1977; GAZZONI et al., 1988; PANIZZI; SLANSKY JUNIOR, 1985). Aparentemente, as diferenças climáticas nessas regiões produtoras parecem ser responsáveis por boa parte das variações observadas entre as populações das referidas espécies (CIVIDANES, 1992) e por isso espera-se que a elevação da temperatura tenha impacto significativo sobre a distribuição e ocorrência desses artrópodes nas culturas de oleaginosas em todo o mundo.

#### ***Nezara viridula* (Linnaeus) (Hemiptera: Pentatomidae)**

O percevejo-verde, *Nezara viridula*, é cosmopolita, ocorrendo nas regiões tropicais e subtropicais das Américas, Austrália, Ásia, África e Europa, produzindo de cinco a seis gerações por ano (PANIZZI et al., 2000). Ele é encontrado praticamente em todas as regiões onde a soja é cultivada no mundo (JACKAI et al., 1990b). No Brasil, sua ocorrência tem sido observada principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (PANIZZI; CORRÊA-FERREIRA, 1997; PANIZZI; SLANSKY, 1985). Como os demais artrópodes de importância agrônômica discutidos nesse capítulo, esse inseto também sofre alterações nas características biológicas em consequência da elevação da temperatura. Em regiões mais frias, onde baixas temperaturas são fator abiótico limitante para o

desenvolvimento desse inseto, é possível esperar que a elevação da temperatura favoreça a sua ocorrência, sendo que o efeito contrário deve ser esperado em regiões mais quentes. Assim, como para as demais espécies de artrópodes de interesse agrônomo, o que deve ser observado com o aquecimento global é a alteração geográfica da área de ocorrência dessa espécie. No Japão, os dados dos últimos 45 anos indicam que as condições climáticas se tornaram mais favoráveis para a sobrevivência de *Nezara viridula* com deslocamento da amplitude de distribuição de *Nezara viridula* de 85 km para o norte, em razão dos invernos mais amenos, que favoreceram a sobrevivência da espécie e a ocupação da área (TOUGOU et al., 2009).

Entretanto, a elevação da temperatura pode favorecer a ocorrência de surtos dessa praga até o limite térmico superior dos insetos, visto que em altas temperaturas (27/37°C) *Nezara viridula* tem menor sobrevivência ninfal e redução da reprodução quando comparados a insetos mantidos em temperaturas mais baixas (10/20°C e 20/30°C) (VELASCO; WALTER, 1993). Assim, o efeito do aquecimento global, que pode favorecer a ocorrência de *Nezara viridula* no Japão, pode desfavorecer a ocorrência deste inseto no Brasil, que é um país de clima mais quente. Inclusive, no Brasil a distribuição geográfica dessa espécie está mais concentrada nos estados do sul do País, onde as temperaturas médias são menores (VIVAN; PANIZZI, 2006). Considerando que a temperatura ótima para a sobrevivência e o desenvolvimento dessa espécie de percevejo é de 25°C (ALL; EWIESS, 1977), conclui-se que a biologia dessa espécie pode sofrer impacto negativo com a elevação em alguns graus das normais térmicas das regiões produtoras de soja no Brasil. Entretanto, deve considerar-se que isso pode variar de acordo com o tipo genético da espécie. No Brasil existem basicamente três tipos genéticos de *Nezara viridula*: tipo G (f. *smaragdula*), tipo O (f. *torquata*) e tipo Y (f. *aurantiaca*) (VIVAN; PANIZZI, 2005). No geral, o índice de

mortalidade das ninfas reduz conforme aumenta a temperatura (na faixa entre 15°C e 30°C), independente do tipo genético de *Nezara viridula*, assim como acelera o estágio ninfal (CIVIDANES; PARRA, 1994a; VIVAN; PANIZZI, 2005).

Além da influência do aquecimento global sobre a praga, é importante também tentar prever o impacto das possíveis combinações dessa variável com outros fatores abióticos, como a fotofase, por exemplo, que afeta a fecundidade de *Nezara viridula* diferentemente nos tipos genéticos existentes. O tipo O é o único que oviposita na combinação temperatura/fotofase 15°C 10 hL<sup>-1</sup>, demonstrando ser mais adaptado às condições de frio. Na combinação 22°C 12 hL<sup>-1</sup> ocorre o pico de ovos por fêmea para os três tipos genéticos, porém, enquanto os tipos O e G ovipositam 114,7 e 147,7 ovos por fêmea, o tipo Y apresenta fecundidade muito inferior, com uma média de apenas 34,5 ovos por fêmea. Na combinação de 29°C 14 hL<sup>-1</sup>, a fêmea tipo Y não oviposita, demonstrando ser inapta a essa condição, assim como verificado na combinação 15°C 10 hL<sup>-1</sup>. A fecundidade das fêmeas dos tipos genéticos O e G não difere entre si na combinação 29°C 14 hL<sup>-1</sup>, e para ambos os tipos genéticos o número de ovos é inferior à combinação 22°C/12 hL<sup>-1</sup>. O fato da espécie *Nezara viridula* do tipo genético O ser o único que tem capacidade de se reproduzir na combinação 15°C 10 hL<sup>-1</sup> justifica o fato de ser o mais encontrado na região Sul do Brasil, onde as temperaturas são mais baixas (VIVAN; PANIZZI, 2005).

Em outro estudo, conduzido em laboratório, Cividanes e Parra (1994b) verificaram que o aumento de temperatura na faixa entre 20°C e 30°C reduz o período de incubação dos ovos de *Nezara viridula*. O período de pré-oviposição e a viabilidade dos ovos não são afetados pela temperatura, entretanto, a viabilidade ninfal da praga é afetada negativamente no extremo térmico superior (30°C). Efeito negativo das temperaturas mais elevadas também ocorre na fecundidade das fêmeas, que apresentaram pico máximo

de oviposição na temperatura de 20°C, enquanto nas faixas de 28°C e 30°C os insetos não realizam posturas. Esses resultados demonstram que as temperaturas mais elevadas desfavorecem os aspectos biológicos da praga, de forma que tenham maior probabilidade de sucesso em regiões mais frias.

É importante destacar que cada espécie de artrópode pode responder diferentemente aos impactos do aquecimento global. Por exemplo, outra espécie do gênero *Nezara*, a espécie *Nezara antenatta*, apresenta comportamento diferente do *Nezara viridula*. *Nezara antenatta* está se deslocando das regiões mais quentes no Japão em direção a habitats com maior altitude, em busca de temperaturas mais amenas (TOUGOU et al., 2009). Além disso, as variabilidades genéticas dentro de uma mesma espécie também podem responder diferentemente à temperatura, o que torna importante ter conhecimento destas informações, para que uma previsão de ocorrência da praga em lavouras de diferentes regiões possa ser realizada de forma segura.

#### ***Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae)**

Outra espécie de percevejo de grande importância na soja é o percevejo-marrom, *Euschistus heros*. Essa espécie é nativa da região Neotropical, ocorrendo na América do Sul e no Panamá (ROLSTON, 1968). Esta praga era relativamente rara na década de 1970, mas atualmente deixou de ser praga-secundária e passou a assumir a posição de praga-chave da soja, sendo considerada uma das principais e mais abundantes pragas da cultura no Brasil, notadamente nas regiões mais quentes, do norte do Estado do Paraná ao Centro-Oeste brasileiro (CIVIDANES; PARRA, 1994a; PANIZZI; SLANSKY, 1985).

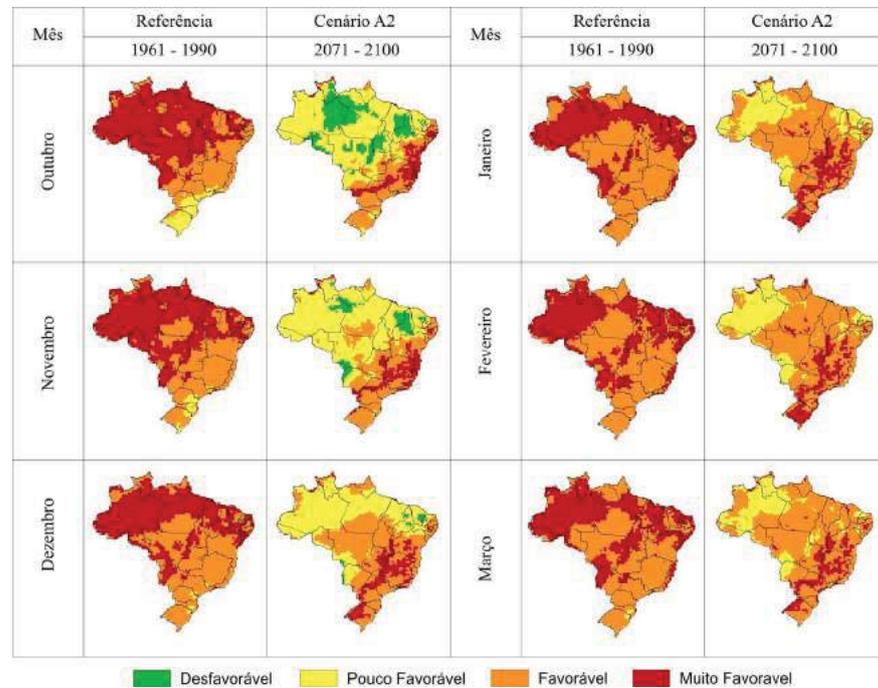
A mudança de “status” da praga é atribuída a diversos fatores, sendo o aumento das temperaturas médias globais nas regiões produtoras da soja considerado como um dos mais importantes. A elevação da temperatura pode afetar o tempo de desenvolvimento do inseto, influenciando diretamente o número de gerações que ocorrem em função da diminuição da duração da fase ninfal dessa espécie de percevejo, existindo uma aceleração de desenvolvimento maior na faixa de temperatura de 20°C a 26°C do que entre 26°C a 30°C. Em relação à fecundidade, os maiores valores acontecem na faixa de temperatura que varia de 26°C a 28°C, com ocorrência de baixa fecundidade quando as fêmeas são mantidas a 20°C (CIVIDANES, 1992). Contudo, a viabilidade da fase ninfal não é afetada entre as temperaturas de 20°C a 30°C (CIVIDANES; PARRA, 1994a). Os valores da constante térmica e do limite térmico inferior de desenvolvimento são conhecidos para ovo, ninfa e adulto, sendo de 66,1 graus-dias e 13,6°C, 261,8 graus-dia e 14,4°C e 327,8 graus-dia e 14,2°C, respectivamente (CIVIDANES, 1992). Dessa forma, é possível prever que a adaptação dessa espécie de percevejo ocorra principalmente em regiões com temperaturas mais elevadas. Consequentemente, conclui-se que essa espécie pode se adaptar facilmente aos efeitos da elevação da temperatura, o que pode auxiliar a explicar as altas populações presentes nos plantios de soja atualmente.

Empregando-se faixas de favorabilidade climática ao desenvolvimento e reprodução de *Euschistus heros* baseada na temperatura média mensal (Tabela 3), foram elaborados mapas de prognóstico de favorabilidade no período de referência de 1961 a 1990 e período futuro de 2071 a 2100, cenário A2, baseando-se nas projeções de modelos climáticos globais do Quarto Relatório do IPCC e durante os meses de cultivo de soja no Brasil (outubro a março). No período de 1961 a 1990, o Brasil apresenta-se com condições climáticas consideradas “favoráveis” ou “muito favoráveis”, com ex-

ceção de áreas “pouco favoráveis” na região Sul, nos meses de outubro e novembro (Figura 3). No período de 2071 a 2100, considerando as projeções de aumento da temperatura, essa situação será bastante alterada, com predominância no País, em geral, de áreas “favoráveis” nos meses de janeiro a março e de “pouco favoráveis” nos meses de outubro a dezembro, nas regiões Sul e Sudeste, nos estados mais ao sul da região Nordeste e parte do Centro-Oeste. No entanto, a análise realizada indica aumento da favorabilidade no futuro, passando de áreas “pouco favoráveis” e “favoráveis” para “muito favoráveis”. Isso se deve ao fato de a elevação da temperatura no período de 2071 a 2100 nessas regiões ainda não atingir o limiar superior de temperatura prejudicial ao desenvolvimento do inseto, definido nas faixas adotadas (Tabela 3).

**Tabela 3.** Faixas de favorabilidade para o desenvolvimento e reprodução de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae).

Temperatura (°C)	Favorabilidade
< 14	Desfavorável
$14 \leq T < 20$	Pouco favorável
$20 \leq T < 26$	Favorável
$26 \leq T \leq 28$	Muito favorável
$28 < T < 30$	Favorável
$30 \leq T < 32$	Pouco favorável
$\geq 32$	Desfavorável



**Figura 3.** Favorabilidade climática à ocorrência de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) para o período de referência (1961-1990) e futuro (2071-2100), cenário A2, nos meses de outubro a março no Brasil.

### *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae)

Além do *Euschistus heros*, o percevejo-verde-pequeno *Piezodorus guildinii* também é uma espécie muito bem adaptada às regiões mais quentes. *Piezodorus guildinii*, conhecido como percevejo-verde-pequeno, é encontrado desde o sul dos Estados Unidos até a Argentina, na América do Sul. No Uruguai, é a praga mais abundante e de maior importância econômica nas lavouras de soja (ZERBINO, 2007, 2009, 2010; ZERBINO et al., 2010). No Brasil, esse percevejo era raramente encontrado na década de 1970, porém, subsequentemente tornou-se mais comum, e atualmente ocorre em praticamente todo território nacional, sendo encontrado desde o Rio Grande do Sul até o Estado do Piauí.

O período de incubação de ovos, assim como o ciclo de vida de *Piezodorus guildinii* são reduzidos com a elevação da temperatura de 20°C para 30°C, sendo que a viabilidade de ovos e ninfas não é comprometida (CIVIDANES; PARRA, 1994b). Ainda de acordo com o estudo de Cividanés e Parra (1994b), a longevidade dos adultos pode variar de acordo com o sexo. Os machos apresentaram maior longevidade a 20°C, e a menor, a 28°C. Para a longevidade de fêmeas, não se observou diferença entre as temperaturas. A temperatura ótima para a fecundidade da praga ocorre em 26°C, ressaltando-se que a 20°C, 22°C, 28°C e 30°C não ocorrem diferenças para este parâmetro biológico. Esse resultado pode justificar a ocorrência de *Piezodorus guildinii* em regiões mais frias, ao sul do Brasil. Também a 26°C ocorre a maior proporção de fêmeas que ovipositam (96%). Nos extremos de 20°C e 30°C, esse número é de apenas 24% e 52%, respectivamente. Embora seja reduzido em ambas as temperaturas, observa-se que no extremo superior ocorre maior quantidade de fêmeas que ovipositam, embora isso não se reflita em maior fecundidade da praga. A viabilidade de ovos de *Piezodorus guildinii* foi reduzida à medida em que as fêmeas envelhecem; na temperatura de 20°C, a redução foi drástica se comparada às demais temperaturas. Também não há diferença entre os limites térmicos inferiores das fases de ovo, ninfa e ciclo biológico (ovo-adulto), indicando que o inseto apresenta a mesma sensibilidade em relação às baixas temperaturas.

No Estado do Acre, onde as temperaturas médias no verão variam de 25°C a 29°C, os percevejos sugadores de sementes mais abundantes são *Euschistus heros* e *Piezodorus guildinii* (THOMAZINI, 2001), reforçando a idéia que estas espécies são as mais adaptadas a temperaturas mais elevadas dentre o complexo de espécies de percevejos pragas da soja no Brasil. Aparentemente, *Piezodorus guildinii* é a espécie de percevejo menos afetada pelas alterações de temperatura, visto que é bem adaptada ao clima de regiões quentes e frias do Brasil.

## Outras espécies de percevejos

### *Edessa mediotabunda* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae)

Dentro da família Pentatomidae, o gênero *Edessa* destaca-se por apresentar o maior número de espécies (SILVA et al., 2006). Dentre essas, *Edessa mediotabunda* é uma das principais, podendo ser encontrada nas culturas de soja e girassol, onde pode provocar retenção foliar, deformações e diminuição do tamanho das sementes, redução do teor de óleo e do poder germinativo das sementes e, conseqüentemente, da produtividade da lavoura (GALLO et al., 2002; LOURENÇÃO et al., 1999; VERNETTI, 1983). Esse pentatomídeo Neotropical é considerado praga de várias espécies de solanáceas e de leguminosas, sendo a soja a sua hospedeira de maior importância econômica (PANIZZI et al., 2000). Na Argentina, é considerada uma praga importante dessa cultura (RIZZO, 1972), ocorrendo de duas a três gerações por ano (RIZZO, 1971). No Brasil, na década de 70, era a segunda espécie mais abundante, particularmente, no início do período reprodutivo da soja em algumas áreas do Rio Grande do Sul (GALILEO et al., 1977).

A alteração dos fatores abióticos pode impactar os parâmetros biológicos de *Edessa mediotabunda* e, dentre esses, a temperatura certamente é o que mais causa alterações no desenvolvimento. A temperatura de 15°C não é favorável ao desenvolvimento das ninfas, que vivem no máximo até o segundo instar sob esta condição. Todavia, o aumento da temperatura reduz a duração média do período de incubação dos ovos, o que pode favorecer a ocorrência do inseto. Entretanto, a temperatura de 30°C causa efeitos negativos ao percevejo, ocorrendo baixa longevidade e baixa taxa de sobrevivência do período ninfal, além de não ocorrer oviposição. Portanto, é provável que essa temperatura esteja próxima do limite térmico superior de desenvolvimento dessa espécie. Em 25°C a fecundidade média e o número médio de posturas por fêmea é

menor em relação à temperatura de 20°C, porém a temperatura de 25°C proporciona maior potencial de crescimento populacional. Portanto, de forma geral, a temperatura de 15°C é letal para a fase jovem de *Edessa mediatubunda* e a temperatura de 30°C impossibilita a reprodução, enquanto a temperatura de 25°C é a melhor para o desenvolvimento e reprodução da espécie. Conclui-se, portanto, que essa espécie não é muito adaptada à elevação de temperatura e pode ser severamente desfavorecida por essas alterações do clima.

#### ***Dichelops melacanthus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae)**

Os percevejos do gênero *Dichelops* são exclusivamente Neotropicais e estão distribuídos por diversos países da América do Sul. Nesse gênero, a espécie *Dichelops melacanthus* é uma espécie frequentemente observada no Brasil. Essa espécie é muito semelhante e fácil de confundir com *Dichelops furcatus* (Fabricius) (GRAZIA, 1978), que tem sido observada em regiões brasileiras produtoras de soja desde a década de 1970 (PANIZZI et al., 1977) e *Dichelops phoenix* (Grazia), que tem poucos registros no Brasil (GRAZIA, 1978).

Conhecido como percevejo barriga-verde, *Dichelops melacanthus* ocorre em culturas de verão, como por exemplo, a soja. Porém, existem relatos, cada vez mais frequentes, da presença desse percevejo também em culturas de inverno. A temperatura, como na maioria dos insetos, é de fundamental importância para o desenvolvimento dessa praga. Apesar da importância, ainda existem poucos estudos que objetivam avaliar a influência de tal fator na espécie.

As ninfas de *Dichelops melacanthus*, quando submetidas ao desenvolvimento em temperaturas de 15°C e 20°C, não completam o segundo instar ninfal, apresentando 100% e 96,7% de mortalidade,

respectivamente. Em 25°C a mortalidade de *Dichelops melacanthus* cai para 56%, sendo mais baixa que nas demais temperaturas. O tempo de desenvolvimento de fêmeas e machos também é melhor em 25°C (CHOCOROSQUI; PANIZZI, 2002). Assim, são necessários mais estudos sobre o assunto para se compreender e poder estimar os efeitos da elevação da temperatura sobre as características biológicas da espécie.

#### ***Chinavia* (Oran) (Hemiptera: Pentatomidae)**

O gênero *Chinavia* era tratado como subgênero de *Acrosternum* até pouco tempo atrás. Esse gênero reúne espécies bastante comuns com distribuição nas regiões Afrotropical, Neártica e Neotropical (SCHWERTNER; GRAZIA, 2006). Esses percevejos são pragas de importância secundária na cultura da soja no Brasil e por isso há uma grande escassez de estudos concernentes ao impacto da temperatura sobre a biologia desse inseto. No entanto, com base no impacto que a alteração da temperatura causa nas diferentes espécies de percevejos, é possível afirmar que também atue sobre a biologia dos insetos desse gênero. Ao considerar o incremento na temperatura de 25°C para 30°C observa-se que ocorre ligeira redução no período de desenvolvimento da praga, acompanhada, porém de maior índice de mortalidade, assim como redução na viabilidade dos ovos. Essas alterações sugerem que os efeitos da elevação da temperatura podem ser prejudiciais ao desenvolvimento dessa espécie, mas, em geral, ainda há uma carência muito grande de estudos nessa linha para que uma previsão mais precisa possa ser realizada.

***Thyanta perditor* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae)**

*Thyanta perditor* é um percevejo de importância secundária, que pode ser encontrado nas Américas, desde alguns estados dos Estados Unidos, América Central e América do Sul (PANIZZI et al., 2000). Esse inseto é encontrado frequentemente em diversas culturas, dentre elas as oleaginosas soja e girassol (MALAGUIDO; PANIZZI, 1998; PANIZZI et al., 2000; WALDBAUER, 1977). O dano na soja causa enrugamento da casca da vagem e amarelecimento dos cotilédones da planta (WALDBAUER, 1977). Entretanto, para que o inseto cause danos à cultura, é necessário que se desenvolva inicialmente sobre gramíneas hospedeiras, pois quando esses insetos têm apenas soja disponível para alimentação, geralmente não atingem a fase adulta (PANIZZI; HERZOG, 1984). Desse modo, os danos que podem ser ocasionados na cultura provavelmente serão menores em razão do menor potencial daninho das ninfas desses percevejos.

A temperatura de aproximadamente 26°C reduz a duração da fase de ovo assim como a longevidade dos adultos, em contrapartida, é favorável para os aspectos biológicos de fecundidade e taxa de oviposição diária, que foram superiores em relação aos valores obtidos na temperatura de 21,36°C (AMARAL FILHO et al., 1992). Esses resultados indicam que em locais com temperaturas mais elevadas, *Thyanta perditor* tem maior potencial para causar danos aos cultivos do que em regiões frias, porém, faltam estudos para estabelecer qual o limite superior que não afeta a biologia desse inseto-praga.

### ***Nysius natalensis* Evans (Hemiptera: Orsillidae)**

*Nysius* é um gênero cosmopolita, do qual muitas espécies são pragas importantes para agricultura e horticultura (HE et al., 2003). *Nysius natalensis*, *Nysius binotatus* (Germar), *Nysius pallidus* Evans and, *Nysius stali* são os mais abundantes (SLATER, 1964). A presença de *Nysius natalensis* na cultura de girassol pode reduzir o rendimento dos grãos, o teor de óleo e a germinação de sementes.

O surto dessa praga ocorre geralmente no final do verão, sendo a temperatura um fator de grande influência. Parâmetros como a longevidade da espécie são inversamente proporcionais ao aumento da temperatura. Em relação à oviposição, a temperatura ótima varia entre 26°C e 28°C, enquanto abaixo de 15°C não ocorre oviposição. A faixa ótima de temperatura para o desenvolvimento como um todo varia entre 26°C e 36°C. De maneira geral, a espécie requer temperaturas acima do limiar mínimo de 14°C (fase de ovo), 13,97°C (fase de ninfa) e 15,2°C (fase de ovo), 14,8°C (fase adulta) para completar os diferentes estágios de desenvolvimento desse inseto.

### **Outros insetos**

#### ***Astylus variegatus* (Germar) (Coleoptera: Dasytidae)**

Em campo a ocorrência de *Astylus variegatus* está geralmente associada à oferta de alimento (pólen) e elevadas temperaturas. Na faixa de 19°C a 27°C, as temperaturas máximas sempre favorecem o incremento populacional dessa espécie (MATIOLI; FIGUEIRA, 1988). Porém, apesar de aparentemente beneficiado pelo aquecimento global, até o momento, há poucos relatos da ocorrência de adultos causando danos à cultura da soja. Sendo assim, exceto se o efeito do aumento da temperatura também alterar seu hábito

alimentar, não se espera que esse inseto venha a se tornar praga de oleaginosas, de forma que exija alterações no manejo integrado de pragas para seu controle nessa cultura.

### ***Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) (Hemiptera: Aphididae)**

O pulgão ceroso, *Brevicoryne brassicae*, se distribui nas regiões temperadas e subtropicais do mundo, causando danos em muitas espécies de brássicas (ELLIS; SINGH, 1993). De acordo com Turnock (1990), *Brevicoryne brassicae* é a principal praga das crucíferas do noroeste dos EUA. No Brasil, é considerado como uma das pragas mais prejudiciais em hortaliças (LONGHINI; BUSOLI, 1993). O dano causado se dá através da sucção de seiva nas folhas, brotos e inflorescências, podendo causar prejuízos, porém, os danos provocados são pequenos quando o ataque ocorre em fase adiantada do enchimento de grãos, após o completo desenvolvimento das siliquas (INSECTES..., 1985; THOMAS, 1984). Do mesmo modo que ocorre em outros grupos de insetos, o desenvolvimento dos pulgões depende da temperatura (CAMPBELL et al., 1974; RO et al., 1998). Dois parâmetros estão relacionados com o efeito da temperatura sobre esses organismos: os limites térmicos superior e inferior de desenvolvimento (CIVIDANES, 2003).

O limite térmico inferior de desenvolvimento de ninfa a adulto de *Brevicoryne brassicae* é de 4,5°C (CIVIDANES, 2003). Segundo o mesmo autor, o limite térmico superior situa-se entre as temperaturas de 27°C a 30°C, o que passa a ser desfavorável. A duração da fase ninfal é reduzida nas temperaturas de 15°C a 25°C, tendendo a estabilizar-se a partir de 25°C.

***Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)**

O pulgão-verde, *Myzus persicae*, tem distribuição mundial, podendo causar danos em inúmeras culturas, além de transmitir viroses às plantas (MINKS; HARREWIJN, 1987). No Brasil, essa espécie é indicada como uma das pragas-chave nos cultivos da couve e da batata, havendo registros dessa praga em lavouras de colza.

A duração do tempo de desenvolvimento dos diferentes instares de *Myzus persicae* é menor na faixa de 15°C a 20°C, mostrando-se constante entre 20°C a 25°C, sendo as temperaturas entre 23°C e 25°C as que proporcionaram as melhores condições térmicas para o crescimento populacional da praga. O limite térmico inferior de desenvolvimento é de 2,2°C (CIVIDANES; SOUZA, 2003). A temperatura de 30°C é totalmente desfavorável ao desenvolvimento de *Myzus persicae*, com 100% de mortalidade de ninfas, o que sugere que o limite térmico superior de desenvolvimento do pulgão encontra-se abaixo desta temperatura (CIVIDANES; SOUZA, 2003). O baixo limite térmico inferior de desenvolvimento de *Myzus persicae* (2,2°C), a maior fecundidade a 15°C e maior crescimento populacional na faixa de 23°C a 25°C evidenciam que o pulgão está adaptado a condições climáticas em que predominam temperaturas amenas (CIVIDANES; SOUZA, 2003). Assim, *Myzus persicae*, embora seja encontrado esporadicamente na cultura de colza, não é uma praga em potencial ao se considerar o aumento de temperatura em função do aquecimento global.

**Efeitos das alterações das concentrações de dióxido de carbono**

Há evidências de que o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera aumentará a susceptibilidade da soja aos insetos-praga, mas há muitas facetas sobre o metabolismo desta planta

que tem potencial para alterar o comportamento alimentar das pragas (CASTEEL et al., 2008; DERMODY et al., 2008; HAMILTON et al., 2009; ZAVALA et al., 2008). Atualmente, a soja tolera 30% de desfolha no período vegetativo e 15% no período reprodutivo, sem qualquer redução de produtividade, em comparação à testemunha sem desfolha (BATISTELA et al., 2012) ou uma população de 20 lagartas ( $\geq 1,5$  cm) por metro linear da cultura (TECNOLOGIAS..., 2011). Entretanto, pode haver um aumento da capacidade de desfolha das lagartas em ambientes com maior concentração de  $\text{CO}_2$ . As espécies *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* que consomem cerca de 90  $\text{cm}^2$ , e as lagarta-das-vagens, *Spodoptera cosmioides*, que consomem cerca de 180  $\text{cm}^2$  para completar a fase larval na cultura da soja (BUENO et al., 2011), podem necessitar de maior consumo de folhas no futuro. O maior consumo foliar de desfolhadores em plantas de soja submetidas a atmosferas enriquecidas com  $\text{CO}_2$  pode estar associado ao aumento da relação carbono:nitrogênio (C:N) na folha. O desenvolvimento dos insetos desfolhadores é limitado pela disponibilidade de nitrogênio na dieta e a alteração na relação C:N na planta pode influenciar o desenvolvimento desses, estimulando a herbivoria em consequência da necessidade de alimentação compensatória para ingestão de mais nitrogênio. Porém, em Fabaceas, onde o N pode ser obtido por meio de relações simbióticas com bactérias nitrificantes presentes no solo, não há evidências de que a elevada concentração de  $\text{CO}_2$  reduza a concentração de N nas folhas (TAUB; WANG, 2008). Hamilton et al. (2009) também contestam esta hipótese ao verificar que coleópteros desfolhadores preferem folhas provenientes de plantas desenvolvidas em ambiente rico em  $\text{CO}_2$  comparadas às desenvolvidas em ambientes com concentração normal de  $\text{CO}_2$ . Esperava-se que em condições de campo, caso as parcelas com plantas sob atmosfera enriquecida com  $\text{CO}_2$  fossem menos adequadas, os insetos se deslocariam para parcelas onde a relação C:N seria melhor. Sendo assim, outra explicação para uma

maior desfolha em soja sob atmosfera enriquecida com CO<sub>2</sub> seria a redução de alantoína nas folhas provenientes de atmosferas ricas em CO<sub>2</sub>. Esse elemento não é uma fonte ideal de nitrogênio para os insetos herbívoros, portanto é possível que o aumento de consumo foliar possa estar relacionado à maior preferência dos insetos a folhas com baixa concentração de alantoína (DERMODY et al., 2008).

A lagarta *Chrysodeixis includens* pode incrementar a capacidade de ingestão em até 80% quando alimentada com plantas desenvolvidas em ambientes com elevada concentração de CO<sub>2</sub>. Em folhas de soja oriundas de ambientes com elevada concentração de CO<sub>2</sub> (650 μmol mol<sup>-1</sup>) houve estímulo à alimentação da praga, quando comparada à concentração testemunha (350 μmol mol<sup>-1</sup>), provavelmente em razão da maior concentração de N e água na planta (LINCOLN et al., 1984). O resultado sugere que em situação de elevação na concentração de CO<sub>2</sub> terrestre, esse inseto-praga poderá ocasionar danos muito severos à cultura, por ser um ambiente favorável ao seu desenvolvimento.

O aumento de concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico também pode reduzir a capacidade de defesa da planta, pela redução na expressão de inibidores de proteinases (ZAVALA et al., 2008). Essa redução afetaria coleópteros desfolhadores que apresentam proteinases no trato digestivo, que não seriam afetados pelos inibidores, melhorando a capacidade de digestão do material vegetal. Adultos de *Popillia japonica* Newman, (Coleoptera: Scarabaeidae) apresentaram maior longevidade e fecundidade quanto alimentados com folhas de soja que cresceram em ambientes com elevado CO<sub>2</sub> (550 μmol mol<sup>-1</sup>) quando comparados com insetos alimentados com folhas desenvolvidas em atmosfera normal (O'NEILL et al., 2008). Isoflavonas e inibidores de proteinase estão envolvidos no mecanismo de defesa da planta, mas até o momento não há evidências de que mudanças na concentração de gases na atmosfera possam alterar estes mecanismos de defesa (HAMILTON et al., 2009).

### **Efeitos das alterações na radiação ultravioleta**

Outro fator que pode ter influência no dano causado por desfolhadores é a incidência e intensidade de radiação UV-B. As folhas de soja expostas à radiação solar UV são menos preferidas por *Anticarsia gemmatalis*, provavelmente por causa da presença de maiores níveis de compostos fenólicos solúveis, quando comparadas com as de plantas desenvolvidas sob cobertura plástica (ZAVALA et al., 2001). A incidência de raios solares UV-B sobre plantas de soja incrementa a presença de compostos fenólicos em 21% e as altas temperaturas (38°C a 30°C) reduzem essas concentrações de compostos fenólicos nas folhas em média 14% (KOTI et al., 2007). Isso indica que a intensidade da radiação UV-B pode ter uma importante influência nas interações entre as plantas e os insetos fitófagos.

Nesse contexto, é importante destacar que a incidência de radiação UV-B pode variar em relação à latitude e à altitude. Regiões mais ao norte apresentam maior incidência de radiação UV-B. Assim, é possível que haja uma alteração da incidência de UV no decorrer das próximas décadas, como resultado das mudanças climáticas que estão ocorrendo em nosso planeta (KIRCHHOFF et al., 2000; KOTI et al., 2007). Uma consequência negativa desse aumento da radiação UV-B poderá ser a desativação de organismos entomopatogênicos e com isso indiretamente favorecer a ocorrência de surtos de pragas que eram anteriormente mantidas sob controle graças a esses entomopatógenos (IGNOFFO; GARCIA, 1996; SAJAP et al., 2007).

### Considerações finais

É importante esclarecer que os possíveis efeitos do aquecimento global sobre as pragas de oleaginosas foram analisados nesse capítulo sob uma ótica bastante simplificada, onde o efeito da temperatura foi o mais destacado em vista do maior número de trabalhos existentes na literatura científica sobre o assunto. Entretanto, a quase totalidade dos resultados experimentais com temperatura utilizada nesse capítulo foi obtida sob temperaturas constantes, em experimentos conduzidos em condições controladas de laboratório. Para melhor prever o que realmente poderá ocorrer no cenário de mudanças climáticas são necessários ainda mais estudos, principalmente com relação ao efeito de temperaturas flutuantes, o que se aproxima mais da realidade que ocorre nas condições de campo. Além disso, considerar que o aquecimento global pode oferecer a esses insetos temperaturas ótimas para o desenvolvimento, sem mudança na qualidade do alimento, pode indicar que isso permitirá um crescimento mais rápido, com menor mortalidade das populações (ALBERGARIA; CIVIDANES, 2002; VIVAN; PANIZZI, 2005). Entretanto, há diferentes interações entre as mudanças climáticas e o metabolismo de plantas e de cada espécie de artrópode, como já comentado anteriormente no decorrer desse capítulo, que pode potencialmente alterar de forma negativa ou positiva o “status” dessas pragas nos agroecossistemas das oleaginosas (CASTEEL et al., 2008; HAMILTON et al., 2009).

Complementarmente, salienta-se que a questão do possível aquecimento global ocorre de forma lenta, o que pode possibilitar aos insetos se adaptarem mais facilmente a esse cenário, mesmo quando em temperaturas extremas, ao contrário do que muitas vezes destacado nesse capítulo por avaliar experimentos de curta duração, onde o efeito do aumento da temperatura pode ser muito mais drástico do que poderá ocorrer na realidade. Assim, embora os estudos sugiram condições de temperatura desfavoráveis para

algumas pragas, o processo de adaptação dos insetos pode trazer resultados diferentes, o que não pode ser ignorado, apesar de bastante imprevisível, por depender de diferentes variáveis. Apesar dessas incógnitas, que podem ser consideradas possíveis lacunas da pesquisa científica, os estudos apresentados em condições de laboratório em temperatura constante são de grande valia, principalmente pela elucidação da variabilidade de comportamento existente entre as espécies, sendo possível, assim, projetar quais as pragas podem ser mais potencialmente daninhas em um cenário de elevação da temperatura média global. Desse modo, em razão da gama de fatores que podem influenciar o comportamento desses insetos, tentar prever as alterações da entomofauna nesses sistemas agrícolas em um cenário de mudanças climáticas é desafiador e importante para ser possível mitigar efeitos negativos que as mudanças possam ter sobre o manejo dessas pragas. Por fim, considera-se que esta tarefa é muito difícil de ser realizada com precisão e por isso passível de grandes erros, visto que, interações variadas entre praga, inimigos naturais, planta hospedeira e clima podem ocorrer no futuro. Apesar disso, as pesquisas nessa linha precisam prosseguir e receber mais incentivos dos órgãos de fomento federais, estaduais e privados.

## Referências

AFONSO, A. P. S.; WREGE, M.; MARTINS, J. F. da S.; NAVA, D. E. Simulação do zoneamento ecológico da lagarta-do-cartucho no Rio Grande do Sul com o aumento de temperatura. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 4, p. 607-612, 2009.

ALBERGARIA, N. M. M. S.; CIVIDANES, F. J. Exigências térmicas de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 3, p. 359-363, 2002.

ALVES, C. A. **Impacto de diferentes temperaturas nas características biológicas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) durante três gerações.** 2017. 51 f. (Mestrado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu.

AMARAL FILHO, B. F.; LIMA, C. C.; SILVA, C. M. R.; CONSOLI, F. L. Influência de temperatura no estágio de ovo e adulto de *Thyanta perditor* (Fabricius, 1794) (Heteroptera, Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 21, n. 1, p. 15-20, 1992.

ANDREW, N. R.; HUGHES, L. Diversity and assemblage structure of phytophagous Hemiptera along a latitudinal gradient: predicting the potential impacts of climate change. **Global Ecology & Biogeography**, v. 14, n. 3, p. 249-262, 2005.

ARODOKOUN, D. Y.; TAMÒ, M.; CLOUTIER, C.; ADEOTI, R. The importance of alternative host plants for the annual cycle of the legume pod borer, *Maruca vitrata* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae). **Insect Science and its Application**, v. 23, n. 2, p. 103-113, 2003.

ÁVILA, C. J.; MILANEZ, J. M.; PARRA, J. R. P. Previsão de ocorrência de *Diabrotica speciosa* utilizando-se o modelo de graus-dia de laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 427-432, 2002.

BALE, J. S.; MASTERS, G. J.; HODKINSON, I. D.; AWMACK, C.; BEZEMER, T. M.; BROWN, V. K.; BUTTERFIELD, J.; BUSE, A.; COULSON, J. C.; FARRAR, J.; GOOD, J. E. G.; HARRINGTON, R.; HARTLEY, S.; JONES, T. H.; LINDROTH, R. L.; PRESS, M. C.; SYMRNIODIS, I.; WATT, A.; WHITTAKER, J. B. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. **Global Change Biology**, v. 8, n. 1, p. 1-16, 2002.

BATISTELA, M. J.; BUENO, A. F.; NISHIKAWA, M. A. N.; BUENO, R. C. O. F.; HIDALGO, G.; SILVA, L.; CORBO, E.; SILVA, R. B. Re-evaluation of leaf-lamina consumer thresholds for IPM decisions in short-season soybeans using artificial defoliation. **Crop Protection**, v. 32, n. 1, p. 7-11, 2012.

BAVARESCO, A.; GARCIA, M.; GRUTZMACHER, A. D.; FORESTI, J.; RINGENBERG, R. Biologia e exigências térmicas de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 1, p. 49-54, 2002.

BERTOLLO, E. C. **Efeito da temperatura e do hospedeiro na biologia do ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae).** 2007. 111 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 2007.

BOUNFOUR, M.; TANIGOSHI, L. K. Effect of temperature on development and demographic parameters of *Tetranychus urticae* and *Eotetranychus carpini borealis* (acari: Tetranychidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 94, n. 3, p. 400-404, 2001.

BORTOLOTTI, O. C. **Ocorrência e aspectos biológicos de curculionídeos-das-raízes em soja [*Glycine Max* (L.) Merrill]**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

BORTOLOTTI, O. C.; BUENO, A. F.; FRUGERY, A.P.; BARBOSA, G.; SILVA, G. V.; POMARI, A. F. Aspectos biológicos de *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) e *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas: possíveis impactos do aquecimento global. In: WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS, 2012, Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 6 p. 1 CD-ROM.

BOWLER, K.; TERBLANCHE, J. S. Insect thermal tolerance: what is the role of ontogeny, ageing and senescence? **Biological Reviews**, v. 83, n. 3, p. 339-355, 2008.

BROWN, J. K. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. **FAO Plant Protection Bulletin**, v. 42, n. 1/2, p. 3-32, 1994.

BROWN, J. K.; FROHLICH, D. R.; ROSSEL, R. C. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? **Annual Review of Entomology**, v. 40, p. 511-534, 1995.

BUENO, R. C. O. F. **Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja**. 2008. 119 f. (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

BUENO, R. C. O.; BUENO, A. F.; MOSCARDI, F.; PARRA, J. R. P.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v. 67, n. 2, p. 170-174, 2011.

BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; MOSCARDI, F.; OLIVEIRA, J. R. G.; CAMILLO, M. F. Sem barreira. **Revista Cultivar**, v. 9, n. 93, p. 12-15, 2007.

BUENO, R. C. O. F.; YAMAMOTO, P. T.; CARVALHO, M. M.; BUENO, N. M. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) on citrus in the state of Sao Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 520-523, 2014.

BUSATO, G. R.; GRUTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; ZOTTI, M. J.; BANDEIRA, J. M. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações dos biótipos “milho” e “arroz” de *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 329-335, 2005.

CASTEEL, C. L.; O'NEILL, B. F.; ZAVALA, J. A.; BILGIN, D. D.; BERENBAUM, M. R.; DELUCIA, E. H. Transcriptional profiling reveals elevated CO<sub>2</sub> and elevated O<sub>3</sub> alter resistance of soybean (*Glycine max*) to Japanese beetles (*Popillia japonica*). **Plant, Cell & Environment**, v. 31, n. 4, p. 419-434, 2008.

CAMPBELL, A.; FRAZER, B. D.; GILBERT, N.; GUITIERREZ, A. P.; MACKAUER, M. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **Journal of Applied Ecology**, v. 11, n. 2, p. 431-438, 1974.

CHI, Y.; SAKAMAKI, Y.; TSUDA, K.; KUSIGEMATI, K. Effect of temperature on oviposition and adult longevity of the legume pod borer, *Maruca vitrata* (Fabricius) (Lepidoptera: Crambidae). **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, v. 49, n. 1, p. 29-32, 2005.

CHINNIAH, C.; VINOTH KUMAR, S.; MUTHIAH, C.; RAJAVEL, D. S. Population dynamics of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch in brinjal ecosystem. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 22, n. 3, p. 734-735, 2009.

CHOCOROSQUI, V. R.; PANIZZI, A. R. Influência da temperatura na biologia de ninfas de *Dichelops melacanthus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). **Semina**, v. 23, n. 2, p. 217-220, 2002.

CHRISTENSEN, J. H.; HEWITSON, B.; BUSUIOC, A.; CHEN, A.; GAO, X.; HELD, I.; JONES, R.; KOLLI, R. K.; KWON, W. T.; LAPRISE, R.; MAGAÑA RUEDA, V.; MEARN, L.; MENÉNDEZ, C. G.; RÄISÄNEN, J.; RINKE, A.; SARR, A. P. W. Regional Climate Projections. In: SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H. L. (Ed.). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University, 2007. p. 847-940.

CIVIDANES, F. J. **Determinação das exigências térmicas de *Nezara viridula* (L., 1758), *Piezodorus guildinii* (West., 1837) e *Euschistus heros* (Fabr., 1758) (Heteroptera: Pentatomidae) visando ao seu zoneamento ecológico.** 1992. 100 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Estadual de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1992.

CIVIDANES, F. J. Exigências térmicas de *Brevicoryne brassicae* e previsão de picos populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 5, p. 561-566, 2003.

CIVIDANES, F. J.; PARRA, J. R. P. Biologia em diferentes temperaturas e exigências térmicas de percevejos pragas da soja. II. *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 12, p. 1841-1846, 1994a.

CIVIDANES, F. J.; PARRA, J. R. P. Biologia em diferentes temperaturas e exigências térmicas de percevejos pragas da soja. III. *Piezodorus guildinii* (West.) (Heteroptera: Pentatomidae). **Científica**, v. 22, n. 2, p. 177-186, 1994b.

CIVIDANES, F. J.; SOUZA, V. P. Exigências térmicas e tabela de vida e fertilidade de *Mysus Persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) em laboratório. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 3, p. 413-419, 2003.

CORREIA, A. C. B. do. Manejo de pragas da soja. **Informe Agropecuário**, v. 8, n. 94, p. 47-56, 1982.

COSTA, P. M. F. **Efeitos da alta concentração de CO<sub>2</sub> sobre o crescimento e o estabelecimento de plântulas do jatobá de mata *Hymenaea courbaril* L. var. *Stilbocarpa* (Heyne) Lee & Langenheim (Leguminosae, caesalpinioideae, detarieae).** 2004. 88 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Estrutural) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

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**, v. 43, n. 1, p. 110-113, 2013.

DENLINGER, D. L. Regulation of diapause. *Annual Review of Entomology*, v. 47, p. 93-122, 2002.

DERMODY, O.; O'NEILL, B. F.; ZANGERL, A. R.; BERENBAUM, M. R.; DELUCIA, E. H. Effects of elevated CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> on leaf damage and insect abundance in a soybean agroecosystem. **Arthropod-Plant Interactions**, v. 2, n. 3, p. 125-135, 2008.

DOMICIANO, N. L.; BRÁULIO, S. **Pragas da canola**: bases preliminares para manejo de pragas no Paraná. Londrina: Iapar, 1996. 20 p. (Iapar. Informe de Pesquisa, 120).

EEROLA, T. T. Mudanças climáticas globais: passado, presente e futuro. In: **FÓRUM DE ECOLOGIA**, 2003, Florianópolis. [Trabalhos apresentados...] Florianópolis: Udesc, 2003. 10 p. Disponível em: <[http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/28/2014/04/eerola\\_mc.pdf](http://aguassubterraneas.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/28/2014/04/eerola_mc.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2009.

EICHLIN, T. D.; CUNNINGHAM, H. B. **The Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) of America North of Mexico, emphasizing genitalia and larval morphology**. Beltsville: USDA Agricultural Research Service, 1978. 122 p. (Technical Bulletin, 1567).

ELLIS, P. R.; SINGH, R. A review of the host plants of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera, Aphididae). **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 16, n. 5, p. 192-201, 1993.

ESTAY, S. A.; LIMA, M.; LABRA, F. A. Predicting insect pest status under climate change scenarios: combining experimental data and population dynamics modelling. **Journal of Applied Entomology**, n. 133, n. 7, p. 491-499, 2009.

FERREIRA, R. C. F.; OLIVEIRA, J. V. de; HAJI, F. N. P.; GONDIM JÚNIOR., M. G. C. Biologia, exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade do ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Acari: Tarsonemidae) em videira (*Vitis vinifera* L.) cv. Itália. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 1, p. 126-132, 2006.

FORD, B. J.; STRAYER, J. R.; REID, J., BLOUNT, V. N.; RIDDLE, T. C. **The literature of arthropods associated with soybean, a bibliography of the velvetbean caterpillar *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)**. Urbana: Illinois National History Survey, 1975. 15 p. (Biological Notes, 92).

GALILEO, M. H. M.; GASTAL, H. A. O. de; GRAZIA, J. Levantamento populacional de Pentatomidae (Hemiptera) em cultura de soja (*Glycine Max* (L.) Merr.) no município de Guaíba, RS. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 37, n. 1, p. 111-120, 1977.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRANETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHIN, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002, 920 p.

GAZZONI, D. L.; YORINORI, J. T. Manual de identificação de pragas e doenças da soja. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1995. 128 p. (Embrapa-SPI. Manuais de Identificação de Pragas e Doenças, 1).

GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. de; CORSO, I. C.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; VILLAS BÔAS, G. L.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R. **Manejo de pragas de soja**. Londrina: Embrapa CNPSO, 1988. 44 p. (EMBRAPA/CNPSO. Circular técnica, 5).

GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre as doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 16, p. 1-37, 2008.

GOATER, B.; RONKAY, L.; FIBIGER, M. **Noctuidae Europeae**. Soro: Entomological Press, 2003. 452 p.

GOLIZADEH, A.; KAMALI, K.; FATHIPOUR, Y.; ABBASIPOUR, H. Temperature-dependent development of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) on two brassicaceous host plants. **Insect Science**, v. 14, n. 4, p. 309-316, 2007.

GONZÁLES, R. **El trips de California y otros tisanopteros de importancia hortifrutícola en Chile (Thysanoptera: Thripidae)**. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, 1999, 149 p.

GRAZIA, J. Revisão do gênero *Dichelops* Spinola, 1837 (Heteroptera, Pentatomidae, Pentatomini). **Iheringia**, v. 53, p. 3-119, 1978.

GUEDES, J. V. C.; PARRA, J. R. P. Aspectos biológicos do período embrionário dos curculionídeos-das-raízes dos citros. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 2, p. 192-196, 2007.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Rocca, 2008. 440 p.

HAJI, F. N. P.; LIMA, M. F.; MATTOS, M. A. de A.; MOREIRA, A. N.; ALENCAR, J. A. de; BARBOSA, F. R. Levantamento de plantas hospedeiras de mosca branca *Bemisia* spp. no Submedio do Vale Sao Francisco nos anos de 1996 a 1998. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO E DO CARIBE SOBRE MOSCAS BRANCAS E GEMINIVIRUS, 8., 1999, Recife. **Anais e mini-resumos...** Recife: IPA, 1999. p. 128.

HAMILTON, J. G.; DERMODY, O.; ALDEA, M.; ZANGERL, A. R.; ROGERS, A.; BERENBAUM, M. R.; DELUCIA, E. H. Anthropogenic changes in tropospheric composition increase susceptibility of soybean to insect herbivory. **Environmental Entomology**, v. 34, n. 2, p. 479-485, 2009.

HE, X.; WANG, Q.; CARPENTER, A. Thermal requirements for the development and reproduction of *Nysus huttoni* White (Heteroptera: Lygaeidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 96, n. 4, p. 1119-1125, 2003.

HERZOG, D. C. Sampling soybean looper on soybean. In: KOGAN, M.; HERZOG, D. C. (Ed.). **Sampling methods in soybean entomology**. New York: Springer-Verlag, 1980. p. 140-168.

HOCHACHKA, P. W.; SOMERO, G. N. Temperature adaptation. In: HOCHACHKA P. W.; SOMMERO, G. N. (Eds). **Biochemical adaptation**. Princeton, NJ: Princeton University, 1984. p. 355-449.

IGNOFFO, C. M.; GARCIA, C. Simulated sunlight-UV sensitivity of experimental dust formulations of the nuclear polyhedrosis virus of *Helicoverpa/Heliothis*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 67, n. 2, p. 192-194, 1996.

INSECTES et autres revageurs. In: **COLZA d'hiver**. Paris: Cetiom, 1985. p. 55.

JACKAI, L. E. N.; OCHIENG, R. S.; RAULSTON, J. R. Mating and oviposition behavior of the legume pod borer, *Maruca testulalis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 56, n. 2, p. 179-186, 1990a.

JACKAI, L. E. N.; PANIZZI, A. R.; KUNDU, G. G.; SRIVASTAVA, K. P. Insect pest of soybean in the tropics. In: SINGH, S. R. (Ed.). **Insect pests of tropical food legumes**, Chichester: Wiley, 1990b.

JALLOW, M. F. A.; MATSUMURA, M. Influence of temperature on the rate of development of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 36, n. 4, p. 427-430, 2001.

JONES V. P.; BROWN, R. D. Reproductive responses of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae), to constant temperature-humidity regimes. **Annals of Entomological Society of America**, v. 76, n. 3, p. 466-469, 1983.

JÖNSSON, A. M.; APPELBERG, G.; HARDING, S.; BÄRRING, L. Spatio-temporal impact of climate change on the activity and voltinism of the spruce bark beetle, *Ips typographus*. **Global Change Biology**, v. 15, n. 2, p. 486-499, 2009.

KIRCHHOFF, V. W. J. H.; ECHER, E.; LEME, N. P.; SILVA, A. A. A variação sazonal da radiação ultravioleta solar biologicamente ativa. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, n. 1, p. 63-74, 2000.

KOTI, S.; REDDY, K. R.; KAKANI, V. G.; ZHAO, D.; GAO, W. Effects of carbon dioxide, temperature and ultraviolet-B radiation and their interactions on soybean (*Glycine max* L.) growth and development. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, n. 1, p. 1-10, 2007.

KUNJUN, W.; YUPING C.; MINGHUI, L. Performances of bollworm cotton *Heliothis armigera* (Hubner) at different temperatures and relative humidities. **Journal of Environmental Sciences**, v. 5, n. 2, p. 158-168, 1993.

LAUGÉ, G. Sex determination: genetic and epigenetic factors. In: KERKUT, G. A.; GILBERT, L. I. (Ed.). **Comprehensive insect physiology, biochemistry, and pharmacology**. Oxford: Pergamon, 1985. p. 295-318.

LINCOLN, D. E.; SIONIT, N.; STRAIN, B. R. Growth and feeding response of *Pseudoplusia includens* (Lepidoptera: Noctuidae) to host plants grown in controlled carbon dioxide atmospheres. **Environmental Entomology**, v. 13, n. 6, p. 1527-1530, 1984.

LONGHINI, L. C. S. B.; BUSOLI, A. C. Controle integrado de *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Homoptera:Aphididae) e *Ascia monuste orseis* (Latr., 1819) (Lepidoptera: Pieridae), em couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*). **Científica**, v. 21, n. 2, p. 231-237, 1993.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 53, n. 1, p. 53-59, 1994.

LOURENÇÃO, A. L.; PEREIRA, J. C. N. A.; MIRANDA, M. A. C.; AMBROSIANO, G. M. B. Danos de percevejos e de lagartas em cultivares e linhagens de soja de ciclos médio e semi-tardio. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 1, p. 157-167, 1999.

LOWRY, V. K.; SMITH JUNIOR., J. W.; MITCHELE F. L. Life-fertility tables for *Frankliniella fusca* (Hinds) and *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on peanut. **Annals of Entomological Society of America**, v. 85, n. 6, p. 744-754, 1992.

MAY, B. M. Identification of the immature forms of some common soil inhabiting weevils with notes on their biology. **New Zealand Journal Agronomic Research**, v. 9, n. 2, p. 286-316, 1966.

MALAGUIDO, A. B.; PANIZZI, A. R. Pentatomofauna associated with sunflower in Northern Paraná State, Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 3, p. 473-475, 1998.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C. Caracterização do clima no século XX e cenário de mudanças de clima para o Brasil no século XXI usando modelos do IPCC-AR4. **Revista Multiciência**, n. 8, p. 5-28, 2007.

MARUBAYASHI, J. M.; YUKI, V. A.; WUTKE, E. B. Transmissão do *Cowpea mild mottle virus* pela mosca branca *Bemisia tabaci* biótipo B para plantas de feijão e soja. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 2, p. 158-160, 2010.

MARGAM, V. M.; COATES, B. S.; BA, M. N.; SUN, W.; BINSO-DABIRE, C. L.; BAOUA, I.; ISHIVAKU, M. F.; SKUKLE, J. T.; HELLMICH, R. L.; COVAS, F. G.; RAMASAMY, S.; ARMSTRONG, J.; PITTENDRIGH, B. R.; MURDOCK, L. L. Geographic distribution of phylogenetically-distinct legume pod borer, *Maruca vitrata* (Lepidoptera: Pyraloidea: Crambidae). **Molecular Biology Reports**, v. 38, n. 2, p. 893-903, 2011.

MASON, L. J.; MACK, T. P. Influence of temperature on oviposition and adult female longevity for the soybean looper, *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). **Environmental Entomology**, v. 13, n. 2, p. 379-383, 1984.

MATIOLI, J. C.; FIGUEIRA, A. R. Dinâmica populacional e efeitos da temperatura ambiental e precipitação pluviométrica sobre *Astylus variegatus* (germar, 1824) e *A. sexmaculatus* (Perty, 1830) (Coleoptera; Dasytidae). **Anais Esalq**, v. 45, n. 1, p. 125-142, 1988.

MCLAUGHLIN, J. F.; HELLMANN, J. J.; BOGGS, C. L.; EHRLICH, P. R. Climate change hastens population extinctions. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, n. 9, p. 6070-6074, 2002.

METCALF, C. I.; FLINT, W. P. **Destructive and useful insects: their habits and control**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1962. 1087 p.

MILANEZ, J. M.; PARRA, J. R. P. Biologia e exigências térmicas de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. v. 29, n. 1, p. 23-29, 2000.

MILANO, P.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; CÔNSOLI, F. L. Influência da temperatura na frequência de cópula de *Anticarsia gemmatalis* Hübner e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 5, p. 528-535, 2008.

MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. **Aphids: their biology, natural enemies, and control**. New York, Elsevier, 1987. 450 p.

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

MORAES, R. R. de; LOECK, A. E.; BELARMINO, L. C. Flutuação populacional de Plusiinae e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 51-56, 1991.

MOSCARDI, F.; BUENO, A. F.; SOSA-GÓMES, D. R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; POMARI, A. F.; CORSO, I. C.; CAVAGUCHI, S. A. Ártropodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Embrapa, Brasília, DF, p. 213-334, 2012.

MUSOLIN, D. L.; NUMATA, H. Timing of diapause induction and its life-history consequences in *Nezara viridula*: is it costly to expand the distribution range? **Ecological Entomology**, v. 28, n. 6, p. 694-703, 2003.

NAHER, N.; ISLAM, M. W.; KHALEQUZZAMAN, M.; HAQUE, M. M. Study on the developmental stages of spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) infesting country bean. **Journal of Bio-Science**, v. 16, p. 109-114, 2008.

NAVA, D. E.; PARRA, J. R. P. Biology of *Cerotoma arcuatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) and field validation of a laboratory model for temperature requirements. **Journal of Economic Entomology**, v. 96, n. 3, p. 609-614, 2003.

NECHOLS, J. R.; TAUBER, M. J.; TAUBER, C. A.; MASAKI, S. Adaptations to hazardous seasonal conditions: dormancy, migration and polyphenism, p. 159-200. In: HUFFAKER, C. B.; GUTIERREZ, A. P. (Ed.). **Ecological entomology**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: J. Wiley, 1999. 756 p.

NÓBREGA, R. N. **Modelagem de impactos do desmatamento nos recursos hídricos da bacia do Rio Jamari (RO) utilizando dados de superfície e do TRMM**. 2008. 238 f. Tese (Doutorado em Geociência) - UFCG Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

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

OKEYO-OWUOR, J. B.; OCHIENG, R. Studies on the legume pod-borer *Maruca testulalis* (Geyer) – 1: Life cycle and behavior. **Insect Science and its Application**, v. 1, n 3, p. 263-268, 1981.

O'NEILL, B. F.; ZANGERL, A. R.; DELUCIA, E. H.; BERENBAUM, M. R. Longevity and fecundity of japanese beetle (*Popillia japonica*) on foliage grown under elevated carbon dioxide. **Environmental Entomology**, v. 37, n. 2, p. 601-607, 2008.

PALUMBO, J. C.; REYES, F.; AMAIA, A.; LEDESMA, L.; CARY, L. **Development and consumption rates for Lepidopterous larvae as influenced by host-plant and temperature**. 1999. Tucson: University of Arizona, College of Agriculture, 1999. 10 p. (Vegetable: A College of Agriculture Report, 44).

PANIZZI, A. R.; CORRÊA, B. S.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B.; NEWMAN, G. G.; TURNIPSEED, S. G. **Insetos da soja no Brasil**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1977. 20 p. (EMBRAPA-CNPSO. Boletim técnico, 1).

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

PANIZZI, A. R.; HERZOG, D. C. Biology of *Thyanta perditor* (Hemiptera: Pentatomidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 77, n. 6, p. 646-650, 1984.

PANIZZI, A. R.; MCPHERSON, J. E.; JAMES, D. G.; JAVAHERY, M.; MCPHERSON, R. M. Stink bugs (Pentatomidae). In: SCHAEFER, C. W.; PANIZZI, A. R. (Ed.). **Heteroptera of Economic Entomology**. Boca Raton: CRC, 2000. p. 421-474.

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

PATTERSON, D. T.; WESTBROOK, J. K.; JOYCE, R. J. V.; LINGREN, P. D.; ROGASIK, J. Weeds, Insects, and Diseases. **Climatic Change**, v. 43, n. 4, p. 711-727, 1999.

POGUE, G. M. A world revision of the genus *Spodoptera* Guenée (Lepidoptera: Noctuidae). **Memoirs of the American Entomological Society**, v. 43, p. 1-202, 2002.

PORTER, J. H.; PARRY, M. L.; CARTER, T. R. The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 57, n. 1-3, p. 221-240, 1991.

PRASLICKA, J.; HUSZÁR, J. Influence of temperature and host plants on the development and fecundity of the spider mite *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). **Plant Protection Science**, v. 40, n. 4, p. 141-144, 2004.

QIU, B.-L.; REN, S. X.; MANDOUR, N. S.; LIN, L. Effects of temperature on the development and reproduction of *Bemisia tabaci* B biotype (Homoptera: Aleyrodidae). **Entomologia Sinica**, v. 10, n. 1, p. 43-49, 2003.

RATHORE, Y. S.; LAL, S. S. Phylogenetic relationship of host plants of *Maruca vitrata*. **Indian Journal of Pulses Research**, v. 11, n. 2, p. 152-155, 1998.

RIZZO, H. F. E. Aspectos morfológicos y biológicos de *Edessa meditabunda* (F.) (Hemiptera, Pentatomidae). **Revista Peruana de Entomologia**, v. 14, p. 272-281, 1971.

RIZZO, H. F. E. Insectos y otros animales enemigos de la soja [*Glycine max* (L.) Merrill] en la Argentina. **Fitotecnia Latinoamericana**, v. 8, n. 1, p. 44-49, 1972.

RO, T. H.; LONG, G. E.; TOBA, H. H. Predicting phenology of green peach aphid (Homoptera: Aphididae) using degree-days. **Environmental Entomology**, v. 27, n. 2, p. 337-343, 1998.

ROLSTON, H. F. E. Aspectos morfológicos e biológicos de *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Agronomia Tropical**, v. 18, p. 249-274, 1968.

ROOT, T. L.; PRICE, J. T.; HALL, K. R.; SCHNEIDER, S. H.; ROSENZWEIG, C.; POUNDS, J. A. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. **Nature**, v. 421, n. 6918, p. 57-60, 2003.

SAJAP, A. S.; BAKIR, M. A.; KADIR, H. A.; SAMAD, N. A. Effect of pH, rearing temperature and sunlight on infectivity of Malaysian isolate of nucleopolyhedrovirus to larvae of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 27, n. 2, p. 108-113, 2007.

SALVADORI, J. R.; PARRA, J. R. P. Efeito da temperatura na biologia e exigências térmicas de *Pseudaletia sequax* (Lepidoptera: Noctuidae), em dieta artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 12, p.1693-1700, 1990.

SANDHU, H. S.; NUJESSLY, G. S.; WEBB, S. E.; CHERRY, R. H.; GILBERT, R. A. Life table studies of *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on sugarcane. **Entomological Society of America**, v. 39, n. 6, p. 2025-2032, 2010a.

SANDHU, H. S.; NUJESSLY, G. S.; WEBB, S. E.; CHERRY, R. H.; GILBERT, R. A. Temperature-dependent development of lesser cornstalk borer, *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on sugarcane under laboratory conditions. **Environmental Entomology**, v. 39, n. 3, p. 1012-1020, 2010b.

SANTANA, A. G. **Biologia e tabela de vida de *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthocoridae) e de *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae) em temperaturas alternantes**. Lavras: Ed. da Ufla, 2009. 118 p.

SANTOS, G. P.; COSENZA, G. W.; ALBINO, J. C. Biologia de *Spodoptera latifascia* (Walker, 1856) (Lepidoptera: Noctuidae) sobre folhas de eucalipto. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 24, n. 2, p. 153-155, 1980.

SANTOS, L.; SHIELDS, E. J. Temperature and diet effect on black cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) larval development. **Journal of Economic Entomology**, v. 91, n. 1, p. 267-273, 1998.

SCHWERTNER, C. F.; GRAZIA, J. Nomenclator entomologicus 58: O gênero *Chinavia* Orian nas Américas. **Informativo da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 31, p. 3, 2006.

SCRIBER, J. M. Sequential diets, metabolic costs and growth of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) feeding upon dill, lima bean and cabbage. **Oecologia**, v. 51, n. 2, p. 175-180, 1981.

SHARMA, H. C. Bionomics, host plant resistance, and management of the legume pod borer, *Maruca vitrata*: a review. **Crop Protection**, v. 17, n. 5, p. 373-386, 1998.

SILVA, A. G. A.; GONÇALVES, C. R.; GALVÃO, D. M.; GONÇALVES, A. J. L.; GOMES, J.; SILVA, M. M.; SIMONI, L. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores: insetos, hospedeiros e inimigos naturais**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. Part. 2, t. 1. 622 p.

SILVA, D. M.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; DE OLIVEIRA, M. C. N.; MOSCARDI, F. Biological characteristics of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) for three consecutive generations under different temperatures: understanding the possible impact of global warming on a soybean pest. **Bulletin of Entomological Research**, v. 102, n. 3, p. 285-292, 2012.

SILVA, E. J. E.; FERNANDES, J. A. M.; GRAZIA, J. Caracterização do grupo *Edessa rufomarginata* e descrição de sete novas espécies (Heteroptera, Pentatomidae, Edessinae). **Iheringia. Série Zoologia**, v. 96, n. 3, p. 345-362, 2006.

SLATER, J. A. Results of the Lound University Expedition in 1950-51. Chapter II. Hemiptera (Heteroptera): Lygaeidae. In: HANSTRON, B.; BRINCK, P.; RUDEBECK, G. (Ed.). **South African Animal Life**. Halmstad: [s. n.], 1964. p. 15-228.

SOO HOO, C. F.; FRAENKEL, G. The selection of food plants in a polyphagous insect, *Prodenia eridania* (Cramer). **Journal of Insect Physiology**, v. 12, n. 6, p. 693-709, 1966.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. de F.; HIROSE, E. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 90 p. il. (Embrapa Soja. Documentos, 269).

SOUZA, A. R. R. **Biologia comparada de *Heliothis virescens* (Fabr., 1781) (Lepidoptera-Noctuidae) a diferentes temperaturas, em meios natural e artificial**. 1981. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

STAMP, N. E.; OSIER, T. L. Response of five insect herbivores to multiple allelochemicals under fluctuating temperatures. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. v. 88, n. 1, p. 81-96, 1998.

STIREMAN, J. O.; DYER, L. A.; JANZEN, D. H.; SINGER, M. S.; LILL, J. T.; MARQUIS, R. J.; RICKLEFS, R. E.; GENTRY, G. L.; HALLWACHS, W.; COLEY, P. D.; BARONE, J. A.; GREENEY, H. F.; CONNAHS, H.; BARBOSA, P.; MORAIS, H. C.; DINIZ, I. R. Climatic unpredictability and parasitism of caterpillars: implications of global warming. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 48, p. 17384-17387, 2005.

TAUB, D. R.; WANG, X. Why are nitrogen concentrations in plant tissues lower under elevated CO<sub>2</sub>? A critical examination of the hypotheses. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 50, n. 11, p. 1365-1374, 2008.

TAYLOR, T. A. The bionomics of *Maruca testulalis* Gey. (Lepidoptera: Pyralidae), a major pest of cowpeas in Nigeria. **Journal of the West African Science Association**, v. 12, p. 111-129, 1967.

TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil 2011. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 255 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 14).

TEIXEIRA, E. P.; NOVO, J. P. S.; STEIN, C. P.; GODOY, I. J. Primeiro registro da ocorrência de *Spodoptera albula* (Walker) (Lepdoptera: Noctuidae) atacando amendoim (*Arachis hypogaea* L.) no Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p. 723-724, 2001.

THOMAS, P. Weeds, insects and diseases, 10. In: CANOLA growers manual. Lacombe, [s. n.], 1984. p.1020-1062.

THOMAZINI, M. J. Insetos associados à cultura da soja no estado do Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 4, p. 673-681, 2001.

TOBA H. H.; KISHABA, A. N.; PANGALDAN, R; VAIL, P. V. Temperature and the development of the cabbage looper. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 66, n. 5, p. 965-974, 1973.

TOUGOU, D.; MUSOLIN, D. L.; FUJISAKI, K. Some like it hot! Rapid climate change promotes changes in distribution ranges of *Nezara viridula* and *Nezara antennata* in Japan. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 130, n. 3, p. 249-258, 2009.

TURNOCK, W. J. Integrated pest management for insect control. In: INTERNATIONAL CANOLA CONFERENCE., 1990, Atlanta. **Proceedings...** Atlanta: Potash & Phosphate Institute, 1990. p. 181-200.

ULRICHS, C.; HOPPER, K. R. Predicting insect distributions from climate and habitat data. **Biocontrol**, v. 53, n. 6, p. 881-894, 2008.

VELASCO, L. R. I.; WALTER, G. H. Influence of temperature on survival and reproduction of *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 32, n. 3, p. 225-228, 1993.

VERNETTI, E. **Soja: planta, clima, pragas moléstia, invasoras**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 463 p.

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, 2005.

VIVAN, L. M.; PANIZZI, A. R. Geographical distribution of genetically determined types of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: pentatomidae) in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 2, p. 175-181, 2006.

WALDBAUER, G. P. Damage to soybean seeds by South American stink bugs. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 6, n. 2, p. 223-229, 1977.

ZAVALA, J. A.; CASTEEL, C. L.; DELUCIA, E. H.; BERENBAUM, M. R. Anthropogenic increase in carbon dioxide compromises plant defense against invasive insects. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 13, p. 5129-5133, 2008.

ZAVALA, J. A.; SCOPEL, A. L.; BALLARÉ, C. L. Effects of ambient UV-B radiation on soybean crops: impact on leaf herbivory by *Anticarsia gemmatilis*. **Plant Ecology**, v. 156, n. 2, p. 121-130, 2001.

ZERBINO, M. S. Avances en el control químico de insectos en soja. In: JORNADA DE CULTIVOS DE VERANO, 2007, Colonia. **Trabajos presentados...** Colonia: INIA, 2007. (Actividades de Difusión, 505).

ZERBINO, M. S. Avances en el control químico de chinches en soja. In: JORNADA DE CULTIVOS DE VERANO, 2009, Colonia. **Trabajos presentados...** Colonia: INIA, 2009. 25 p. (Actividades de Difusión, 583).

ZERBINO, M. S. Manejo de chinches en soja. **Revista INIA**, v. 23, p. 24-27, 2010.

ZERBINO, M. S.; SILVA, F. A. C.; PANIZZI, A. R. Avanços recentes sobre a interação plantas hospedeiras/percevejos no Uruguai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 23, 2010, Natal. **Resumos...**, Natal: UFRN, 2010. p. 968.