

MABIO CHRISLEY LACERDA

**DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DO PREDADOR *Podisus nigrispinus*
(HET.: PENTATOMIDAE) EM PLANTAS DE SOJA COM OS FUNGICIDAS
EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA, TETRACONAZOLE OU
TEBUCONAZOLE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2006**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

L131d
2006

Lacerda, Mabio Chrisley, 1977-

Desenvolvimento e reprodução do predador
Podisus nigrispinus (Het.: Pentatomidae) em plantas de
soja com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina,
tetraconazole ou tebuconazole / Mabio Chrisley Lacerda.
– Viçosa : UFV, 2006.
x, 69f. : il. ; 29cm.

Orientador: Carlos Sigueyuki Sidiyama.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Soja - Doenças e pragas - Controle biológico.
2. Pragas - Controle integrado. 3. Fungicidas - Toxi-
cologia. 4. *Podisus nigrispinus* - Desenvolvimento.
5. *Podisus nigrispinus* - Reprodução.
6. *Podisus nigrispinus* - Populações. 7. Percevejo (Inseto).
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 635.655996

MABIO CHRISLEY LACERDA

**DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DO PREDADOR *Podisus nigrispinus*
(HET.: PENTATOMIDAE) EM PLANTAS DE SOJA COM OS FUNGICIDAS
EPOXICONAZOLE + PIRACLOSTROBINA, TETRACONAZOLE OU
TEBUCONAZOLE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 15 de fevereiro de 2006.

Prof. José Cola Zanuncio
(Conselheiro)

Prof. José Eduardo Serrão
(Conselheiro)

Prof. Valterley Soares Rocha

Prof. Múcio Silva Reis

Prof. Carlos Sigueyuki Sedyama
(Orientador)

OFEREÇO

Aos meus pais
Eurípedes Oliveira Lacerda (*In memoriam*)
e Leonilda Urbano Lacerda

DEDICO:

Aos irmãos Leonardo, Elizabeth, Cláudio, Wagner, Sandra, Mara, Dinamar,
Júlio Tadeu, Leandra, Cristiana, Sinara e Aline.
À minha noiva Rosana.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e perseverança nas adversidades encontradas.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida, sem a qual seria impossível o término deste curso.

Ao professor Carlos Sigueyuki Sedyama pela orientação e aos professores José Cola Zanuncio e José Eduardo Serrão pelos ensinamentos e incentivos tão necessários ao bom desempenho e dedicação ao curso.

À minha família pela educação, carinho e compreensão e aos amigos que, mesmo à distância, sempre me apoiaram e incentivaram.

Aos “irmãos de república” Victor, Vinícius, Carlos (Jyraia), Leonardo (Gaúcho), Marco Aurélio e Rodrigo pelo companheirismo e real amizade.

Aos colegas do Laboratório de Controle Biológico de Insetos: Ana Margarete, Camila, Carol, Evaldo, Fernando, Jorge Bacana, José Milton, Júnior, Maria do Carmo (Madu), Marcus, Rômulo, Rosenilson, Tobias, Walkymário, ao Sr. Moacir e aos estagiários pela amizade e companheirismo que, com certeza, me ajudaram nesta caminhada.

Às boas amizades feitas em Viçosa, cidade acolhedora, em especial aos amigos da pracinha do Bairro de Fátima: Montanha e Família, Márcio e família, D. Maria, Rodrigo (Digão), Reynaldo, Reginaldo e demais amizades que serão inesquecíveis.

BIOGRAFIA

MABIO CHRISLEY LACERDA, filho de Eurípedes Oliveira Lacerda (*In memorian*) e Leonilda Urbano Lacerda, nasceu em Castelândia, Goiás no dia 09 de dezembro de 1977.

Ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Rio Verde (EAFRV) em 1994 concluindo o curso de Técnico em Agropecuária em 1996. Em 1997, foi contratado como técnico da Agropecuária MAEDA S/A onde trabalhou até julho de 1998.

Em 1999, iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, graduando-se em dezembro de 2003.

Em março de 2004, iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia (Área de Práticas Culturais) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, defendendo a tese em 15 de fevereiro de 2006.

CONTEÚDO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO	1
Expansão da cultura da soja e a ferrugem asiática	1
Fungicidas utilizados na cultura da soja para o controle de <i>Phakopsora pachyrhizi</i>	2
Efeito de fungicidas sobre insetos.....	3
Subordem Heteroptera no controle biológico de pragas	4
Uso de tabela de vida em programas de MIP.....	5
OBJETIVOS	6
REFERÊNCIAS	6
Desenvolvimento e reprodução de <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja tratadas com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole ou tebuconazole	12
RESUMO	12
Development and reproduction of <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) in soybean plants treated with the fungicides epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole or tebuconazole	13
ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO	14
MATERIAL E MÉTODOS	15
RESULTADOS	20
DISCUSSÃO	28
AGRADECIMENTOS.....	31
REFERÊNCIAS	31

Tabela de vida do predador <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja tratadas com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole ou tebuconazole	38
RESUMO	38
ABSTRACT	39
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS	41
RESULTADOS	46
DISCUSSÃO	59
AGRADECIMENTOS	61
REFERÊNCIAS	62
RESUMO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	68

RESUMO

LACERDA, Mabio Chrisley, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2006.
Desenvolvimento e reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Het.: Pentatomidae) em plantas de soja com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole ou tebuconazole. Orientador: Carlos Sigueyuki Sedyama. Conselheiros: José Cola Zanuncio e José Eduardo Serrão.

O percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) destaca-se entre os agentes de controle biológico encontrados na cultura da soja. O uso de agrotóxicos pode reduzir a diversidade faunística e aumentar a suscetibilidade dessa cultura ao ataque de pragas. Assim, o objetivo desse trabalho foi verificar o efeito de fungicidas, comumente utilizados na cultura da soja, nos parâmetros reprodutivos de *P. nigrispinus*. Os tratamentos constaram da testemunha com apenas água e espalhante adesivo (tratamento T1); plantas tratadas com o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (Opera[®]) (tratamento T2); tetraconazole (Domark[®]) (tratamento T3); tebuconazole (Folicur[®]) (tratamento T4); e rotação desses produtos (Opera[®]/Domark[®]/Folicur[®]/Opera[®]) (tratamento T5). Plantas de soja foram imersas por cinco segundos na calda fungicida na dosagem recomendada pelo fabricante. Ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* foram levadas a campo e acondicionadas em sacos de tecido organza envolvendo uma folha trifoliolada de soja, duas horas após o tratamento com a calda fungicida. Setenta e cinco por cento ou mais dos ovos de *P. nigrispinus* foram colocados até o 37º dia da emergência de suas fêmeas. O número de ovos e de ninfas por fêmea e de ninfas por postura foram maiores no tratamento com tebuconazole em relação ao com tetraconazole. O pico de oviposição de *P. nigrispinus* ocorreu entre os 20º e 30º dias (60% dos ovos colocados) em todos os tratamentos. A razão finita (λ) e a infinitesimal (r_m) de aumento populacional tiveram maiores valores na testemunha, porém *P. nigrispinus* mostrou crescimento populacional em todos os tratamentos. O

período para a população desse predador dobrar em número de indivíduos (TD) foi maior nos tratamentos com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, tebuconazole e a rotação de produtos que na testemunha e no tratamento com tetraconazole. A taxa líquida de reprodução (R_0) foi menor na testemunha e no tratamento com o tetraconazole que naquele com o tebuconazole. Os fungicidas foram compatíveis com *P. nigrispinus*, o que indica que esses produtos podem ser utilizados em programas de controle biológico na cultura da soja com esse predador. No entanto, o tebuconazole apresentou melhores resultados e pode estimular o aumento populacional de *P. nigrispinus*.

ABSTRACT

LACERDA, Mabio Chrisley, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2006.
Development and reproduction of the predator *Podisus nigrispinus* (Het.: Pentatomidae) in soybean plants with the fungicides epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole or tebuconazole. Advisor: Carlos Sigueyuki Sedyama. Committee Members: José Cola Zanuncio and José Eduardo Serrão.

The predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) is an important agent of biological control found in different cultures including soybean. The use of pesticides can reduce the diversity of the fauna and to increase the susceptibility of this culture to pests. The objective of this research was to verify the effect of fungicides, commonly used in the soybean culture, in the reproductive parameters of *P. nigrispinus*. The treatments consisted of the control with the application of only water and spreader-sticker (treatment T1); plants treated with the fungicide epoxiconazole + piraclostrobina (Opera®) (treatment T2); tetraconazole (Domark®) (treatment T3); tebuconazole (Folicur®) (treatment T4); and rotation of these products (Opera®/Domark®/ Folicur®/ Opera®) (treatment T5). Soybean plants were immersed during five seconds in the fungicide solution with the dosage recommended by the manufacturers. Second instar nymphs of *P. nigrispinus* were taken to the field and conditioned in organza bags involving a trifoliolate soybean leaf, two hours after the treatment with the fungicide solution. Seventy five percent or more of the eggs of *P. nigrispinus* were laid up to the 37th day after the emergency of its females. The numbers of eggs and of nymphs per female and of nymphs per egg mass were higher in the treatment with the tebuconazole than that with the tetraconazole. The oviposition peak of *P. nigrispinus* was recorded between the 20th and the 30th days (60% of the eggs laid) of the adult stage in all treatments. The finite (λ) and the infinitesimal (rm) reason of

population increase showed higher values in the control, but *P. nigrispinus* had population growth in all treatments. The period of the population of this predator to double its population in number of individuals (TD) was longer in the treatments with the fungicides epoxiconazole + piraclostrobina, tebuconazole and the rotation of these products than in the control and in the treatment with the tetraconazole. The liquid reproductive rate (Ro) was lower in the control and in the treatment with the tetraconazole than in that with the tebuconazole. The fungicides tested are compatible with *P. nigrispinus* what indicates that these products can be used in programs of biological control in the soybean culture with this predator. However, the tebuconazole presented better results and it can stimulate the population increase of *P. nigrispinus*.

INTRODUÇÃO

Expansão da cultura da soja e a ferrugem asiática

Fatores edafoclimáticos favoráveis e o apoio governamental à sojicultura foram fundamentais para a rápida expansão dessa cultura no Brasil à partir da década de 1980, nos estados de Goiás, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul em direção ao oeste brasileiro. Atualmente, áreas da Amazônia Legal (região Norte, Mato Grosso e Maranhão), também, estão sendo alvo do avanço do cultivo da soja (Bickel, 2004).

A expansão da sojicultura nas áreas de cerrado deve-se ao relevo plano, fácil correção química do solo e apoio técnico-científico pelo governo, além da alta rentabilidade dessa cultura. No entanto, os plantios de soja, quase sempre em extensas monoculturas, causam problemas com doenças, sendo as fúngicas um dos principais fatores que afetam a sua produtividade (Hoffmann et al., 2004).

A ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Syd é a doença de maior distribuição nacional e mais importante da sojicultura (Yorinori & Lazzarotto, 2004; Yorinori et al., 2003) e está presente na maioria dos países asiáticos e na Austrália, mas ausente das Américas até a safra 1999/00 (Yorinori et al., 2003). Esta doença desfolha a planta e reduz o número de vagens e o peso dos grãos (Calegari, 2003; Ploper & Devani, 2002).

O primeiro relato de ferrugem da soja no Brasil (Deslandes, 1979) é causada por um fungo do gênero *Phakopsora* que foi erroneamente identificado como *Phakopsora pachyrhizi*. Isto causou impacto entre os fitopatologistas pela importância da soja para a economia do país, especialmente como produto de exportação (Figueiredo, 2001). A identificação do patógeno da ferrugem asiática teve problemas no Brasil, por existir duas espécies do gênero *Phakopsora* com sintomas semelhantes (Andrade & Alencar,

2002; Figueiredo, 2001; Yorinori et al., 2003). No entanto, a espécie que ocorria no Brasil era a *Phakopsora meibomia*, nativa da América do Sul, menos agressiva.

Os uredósporos da ferrugem asiática se disseminam a longas distâncias pelo vento, mas não existem evidências de que possa ser transmitida via sementes (Yorinori & Lazzarotto, 2004). Os principais sintomas da ferrugem da soja são observados nas folhas e essa doença se inicia nas partes baixas da planta, caracterizada por minúsculos pontos escuros (no máximo 1mm de diâmetro) no tecido sadio da folha, com coloração esverdeada à cinza-esverdeada. Na face inferior das folhas são observadas saliências correspondentes a estruturas de frutificação do fungo (urédias) (Embrapa, 2004; Ploper & Devani, 2002), o que diferencia essa ferrugem de outras doenças que apresentam sintomas semelhantes (Yorinori et al., 2003).

A aplicação de fungicida, quando necessária, deve ser feita entre os estádios R5.1 (início de formação do grão) e R5.3 (até 50% de enchimento da vagem) (escala de Fehr & Caviness, 1977) (Calegari, 2003). Lavouras semeadas mais tarde poderão ter, em caso de necessidade, aplicação de fungicidas em estádios gradativamente anteriores, até o R3 (final de floração a início de formação de vagem canivetinho) (Embrapa, 2004; Yorinori et al., 2003).

Fungicidas utilizados na cultura da soja para o controle de *Phakopsora pachyrhizi*

Fungicidas sistêmicos (azoxystrobin 50 g i.a./ha + nimbus 0,5%, carbendazin 250 g i.a./ha, tebuconazole 100 g i.a./ha, difenoconazole 50 g i.a./ha e epoxiconazole 25 g i.a./ha + pyraclostrobin 66,5 g i.a./ha) foram estudados para o controle da ferrugem da soja causada por *P. pachyrhizi*. Nenhum produto mostrou efeito erradicante durante o período de incubação, mas todos reduziram a severidade dessa doença, além da viabilidade dos uredósporos. Todos os fungicidas, exceto o carbendazin, inibiram em mais de 60% a germinação de uredósporos, quando aplicados até oito dias após a inoculação, no período de incubação da doença (Godoy & Canteri, 2004).

Os fungicidas fluquinconazole (62,5 g i.a./ha) (+ 250 mL/ha de óleo mineral ou vegetal); epoxiconazole + pyraclostrobin (25,0 + 66,5 g i.a./ha)/Opera (500 mL/ha); difenoconazole (50,0 g i.a./ha)/Score 250 CE (200 mL/ha); azoxystrobin (50,0 g i.a./ha)/Priori (200 mL/ha) (+ Nimbus: 0,5% v/v para aplicação terrestre e 0,5 L/ha, para aplicação aérea), tebuconazole (100,0 g i.a./ha)/Folicur 200 CE (500 mL/ha) e tetraconazole (50,0 g i.a./ha)/Domark 100 EC (500 mL/ha) são recomendados para o

controle da ferrugem da soja pelo Ministério da Agricultura (Yorinori et al., 2003; Agrofit, 2005)

O fungicida Stratego (trifloxystrobin 125 & propiconazole 125 EC), nas doses de 0,4 e 0,5 L/ha do produto comercial, apresentou, no Mato Grosso do Sul, excelente desempenho na redução do nível de infecção e aumento da produtividade da soja. Esse produto deve ser aplicado nos estádios R3 e/ou R5.1 da lavoura de soja (Calegari, 2003).

Efeito de fungicidas sobre insetos

A conscientização da sociedade tem mostrado os problemas ambientais do uso indiscriminado de agroquímicos (Carson, 1962), mas o problema de desequilíbrios biológicos continua. Por isto, a atenção voltada para uma Agricultura Sustentável exige agroquímicos seletivos e com menor impacto ao meio ambiente (Zanuncio et al., 1998)

O efeito seletivo de inseticidas sobre predadores tem sido mostrado (Gonring et al., 2003; Gusmão et al., 2000; Zanuncio et al., 1998), mas há poucas informações sobre a ação seletiva dos fungicidas. Alguns autores têm estudado o efeito de fungicidas sobre insetos (Michaud & Grant, 2003; Michaud, 2001; Jansen, 1999; Schmuck, 1997) e ácaros (Reis & Teodoro, 2000; Reis & Souza, 2000), mas com resultados controversos. Isto é necessário, pois o controle integrado de pragas baseia-se no uso racional de defensivos seletivos para não afetar os inimigos naturais (Torres et al., 2002; Michaud, 2001; Reis & Souza, 2000; Silveira Neto et al., 1976).

A identificação de pesticidas seguros é essencial para o desenvolvimento de programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), como o realizado pelo Centro de Pesquisa e Extensão em Agricultura Irrigada (IEREC) da Universidade do Estado de Washington, o qual visa identificar pesticidas (inseticidas, acaricidas e fungicidas) seguros para insetos benéficos em vinhedos e lavouras de lúpulo (Lee & Mason, 2001). A idéia é criar uma base de dados de pesticidas seguros para utilização conjunta com o controle químico e biológico em programas de MIP.

Fungicidas cúpricos à base de oxicloreto de cobre aumentaram a capacidade reprodutiva e podem levar à ocorrência de surtos de ácaros fitófagos (Reis & Sousa, 2000). Fungicidas utilizados na cultura do trigo mostraram impacto positivo ou negativo sobre a vespa *Aphidius rhopalosiphi* DeStefani-Perez (Hymenoptera: Aphidiidae), parasitóide de afídeo, dependendo do produto ou a combinação dos mesmos. Isto mostra

que se pode obter proteção efetiva com produtos de baixo impacto sobre parasitóides (Jansen, 1999).

Pupas de *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) apresentaram deformação quando larvas dessa espécie foram expostas ao fungicida mancozeb (Adamski & Ziemnicki, 2004), o qual reduziu, também, a longevidade do parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Carvalho et al., 1999).

Subordem Heteroptera no controle biológico de pragas

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) procura evitar ou combater os surtos de pragas, com várias táticas, antes que atinjam o nível de dano econômico (Crocomo, 1990), sendo o controle biológico (clássico ou aplicado) uma das mais importantes pelo baixo impacto ambiental (Guedes et al., 2000). A liberação de predadores em áreas onde se deseja reduzir a densidade de insetos pragas torna necessário o conhecimento da biologia e de técnicas de criação, para se produzir o maior número possível de indivíduos dos mesmos (Zanuncio et al., 2001).

A subordem Heteroptera apresenta, principalmente nas famílias Pentatomidae e Reduviidae, predadores importantes para o controle biológico (De Bach & Rosen, 1991, Zanuncio et al., 1993, Zanuncio et al., 1994) por se alimentarem de ovos e formas jovem e adulta de insetos. Os predadores Asopinae, família Pentatomidae, têm apresentado maior sobrevivência e menor período de desenvolvimento com planta e presa (Moreira et al., 1995; Moreira et al., 1996/1997, Zanuncio et al., 2000), porém não atingem sua fase reprodutiva, apenas, com plantas (Evangelista Júnior et al., 2004). O predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) destaca-se entre os agentes de controle biológico encontrados na soja (Matos Neto et al., 2002a,b), e, por isto, vem despertando a atenção para seu uso no MIP de soja (Matos Neto et al., 2002a,b), algodão (Medeiros et al., 2003), tomate (Vivan et al., 2002) e eucalipto (Zanuncio et al., 1994). *P. nigrispinus* apresentou melhor reprodução com algodão (Evangelista Júnior et al., 2004), soja (Matos Neto et al., 2002b), ervas daninhas (Evangelista Júnior et al., 2004) ou eucalipto (Zanuncio et al., 2000) e presa.

Parâmetros reprodutivos, como o número de posturas/fêmea, ovos/fêmea/dia, ovos/postura, viabilidade de ovos, períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição além do intervalo entre posturas, longevidade de adultos e tabelas de vida de fertilidade e de esperança de vida têm sido utilizados para avaliar metodologias de

criação de predadores (Moreira et al., 1995, Medeiros et al., 2000, 2003; Zanuncio et al., 2004).

Uso de tabela de vida em programas de MIP

Estudos com tabelas de vida fornecem informações para o desenvolvimento de modelos para estudos da dinâmica populacional de pragas (Albergaria et al., 2003) e inimigos naturais (Medeiros et al., 2000, 2003). Essas tabelas podem indicar a distribuição e abundância potencial de um inseto, prever a ocorrência de pragas e inimigos naturais, além de elucidarem suas interações ecológicas e simularem a biologia de insetos (Albergaria et al., 2003; Medeiros et al., 2000).

Bioensaios para avaliar os efeitos de pesticidas em insetos benéficos não-alvo, geralmente, restringem-se a medir taxas de mortalidade por patogenicidade ou toxicidade e mudanças na capacidade de predação ou parasitismo (De Nardo et al., 2001). Efeitos subletais, como o aumento do período de desenvolvimento, redução no número de ovos por fêmea e padrão de sobrevivência não são considerados na maioria dos testes, os quais podem ser avaliados pela construção de tabelas de vida e de fertilidade (Stark & Banks, 2003; De Nardo et al., 2001).

Os parâmetros, normalmente, calculados em tabelas de vida e de fertilidade são a taxa líquida de reprodução (R_0) (número de fêmeas adicionadas por fêmea durante sua vida), duração de uma geração (DG) (tempo entre o nascimento dos pais e dos filhos), razão infinitesimal de aumento (rm) (taxa de aumento populacional por unidade de tempo), razão finita de aumento (λ) (número de fêmeas adicionadas à população por fêmea por unidade de tempo) e tempo necessário dobrar sua população em número de indivíduos (TD) (Maia et al. 2000; Medeiros et al., 2003).

Os parâmetros de tabela de vida podem ser comparados com testes estatísticos, mas é necessário ter-se informações sobre o grau de incerteza associado com suas estimativas. O programa estatístico SAS (SAS Institute, 1990) é utilizado para se comparar os parâmetros de tabelas de vida com a técnica de Jackknife que, juntamente com a técnica de Bootstrap, serve para calcular a variância do R_m estimado, mas que pode ser estendida aos outros parâmetros da tabela de vida (Maia et al., 2000).

OBJETIVOS

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o impacto dos fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina (Opera[®]), tetraconazole (Domark[®]) e tebuconazole (Folicur[®]) utilizados na cultura da soja sobre o predador *P. nigrispinus*.

REFERÊNCIAS

ADAMSKI, Z. & K. ZIEMNICKI. 2004. Side-effects of mancozeb on *Spodoptera exigua* (Hubn.) larvae. **J. Appl. Ent.**, 128: 212–217.

AGROFIT. 2005. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Relatório de pragas e doenças: *Phakopsora pachyrhizi*. Site visitado em 02/05/2005. http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.

ALBERGARIA, N.M.M.S., F.J. CIVIDANES & H.O.S. DÓRIA. 2003. Tabela de vida ecológica de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotr. Entomol.**, 32: 559-563.

ANDRADE, P.J.M. & D.F. ALENCAR. 2002. Ferrugem asiática: uma ameaça à sojicultura brasileira. EMBRAPA - **Circular Técnica Nº11**, 12p., Dourados, MS.

BICKEL, U. 2004. Brasil: Expansão da soja, conflitos sócio-ecológicos e segurança alimentar. **Tese de mestrado em agronomia tropical**, Universidade de Bonn, Alemanha. 169p.

CALEGARO, P.R. 2003. Control of the main fungal diseases on cotton, bean and soybean crops with Stratego[®] in Brazil. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, 56: 354-372

CARSON, R. 1962. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Edições Melhoramentos, 305 p.

CARVALHO, G.A., J.R.P. PARRA & G.C. BAPTISTA. 1999. Ação residual de alguns inseticidas pulverizados em plantas de tomateiro sobre duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em casa-de-vegetação. **Ciênc. e Agrotec.**, 23: 770-775.

- CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª aproximação**. Viçosa, UFV, 360p.
- CROCOMO, W.B. 1990. **O que é manejo de pragas**, p. 9-34. In W.B. Crocomo (ed.), *Manejo integrado de pragas*. Botucatu, UNESP, 358p.
- DE BACH, P. & ROSEN, D. 1991. **Biological control by natural enemies**. 2nd ed., Cambridge University, New York. 440p.
- DE NARDO, E.A.B., A.H.N. MAIA & M.A. WATANABE. 2001. Effect of a formulation of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) nuclear polyhedrosis virus on the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae), using the fertility life table parameters. **Environ. Entomol.**, 30: 1164-1173.
- DESLANDES, J.A. 1979. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causada por *Phakopsora pachyrhizi* no estado de Minas Gerais. **Fitopatol. Bras.**, 4:337-339.
- EMBRAPA. 2004. **Tecnologia para produção de soja – Região central do Brasil - 2005**. Londrina: Embrapa soja, 239 p.
- EVANGELISTA JÚNIOR W.S., M.G.C. GONDIM JUNIOR., J.B. TORRES & E.J. MARQUES. 2004. Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. **Pesq. agropec. Bras.**, 39: 413-420.
- FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. 1977. **Stage of soybean development**. Ames, Iowa, Cooperative Extension Service. Iowa State University, Special report 80. 11p.
- FIGUEIREDO, M.B. 2001. Doenças fúngicas emergentes em grandes culturas. **O Biológico**, 63: 29-32.
- GODOY, C.V. & M.G. CANTERI. 2004. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatol. Bras.**, 29: 97-101.
- GONRING, A.H.R., M.C. PICANÇO, G.L.D. LEITE, F.A. SUINAGA & J.C. ZANUNCIO. 2003. Seletividade de inseticidas a *Podisus rostralis* (Stal) (Heteroptera:

Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. **Rev. Árvore**, 27: 263-268.

GUEDES, J.C., I.D. COSTA & E. CASTIGLIONE. 2000. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria, UFSM/CCR/DFS, 248p.

GUSMÃO, M.R., M.C. PICANÇO, G.L.D. LEITE & M.F. MOURA. 2000. Seletividade de inseticidas a predadores de pulgões. **Hortic. Bras.**, 18: 130-133.

HOFFMANN, L.L., E.M. REIS, C.A. FORCELINI, E. PANISSON, C.S. MENDES & R.T. CASA. 2004. Efeitos da rotação de cultura, de cultivares e da aplicação de fungicida sobre o rendimento de grãos e doenças foliares em soja. **Fitopatol. Bras.**, 29:245-251.

JANSEN, J.P. 1999. Effects of wheat foliar fungicides on the aphid endoparasitoid *Aphidius rhopalosiphi* DeStefani-Perez (Hym., Aphidiidae) on glass plates and on plants. **J. App. Entom.**, 123: 217-224.

LEE J.C. & B. MASON. 2001. Pesticide safety and beneficial arthropods. **Agric. Environ. News**, 188: 8-12.

MAIA, A.H.N., A.J.B. LUIZ & C. CAMPANHOLA. 2000. Statistical inference on associated fertility table parameters using Jackknife technique: computacional aspects. **J. Econ. Entomol.**, 93: 511-518.

MATOS NETO, F.C., J.C. ZANUNCIO, I. CRUZ & J.B. TORRES. 2002a. Nymphal development of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera, Pentatomidae) preying on larvae of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera, Noctuidae) fed with resistant and susceptible soybeans. **Rev. Bras. Entomol.**, 46: 237-241.

MATOS NETO, F.C., J.C. ZANUNCIO, M.C. PICANÇO & I. CRUZ. 2002b. Reproductive characteristics of the predators *Podisus nigrispinus* (Het.: Pentatomidae) fed with an insect resistant soybean variety. **Pesq. Agropec. Bras.**, 37: 917-924.

MEDEIROS, R.S., RAMALHO, F.S., LEMOS, W.P. & ZANUNCIO, J.C. 2000. Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **J. Appl. Entomol.**, 124: 319-324.

- MEDEIROS, R.S., F.S. RAMALHO, J.C. ZANUNCIO & J.E. SERRÃO. 2003. Effect of temperature on life table parameters of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) fed with *Alabama argillacea* (Lep., Noctuidae) larvae. **J. Appl. Entomol.**, 127: 209-213.
- MICHAUD, JP. 2001. Responses of two ladybeetles to eight fungicides used in Florida citrus: Implications for biological control. **J. Ins. Sci.**, 1:6.
- MICHAUD, J.P. & A.K. GRANT. 2003. Sub-lethal effects of a copper sulfate fungicide on development and reproduction in three coccinellid species. **J. Ins. Sci.**, 3: 1-6.
- MOREIRA, L.A., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & BRUCKNER, C.H. 1995. Tabela de fertilidade de *Tynacantha marginata* (Heteroptera, Pentatomidae, Asopinae), alimentada com larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, Tenebrionidae) e folhas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Bake. **Rev. Bras. Zool.**, 12: 225-261.
- MOREIRA, L.A., ZANUNCIO, J.C., PICANÇO, M.C. & GUEDES, R.N.C. 1996/1997. Effect of *Eucalyptus urophylla* feeding in the development, survival and reproduction of the predator *Tynacantha marginata* Dallas, 1851 (Heteroptera: Pentatomidae). **Rev. Biol. Trop.**, 45: 253-257.
- PLOPER D.P. & M.R. DEVANI. 2002. La roya de la soja: Principales aspectos de la enfermedad y consideraciones sobre su manejo. **Soja en Siembra Directa**, AAPRESID, 51-55.
- REIS P.R. & E.O. SOUSA. 2000. Efeito de oxiclreto de cobre sobre duas espécies de ácaros predadores. **Ciênc. Agrotec.**, 24: 924-930
- REIS, P.R. & A.V. TEODORO. 2000. Efeito de oxiclreto de cobre sobre a reprodução do ácaro-vermelho-do-cafeeiro, *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917). **Ciênc. Agrotec.**, 24: 347-352.
- SAS Institute. 1990. **SAS Language: reference**, version 6, 3rd ed. SAS Institute, Cary, NC.
- SCHMUCK, R. 1997. Effects of Euparen® M on honey bees and selected beneficial arthropods – Information about the use of the pesticide during blossom and in IPM cultures. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, 50: 233-246.

SILVEIRA NETO, S., O. NAKANO, D. BARBIN & N.A. VILLA NOVA. 1976. **Manual de Ecologia de Insetos**. Editora Agronômica Ceres Ltda, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

STARK, J.D. & J.E. BANKS. 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Ann. Rev. Entomol.**, 48:505–519.

TORRES, J.B., C.S.A. SILVA-TORRES, M.R. SILVA & J.F. FERREIRA. 2002. Compatibilidade de inseticidas e acaricidas com o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em algodoeiro. **Neotr. Entomol.**, 31: 311-317.

VIVAN, L.M., J.B. TORRES, A.F.S.L. VEIGA & J.C. ZANUNCIO. 2002. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça do tomateiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, 37: 581-587.

YORINORI, J.T. & J.J. LAZZAROTTO. 2004. Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul. Embrapa Soja, **Documentos 236**, Londrina PR, 30p.

YORINORI, J.T., W.M. PAIVA, L.M. COSTAMILAN & P.F. BERTAGNOLLI. 2003. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): identificação e controle. **Potafos: Informações Agronômicas**, 104: 5-8.

ZANUNCIO, T.V., J.C. ZANUNCIO, V.C. BATALHA, & G.P. SANTOS. 1993. Efeito da alimentação com lagartas de *Bombyx mori* e larvas de *Musca domestica* no desenvolvimento de *Podisus nigrolimbatus* (Hemiptera, Pentatomidae). **Rev. Bras. Entomol.**, 37: 273-277.

ZANUNCIO, J.C., J.B. ALVES, T.V. ZANUNCIO & J.F. GARCIA. 1994. Hemipterous predators of Eucalypt desfoliator caterpillars. **For. Ecol. Manage.**, 65: 65-73.

ZANUNCIO, J.C., V.C. BATALHA, R.N.C. GUEDES & M.C. PICANÇO. 1998. Insecticide selectivity to *Supputius cincticeps* (Stal) (Het.: Pentatomidae) and its prey *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae). **J. Appl. Entomol.**, 122: 457-460

ZANUNCIO, J.C., ZANUNCIO, T.V., GUEDES, R.N.C. & RAMALHO, F.S. 2000. Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae). **Bioc. Sci. Tech.**, 10: 443-450.

ZANUNCIO, J.C., A.J. MOLINA-RUGAMA; J.E. SERRÃO & D. PRATISSOLI. 2001. Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. **Bioc. Sci. Tech.**, 11: 331-337.

ZANUNCIO, J.C., M.C. LACERDA, J.S. ZANUNCIO JUNIOR, T.V. ZANUNCIO, A.M.C. SILVA & M.C. ESPINDULA. 2004. Fertility table and rate of population growth of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. **Ann. Appl. Biol.**, 144: 357-361.

Desenvolvimento e reprodução de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja tratadas com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole ou tebuconazole

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja tratadas com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina (Opera®), tetraconazole (Domark®) e tebuconazole (Folicur®). Esse predador foi criado em plantas de soja e alimentado com pupas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) fornecidas *ad lib.* durante cinco gerações (F₅) para adequá-lo às condições ambientais. Os tratamentos foram: testemunha com água e espalhante adesivo (tratamento 1); plantas tratadas com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina (Opera®) (tratamento 2); tetraconazole (Domark®) (tratamento 3); tebuconazole (Folicur®) (tratamento 4); e a rotação desses produtos (tratamento 5). Plantas de soja foram imersas por cinco segundos na calda fungicida na dosagem recomendada pelo fabricante. Ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* foram levadas a campo e acondicionadas em sacos de tecido organza envolvendo uma folha trifoliolada de soja, duas horas após o tratamento com a calda fungicida. A sobrevivência da fase ninfal (primeiro estágio a adulto) foi de 92%, 86%, 92%, 94% e 89% na testemunha e nos tratamentos com epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole, tebuconazole e rotação desses produtos, respectivamente. Setenta e cinco por cento ou mais dos ovos de *P. nigrispinus* foram colocados até o 37º dia da emergência de suas fêmeas. O número de ovos e de ninfas por fêmea e de ninfas por postura foi maior com tebuconazole que com tetraconazole. O número de ovos/fêmea viva/dia, em todos os tratamentos, apresentou menores valores nos períodos em que houve precipitação e queda de temperatura. O pico de oviposição ocorreu entre os 20º e 30º dias de vida das fêmeas de *P. nigrispinus* (60% dos ovos colocados) em todos os tratamentos. O fungicida tebuconazole foi o menos prejudicial ao predador *P. nigrispinus* e, por isto, pode ser recomendado para o controle da ferrugem asiática da soja em programas de manejo integrado de pragas com esse predador. No caso de ser necessário o uso de mais de uma pulverização da cultura da soja contra essa doença, pode-se utilizar o tebuconazole em rotação com o epoxiconazole + piraclostrobina.

Palavras chave: controle biológico, predador, toxicidade, organismo não-alvo.

Development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) in soybean plants treated with the fungicides epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole or tebuconazole

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the development and the reproduction of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) in soybean plants treated with the fungicides epoxiconazole + piraclostrobina (Opera®), tetraconazole (Domark®) or tebuconazole (Folicur®). This predator was reared in soybean plants and fed with *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae supplied ad lib. during five generations of this natural enemy (F5) to adapt it to the environmental conditions. The treatments were: the control, only with water and spreader-sticker (treatment 1); plants treated with the fungicides epoxiconazole + piraclostrobina (Opera®) (treatment 2); tetraconazole (Domark®) (treatment 3); tebuconazole (Folicur®) (treatment 4) and the rotation of these products (treatment 5). Soybean plants were immersed during five seconds in the fungicide solutions in the dosage recommended by the manufacturer. Second instar nymphs of *P. nigrispinus* were taken to the field and conditioned in organza bags involving a trifoliolate soybean leaf, two hours after being treated with the fungicide solution. The survival of the larva stage (first instar to adult) was 92%, 86%, 92%, 94% and 89% in the control and in the treatments with the epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole, tebuconazole and rotation of these products, respectively. Seventy five percent or more of the eggs of *P. nigrispinus* were laid up to the 37th day of the emergency of its females. The numbers of eggs and nymphs per female and nymphs per egg mass was higher with the tebuconazole than with the tetraconazole. The number of eggs/alive female/day presented lower values in the periods with lower rainfall and temperature in all treatments. The oviposition peak occurred between the 20th and 30th days of the adult stage of *P. nigrispinus* females (60% of eggs laid) in all treatments. The fungicide tebuconazole was the least harmful to the predator *P. nigrispinus* and for this reason it can be recommended for the control of the Asian rust in integrated management of this disease in the soybean culture with this predator. The tebuconazole can be used in rotation with the epoxiconazole + piraclostrobina when more than one spraying it is necessary in the soybean culture against this disease.

Key-words: Biological control, predator, toxicity, non-target organism.

INTRODUÇÃO

O controle de pragas e doenças de vegetais tem sido feito, principalmente, com inseticidas e fungicidas (Loureiro et al., 2002). No entanto, muitos desses compostos podem acarretar problemas ambientais (Carson, 1962), incluindo a diminuição do potencial de controle efetuado por predadores, parasitóides e patógenos (Zanuncio et al., 1998; Lee & Mason, 2001). Dessa forma, o uso de agrotóxicos pode não ser compatível com o controle biológico (Latteur & Jansen, 2002) pelo impacto sobre inimigos naturais.

O registro de pesticidas inclui estudos em artrópodes não alvos para reduzir o impacto em predadores, parasitóides e patógenos (Olszak, 1999). Esses resultados podem não ser suficientes para a avaliação da sustentabilidade de um produto no Manejo Integrado de Pragas (MIP), mas permitem avaliar o potencial de impacto para artrópodes benéficos e oferecer informações sobre o modo de aplicação correto dos mesmos (Schmuck, 1997). Os pesticidas devem ser efetivos contra pragas e, relativamente, pouco perigosos a artrópodes não-alvo como parasitóides e predadores (Bostanian & Larocque, 2001).

Pesquisas com agrotóxicos visam selecionar os menos prejudiciais ao homem e ao meio ambiente. O piretróide permetrina mostrou ser compatível com o predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) (Zanuncio et al., 2005). Outros trabalhos têm mostrado o impacto de agrotóxicos sobre organismos não alvo como o efeito de mancozeb em *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) (Adamski & Ziemnicki, 2004); de inseticidas sobre *Trichogramma* (Grutmacher et al., 2004; Hafez et al., 1999); de fungicidas em predadores coccinelídeos (Michaud, 2001; Michaud & Grant, 2003) e de fungicidas e inseticidas sobre organismos não alvo (Sterk et al., 1999).

A preservação da fauna de inimigos naturais é imprescindível para programas eficientes de MIP (Crocomo, 1990; Carvalho et al., 1999). A cultura da soja apresenta grande diversidade de inimigos naturais (Belorte et al., 2004), com destaque para espécies do gênero *Podisus*, ordem Heteroptera, como agentes de controle biológico (Zanuncio et al., 1994; Lemos et al., 2001; Zanuncio et al., 2001; Matos Neto et al., 2002a,b; De Clercq, 2002; Vivan et al., 2002; Torres et al., 2002; Torres & Ruberson, 2004; Lacerda et al., 2004).

Estudos sobre o potencial dos predadores no controle de pragas-chave devem priorizar sua criação massal, para serem liberados no campo em sistemas de manejo de pragas como o predador *Podisus nigrispinus* (Dalas) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) (Oliveira et al., 2004).

Estudos sobre o desenvolvimento de *P. nigrispinus* fornecem informações sobre o peso, duração e sobrevivência de ninfas para se avaliar o comportamento de adultos desse inimigo natural (Zanuncio et al., 2002; Boiça Junior et al., 2002). A biologia de *P. nigrispinus* foi estudada com diferentes dietas (De Clercq et al., 2002; Oliveira et al., 2002; Oliveira et al., 2004) e condições (Santos & Boiça Junior, 2002; Medeiros et al., 2003a) visando aperfeiçoar a metodologia de criação massal e estudar o comportamento dessa espécie.

O objetivo dessa pesquisa foi comparar o desenvolvimento e a reprodução do predador *P. nigrispinus* em plantas de soja tratadas com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina (Opera®), tetraconazole (Domark®) e tebuconazole (Folicur®).

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no campo e em casa-de-vegetação do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, município de Viçosa, Estado de Minas Gerais. O substrato para o plantio da soja (terra de barranco e matéria orgânica), foi corrigido conforme o recomendado pela Comissão de Fertilidade dos Solos do Estado de Minas Gerais, 5ª aproximação (CFSEMG - ..., 1999) e colocado em vasos com, aproximadamente, três litros de capacidade, os quais foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado em condições de campo. As sementes da cultivar “BRSMG Garantia” (Embrapa, 2004) foram obtidas do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, cujas plantas foram utilizadas para criação de *P. nigrispinus*. Em cada vaso foram cultivadas duas plantas de soja. Os tratos culturais foram o desbaste (quando as plantas atingiam o estágio V3 ou V4), deixando-se duas plantas por vaso e remoção manual de ervas daninhas. Os tratamentos receberam adubação de cobertura com sulfato de amônia equivalente a 50kg/ha de N conforme a necessidade da cultura. O cultivo da soja em casa-de-vegetação torna necessária a adubação nitrogenada de cobertura pois as

plantas, mesmo inoculadas, apresentam sintomas de deficiência (Tancredi et al., 2004). As plantas tiveram um tutor por vaso, visando evitar o tombamento e permitir o bom desenvolvimento das mesmas, além de auxiliar na sustentação das sacolas de organza utilizados para a criação dos predadores (Figura 3) (Zanuncio et al., 2004).

O plantio da soja foi escalonado de acordo com o ciclo de vida de *P. nigrispinus*. Esse predador foi mantido nas plantas de soja a partir do estágio reprodutivo (R1) (Fehr & Caviness, 1977) das mesmas, quando a lavoura é mais susceptível à ferrugem asiática e coincide com o período de pulverizações de fungicidas (Godoy & Canteri, 2004; Yorinori et al., 2003; Yorinori & Lazzarotto, 2004).

Espécimes de *P. nigrispinus* foram obtidos da colônia do Laboratório de Controle Biológico de Insetos do Núcleo de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (LCBI/BIOAGRO) da UFV. Os dados climáticos foram fornecidos pelo Departamento de Engenharia Agrícola da UFV (Figuras 1 e 2).

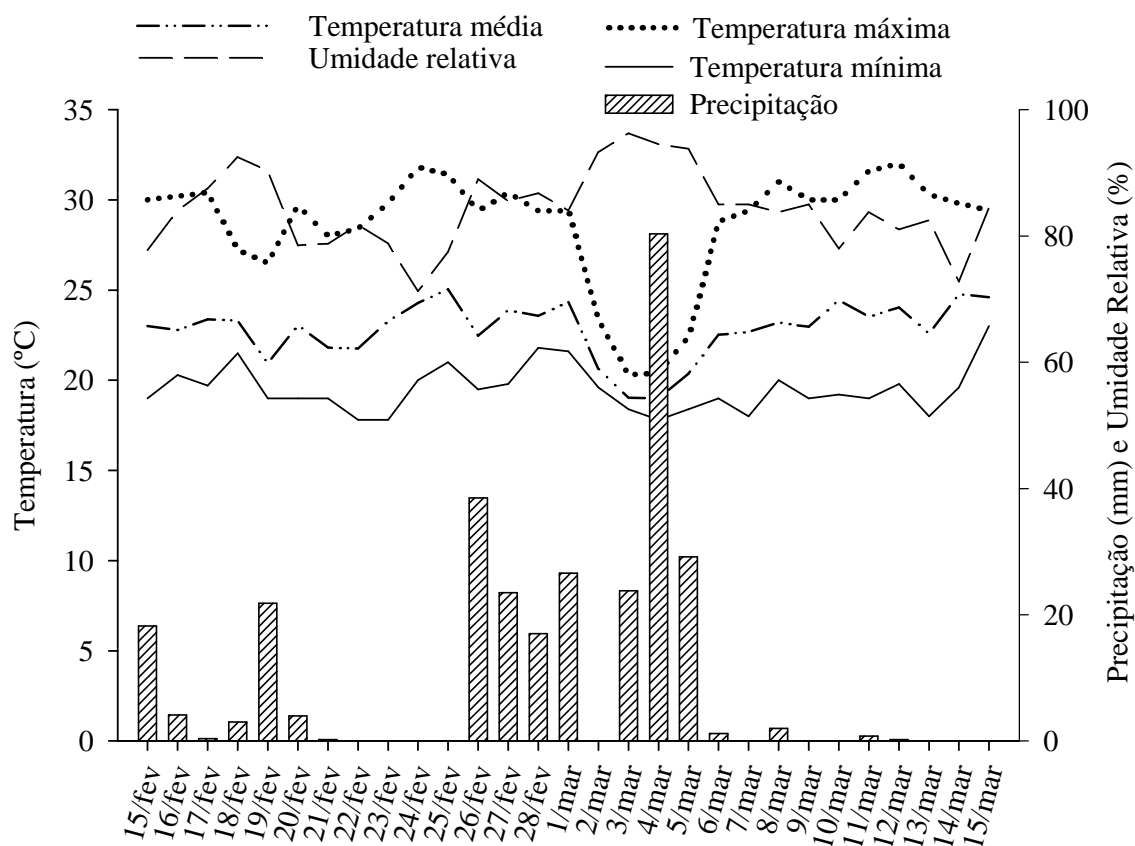


Figura 1. Dados climáticos do período de avaliação da fase ninfal de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja (cultivar BRSMG Garantia) com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Fevereiro a março de 2005.

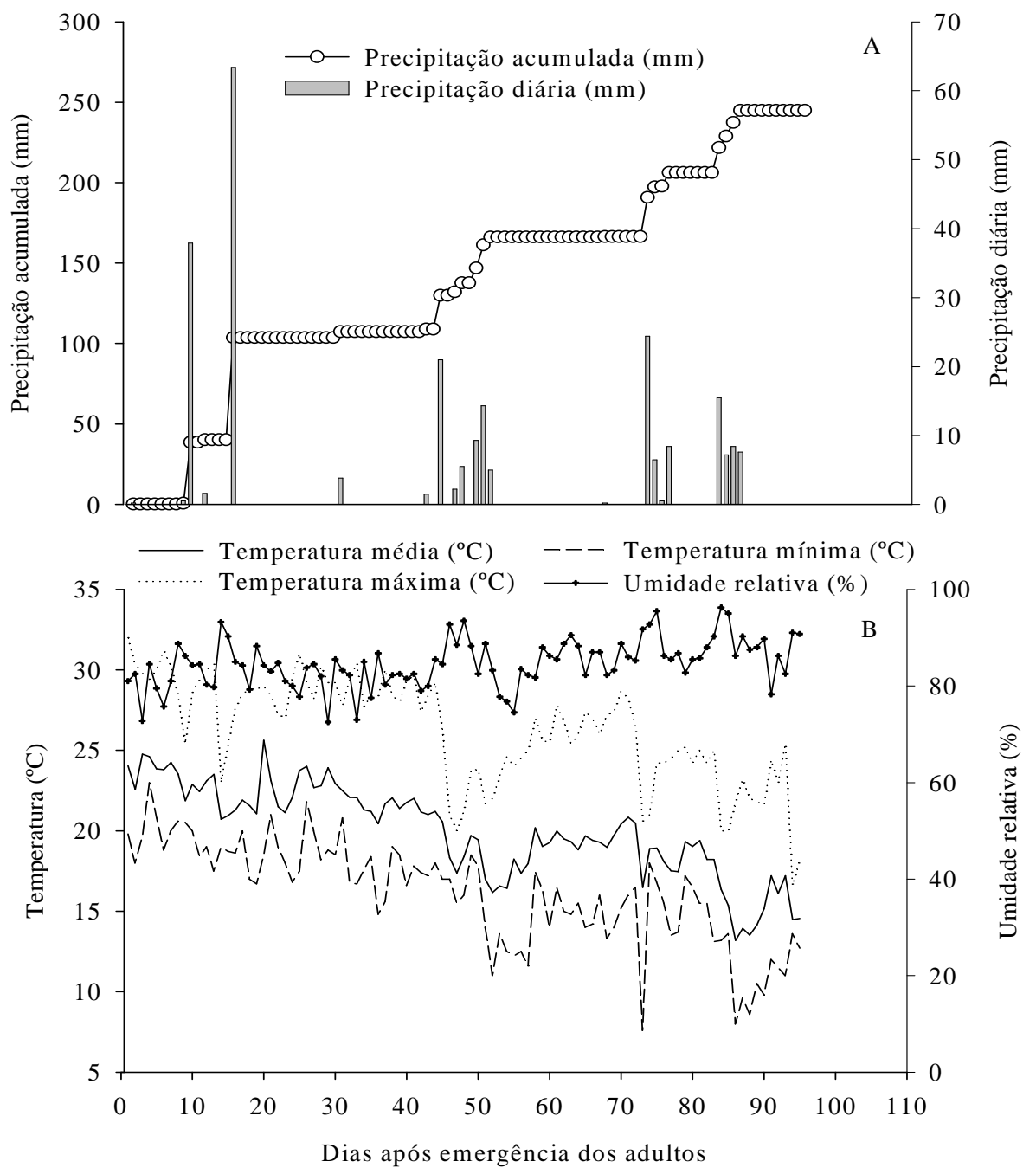


Figura 2. Precipitação diária e acumulada (A), temperaturas média, máxima e mínima e umidade relativa do ar (B) durante a fase reprodutiva do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em campo. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais.

Posturas de *P. nigrispinus* foram acondicionadas em placas de Petri (9,0 cm de diâmetro x 1,2 cm de altura) em sala climatizada com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 5\%$ e fotoperíodo de 12 horas. Ninfas desse predador foram mantidas nessa sala até o início do segundo estágio, quando foram levadas para o campo e acondicionadas em grupos de 20 por saco de tecido organza (20 x 30 cm) envolvendo plantas de soja (Figura 3) (Zanuncio et al., 2004). Esse predador foi alimentado com pupas de *T. molitor* fornecidas *ad lib.* e criado durante cinco gerações (F₅) para adequá-lo às condições ambientais.

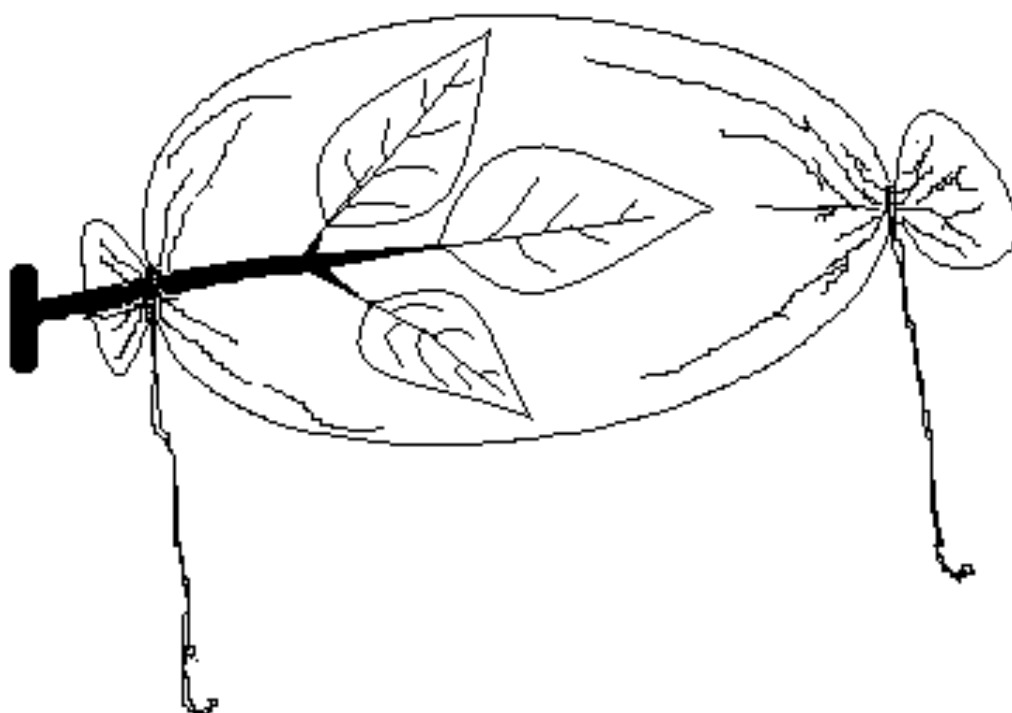


Figura 3. Esquema do saco de tecido organza utilizado no experimento para envolver as folhas de soja. Dimensões: 20 x 30 cm. (adaptado de Zanuncio et al., 2004)

A toxicidade residual dos fungicidas foi avaliada de acordo com metodologia adaptada de Gusmão et al. (2000) e Gonring et al. (2003), incluindo a testemunha (tratamento 1) que teve, apenas, água e espalhante adesivo. Plantas de soja foram imersas por cinco segundos em calda dos fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina (Opera[®]) (tratamento 2), tetraconazole (Domark[®]) (tratamento 3), tebuconazole (Folicur[®]) (tratamento 4) e a rotação dos produtos citados (tratamento 5) nas dosagens recomendadas para o controle da ferrugem asiática (Gusmão et al., 2000; Moreno & Nakano, 2002; e Gonring et al., 2003; Olszak, 1999). A rotação dos produtos foi feita

iniciando-se pelo epoxiconazole + piraclostrobina na primeira aplicação, tetraconazole na segunda, tebuconazole na terceira e, novamente, epoxiconazole + piraclostrobina na quarta aplicação. Ninfas de *P. nigrispinus* foram liberadas nas plantas de soja duas horas após a aplicação dos fungicidas.

Foram coletados 100 (cem) ovos de *P. nigrispinus* da geração F₅ por tratamento, os quais foram colocados em placas de Petri para obtenção da percentagem de eclosão de ninfas e período de incubação sendo suas ninfas criadas a temperatura de 25 ± 2°C e umidade relativa de 75 ± 5% em sala climatizada do Laboratório de Controle Biológico de Insetos do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (LCBI/BIOAGRO) até o segundo estágio.

As ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* foram levadas a campo e acondicionadas em sacos de tecido organza envolvendo uma folha trifoliolada de soja tratada com a calda fungicida de acordo com o tratamento. Foram colocadas dez ninfas por saco de tecido organza, cada um constituindo um repetição. Os tratamentos tiveram oito, nove, oito, oito e nove repetições, na fase ninfal, para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente. A geração F₆ de *P. nigrispinus* foi avaliada, diariamente, quanto a sobrevivência, peso e duração de cada estágio, da aplicação do fungicida até sua mortalidade. Ninfas e adultos desse predador foram pesados após cada muda e no início da fase adulta, em balança analítica com precisão de 0,1 mg. Foi utilizado o modelo Kaplan-Meyer para determinar as curvas de sobrevivência da fase ninfal de *P. nigrispinus*. Foram feitas quatro aplicações dos fungicidas a partir do estágio reprodutivo da cultura da soja. Duas aplicações foram feitas para se estabelecer uma simultaneidade com o segundo e quinto estágios de *P. nigrispinus* e duas durante a fase adulta desse predador. Os adultos da F₆ foram acasalados três dias após sua emergência.

Cada tratamento foi constituído de vinte casais de *P. nigrispinus*, com cada um correspondendo a uma repetição. Os casais de *P. nigrispinus* foram avaliados, diariamente, para a coleta das posturas e verificar a mortalidade de machos e fêmeas. Esses dados foram utilizados para se calcular os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, os números de ovos e de ninfas por fêmea e por postura, o período de incubação e a longevidade de fêmeas de *P. nigrispinus*.

Os dados de desenvolvimento e reprodução de *P. nigrispinus* foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste de Duncan à 5% de probabilidade pelo programa SAEG.

RESULTADOS

A sobrevivência de *P. nigrispinus* foi menor nos tratamentos com epoxiconazole + piraclostrobina e rotação dos produtos (Figura 4) após a primeira imersão das plantas de soja na calda desses fungicidas, entre o segundo e terceiro estádios desse predador. A sobrevivência da fase ninfal (primeiro estádio a adulto) foi de 92%, 86%, 92%, 94% e 89% na testemunha e com os epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole, tebuconazole e rotação desses produtos, respectivamente (Figura 4).

O peso das ninfas de terceiro e quarto estádios de *P. nigrispinus* foi semelhante entre tratamentos. Ninfas de quinto estádio apresentaram menor peso ($24,16 \pm 0,62$ mg) com rotação dos fungicidas (Tabela 1).

Machos adultos (máximo de 24 horas após a emergência) de *P. nigrispinus* apresentaram menor peso com o fungicida Opera® (epoxiconazole + piraclostrobina) e rotação dos produtos com valores de $42,47 \pm 0,95$ e $43,72 \pm 0,58$ mg, respectivamente, que na testemunha ($46,15 \pm 0,60$ mg). O tratamento de rotação de produtos recebeu, apenas, os fungicidas Opera® e Domark® pois houve, apenas, duas imersões nas caldas de fungicida durante a fase ninfal de *P. nigrispinus*. Portanto, a redução do peso dos machos desse predador pode estar relacionado com o fungicida Opera®, pois os tratamentos com rotação de fungicidas ou com o domark® apresentaram valores semelhantes (Tabela 1). O peso de fêmeas adultas recém emergidas de *P. nigrispinus* seguiu padrão semelhante ao dos machos com menores pesos nos tratamentos com Opera®, rotação dos produtos e Folicur® (Tabela 1).

A duração dos terceiro e quinto estádios de *P. nigrispinus* foi semelhante entre tratamentos. No entanto, a duração do quarto foi maior com o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina ($4,56 \pm 0,12$ dias) e rotação dos produtos ($4,51 \pm 0,11$ dias). A duração da fase ninfal (ovo a adulto) foi menor na testemunha ($26,11 \pm 0,13$ dias) e nos tratamentos com tetraconazole ($26,22 \pm 0,10$) e tebuconazole ($26,49 \pm 0,14$ dias) (Tabela 2). A maior duração dessa fase foi registrada nos tratamentos com o epoxiconazole + piraclostrobina ($26,79 \pm 0,15$ dias) e rotação dos produtos ($26,55 \pm 0,17$ dias) (Tabela 2).

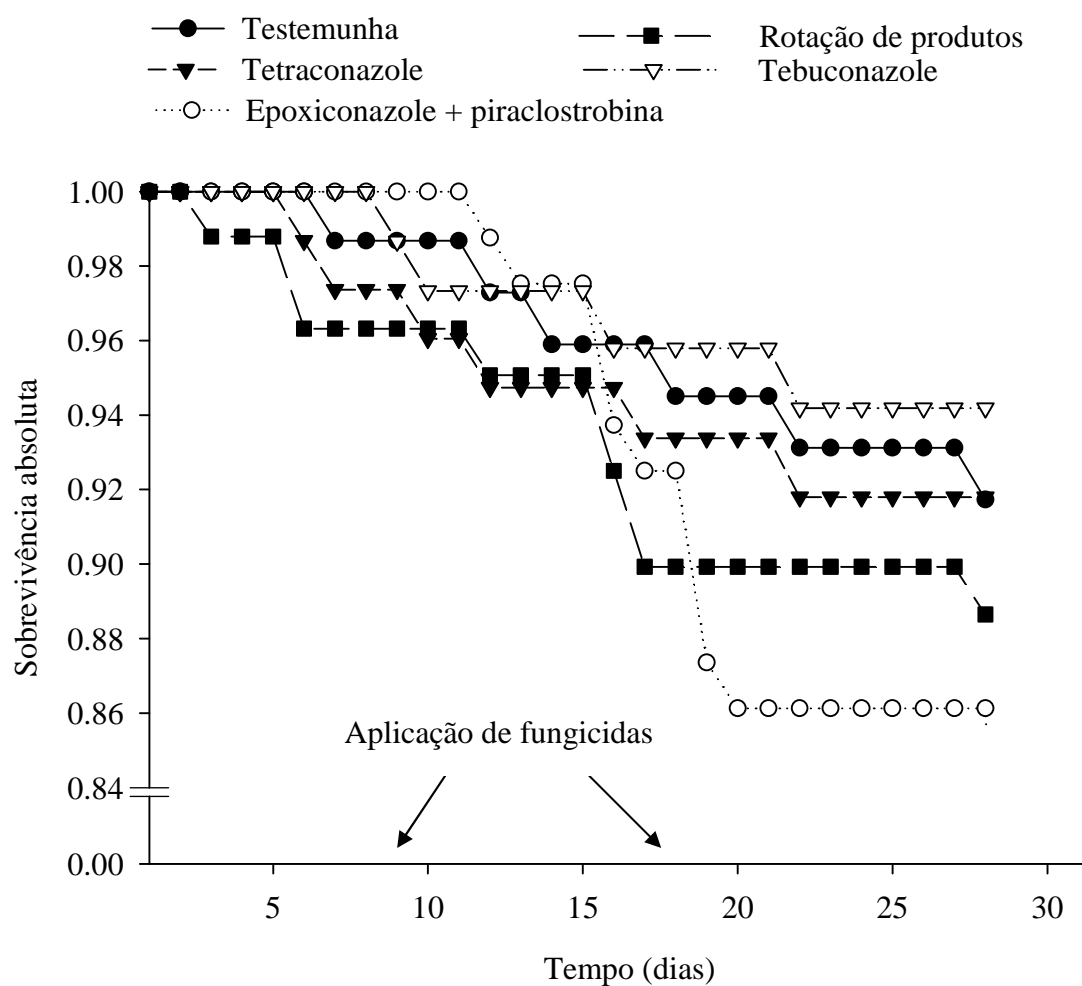


Figura 4. Curvas de sobrevivência, estimador Kaplan-Meyer, de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja após imersão em fungicidas. Fevereiro a março de 2005. Viçosa, Minas Gerais.

Tabela 1. Peso (mg) (média \pm erro padrão) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentados com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja após imersão em fungicidas. Viçosa, Minas Gerais.

Tratamentos ⁽¹⁾	Estádios			Adulto	
	Terceiro ^(ns)	Quarto ^(ns)	Quinto	Macho	Fêmea
T1	4,80 \pm 0,23	13,40 \pm 0,60	27,75 \pm 0,85a	46,15 \pm 0,60a	66,95 \pm 1,44a
T2	4,39 \pm 0,22	12,30 \pm 0,53	26,77 \pm 0,82a	42,47 \pm 0,95 c	62,43 \pm 1,46 bc
T3	4,82 \pm 0,20	13,22 \pm 0,54	27,50 \pm 0,70a	45,70 \pm 0,78ab	65,33 \pm 1,29ab
T4	4,72 \pm 0,21	12,72 \pm 0,50	27,05 \pm 0,73a	45,66 \pm 1,17ab	62,31 \pm 1,18 bc
T5	4,67 \pm 0,19	11,62 \pm 0,42	24,16 \pm 0,62 b	43,72 \pm 0,58 bc	60,40 \pm 1,34 c

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

⁽¹⁾Tratamentos: T1- testemunha; T2- epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®); T3- tetraconazole (Domark ®); T4- tebuconazole (Folicur ®); T5- rotação com esses fungicidas.

Tabela 2. Duração (dias) (média \pm erro padrão) de cada estágio e da fase ninfal de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja após imersão em fungicidas. Viçosa, Minas Gerais.

Tratamentos ⁽¹⁾	Estádios				Total (Ovo-Adulto)
	Segundo ^(ns)	Terceiro ^(ns)	Quarto	Quinto	
T1	4,02 \pm 0,04	3,54 \pm 0,07	4,00 \pm 0,11 b	6,82 \pm 0,08a	26,11 \pm 0,13 c
T2	4,19 \pm 0,05	3,62 \pm 0,07	4,56 \pm 0,12a	6,70 \pm 0,09a	26,79 \pm 0,15a
T3	4,14 \pm 0,04	3,48 \pm 0,06	4,17 \pm 0,11 b	6,64 \pm 0,11a	26,22 \pm 0,10 bc
T4	4,19 \pm 0,07	3,52 \pm 0,06	4,21 \pm 0,10 b	6,79 \pm 0,09a	26,49 \pm 0,14abc
T5	4,05 \pm 0,04	3,44 \pm 0,08	4,51 \pm 0,11a	6,78 \pm 0,10a	26,55 \pm 0,17ab

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

⁽¹⁾Tratamentos: T1- testemunha; T2- epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®); T3- tetraconazole (Domark ®); T4- tebuconazole (Folicur ®); T5- rotação com esses fungicidas.

Metade das fêmeas de *P. nigrispinus* morreram até os 37º, 49º, 33º, 48º e 42º dias nos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente (Figuras 5, 6 e 7). Setenta e cinco por cento ou mais dos ovos foram colocados até o 37º dia após a emergência das fêmeas desse predador em todos os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Percentagem de ovos por fêmea de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentadas com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja após imersão em fungicidas. Viçosa, Minas Gerais.

Dias após emergência	Tratamentos ⁽¹⁾				
	T1	T2	T3	T4	T5
10	26	23	30	24	20
20	50	45	60	43	41
30	75	64	77	61	61
40	89	79	88	79	78
50	96	90	93	90	89
60	99	96	97	95	94
70	100	99	98	98	97
80	100	100	99	100	99
90	100	100	100	100	100

⁽¹⁾Tratamentos: T1- testemunha; T2- epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®); T3- tetraconazole (Domark ®); T4- tebuconazole (Folicur ®); T5- rotação com esses fungicidas.

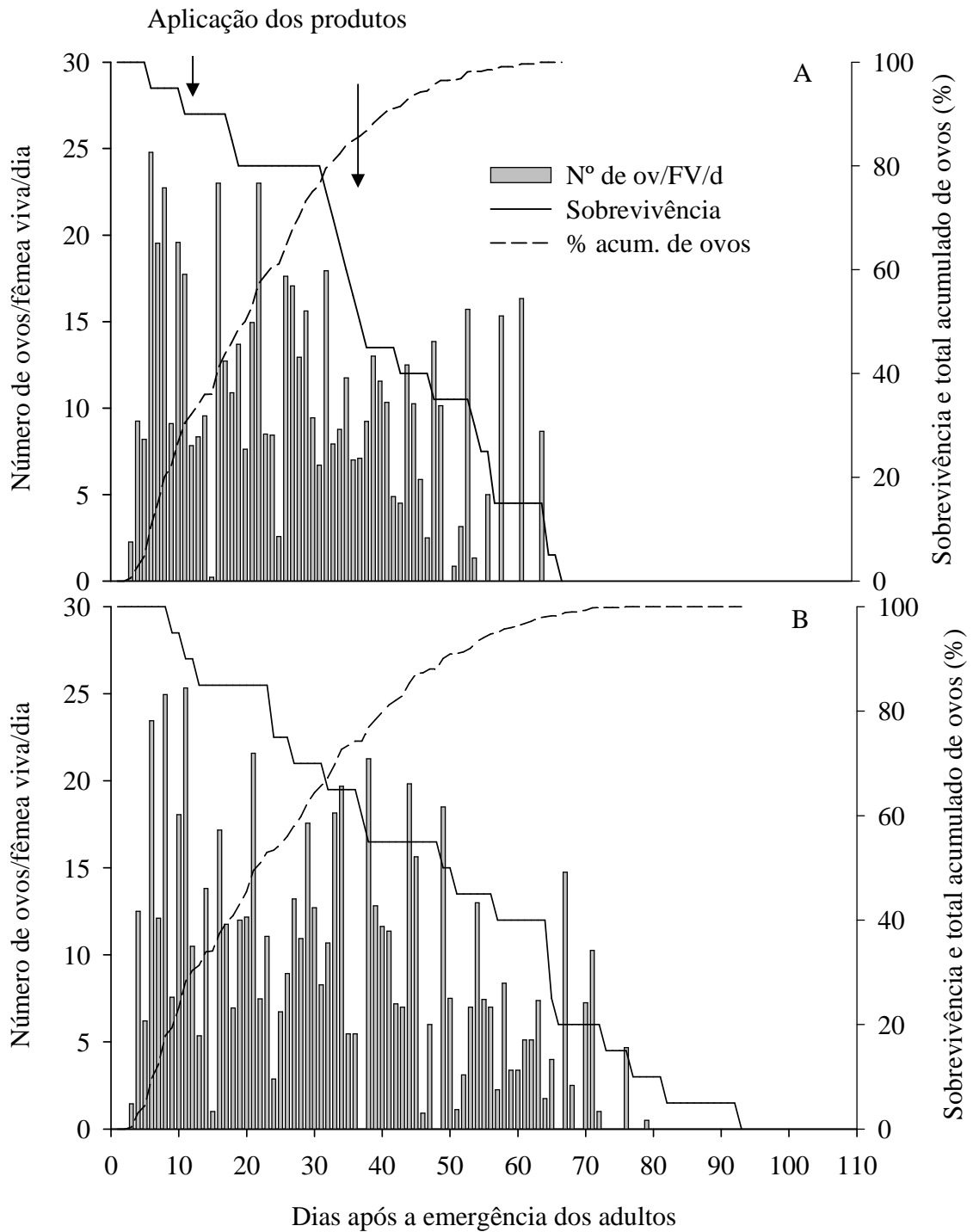


Figura 5. Sobrevivência e produção diária de ovos por fêmea de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja *Glycine max* não tratadas (A) ou tratadas com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina (Opera®) (B) em condições de campo. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais.

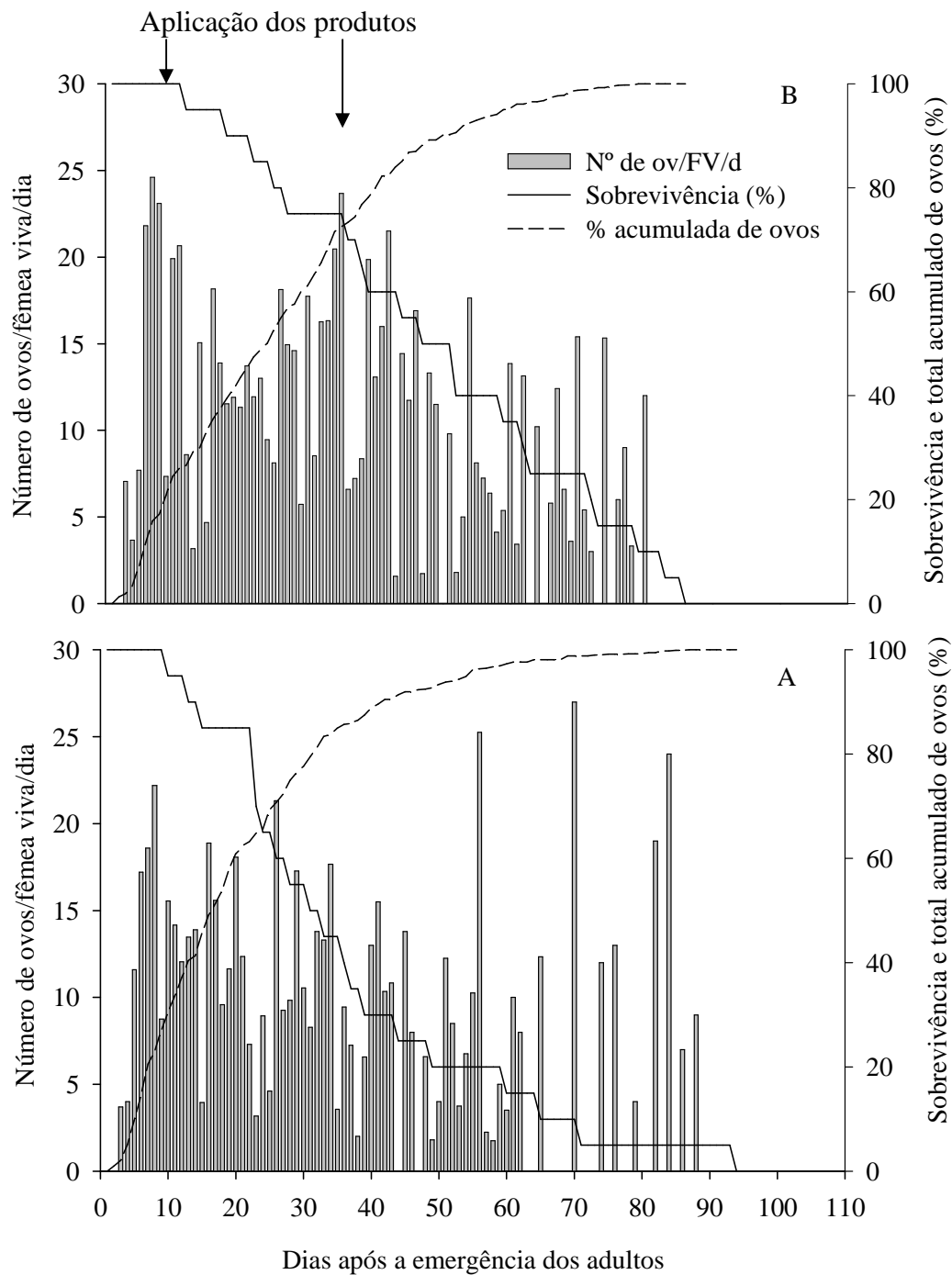


Figura 6. Sobrevivência e produção diária de ovos por fêmea de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja *Glycine max* tratadas com o fungicida tebuconazole (Folicur®) (A) ou tetraconazole (Domark®) (B) em condições de campo. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais.

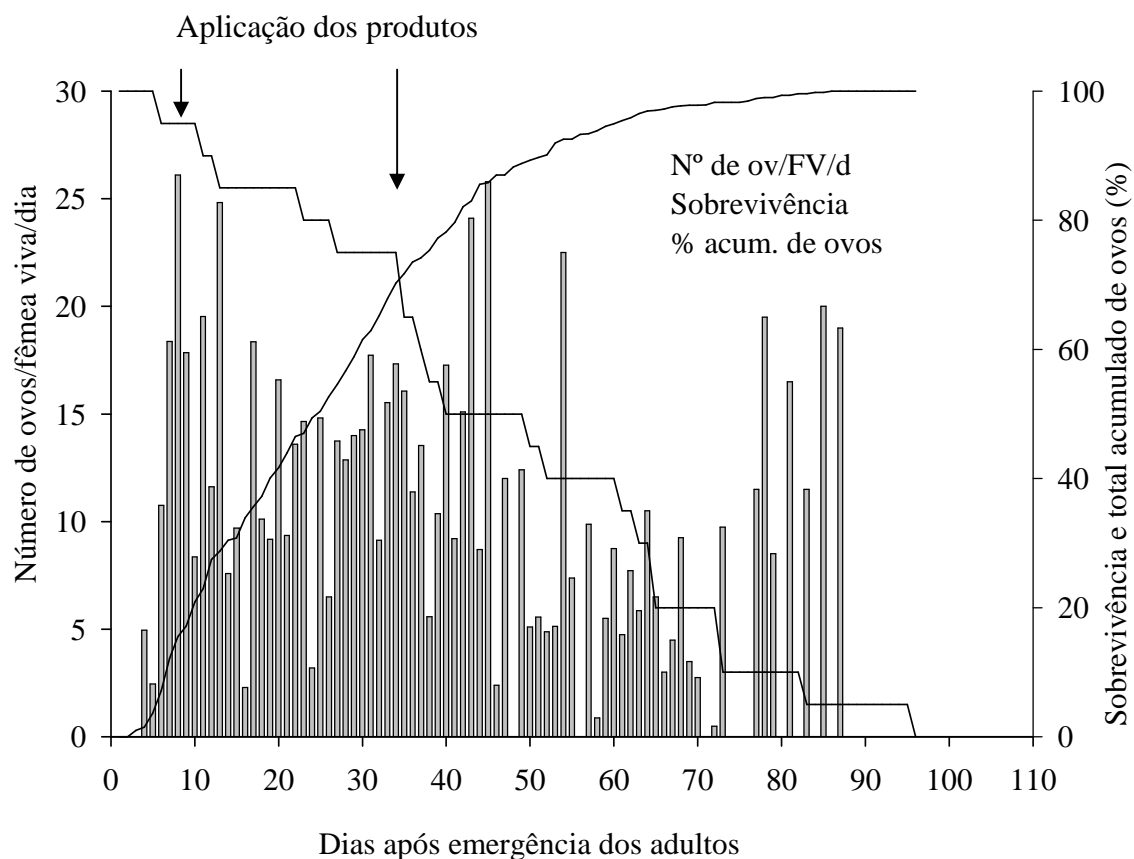


Figura 7. Sobrevivência e produção diária de ovos por fêmea de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja *Glycine max* tratadas, em sistema de rotação, com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®), tebuconazole (Folicur ®) e tetraconazole (Domark ®) em condições ambientais. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais.

A imersão das plantas de soja com fungicidas não afetou os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição e a viabilidade e o período de incubação dos ovos, números de posturas, de ovos por postura e longevidade do predador *P. nigrispinus*. No entanto, o número de ovos foi menor no T3 ($375,40 \pm 45,15$) que no T4 ($554,15 \pm 60,25$), assim como o número de ninfas por fêmea ($287,15 \pm 34,62$ e $455,20 \pm 49,08$) e de ninfas por postura ($20,31 \pm 1,03$ e $23,99 \pm 1,07$) nos tratamentos T3 e T4, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros reprodutivos (média \pm erro padrão) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com pupas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja (*Glycine max*), após imersão em fungicidas. Viçosa, Minas Gerais, 2005.

	Tratamentos*				
	T1	T2	T3	T4	T5
Número de ovos	416,30 \pm 48,88ab	453,40 \pm 58,31ab	375,40 \pm 45,15 b	554,15 \pm 60,25a	497,60 \pm 69,11ab
Número de ninfas	346,10 \pm 42,61ab	368,15 \pm 48,27ab	287,15 \pm 34,62 b	455,20 \pm 49,08a	410,55 \pm 59,60ab
Período de pré-oviposição	5,55 \pm 0,22a	5,55 \pm 0,21a	5,55 \pm 0,22a	5,50 \pm 0,20a	5,75 \pm 0,20a
Período de oviposição	30,40 \pm 3,88a	37,90 \pm 5,02a	29,25 \pm 4,55a	41,75 \pm 4,76a	39,10 \pm 5,46a
Período de pós-oviposição	5,30 \pm 1,56a	5,00 \pm 1,19a	4,10 \pm 0,81a	3,85 \pm 0,62a	3,05 \pm 0,67a
Longevidade de fêmeas	41,25 \pm 4,02a	48,45 \pm 5,58a	38,90 \pm 4,80a	51,10 \pm 5,07a	47,90 \pm 5,57a
Viabilidade dos ovos	82,24 \pm 3,04a	77,06 \pm 3,47a	76,14 \pm 3,23a	80,63 \pm 2,44a	81,82 \pm 2,54a
Período de incubação	4,79 \pm 0,10a	4,96 \pm 0,10a	4,73 \pm 0,11a	5,02 \pm 0,08a	4,99 \pm 0,09a
Número de ovos/postura	27,86 \pm 1,33a	25,13 \pm 1,02a	25,12 \pm 1,10a	28,58 \pm 1,27a	25,85 \pm 1,17a
Número de ninfas/postura	23,54 \pm 1,42ab	21,06 \pm 1,10ab	20,31 \pm 1,03 b	23,99 \pm 1,07a	21,80 \pm 0,86ab
Número de posturas	14,95 \pm 1,82a	17,56 \pm 2,03a	14,78 \pm 1,82a	20,35 \pm 2,35a	19,35 \pm 2,67a

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Duncan.

*Tratamentos: T1- testemunha; T2- epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®); T3- tetraconazole (Domark ®); T4- tebuconazole (Folicur ®); T5- esquema de rodízio entre os três fungicidas citados anteriormente.

DISCUSSÃO

A menor duração da fase ninfal de *P. nigrispinus* que a relatada para esse predador em plantas de algodoeiro, tomateiro ou, apenas, presa e água (Oliveira et al., 2002), pode ser devido ao fato desses autores terem trabalhado em laboratório, com condições controladas de temperatura e umidade relativa, excluindo as adversidades climáticas (Evangelista Júnior et al., 2004). Larvas de coccinelídeos tiveram desenvolvimento larval mais rápido quando expostas a resíduos de azoxystrobin (resíduo em folhas na dosagem duas vezes superior à recomendada) (Michaud, 2001). Isto pode ser devido ao efeito colateral da exposição ao produto tóxico, mas o contrário ocorreu nos outros tratamentos, o que é mais difícil de ser interpretado. A duração da fase ninfal de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) foi afetada pelas condições ambientais, com maior duração na época de realização do experimento (período de inverno) e pela presença de planta à dieta (Ferreira, 2003). Portanto, o período de desenvolvimento dos insetos pode ser afetado pelas condições ambientais (Silveira Neto, 1976) e, também, sofrer influência de agentes externos, como pesticidas (Michaud, 2001).

A menor sobrevivência de ninfas de *P. nigrispinus* nos tratamentos com epoxiconazole + piraclostrobina e rotação de produtos (Figura 4) pode ser devido a algum efeito indireto dos fungicidas sobre esse predador. Tiametoxam e imidaclopride (neonicotinóides), mostraram capacidade estressora com mudanças no comportamento de insetos e possibilitando a ação dos fungos entomopatogênicos, reduzindo a sobrevivência dos mesmos (Loureiro et al., 2002). Os fungicidas podem apresentar efeitos diretos sobre insetos mas, também, indiretos, principalmente, em microorganismos associados (Latteur & Jansen, 2002; Mourão et al., 2003; Kouassi et al., 2003). Os fungicidas tebuconazole, metalaxil, mancozebe, folpete, fenpropatrina e tetraconazole inibiram o crescimento de fungos, sendo classificados como tóxicos ou muito tóxicos aos entomopatógenos (Loureiro et al., 2002). O efeito da época de aplicação na incompatibilidade de três fungicidas (metalaxyl, mancozeb e óxido de cobre) ao isolado MK2001 do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* in vitro mostrou ser esse isolado, altamente patogênico a adultos de *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera: Miridae) (84% mortalidade até quatro dias pós-tratamento com fungicida) (Kouassi et al., 2003). Mancozeb, metalaxyl e óxido de cobre exibiram atividade inseticida de 24, 40 e 48% respectivamente, sobre adultos de *L. lineolaris*. O

efeito inseticida sinérgico do isolado fúngico MK2001 ocorreu quando foi aplicado de dois a quatro dias antes da aplicação dos fungicidas metalaxyl, mancozeb ou óxido de cobre. No entanto, a aplicação de metalaxyl, mancozeb e óxido de cobre dois a quatro dias antes do isolado MK2001 antagonizou o efeito desse inseticida. O uso simultâneo de cada fungicida (metalaxyl, mancozeb ou óxido de cobre) e o isolado provocaram menor mortalidade dos insetos. Isto revela que fungicidas podem ser incompatíveis com isolados fúngicos, mas a avaliação do tempo de uso dos mesmos poderia ser benéfica no controle biológico ou programas de MIP. A aplicação do entomopatógeno antes dos fungicidas pode permitir a ocorrência da infecção dos insetos pelos patógenos. Caso contrário, a aplicação dos fungicidas antes dos entomopatógenos, impediria a infecciosidade e reduziria sua eficiência.

Os maiores pesos de adultos de *P. nigrispinus* foram obtidos na testemunha e no tratamento com tetraconazole. Isto é importante, pois fêmeas mais pesadas podem produzir maior número de descendentes (Zanuncio et al., 2002), contribuindo para a adaptabilidade desse predador em programas de MIP.

A menor reprodução de *P. nigrispinus* com o tetraconazole concorda com a redução da fecundidade de *Adalia bipunctata* L (Coloepetera: Coccinellidea) após contato direto com fungicidas (curto tempo de imersão) (Olszak, 1999). No entanto, outro fungicida (tolylfluanid) não afetou abelhas, mesmo com a dose mais alta durante o período e de forrageamento desses insetos. O ingrediente ativo desse produto não apresentou toxicidade oral aguda e baixa toxicidade de contato para abelhas (Schmuck, 1997). No entanto, reduziu a população de ácaros predadores em 50% após aplicações repetidas em plantas de uva em relação a parcelas tratadas com água. Além disso, ocorreu redução simultânea de ácaros daninhos e a relação predador/presa se manteve semelhante e sem aumento de populações de ácaros daninhos. Os fungicidas kresoxim-methyl, trifloxystrobin, flusilazole e myclobutanil não reduziram a reprodução do ácaro predador *Agistemus fleschneri* (Summers) (Acari: Stigmaeidae) (Bostanian & Larocque, 2001). Dessa forma, esses produtos podem ser utilizados no manejo de doenças sem afetar as populações de ácaros fitófagos. Resultados semelhantes aos efeitos adversos a Chrysopídeos e Coccinelídeos em culturas tratadas são, bastante, improváveis mesmo com o uso das mais altas doses recomendadas para o fungicida tolylfluanid (Schmuck, 1997).

A maioria dos parâmetros reprodutivos do predador *P. nigrispinus* foi

semelhante entre tratamentos e na testemunha (Tabela 4). No entanto, o número de ovos e de ninfas por fêmea e de ninfas por postura foi maior com o tebuconazole que com tetraconazole. Isto não deve estar relacionado ao modo de ação desses fungicidas, pois ambos agem na inibição da biossíntese de ergosterol, principal esterol da membrana plasmática da maioria dos fungos (Agrofit, 2005), mas ausente em insetos (Canavoso et al., 2001). No entanto, a reprodução desse predador pode ser afetada pelos ingredientes inertes da composição desses fungicidas, mas isto necessitaria da análise bioquímica desses fungicidas. Inseticidas e acaricidas, com características semelhantes aos abamectim, diafentiurom e enxofre foram tóxicos e afetaram a taxa de predação percevejo predador *P. nigrispinus* no dia da aplicação. No entanto, esses valores foram menores três dias após, mostrando que esses produtos devem ser melhor analisados antes de sua utilização em programas de manejo integrado de pragas do algodoeiro (Torres et al., 2002).

A temperatura e a precipitação afetaram a postura de *P. nigrispinus* (Figuras 5, 6 e 7), com ligeira queda do número de ovos/fêmea viva/dia em todos os tratamentos durante períodos de precipitação e queda de temperatura entre os 10º e 20º dias após a emergência de seus adultos (Figura 2). Isto mostra variação da taxa de oviposição em relação aos períodos com precipitação e/ou queda de temperatura como relatado para a performance reprodutiva de insetos em função das condições do meio em que vivem (Silveira Neto, 1976; Guedes et al., 2000).

O pico de oviposição (que se inicia quando 50% das fêmeas fizeram a primeira postura e finaliza após 60% dos ovos colocados) ocorreu, aproximadamente, entre os 20º e 30º dias da fase adulta (60% dos ovos colocados) de *P. nigrispinus* (Tabela 3), em todos os tratamentos. Isto é semelhante ao relatado para fêmeas desse predador, as quais colocaram 60% dos ovos até o 29º e 23º dia nas temperaturas de 25 e 28°C, respectivamente (Medeiros et al., 2000, 2003b) e mostra a habilidade de *P. nigrispinus* para se adaptar a condições de stress e ser utilizado em lavouras de soja tratadas com fungicidas.

O número de ovos e de ninfas por fêmea de *P. nigrispinus* foi semelhante ao relatado para esse predador em variedades de soja resistente e susceptível a insetos (Matos Neto et al., 2002b).

O fungicida tebuconazole foi o menos prejudicial ao predador *P. nigrispinus* e, por isto, pode ser recomendado para o controle da ferrugem asiática da soja em

programas de manejo integrado de pragas com esse predador. No caso de ser necessário o uso de mais de uma pulverização da cultura da soja contra essa doença, pode-se utilizar o tebuconazole em rotação com o epoxiconazole + piraclostrobina.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

ADAMSKI, Z. & K. ZIEMNICKI. 2004. Side-effects of mancozeb on *Spodoptera exigua* (Hubn.) larvae. **J. Appl. Ent.**, 128: 212–217.

AGROFIT. 2005. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Relatório de pragas e doenças: *Phakopsora pachyrhizi*. Site visitado em 02/05/2005. http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

BELORTE, L.C.C., Z.A. RAMIRO & A.M. FARIA. 2004. Ocorrência de predadores em cinco cultivares de soja *Glycine max* (L.) Merrill, 1917] no município de Araçatuba, SP. **Arq. Inst. Biol.**, 71: 45-49.

BOIÇA JÚNIOR, A.L., T.M. SANTOS & J.J. SOARES. 2002. Influência de genótipos de algodoeiro sobre o desenvolvimento e capacidade predatória de ninfas de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851). **Arq. Inst. Biol.**, 69: 75-80

BOSTANIAN, N.J. & N. LAROCQUE. 2001. Laboratory tests to determine the intrinsic toxicity of four fungicides and two insecticides to the predacious mite *Agistemus fleschneri*. **Phytoparasitica**, 29: 1-8.

CANAVOSO, L.E, Z.E JOUNI, K.J. KARNAS, J.E. PENNINGTON & M.A. WELLS. 2001. Fat metabolism in insects. **Annu. Rev. Nutr.**, 21: 23–46

- CARSON, R. 1962. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Edições Melhoramentos, 305 p.
- CARVALHO, G.A., J.R.P. PARRA & G.C. BAPTISTA. 1999. Ação residual de alguns inseticidas pulverizados em plantas de tomateiro sobre duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em casa-de-vegetação. **Ciênc. e agrotec.**, 23: 770-775.
- CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª aproximação**. Viçosa, UFV, 360p.
- CROCOMO, W.B. 1990. **O que é manejo de pragas**, p. 9-34. In W.B. Crocomo (ed.), *Manejo integrado de pragas*. Botucatu, UNESP, 358p.
- DE CLERCQ, P., K. WYCKHUYS, H.N. OLIVEIRA, & J. KLAPWIJK. 2002. Predation by *Podisus maculiventris* on different life stages of *Nezara viridula*. **Flor. Entomol.**, 85: 197-202.
- EMBRAPA. 2004. **Tecnologia para produção de soja – Região Central do Brasil - 2005**. Londrina: Embrapa soja, 239 p.
- EVANGELISTA JÚNIOR, W.S., M.G.C. GONDIM JUNIOR, J.B. TORRES & E.J. MARQUES. 2004. Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. **Pesq. agropec. bras.**, 39: 413-420.
- FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. 1977. **Stage of soybean development**. Ames, Iowa, Cooperative Extension Service. Iowa State University, Special report 80. 11p.
- FERREIRA, A.M.R.M. 2003. Desenvolvimento e reprodução do predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em planta e presa no campo. **Tese de doutorado – UFV**, 80p.
- GODOY, C.V. & M.G. CANTERI. 2004. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatol. Bras.**, 29: 97-101.
- GONRING, A.H.R., M.C. PIKANÇO, G.L.D. LEITE, F.A. SUINAGA & J.C.

- ZANUNCIO. 2003. Seletividade de inseticidas a *Podisus rostralis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. **Rev. Árvore**, 27: 263-268
- GRÜTZMACHER, A.D., O. ZIMMERMANN, A. YOUSEF & S.A. HASSAN. 2004. The side-effects of pesticides used in integrated production of peaches in Brazil on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **J. Econ. Entom.**, 377–383
- GUEDES, J.C., I.D. COSTA & E. CASTIGLIONE. 2000. **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria, UFSM/CCR/DFS, 248p.
- GUSMÃO, M.R., M.C. PICANÇO, G.L.D. LEITE & M.F. MOURA. 2000. Seletividade de inseticidas a predadores de pulgões. **Hortic. Bras.**, 18: 130-133.
- HAFEZ, M.B., A. SCHMITT & S.A. HASSAN. 1999. The side-effects of plant extracts and metabolites of *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai and conventional fungicides on the beneficial organism *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **J. Appl. Ent.**, 123: 363-368.
- KOUASSI, M., D. CODERRE & S.I. TODOROVA. 2003. Effects of the timing of applications on the incompatibility of three fungicides and one isolate of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina). **J. Appl. Ent.**, 127: 421–426.
- LACERDA, M.C., A.M.R.M. FERREIRA, T.V. ZANUNCIO, J.C. ZANUNCIO, A.S. BERNARDINO & M.C. ESPINDULA. 2004. Development and reproduction of *Podisus distinctus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed larva of *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). **Braz. J. Biol.**, 64: 237-242.
- LATTEUR, G. & J.P. JANSEN. 2002. Effects of 20 fungicides on the infectivity of conidia of the aphid entomopathogenic fungus *Erynia neoaphidis*. **BioControl**, 47: 435–444.
- LEE, J.C. & B. MASON. 2001. Pesticide safety and beneficial arthropods. **Agric.**

Environ. News, 188: 8-12.

LEMONS, W.P., R.S. MEDEIROS, F.S. RAMALHO & J.C. ZANUNCIO. 2001. Effects of plant feeding on the development, survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Int. J. Pest Manag.**, 47: 89-93.

LOUREIRO, E.S., A. MOINO Jr., A. ARNOSTI & G.C. SOUZA. 2002. Efeito de produtos fitossanitários químicos utilizados em alface e crisântemo sobre fungos entomopatogênicos. **Neotrop. Entomol.**, 31: 263-269.

MATOS NETO, F.C., J.C. ZANUNCIO, I. CRUZ & J.B. TORRES. 2002a. Nymphal development of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera, Pentatomidae) preying on larvae of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera, Noctuidae) fed with resistant and susceptible soybeans. **Rev. Bras. Entomol.**, 46: 237-241.

MATOS NETO, F.C., J.C. ZANUNCIO, M.C. PICANÇO & I. CRUZ. 2002b. Reproductive characteristics of the predators *Podisus nigrispinus* (Het.: Pentatomidae) fed with an insect resistant soybean variety. **Pesq. Agropec. Bras.**, 37: 917-924.

MEDEIROS, R.S., F.S. RAMALHO, W.P. LEMOS, & J.C. ZANUNCIO. 2000. Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **J. Appl. Entomol.**, 124: 319-324.

MEDEIROS, R.S., F.S. RAMALHO, J.C. ZANUNCIO & J.E. SERRÃO. 2003a. Effect of temperature on life table parameters of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) fed with *Alabama argillacea* (Lep., Noctuidae) larvae. **J. Appl. Entomol.**, 127: 209-213.

MEDEIROS, R.S., F.S. RAMALHO, J.E. SERRÃO & J.C. ZANUNCIO. 2003b. Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the Noctuidae larva *Alabama argillacea*. **Biocontrol**, 48: 695-704.

MICHAUD, J.P. 2001. Responses of two ladybeetles to eight fungicides used in Florida citrus: Implications for biological control. **J. Ins. Sci.**, 1:6.

MICHAUD, J.P. & A.K. GRANT. 2003. Sub-lethal effects of a copper sulfate fungicide on development and reproduction in three coccinellid species. **J. Ins. Sci.**, 3: 1-6.

- MORENO, P.R. & O. NAKANO. 2002. Atividade do buprofezin sobre a cigarrinha verde do feijoeiro *Empoasca kraemeri* (Roos & Moore, 1957) (Hemiptera: Cicadellidae) em condições de laboratório. **Sci. Agric.**, 59: 475-481.
- MOURÃO, S.A., E.F. VILELA, J.C. ZANUNCIO, L. ZAMBOLIM & E.S. TUELHER. 2003. Seletividade de defensivos agrícolas ao fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. **Neotrop. Entomol.**, 32: 103-106.
- OLIVEIRA, H.N., D. PRATISSOLI, E.P. PEDRUZZI, & M.C. ESPINDULA. 2004. Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. **Pesq. Agropec. Bras.**, 39:947-951.
- OLIVEIRA, J.E.M., J.B. TORRES, A.F. CARRANO-MOREIRA & F.S. RAMALHO. 2002. Biologia de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. **Pesq. Agropec. Bras.**, 37: 7-14.
- OLSZAK, R.W. 1999. Influence of some pesticides on mortality and fecundity of the aphidophagous coccinellid *Adalia bipunctata* L. (Col., Coccinellidae). **J. Appl. Ent.**, 123: 41-45
- REIS, P.R. & E.O. SOUSA. 2000. Efeito de oxicloreto de cobre sobre duas espécies de ácaros predadores. **Ciênc. Agrotec.**, 24: 924-930
- REIS, P.R. & A.V. TEODORO. 2000. Efeito de oxicloreto de cobre sobre a reprodução do ácaro-vermelho-do-cafeeiro, *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917). **Ciênc. Agrotec.**, 24: 347-352.
- SANTOS, T.M. & A.L. BOIÇA JR. 2002. Biological aspects and predatory capacity of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) fed on *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) reared on cotton genotypes. **Sci. Agric.**, 59: 671-675.
- SCHMUCK, R. 1997. Effects of Euparen® M on honey bees and selected beneficial arthropods—Information about the use of the pesticide during blossom and in IPM cultures. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, 50: 233-246.

SILVEIRA NETO, S., O. NAKANO, D. BARBIN & N.A. VILLA NOVA. 1976. **Manual de Ecologia de Insetos**. Editora Agronômica Ceres Ltda, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

STERK G., S.A. HASSAN, M. BAILLOD, F. BAKKER, F. BIGLER, S. BLÜMEL, H. BOGENSCHÜTZ, E. BOLLER, B. BROMAND, J. BRUN, J.N.M. CALIS, J. COREMANS-PELSENEER, C. DUSO, A. GARRIDO, A. GROVE, U. HEIMBACH, H. HOKKANEN, J. JACAS, G. LEWIS, L. MORETH, L. POLGAR, L. ROVERSTI, L. SAMSOE-PETERSEN, B. SAUPHANOR, L. SCHAUB, A. STÄUBLI, J.J. TUSET, A. VAINIO, M. VAN DE VEIRE, G. VIGGIANI, E. VIÑUELA & H. VOGT. 1999. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. **BioControl**, 44: 99-117.

TANCREDI, F.D., T. SEDIYAMA, M.S. REIS, P.R. CECON & R.C. TEIXEIRA. 2004. Influência da remoção do meristema apical sobre os componentes de produtividade em populações de plantas de soja. **Acta Sci. Agron.**, 26: 113-119.

TORRES, J.B. & J.R. RUBERSON. 2004. Toxicity of thiamethoxam and imidacloprid to *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs associated to aphid and whitefly control in cotton. **Neot. Entom.**, 33: 099-106

TORRES, J.B., C.S.A. SILVA-TORRES, M.R. SILVA & J.F. FERREIRA. 2002. Compatibilidade de inseticidas e acaricidas com o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) em algodoeiro. **Neot. Entom.**, 31: 311-317.

VIVAN, L.M., J.B. TORRES, A.F.S.L. VEIGA & J.C. ZANUNCIO. 2002. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça do tomateiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, 37: 581-587.

YORINORI, J.T. & J.J. LAZZAROTTO. 2004. Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul. Embrapa soja, **Documentos 236**, Londrina PR, 30p.

YORINORI, J.T., W.M. PAIVA, L.M. COSTAMILAN & P.F. BERTAGNOLLI. 2003. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): identificação e controle. **Potafos:**

Informações Agronômicas, 104: 5-8.

ZANUNCIO, J.C., J.B. ALVES; T.V. ZANUNCIO & J.F. GARCIA. 1994. Hemipterous predators of eucalypt desfoliator caterpillars. **For. Ecol. Manage.**, 65: 65-73.

ZANUNCIO, J.C., V.C. BATALHA, R.N.C. GUEDES & M.C. PICANÇO. 1998. Insecticide selectivity to *Supputius cincticeps* (Stal) (Het.: Pentatomidae) and its prey *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae). **J. Appl. Ent.**, 122: 457-460

ZANUNCIO, J.C., A.J. MOLINA-RUGAMA; J.E. SERRÃO, D. PRATISSOLI. 2001. Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. **Bioc. Sci. Tech.**, 11: 331-337.

ZANUNCIO, J.C., A.J. MOLINA-RUGAMA, G.P. SANTOS & F.S. RAMALHO. 2002. Effect of body weight on fecundity and longevity of the stinkbug predator *Podisus rostralis*. **Pesq. Agropec. bras.**, 37: 1225-1230.

ZANUNCIO, J.C., M.C. LACERDA, J.S. ZANUNCIO JUNIOR, T.V. ZANUNCIO, A.M.C. SILVA & M.C. ESPINDULA. 2004. Fertility table and rate of population growth of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. **Ann. Appl. Biol.**, 144: 357-361.

ZANUNCIO, T.V., J.C. ZANUNCIO, J.E. SERRÃO, R.S. MEDEIROS, T.B.M. PINON & C.A.Z. SEDIYAMA. 2005. Fertility and life expectancy of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) exposed to sublethal doses of permethrin. **Biol. Res.**, 38: 31-39.

Tabela de vida do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em plantas de soja tratadas com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole ou tebuconazole

RESUMO

Os parâmetros da tabela de vida do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) foram calculados e analisados para se averiguar possíveis impactos de fungicidas no desenvolvimento desse predador. Os tratamentos foram: testemunha com água e espalhante adesivo (tratamento 1); plantas tratadas com o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (Opera[®]) (tratamento 2); tetraconazole (Domark[®]) (tratamento 3); tebuconazole (Folicur[®]) (tratamento 4); e rotação desses produtos (tratamento 5). O período para *P. nigrispinus* dobrar sua população em número de indivíduos (TD) foi maior com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, tebuconazole e a rotação de produtos que na testemunha e no tratamento com tetraconazole. A razão infinitesimal de aumento populacional (r_m) foi menor com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, tebuconazole e rotação de produtos que na testemunha e com o tetraconazole. A razão finita de aumento populacional (λ) foi menor com o tebuconazole e rotação de produtos que na testemunha e com os outros fungicidas. A duração de uma geração de *P. nigrispinus* foi maior em plantas tratadas com o fungicida tebuconazole que com o tetraconazole. A taxa líquida de reprodução (R_o) de *P. nigrispinus* teve menores valores na testemunha e com o tetraconazole que com o tebuconazole, porém, esse predador mostrou aumento populacional em todos os tratamentos. Os fungicidas foram compatíveis com *P. nigrispinus*, o que indica que possam ser utilizados em programas de controle biológico na cultura da soja com esse predador. No entanto, o tebuconazole apresentou melhores resultados e pode estimular o aumento populacional de *P. nigrispinus*.

Palavras-chave: Jackknife, controle biológico, dinâmica populacional

Life table of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) in soybean plants treated with the fungicides epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole or tebuconazole

ABSTRACT

The parameters of the life table of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) were calculated and analyzed to define possible impacts of fungicides in the development of this predator. The treatments were: the control, only with water and spreader-sticker (treatment 1); plants treated with the fungicide epoxiconazole + piraclostrobina (Opera®) (treatment 2); tetraconazole (Domark®) (treatment 3); tebuconazole (Folicur®) (treatment 4); and rotation of these products (treatment 5). The period for *P. nigrispinus* to double its population in number of individuals (TD) was longer with the fungicides epoxiconazole + piraclostrobina, tebuconazole and the rotation of these products than in the control and in the treatment with the tetraconazole. The infinitesimal reason of population increase (rm) had lower values with the fungicides epoxiconazole + piraclostrobina, tebuconazole and rotation of these products than in the control and with the tetraconazole. The finite reason of population increase (λ) was smaller in the treatments with the tebuconazole and rotation of these products than in the control and with the other fungicides. The duration of a generation of *P. nigrispinus* was longer in plants treated with the fungicide tebuconazole than with the tetraconazole. The liquid reproductive rate (Ro) of *P. nigrispinus* had smaller values in the control and with the tetraconazole than with the tebuconazole, but this predator showed population increase in all treatments. The fungicides were compatible with *P. nigrispinus*, what indicates that they can be used in programs of biological control in the soybean culture with this predator. However, the tebuconazole presented better results and it can stimulate the population increase of *P. nigrispinus*.

Key-words: Jackknife, biological control, population dynamics.

INTRODUÇÃO

As tabelas de vida representam um componente básico para se entender a dinâmica populacional de insetos (Carey, 1993; Southwood, 1995; Harari et al., 1997; Medeiros et al., 2000). Essas tabelas descrevem a mortalidade de uma população, tendo sido desenvolvidas para analisar dados demográficos de populações humanas e, posteriormente, adaptadas para plantas e animais (Krebs, 1994). Assim, são importantes para avaliar o efeito de condições adversas como pesticidas (Zanuncio et al., 2005), biopesticidas (De Nardo et al., 2001) e outros produtos tóxicos sobre organismos não alvo (McPeck & Peckarsky, 1998) em diferentes condições (Zanuncio Jr, 2003; De Nardo et al., 2001). Além disso, as tabelas de vida podem ser utilizadas para descrever a duração e a taxa de sobrevivência de cada estágio e, em combinação com dados de fecundidade diária de fêmeas, prever o tamanho da população do inimigo natural e sua estrutura etária em um dado momento (Southwood, 1995). Estudos relacionados com tabelas de vida fornecem informações importantes para o desenvolvimento de modelos para estudar a dinâmica populacional, a distribuição e a abundância de insetos, baseado na ocorrência de seus inimigos naturais (Bernal & González, 1993), para elucidarem interações ecológicas de pragas e inimigos naturais (Thireau & Regniere, 1995; Vivan et al., 2002a), além de simularem a biologia de insetos (Cividanes & Gutierrez, 1996).

Tabelas de vida são importantes para se analisar e entender os impactos de um fator externo sobre o crescimento, sobrevivência, reprodução e taxa de aumento de uma população, as quais têm sido utilizadas para insetos visando melhorar as técnicas de criação e calcular os custos de criação de predadores (Wittmeyer & Coudron, 2001). Estudos de demografia foram sugeridos para avaliar o impacto de produtos tóxicos por responder à efeitos desses produtos em uma população. Além disso, esses estudos por serem, normalmente, conduzidos ao longo do período de vida, oferecem uma visão temporal de toxicidade aos organismos e oferecem medidas dos efeitos na taxa de crescimento de populações (Stark & Banks, 2003).

Efeitos subletais, como aumento do período de desenvolvimento, redução do número de ovos por fêmea e padrão de sobrevivência, não são considerados na maioria dos testes de toxicidade, mas podem ser avaliados com tabelas de vida (De Nardo et al., 2001). O impacto de diferentes condições sobre predadores pode ser avaliado por tabelas de vida de fertilidade, por retratarem as características do potencial de desenvolvimento e reprodução e permitirem inferir sobre os tratamentos utilizados

(Vivan et al., 2002a).

Aplicações reais de toxicologia demográfica incorporam parâmetros de tabela de vida em exercícios comparativos que podem ser incorporados à parâmetros de tabela de vida para populações expostas ou não a várias concentrações de um tóxico/polvente e as respostas de populações podem ser comparados entre si (Stark & Banks, 2003). Variações nos parâmetros da tabela de vida podem estar relacionadas à diferenças no tempo de degradação dos princípios ativos dos produtos utilizados (Stark & Banks, 2003).

A análise estatística dos parâmetros da tabela de vida é, ainda, controverso, embora existam programas para isto. O modelo Jackknife foi utilizado para comparar duas populações de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) e outros métodos podem ser utilizados para se analisar parâmetros da tabela de vida como o modelo de Bootstrap e o de testes randomizados (Maia et al., 2000).

P. nigrispinus é um predador generalista (Zanuncio et al., 1994) por se alimentar de muitas espécies de presa, principalmente aquelas em maior abundância (Torres et al., 1998). A importância desse predador no controle natural de pragas da cultura da soja (Panizzi et al., 1977; Matos Neto et al., 2002) torna fundamental conhecer-se seu desempenho em diferentes condições e seu impacto sobre populações de presas, para se estimar de forma mais precisa, seus parâmetros de desenvolvimento reprodutivo (Lemos et al., 2001; Medeiros et al., 2003a,b; Oliveira et al., 2002; Oliveira et al., 2004).

Assim, o objetivo dessa pesquisa foi quantificar a fecundidade e as variáveis da tabela de vida do predador *P. nigrispinus*, em condições de campo em plantas de soja tratadas com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina (Opera®), tetraconazole (Domark®) ou tebuconazole (Folicur®).

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no campo e em casa-de-vegetação do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, município de Viçosa, Estado de Minas Gerais. Os dados climáticos foram fornecidos pelo Departamento de Engenharia Agrícola dessa instituição (Figura 1). O substrato para o plantio da soja (terra de barranco e matéria orgânica), foi corrigido conforme o recomendado pela Comissão de Fertilidade dos Solos do Estado

de Minas Gerais, 5ª aproximação (CFSEMG - ..., 1999) e colocado em vasos com, aproximadamente, três litros em bancadas de um metro de largura por 3,5 metros de comprimento em delineamento inteiramente casualizado. As sementes da cultivar “BRSMG Garantia” (Embrapa, 2004) foram obtidas do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa cujas plantas foram utilizadas para criação de *P. nigrispinus*. Os tratos culturais foram o desbaste (quando as plantas atingiram o estágio V3 ou V4), deixando-se duas plantas por vaso e removendo-se manualmente, as ervas daninhas. Os tratamentos receberam adubação de cobertura com sulfato de amônia equivalente a 50kg/ha de N e realizadas conforme a necessidade da cultura. O cultivo da soja em vasos torna necessária a adubação nitrogenada de cobertura das plantas pois, mesmo inoculadas, apresentam sintomas de deficiência (Tancredi et al., 2004). As plantas tiveram um tutor por vaso, visando evitar-se seu tombamento, permitir o bom desenvolvimento das mesmas e auxiliar na sustentação das sacolas de organza utilizados na criação dos predadores (Zanuncio et al., 2004).

O plantio foi escalonado, de acordo com o ciclo de vida de *P. nigrispinus*, para se manter esse predador em plantas de soja a partir do estágio reprodutivo (R1) (Fehr & Caviness, 1977), quando a lavoura é mais susceptível à ferrugem asiática e coincide com o período de pulverizações de fungicidas (Godoy & Canteri, 2004; Yorinori et al., 2003; Yorinori & Lazzarotto, 2004).

Espécimes de *P. nigrispinus* foram obtidos da colônia do Laboratório de Controle Biológico de Insetos do Núcleo de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (LCBI/BIOAGRO) da UFV.

Posturas de *P. nigrispinus* foram acondicionadas em placas de Petri (9,0 cm de diâmetro x 1,2 cm de altura) em sala climatizada com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12 horas. Ninfas desse predador foram mantidas nessa sala até o início do segundo estágio, quando foram levadas para o campo e acondicionadas em grupos de 20 por saco de tecido organza (20 x 30 cm) envolvendo plantas de soja (Zanuncio et al., 2004). Esse predador foi alimentado com pupas de *T. molitor* fornecidas *ad lib.* e criado em plantas de soja em condições ambientais durante cinco gerações (F₅) para adequá-lo a essas condições.

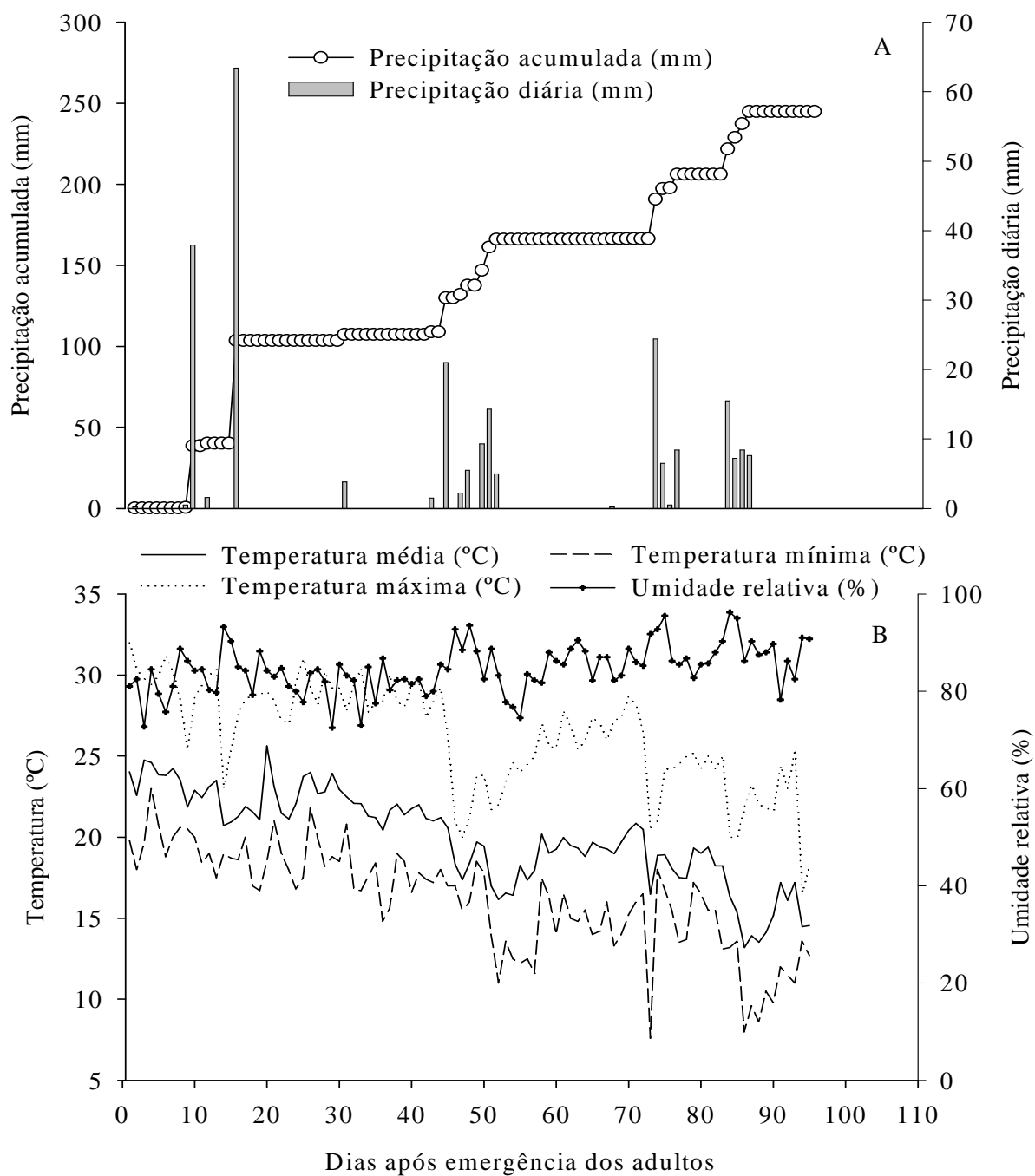


Figura 1. Precipitação diária e acumulada (A), temperaturas média, máxima e mínima e umidade relativa (B) durante a fase reprodutiva do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em campo. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais.

Cem ovos de *P. nigrispinus*, da geração F₅, foram coletados, por tratamento, para avaliação da percentagem de eclosão e do período de incubação dos mesmos. A geração F₆ foi avaliada, diariamente, até o estágio adulto. Os adultos da F₆ foram pesados em balança analítica (precisão de 0,1 mg) 24 horas após sua emergência e acasalados três dias após.

A aplicação dos fungicidas foi feita de acordo com metodologia adaptada de Gusmão et al. (2000) e Gonring et al. (2003). A testemunha (tratamento T1) teve, apenas, água e espalhante adesivo. Os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina (Opera[®]) (tratamento T2), tetraconazole (Domark[®]) (tratamento T3), tebuconazole (Folicur[®]) (tratamento T4) e rotação desses produtos (tratamento T5) foram avaliados nas dosagens recomendadas para o controle da ferrugem asiática imergindo-se as plantas de soja por cinco segundos na calda fungicida na dosagem recomendada pelo fabricante (Gusmão et al., 2000; Moreno & Nakano, 2002; Gonring et al., 2003; Olszak, 1999). A rotação dos produtos foi feita iniciando-se pelo epoxiconazole + piraclostrobina na primeira aplicação, tetraconazole na segunda, tebuconazole na terceira e, novamente, epoxiconazole + piraclostrobina na quarta aplicação.

As ninfas de segundo estágio de *P. nigrispinus* foram levadas a campo e acondicionadas em sacos de tecido organza envolvendo uma folha trifoliolada de plantas de soja tratadas com a calda fungicida, em cada tratamento, após duas horas da aplicação dos fungicidas. Foram avaliados o peso e a duração de cada estágio e, diariamente, sua sobrevivência até a morte dos indivíduos desse predador. As ninfas de *P. nigrispinus* foram pesadas, aproximadamente, 24 horas após a mudança de estágio, assim como seus adultos, 24 horas após a emergência, em balança analítica com precisão de 0,1 mg. Foram feitas quatro aplicações dos fungicidas a partir do estágio reprodutivo da cultura da soja. Duas aplicações foram feitas para se estabelecer uma simultaneidade com o segundo e quinto estádios de *P. nigrispinus* e duas durante a fase adulta desse predador.

Os casais de *P. nigrispinus* (vinte casais por tratamento) foram avaliados, diariamente, quando as posturas foram coletadas para se obter os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, os números de ovos e de ninfas por fêmea e por postura, o período de incubação e a longevidade de fêmeas e machos desse predador. Esses dados foram utilizados para construção da tabela de vida.

Os parâmetros obtidos da tabela de vida foram a taxa líquida de reprodução (R₀)

(número de fêmeas adicionadas por fêmea durante sua vida), duração de uma geração (DG) (tempo entre o nascimento dos pais e dos filhos), razão infinitesimal de aumento (rm) (taxa de aumento populacional por unidade de tempo), razão finita de aumento (λ) (número de fêmeas adicionadas à população por fêmea desse predador por unidade de tempo) e tempo necessário para o predador *P. nigrispinus* dobrar sua população em número de indivíduos (TD) (Krebs, 1994), representadas pelas equações:

- $R_o = \sum_{x=0}^y l_x \cdot m_x$, onde: l_x = taxa de sobrevivência (taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao início da idade x); m_x = fertilidade específica (número de fêmeas produzidas por fêmea sobrevivente no intervalo da idade x)
- $DG = \sum_{x=0}^y x \cdot l_x \cdot m_x / R_o$, onde: x = classe de idade;
- $rm = \ln(R_o) / DG$
- $\lambda = \text{anti log}(rm \cdot 0,4343)$
- $TD = \ln(2) / rm$

Esses parâmetros foram calculados e analisados pelo programa estatístico SAS (SAS Institute, 1991), seguindo a metodologia de Maia et al. (2000).

RESULTADOS

A taxa líquida de reprodução (R_o) de *P. nigrispinus* foi de 139,46, 151,83, 130,30, 180,00 e 173,04 descendentes por fêmea na testemunha e nos tratamentos com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, tetraconazole, tebuconazole e rotação desses produtos, respectivamente (Figura 2).

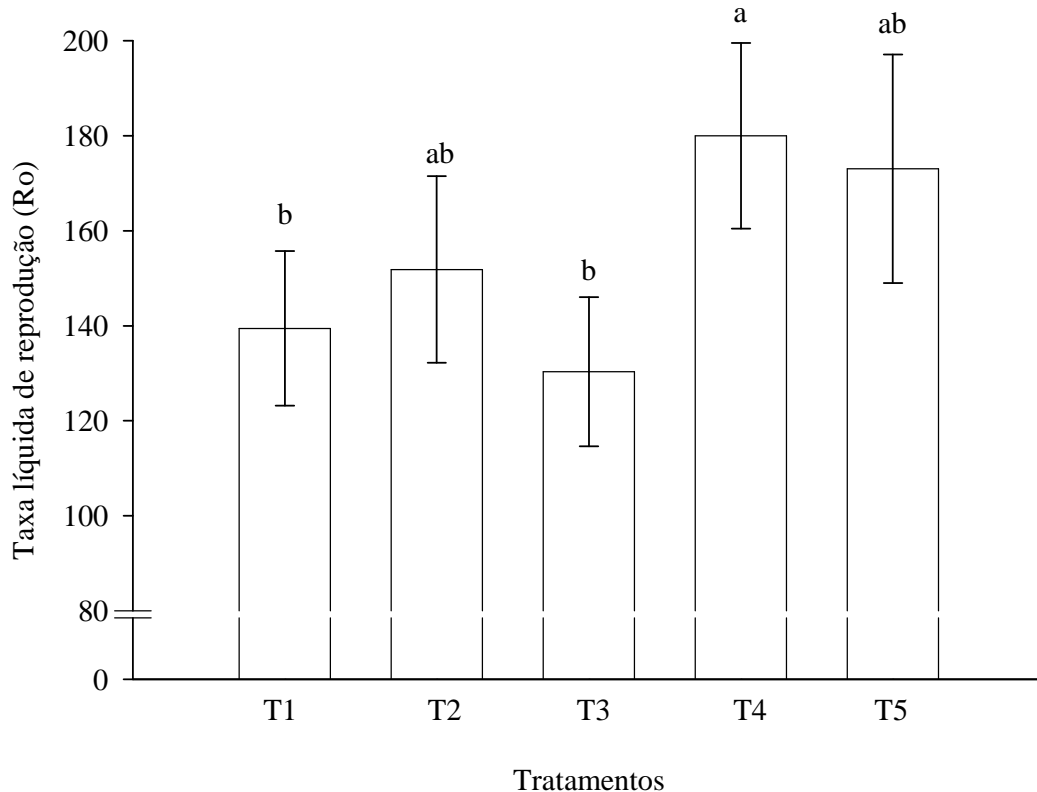


Figura 2. Taxa líquida de reprodução (R_o) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja tratadas com fungicidas. Tratamentos: T1- testemunha; T2- epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®); T3- tetraconazole (Domark ®); T4- tebuconazole (Folicur ®); T5- rotação com esses fungicidas. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais.

A razão infinitesimal de aumento populacional (rm) foi menor com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, tebuconazole e rotação de produtos que na testemunha e com o tetraconazole (Figura 3). O período para *P. nigrispinus* dobrar sua população em número de indivíduos (TD) foi maior com os fungicidas epoxiconazole +

piraclostrobina, tebuconazole e a rotação de produtos que na testemunha (Figura 4).

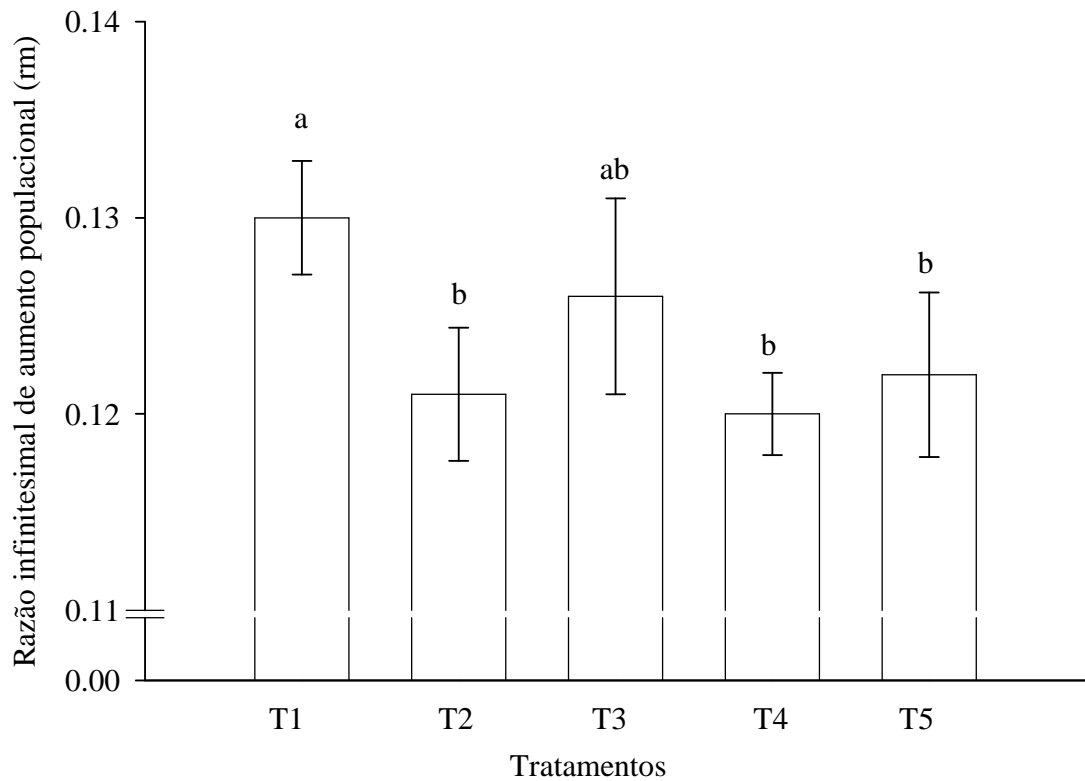


Figura 3. Razão infinitesimal de aumento populacional (r_m) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja tratadas com fungicidas. Tratamentos: T1- testemunha; T2- epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®); T3- tetraconazole (Domark ®); T4- tebuconazole (Folicur ®); T5- rotação com esses fungicidas. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais..

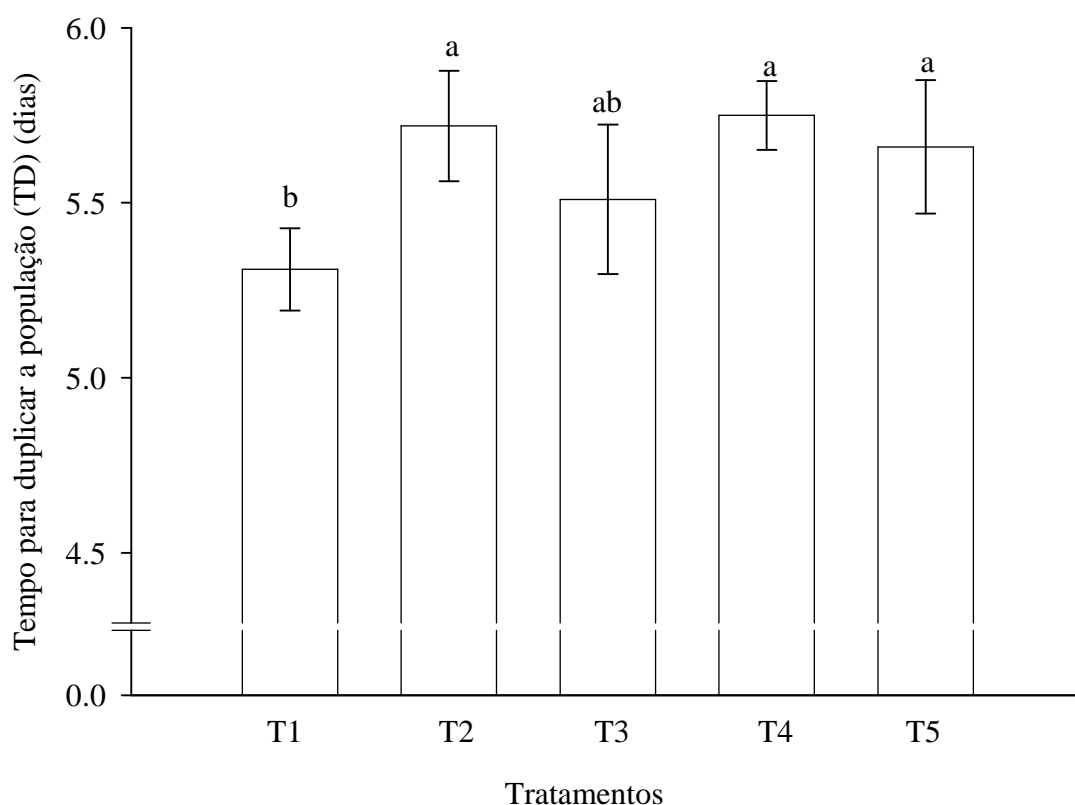


Figura 4. Tempo para *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) duplicar sua população (TD) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja tratadas com fungicidas. Tratamentos: T1- testemunha sem fungicida; T2- epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®); T3- tetraconazole (Domark ®); T4- tebuconazole (Folicur ®); T5- rotação com esses fungicidas. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

A razão finita de aumento populacional (λ) foi menor nos tratamentos com tebuconazole e rotação de produtos que na testemunha e com os outros fungicidas (Figura 5). A duração de uma geração (DG) de *P. nigrispinus* foi maior em plantas tratadas com o fungicida tebuconazole que com o tetraconazole e na testemunha (Figura 6).

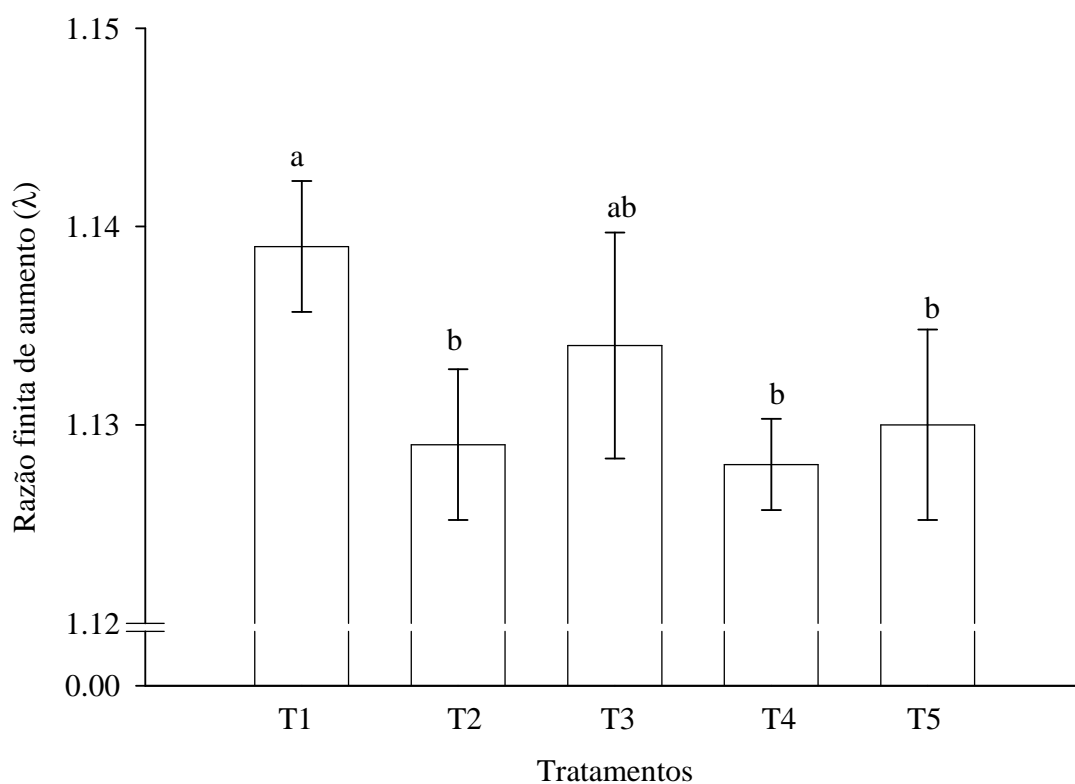


Figura 5. Razão finita de aumento populacional (λ) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja tratadas com fungicidas. Tratamentos: T1- testemunha sem fungicida; T2- epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®); T3- tetraconazole (Domark ®); T4- tebuconazole (Folicur ®); T5- rotação com esses fungicidas. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

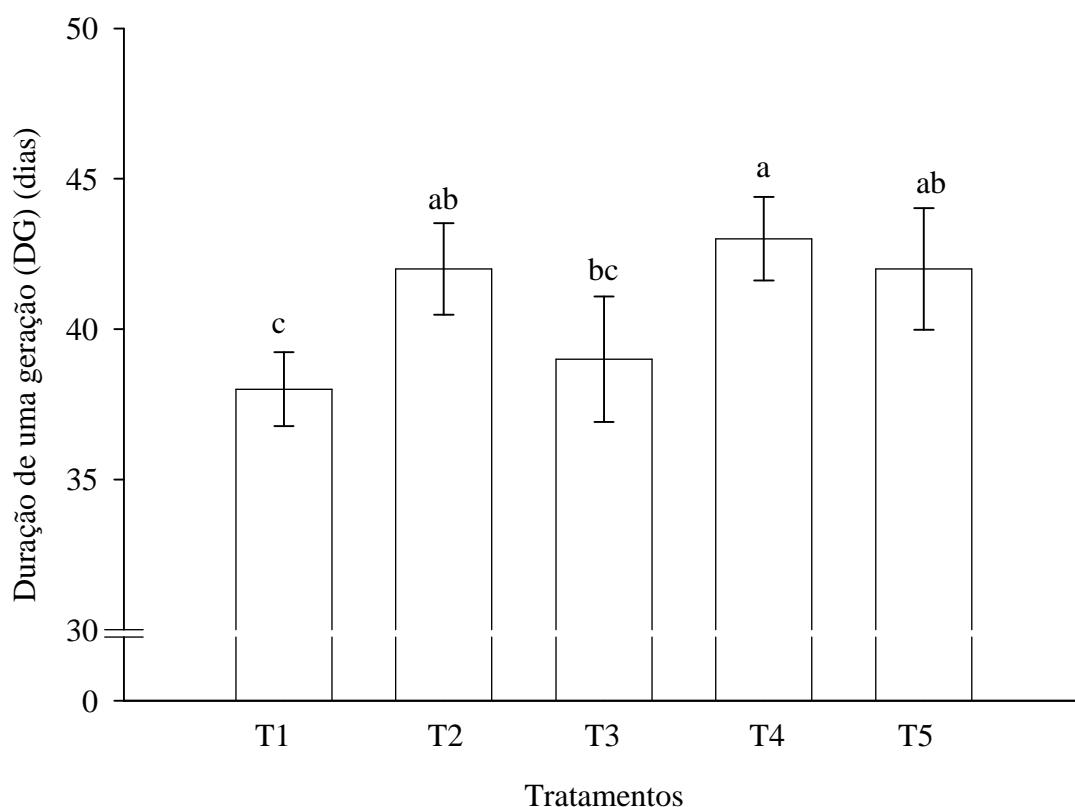


Figura 6. Duração de uma geração (DG) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja tratadas com fungicidas. Tratamentos: T1- testemunha sem fungicida; T2- epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®); T3- tetraconazole (Domark ®); T4- tebuconazole (Folicur ®); T5- rotação com esses fungicidas. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

A fertilidade específica (mx) e a taxa de sobrevivência de *P. nigrispinus* (Figuras 7 a 9) mostram um pico de produção de descendentes fêmeas (mx) no início do período reprodutivo das fêmeas desse predador e outro entre os 50º e o 60º dias de vida (aproximadamente 30 dias após a emergência) (Tabelas 1 a 5) e queda acentuada até o término do período de oviposição (Figuras 7 a 9)

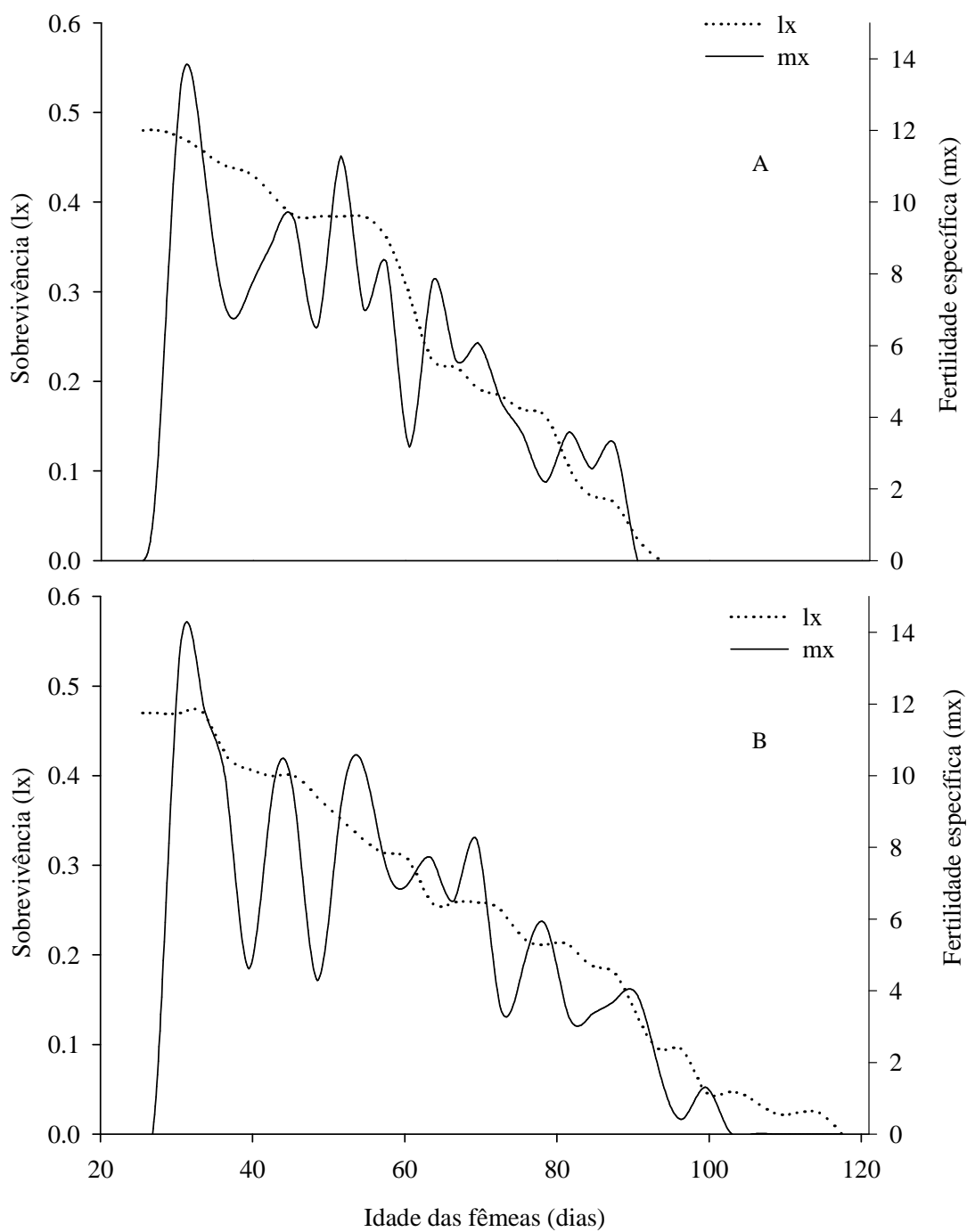


Figura 7. Taxa de sobrevivência (l_x) e fertilidade específica (m_x) do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja não tratadas com fungicida (testemunha) (A) ou tratadas com o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (Opera®) (B) em condições ambientais. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais.

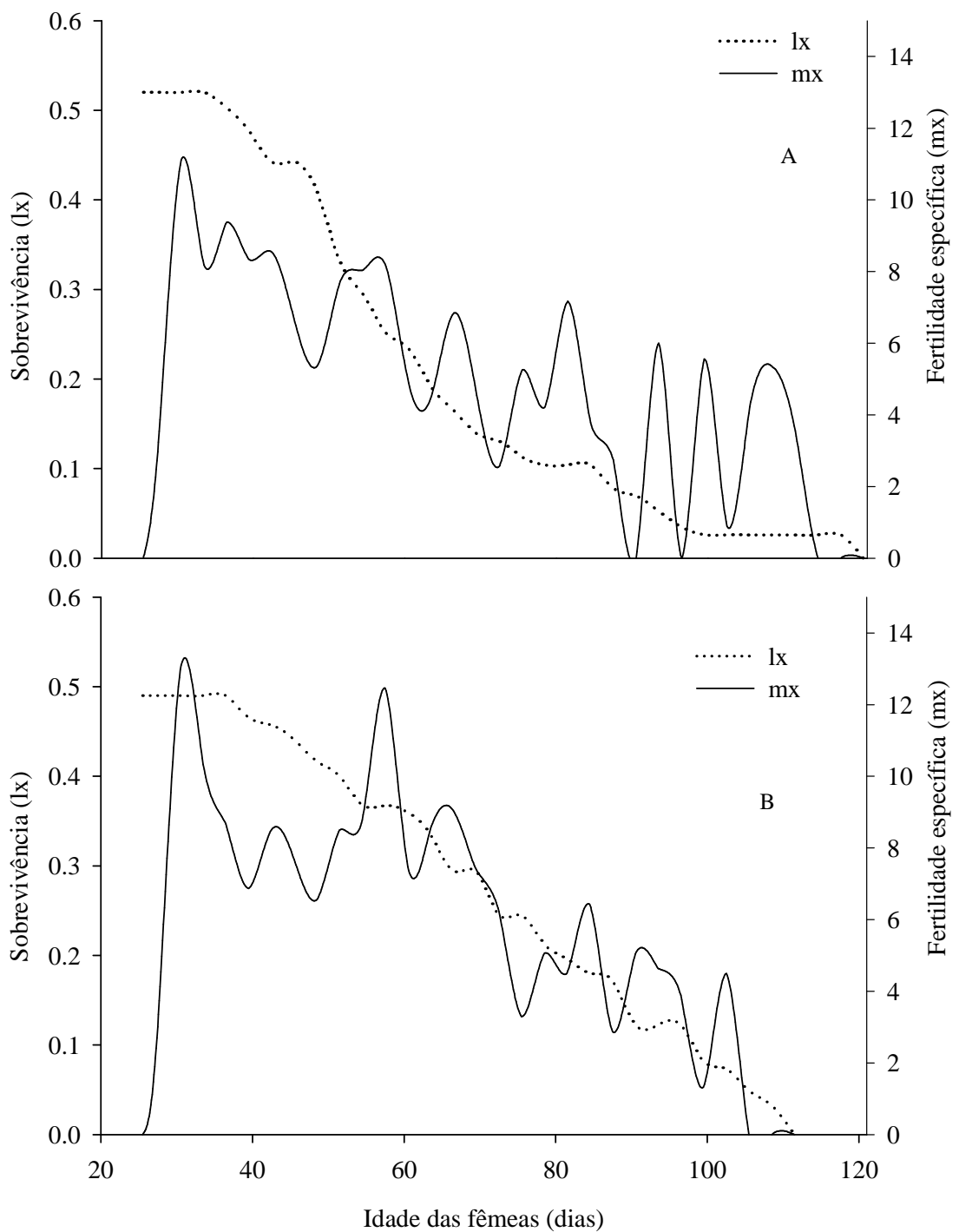


Figura 8. Taxa de sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) do predador *Podisus nigripinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja tratadas com o fungicida tetraconazole (Domark®) (A) e tebuconazole (Folicur®) (B) em condições ambientais. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais.

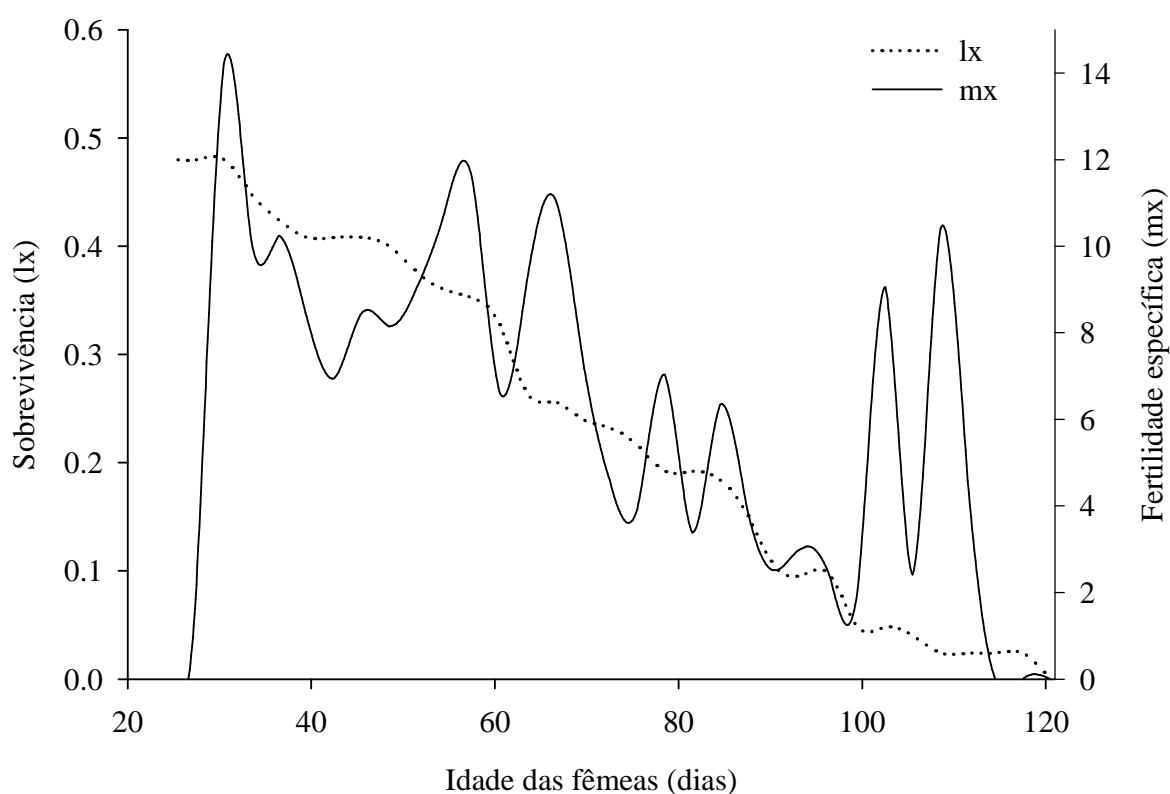


Figura 9. Taxa de sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja tratadas, em sistema de rotação, com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®), tebuconazole (Folicur ®) e tetraconazole (Domark ®) em condições ambientais. Março a junho de 2005. Viçosa, Estado de Minas Gerais.

Tabela 1. Tabela de fertilidade do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja não tratadas com fungicidas (testemunha). Viçosa, Estado de Minas Gerais.

x	lx	mx	lx.mx	x.lx.mx
25,5	0,48	0,00	0,00	0,00
27,5	0,48	2,94	1,41	38,67
30,5	0,47	13,28	6,24	185,64
33,5	0,46	10,99	5,01	162,86
36,5	0,44	6,99	3,09	108,91
39,5	0,43	7,57	3,27	126,31
42,5	0,41	8,87	3,61	149,92
45,5	0,38	9,42	3,62	161,19
48,5	0,38	6,54	2,51	118,90
51,5	0,38	11,28	4,33	218,86
54,5	0,38	7,01	2,69	144,00
57,5	0,36	8,32	2,99	168,97
60,5	0,30	3,17	0,96	56,84
63,5	0,22	7,78	1,76	109,39
66,5	0,22	5,63	1,22	79,40
69,5	0,19	6,08	1,17	79,81
72,5	0,18	4,46	0,83	59,15
75,5	0,17	3,49	0,59	43,61
78,5	0,16	2,19	0,37	28,33
81,5	0,10	3,59	0,40	31,65
84,5	0,07	2,56	0,18	15,20
87,5	0,06	3,26	0,23	20,05
90,5	0,02	0,00	0,00	0,00
93,5	0,00	0,00	0,00	0,00

x= intervalo de idade (dias); lx= taxa de sobrevivência; mx= fertilidade específica

Tabela 2. Tabela de fertilidade do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja tratadas com o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®). Viçosa, Estado de Minas Gerais.

x	lx	mx	lx.mx	x.lx.mx
26,5	0,47	0,00	0,00	0,00
27,5	0,47	1,65	0,78	21,79
30,5	0,47	13,58	6,38	194,85
33,5	0,47	11,99	5,63	189,97
36,5	0,42	9,83	4,16	152,33
39,5	0,41	4,61	1,85	73,50
42,5	0,40	9,36	3,74	159,36
45,5	0,40	9,31	3,72	169,06
48,5	0,38	4,29	1,62	78,26
51,5	0,35	8,98	3,17	162,66
54,5	0,33	10,31	3,39	184,50
57,5	0,31	7,50	2,33	133,98
60,5	0,31	7,00	2,14	129,02
63,5	0,26	7,71	1,99	126,63
66,5	0,26	6,52	1,68	112,21
69,5	0,26	8,20	2,12	146,90
72,5	0,25	3,59	0,90	65,43
75,5	0,22	4,62	1,04	77,78
78,5	0,21	5,85	1,24	97,31
81,5	0,21	3,31	0,70	56,90
84,5	0,19	3,33	0,63	53,12
87,5	0,18	3,70	0,69	60,15
90,5	0,13	3,90	0,46	41,98
93,5	0,09	1,73	0,16	15,33
96,5	0,09	0,42	0,04	3,78
99,5	0,05	1,31	0,06	6,19
102,5	0,05	0,12	0,01	0,58
105,5	0,04	0,00	0,00	0,00
108,5	0,02	0,00	0,00	0,00
111,5	0,02	0,00	0,00	0,00
114,5	0,02	0,00	0,00	0,00
117,5	0,00	0,00	0,00	0,00

x= intervalo de idade (dias); lx= taxa de sobrevivência; mx= fertilidade específica

Tabela 3. Tabela de fertilidade do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja tratadas com o fungicida tetraconazole (Domark ®). Viçosa, Estado de Minas Gerais.

x	lx	mx	lx.mx	x.lx.mx
26,5	0,52	0,00	0,00	0,00
27,5	0,52	3,23	1,68	47,61
30,5	0,52	11,11	5,78	177,77
33,5	0,52	8,19	4,26	142,53
36,5	0,50	9,38	4,75	172,40
39,5	0,48	8,32	3,91	155,22
42,5	0,44	8,54	3,77	160,93
45,5	0,44	6,59	2,91	132,03
48,5	0,41	5,38	2,12	103,26
51,5	0,33	7,74	2,59	133,09
54,5	0,29	8,04	2,33	127,19
57,5	0,25	8,15	2,06	118,36
60,5	0,23	4,89	1,14	69,11
63,5	0,19	4,52	0,83	52,96
66,5	0,16	6,84	1,16	76,61
69,5	0,14	4,54	0,63	43,77
72,5	0,13	2,58	0,34	24,30
75,5	0,11	5,26	0,57	42,91
78,5	0,10	4,22	0,44	34,65
81,5	0,10	7,17	0,75	60,27
84,5	0,10	3,78	0,39	33,43
87,5	0,08	2,74	0,21	18,92
90,5	0,07	0,00	0,00	0,00
93,5	0,05	6,00	0,31	29,40
96,5	0,03	0,00	0,00	0,00
99,5	0,03	5,56	0,14	14,38
102,5	0,03	0,89	0,02	2,39
105,5	0,03	4,22	0,11	11,69
108,5	0,03	5,33	0,14	15,05
111,5	0,03	3,56	0,09	10,32
114,5	0,03	0,00	0,00	0,00
117,5	0,03	0,00	0,00	0,00
119,5	0,00	0,00	0,00	0,00

x= intervalo de idade (dias); lx= taxa de sobrevivência; mx= fertilidade específica

Tabela 4. Tabela de fertilidade do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja tratadas com o fungicida tebuconazole (Folicur®). Viçosa, Estado de Minas Gerais.

x	lx	mx	lx.mx	x.lx.mx
26,5	0,49	0,00	0,00	0,00
27,5	0,49	3,01	1,47	41,91
30,5	0,49	12,98	6,36	195,47
33,5	0,49	10,33	5,06	169,66
36,5	0,49	8,67	4,25	154,95
39,5	0,47	6,87	3,20	127,71
42,5	0,46	8,51	3,85	164,16
45,5	0,44	7,67	3,38	153,83
48,5	0,42	6,55	2,73	131,84
51,5	0,40	8,50	3,45	176,77
54,5	0,37	8,78	3,23	175,33
57,5	0,37	12,46	4,58	263,67
60,5	0,36	7,47	2,69	162,33
63,5	0,33	8,54	2,84	180,63
66,5	0,29	9,04	2,66	176,41
69,5	0,29	7,40	2,18	151,54
72,5	0,25	6,23	1,53	110,93
75,5	0,25	3,29	0,81	60,86
78,5	0,21	5,06	1,09	85,27
81,5	0,20	4,50	0,88	71,52
84,5	0,18	6,42	1,18	99,56
87,5	0,17	2,87	0,49	43,08
90,5	0,12	5,04	0,62	56,04
93,5	0,12	4,64	0,57	53,28
96,5	0,12	3,89	0,48	46,16
99,5	0,08	1,33	0,10	9,70
102,5	0,07	4,49	0,33	33,93
105,5	0,05	0,00	0,00	0,00
108,5	0,03	0,00	0,00	0,00
111,5	0,00	0,00	0,00	0,00

x= intervalo de idade (dias); lx= taxa de sobrevivência; mx= fertilidade específica

Tabela 5. Tabela de fertilidade do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) em plantas de soja tratadas, em sistema de rotação, com os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina (Opera ®), tebuconazole (Folicur ®) e tetraconazole (Domark ®). Viçosa, Estado de Minas Gerais.

x	lx	mx	lx.mx	x.lx.mx
25,5	0,48	0,00	0,00	0,00
26,5	0,48	2,19	1,05	28,78
29,5	0,48	14,21	6,82	202,47
32,5	0,45	10,09	4,53	146,71
35,5	0,42	10,24	4,34	154,32
38,5	0,41	8,37	3,41	131,94
41,5	0,41	6,95	2,83	117,78
44,5	0,41	8,45	3,45	152,94
47,5	0,40	8,15	3,25	154,63
50,5	0,38	9,05	3,38	171,06
53,5	0,36	10,75	3,87	206,84
56,5	0,35	11,59	4,07	230,39
59,5	0,33	6,64	2,18	129,46
62,5	0,26	9,20	2,43	151,32
65,5	0,26	11,12	2,85	186,58
68,5	0,24	7,49	1,80	122,55
71,5	0,23	4,60	1,07	76,58
74,5	0,22	3,92	0,85	63,07
77,5	0,19	7,03	1,35	103,82
80,5	0,19	3,38	0,65	52,28
83,5	0,18	6,33	1,13	94,62
86,5	0,15	3,92	0,58	50,41
89,5	0,10	2,51	0,26	22,86
92,5	0,10	3,02	0,29	26,66
95,5	0,10	2,35	0,23	21,75
98,5	0,05	2,05	0,10	9,80
101,5	0,05	9,06	0,43	43,99
104,5	0,04	2,42	0,12	12,11
107,5	0,02	10,38	0,25	26,77
110,5	0,02	4,59	0,11	12,17
113,5	0,02	0,00	0,00	0,00
116,5	0,02	0,00	0,00	0,00
119,5	0,00	0,00	0,00	0,00

x= intervalo de idade (dias); lx= taxa de sobrevivência; mx= fertilidade específica

DISCUSSÃO

A taxa líquida de reprodução (R_0) de *P. nigrispinus* teve menores valores na testemunha e no tratamento com tetraconazole que com o tebuconazole (Figura 2). Os valores de R_0 foram menores que àqueles relatados para esse predador em soja resistente ($R_0 = 63,21$) ou susceptível ($R_0 = 60,95$) (Matos Neto, 1998). A taxa líquida de reprodução (R_0) mostrou crescimento populacional de *P. nigrispinus* em todos os tratamentos com R_0 maior que um (Horn, 1988). O maior valor de R_0 no tratamento com tebuconazole mostra melhorias nas características reprodutivas desse predador, o que pode caracterizar hormese com taxa líquida de reprodução maior que a da testemunha. A hormese representa a melhoria da performance de um organismo submetido a doses subletais de uma substância nociva (Calabrese & Baldwin, 1997, 2003). O predador *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae), com taxa líquida de reprodução diferenciada de acordo com a dieta (Assis Junior. et al., 1999), mostrou hormese (maior valor de R_0) quando submetido a doses subletais de permetrina (Zanuncio et al., 2005). A taxa líquida de reprodução fornece informações mais precisas por considerar a razão sexual da progênie (número de fêmeas/fêmea). No entanto, não é o melhor parâmetro para comparar crescimento populacional por não expressar a verdadeira capacidade de aumento e, também, pelo fato da duração de uma geração variar entre espécies (Price, 1997).

O maior valor da taxa intrínseca de aumento populacional (r_m) de *P. nigrispinus* foi de 0,130 (Figura 3) na testemunha, sendo maior que o relatado para esse predador com *Alabama argilacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) (Medeiros et al., 2000 e 2003a) e menor que com *Anticarsia gemmatalis* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) (Maia et al., 2000). A taxa intrínseca de aumento é um dos principais fatores de tabelas de vida e o seu valor indica o possível sucesso de uma espécie (Rodrigues et al., 2003), além de representar a habilidade de aumento populacional de forma logarítmica em um ambiente ilimitado. Por isto, é mais precisa para medir o efeito tóxico de substâncias sobre organismos e estimar a concentração letal das mesmas (Stark & Banks, 2003). A taxa intrínseca de aumento é considerada melhor que a R_0 para comparar a taxa de crescimento entre populações de uma mesma espécie sob condições diferentes, por relacionar a taxa líquida de reprodução (R_0) com a duração de uma geração (DG) (equação 3) (Ferreira, 2003). O inimigo natural deve ter, no mínimo, taxa intrínseca de aumento semelhante ao da praga que se quer controlar para ter sucesso (Rodrigues et al.,

2003; Vivan et al., 2002a). O r_m de *P. nigrispinus* apresentou potencial intrínseco de crescimento 31,95 vezes menor que o da presa *T. absoluta* (Vivan et al., 2002a). No entanto, isto pode ser compensado por presas mais adequadas, no campo, pois predadores generalistas apresentam melhor performance reprodutiva com combinação de presas (Zanuncio et al., 2001; Lacerda et al., 2004). Além disso, um único predador pode se alimentar de vários indivíduos de uma mesma presa durante seu período de vida (Vivan et al., 2002b)

A maior razão finita de aumento (λ) de *P. nigrispinus* na testemunha (1,139) que nos tratamentos com o tebuconazole (1,128) e rotação de produtos (1,130) mostra elevada capacidade de reprodução desse predador em condições ideais (Figura 5). No campo, os inimigos naturais estão sujeitos a fatores ecológicos que podem alterar sua capacidade reprodutiva (Rodrigues et al., 2003), e quanto maior a razão finita de aumento, maior será o número de indivíduos adicionados à população por unidade de tempo (Ferreira, 2003). *P. nigrispinus* criado com *T. molitor* e *T. absoluta* teve valores de λ maior que um, revelando que esse predador agrega mais de um indivíduo por fêmea, de uma geração para outra (Vivan et al., 2002a)

O tempo médio de uma geração (DG) de *P. nigrispinus* foi menor na testemunha (Figura 6), fato observado, também, para o tempo necessário para esse predador duplicar a população (TD) (Figura 4). Isto indica que *P. nigrispinus* possa dobrar sua população em 5,3 dias, o que é importante para uma criação massal, onde se necessita obter o maior número de indivíduos em menor espaço de tempo. Os maiores valores de DG com epoxiconazole + piraclostrobina, tebuconazole e rotação de produtos (Figura 6) podem ser compensados por valores mais elevados de R_0 (Figura 2), quando uma prole mais numerosa pode ter melhores chances de originar maior número de fêmeas (Ferreira, 2003). Menores valores de TD são importantes para inimigos naturais para se obter maior número de gerações por tempo, o que compensaria menores R_0 e r_m (Zanuncio et al., 2005). Esses valores mostram o número de gerações no intervalo de um ano, pois quanto menor o tempo de geração, maior o número de gerações (Vivan et al., 2002a).

O pico de fertilidade específica (m_x) de *P. nigrispinus*, no início do período reprodutivo de suas fêmeas (dez dias de emergência), em todos os tratamentos, foi semelhante ao relatado para esse predador com *T. molitor* ou *T. absoluta* com um período de pré-oviposição, seguido pela fase reprodutiva e declínio rápido com o

envelhecimento das mesmas (Vivan et al., 2002a). Isto foi, também, relatado para *S. cincticeps* em plantas de *Eucalyptus cloeziana* no campo com pico de fertilidade na terceira semana da emergência das fêmeas (Zanuncio et al., 2004). Esse predador apresentou nova ascensão da curva de mortalidade no 80º dia de vida, de forma semelhante ao obtido nesse trabalho para *P. nigrispinus*. Isto foi atribuído à troca de machos (Assis Jr et al., 1998), o que não ocorreu nesse trabalho. No entanto, isto pode estar relacionado às condições mais favoráveis à reprodução de *P. nigrispinus*, pois o experimento foi realizado em condições de campo e os insetos ficam condicionados a essas variações (Silveira Neto et al., 1976).

Os fungicidas utilizados são seguros para *P. nigrispinus*, apesar de diferenças nos parâmetros reprodutivos desse predador, como relatado para a compatibilidade do fungicida oxicloreto de cobre com espécies de coccinelídeos, mesmo com aumento dos períodos de desenvolvimento e pré-reprodutivo dessa espécie e redução de 13% na sua fecundidade (Michaud & Grant, 2003).

Os fungicidas testados foram compatíveis com *P. nigrispinus* indicando que podem ser utilizados em programas de controle biológico na cultura da soja com esse predador. No entanto, o tebuconazole apresentou melhores resultados por poder estimular o aumento populacional de *P. nigrispinus* e, portanto, deve ter prioridade para uso nessa cultura.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

- ASSIS JUNIOR, S.L., J.C. ZANUNCIO, M.C. PICANÇO & R.N.C. GUEDES. 1999. Effect of the association of the predatory bug *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae) with *Eucalyptus urophylla* seedlings. **Trop. Ecol.**, 40: 85-88.
- ASSIS JUNIOR., S.L., T.V. ZANUNCIO, G.P. SANTOS & J.C. ZANUNCIO. 1998. Efeito da suplementação de folhas de *Eucalyptus urophylla* no desenvolvimento e reprodução do predador *Supputius cincticeps* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae). **An. Soc. Entomol. Brasil**, 27: 245-253.
- BERNAL, L. & D. GONZÁLEZ. 1993. Experimental assessment of degree-day model for predicting the development of parasites in the field. **J. Appl. Entomol.**, 116: 459-466.
- CALABRESE, E.J. & L.A. BALDWIN. 1997. A quantitatively-based methodology for the evaluation of chemical hormesis. **Hum. Ecol. Risk Asses.**, 3: 545-554.
- CALABRESE, E.J., & L.A. BALDWIN. 2003. Hormesis: The dose-response revolution. **Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.**, 43: 175-197
- CAREY, J.R., 1993. **Applied Demography for Biologists**. With Special Emphasis on Insects. Oxford University Press, New York, 206p.
- CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª aproximação**. Viçosa, UFV, 360p.
- CIVIDANES, F.J. & A.P. GUTIERREZ. 1996. Modeling the agespecific per capita growth and reproduction of *Rhyzobius lophanthae* (Blaisd) (Col.: Coccinellidae). **Entomophaga**, 41: 257-266.
- DE NARDO, E.A.B., A.H.N. MAIA & M.A. WATANABE. 2001. Effect of a formulation of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) nuclear polyhedrosis virus on the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae: Asopinae), using

the fertility life table parameters. **Environ. Entomol.**, 30: 1164-1173.

EMBRAPA. 2004. **Tecnologia para produção de soja** – Região Central do Brasil - 2005. Londrina: Embrapa soja, 239 p.

FEHR, W.R. & C.E. CAVINESS. 1977. **Stage of soybean development**. Ames, Iowa, Cooperative Extension Service. Iowa State University, Special report 80. 11p.

FERREIRA, A.M.R.M. 2003. Desenvolvimento e reprodução do predador *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) em planta e presa no campo. **Tese de doutorado** – UFV, 80p.

GODOY, C.V. & M.G. CANTERI. 2004. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatol. Bras.** 29: 97-101.

GONRING, A.H.R., M.C. PICANÇO, G.L.D. LEITE, F.A. SUINAGA & J.C. ZANUNCIO. 2003. Seletividade de inseticidas a *Podisus rostralis* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. **Rev. Árvore.**, 27: 263-268

GUSMÃO, M.R., M.C. PICANÇO, G.L.D. LEITE & M.F. MOURA. 2000. Seletividade de inseticidas a predadores de pulgões. **Hortic. Bras.**, 18: 130-133.

HARARI, A.R., D. BEN-YAKIR, M. CHEN & D. ROSEN. 1997. Life- and fertility-tables of *Maladera matrida* (Coleoptera: Scarabaeidae). **Environ. Entomol.**, 27: 45-48.

HORN, D.J. 1988. Ecological approach to pest management. The New York Guilford Press, New York. 285 p.

KREBS, C.J. 1994. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance, 4th ed. New York: Harper Collins Col. Pub., 801p.

LACERDA, M.C., A.M.R.M. FERREIRA, T.V. ZANUNCIO, J.C. ZANUNCIO, A.S. BERNARDINO & M.C. ESPINDULA. 2004. Development and reproduction of *Podisus distinctus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed larva of *Bombyx mori* (Lepidoptera:

Bombycidae). **Braz. J. Biol.**, 64: 237-242.

LEMOS, W.P., R.S. MEDEIROS, F.S. RAMALHO & J.C. ZANUNCIO. 2001. Effects of plant feeding on the development, survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Int. J. Pest Manag.**, 47: 89-93.

MAIA, A.H.N., A.J.B. LUIZ & C. CAMPANHOLA. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. **J. Econ. Entomol.**, 93: 511-518.

MATOS NETO, F.C. 1998. Efeito do cultivar de soja IAC 17, resistente a insetos sobre aspectos biológicos do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Dissertação de Mestrado** - UFV, 82p.

MATOS NETO, F.C., J.C. ZANUNCIO, M.C. PIKANÇO & I. CRUZ. 2002. Reproductive characteristics of the predator *Podisus nigrispinus* (Het.: Pentatomidae) fed with an insect resistant soybean variety. **Pesq. Agropec. Bras.**, 37: 917-924.

MCPEEK, M.A. & B.L. PECKARSKY. 1998. Life histories and the strengths of species interactions: combining mortality, growth, and fecundity effects. **Ecology**, 79: 867-879.

MEDEIROS, R.S., F.S. RAMALHO, W.P. LEMOS, & J.C. ZANUNCIO. 2000. Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **J. Appl. Entomol.**, 124: 319-324.

MEDEIROS, R.S., F.S. RAMALHO, J.C. ZANUNCIO & J.E. SERRÃO. 2003a. Effect of temperature on life table parameters of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) fed with *Alabama argillacea* (Lep., Noctuidae) larvae. **J. Appl. Entomol.**, 127: 209-213.

MEDEIROS, R.S., F.S. RAMALHO, J.E. SERRÃO & J.C. ZANUNCIO. 2003b. Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the Noctuidae larva *Alabama argillacea*. **Biocontrol**, 48: 695-704.

MICHAUD, J.P. & A.K. GRANT. 2003. Sub-lethal effects of a copper sulfate fungicide on development and reproduction in three coccinellid species. **J. Ins. Sci.**, 3: 1-6.

- MORENO, P.R. & O. NAKANO. 2002. Atividade do buprofezin sobre a cigarrinha verde do feijoeiro *Empoasca kraemeri* (Roos & Moore, 1957) (Hemiptera: Cicadellidae) em condições de laboratório. **Sci. Agric.**, 59: 475-481.
- OLIVEIRA, H.N., D. PRATISSOLI, E.P. PEDRUZZI, & M.C. ESPINDULA. 2004. Desenvolvimento do predador *Podisus nigrispinus* alimentado com *Spodoptera frugiperda* e *Tenebrio molitor*. **Pesq. Agropec. Bras.**, 39:947-951.
- OLIVEIRA, J.E.M., J.B. TORRES, A.F. CARRANO-MOREIRA & F.S. RAMALHO. 2002. Biologia de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. **Pesq. Agropec. Bras.**, 37: 7-14.
- OLSZAK, R.W. 1999. Influence of some pesticides on mortality and fecundity of the aphidophagous coccinellid *Adalia bipunctata* L. (Col., Coccinellidae). **J. Appl. Entomol.**, 123: 41-45
- PANIZZI, A.R., B.S. CORRÊA, D.L. GAZZONI, E.B. OLIVEIRA, G.G. NEWMAN & S.B. TURNIPSEED. 1977. **Insetos da soja no Brasil**. Londrina, Embrapa Soja, 20p. (Boletim Técnico).
- PRICE, P.W. 1997. Population dynamics: Conceptual aspects. In: *Insect Ecology*. 3rd ed., John Wiley, New York, 874p.
- RODRIGUES, S.M.M., V.H.P. BUENO & M.V. SAMPAIO. 2003. Tabela de vida de fertilidade de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae). **Rev. Bras. Entomol.**, 47: 637-642.
- SAS INSTITUTE. 1991. **SAS/GRAPH software: usage, version 6**, 1st ed. SAS Institute, Cary, NC.
- SILVEIRA NETO, S., O. NAKANO, D. BARBIN, & N.A. VILLA NOVA. 1976. **Manual de ecologia dos insetos**. Agronômica Ceres, São Paulo. 419 p.
- SOUTHWOOD, T.R.E., 1995. **Ecological methods**. 2nd ed., Chapman & Hall, 524p.
- STARK, J.D. & J.E. BANKS. 2003. Population-level effects of pesticides and other

toxicants on arthropods. **Annu. Rev. Entomol.**, 48:505-19

TANCREDI, F.D., T. SEDIYAMA, M.S. REIS, P.R. CECON & R.C. TEIXEIRA. 2004. Influência da remoção do meristema apical sobre os componentes de produtividade em populações de plantas de soja. **Acta Sci. Agron.**, 26: 113-119.

THIREAU, J.C. & J. REGNIERE. 1995. Development, reproduction, voltinism and host synchrony of *Meteorys trachynotus* with its hosts *Choristoneura fumiferana* e *C. rosaceana*. **Entomol. Exp. Appl.**, 76: 67-82.

TORRES, J.B., J.C. ZANUNCIO & H.N. NONATO. 1998. Nymphal development and adult reproduction of the stinkbug *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) under fluctuating temperatures. **J. Appl. Entomol.**, 122: 509-514.

VIVAN, L.M., J.B. TORRES, R. BARROS & A.F.S.L. VEIGA. 2002a. Tasa de crecimiento poblacional del chinche depredador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) y de la presa *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en invernadero. **Rev. Biol. Trop.**, 50: 145-153.

VIVAN, L.M., J.B. TORRES, A.F.S.L. VEIGA & J.C. ZANUNCIO. 2002b. Comportamento de predação e conversão alimentar de *Podisus nigrispinus* sobre a traça do tomateiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, 37: 581-587.

WITTMAYER, J.L. & T.A. COUDRON. 2001. Life table parameters, reproductive rate, intrinsic rate of increase, and estimated cost of rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) on an artificial diet. **J. Econ. Entomol.**, 94: 1344-1352

YORINORI, J.T. & J.J. LAZZAROTTO. 2004. Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul. Embrapa soja, **Documentos 236**, Londrina PR, 30p.

YORINORI, J.T., W.M. PAIVA, L.M. COSTAMILAN & P.F. BERTAGNOLLI. 2003. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): identificação e controle. **Potafos: Informações Agronômicas**, 104: 5-8.

ZANUNCIO Jr, J.S. 2003. Efeito de plantas de soja no predador *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) em campo. **Dissertação (mestrado)**, UFV. 76p.

ZANUNCIO, J.C., J.B. ALVES; T.V. ZANUNCIO & J.F. GARCIA. 1994. Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. **For. Ecol. Manage.**, 65: 65-73.

ZANUNCIO, J.C., A.J. MOLINA-RUGAMA; J.E. SERRÃO, D. PRATISSOLI. 2001. Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. **Bioc. Sci. Tech.**, 11: 331-337.

ZANUNCIO, J.C., M.C. LACERDA, J.S. ZANUNCIO Jr, T.V. ZANUNCIO, A.M.C. SILVA & M.C. ESPINDULA. 2004. Fertility table and rate of population growth of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. **Ann. Appl. Biol.**, 144: 357-361.

ZANUNCIO, T.V., J.C. ZANUNCIO, J.E. SERRÃO, R.S. MEDEIROS, T.B.M. PINON & C.A.Z. SEDIYAMA. 2005. Fertility and life expectancy of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) exposed to sublethal doses of permethrin. **Biol. Res.**, 38: 31-39.

RESUMO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa foi realizada em condições de campo e em casa de vegetação na Universidade Federal de Viçosa em Viçosa, Minas Gerais, Brasil de fevereiro a junho de 2005. O objetivo foi estudar o desenvolvimento, a reprodução e os parâmetros de tabela de vida do predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), em plantas de soja tratadas com os fungicidas epoxiconazole + Piraclostrobina (Opera®), tetraconazole (Domark®) ou tebuconazole (Folicur®).

Foram utilizadas, em cada tratamento, ninfas de segundo estágio provenientes de 100 ovos de *P. nigrispinus* e destas ninfas, ao atingirem o estágio adulto, foram formados 20 casais por tratamento, os quais foram avaliados, diariamente, para coleta de ovos e verificação da sobrevivência desse predador. Os fungicidas foram aplicados imergindo as plantas em calda fungicida na dosagem recomendada para cada produto. O predador foi liberado nas plantas tratadas duas horas após a imersão das plantas na calda. Os tratamentos foram: testemunha (tratamento T1) com água e espalhante adesivo; plantas tratadas com o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina (tratamento T2), tetraconazole (Domark®) (tratamento T3), tebuconazole (Folicur®) (tratamento T4) e rotação desses produtos (tratamento T5) A rotação dos produtos foi feita iniciando-se pelo epoxiconazole + piraclostrobina na primeira aplicação, tetraconazole na segunda, tebuconazole na terceira e, novamente, epoxiconazole + piraclostrobina na quarta aplicação.

Os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina e tebuconazole reduziram o peso de fêmeas de *P. nigrispinus*, mas não o número de ovos desse predador, indicando que esses produtos não causaram efeito deletério durante a fase ninfal desse predador. No entanto, fêmeas do tratamento com o fungicida tetraconazole apresentaram menor número de ovos, de ninfas e de ninfas por postura que no tratamento com o

tebuconazole.

Foram realizadas quatro aplicações repetidas do mesmo fungicida por tratamento, mas isso não é recomendado, por poder levar à resistência do agente causal da doença. Mesmo as altas doses dos fungicidas não foram suficientes para suprimir a população de *P. nigrispinus*, pois seus parâmetros da tabela de vida indicam crescimento populacional em todos os tratamentos. O fungicida tebuconazole foi o menos prejudicial e estimulou o aumento populacional desse predador, indicando que possa ser recomendado para o controle da ferrugem asiática da soja em programas de controle biológico nessa cultura. Caso sejam necessárias mais de uma pulverização de fungicida, na cultura da soja contra essa doença, pode-se utilizar o tebuconazole em rotação com o epoxiconazole + piraclostrobina.

Os resultados obtidos serão úteis para programas de manejo integrado de pragas, onde se buscam alternativas para minimizar os impactos ambientais. Além disso, esses conhecimentos fornecem subsídios para estudos sobre o efeito de fungicidas a insetos.