

WALKYMÁRIO DE PAULO LEMOS

EFEITO DE DIFERENTES PRESAS NO DESENVOLVIMENTO DAS  
ESTRUTURAS REPRODUTIVAS E NA REPRODUÇÃO DO  
PREDADOR *Podisus nigrispinus* (HETEROPTERA: PENTATOMIDAE)

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL

2001

À Deus, força maior do universo e meu eterno protetor.

Aos meus pais, Maria Lemos Paulo e Walmir Paulo, pela confiança.

Aos meus irmãos, Walmir Jr. e Waldevanyo, pela amizade que nos une.

À minha adorável sobrinha Nathalya.

À todos que acreditaram em mim.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Biologia Animal, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo e financiamento da pesquisa.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais e irmãos, pelo amor, incentivo e compreensão durante todo o período de minha ausência.

Ao professor José Eduardo Serrão, pela amizade, saudável convivência, ensinamentos passados e orientação na condução do presente trabalho.

Ao Dr. Francisco de Sousa Ramalho, pesquisador entomologista da Unidade de Controle Biológico da Embrapa Algodão pela oportunidade de condução de parte dessa pesquisa, co-orientação, amizade, ensinamentos concedidos e estímulos que foram decisivos para o sucesso desse trabalho.

Ao professor José Cola Zanuncio, pela boa acolhida, atenção dispensada, ensinamentos e valiosa contribuição durante a realização e a redação da tese.

Aos professores Sebastião Lourenço de Assis Júnior (Faculdade de Odontologia de Diamantina-MG) e Germano Leão Demolin Leite (UFMG-Montes Claros), pelas sugestões.

Aos professores do curso de pós-graduação em Entomologia, em especial a Raul Narciso Carvalho Guedes, pela harmoniosa convivência e boa vontade em todos os momentos que dele precisamos.

Aos colegas do curso de Entomologia, especialmente, Adrian Molina-Rugama, Ana Margareth, Anderson, Berghem, Carlos Romero, Carol, Claudia Helena, Conceição, Daniel Fragoso, Eduardo José, Evandro, Fátima, Fernando Cantor, Helena Bergi, Isaias, Jacimar B. Boti, João Alfredo, Kazu, Lenira de Souza, Mireille Pic, Onice Dall'Ogli, Paula Soares, Ritinha, Rômulo e Teresinha V. Zanuncio, pelos bons momentos que compartilhamos e pelas dificuldades enfrentadas juntos.

Aos amigos Pedro Jusselino Filho, Joaquim Branco, Graça Pires, Marisa e Jairo pela excelente acolhida, simpatia e presteza durante todo tempo de convivência.

Aos funcionários e bolsistas da Unidade de Controle Biológico da Embrapa Algodão: Ana Camêlo, Ana Lúcia, Caliandra, Dulciana, Fabiana, Geraldo, Hamilton, Josefa Cabral, Joseni, Marcelo Dias e Suely pela saudável convivência, laços de amizade e troca de experiências durante o decorrer da pesquisa.

À Embrapa Algodão, pela oportunidade, apoio e facilidades concedidas para realização de parte da pesquisa.

Ao funcionário do Laboratório de Apoio Multidisciplinar da Embrapa Algodão, Francisco das Chagas pelas sugestões e auxílio durante a preparação das amostras para análise de proteínas.

À secretária do curso de Pós-Graduação em Entomologia (UFV), Maria Paula A. da Costa, pela amizade, eficiência e extrema simpatia durante nossa convivência.

À todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a realização da pesquisa e minha formação profissional.

## BIOGRAFIA

Walkymário de Paulo Lemos, filho de Walmir Paulo e Maria Lemos Paulo, nasceu na cidade de Itaporanga, Paraíba, Brasil, no dia 14 de agosto de 1973.

Ingressou, no ano de 1991, no Curso de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, concluindo-o em fevereiro de 1997 e obtendo o título de Engenheiro Agrônomo naquele mesmo mês.

Durante o curso de graduação foi bolsista de Iniciação Científica do CNPq, junto a Unidade de Controle Biológico da Embrapa Algodão em Campina Grande, Paraíba, entre março de 1995 e fevereiro de 1997. Após a conclusão do curso de graduação, foi bolsista de aperfeiçoamento do CNPq na mesma instituição, trabalhando com pesquisas relacionadas à utilização de predadores e parasitóides no controle do bicudo e curuquerê-do-algodoeiro, entre março de 1997 e fevereiro de 1999.

Em abril de 1999, iniciou o curso de Mestrado em Entomologia no Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, defendendo tese em março de 2001.

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
Anatomia e Histologia dos Órgãos Reprodutivos do Predador <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) Alimentado com Diferentes Dietas.....	24
ABSTRACT .....	25
RESUMO .....	26
Material e Métodos .....	30
Resultados .....	32
Discussão .....	49
Literatura Citada .....	54
Impacto da Presa na Biologia e Desenvolvimento das Estruturas Reprodutivas do Predador <i>Podisus nigrispinus</i> (Heteroptera: Pentatomidae).....	60
ABSTRACT .....	61
RESUMO .....	62
Material e Métodos .....	66
Resultados .....	69
Discussão .....	83

Literatura Citada .....	94
RESUMO E CONCLUSÕES.....	104

## RESUMO

LEMOS, Walkymário de Paulo, M.S., Universidade Federal de Viçosa, Março de 2001. **Efeito de Diferentes Presas no Desenvolvimento das Estruturas Reprodutivas e na Reprodução do Predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae)**. Orientador: José Eduardo Serrão. Co-orientador: Francisco de Sousa Ramalho. Conselheiro: José Cola Zanuncio.

Esta pesquisa objetivou estudar o efeito da presa (*Alabama argillacea* (Hüb.) (Lepidoptera: Noctuidae), *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) e dieta artificial) na biologia, no desenvolvimento das estruturas reprodutivas e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) a 25°C, 60 ± 10% de UR e fotoperíodo de 14 horas. A genitália interna de machos de *P. nigrispinus* apresenta testículos com coloração vermelho intenso em estrutura compacta de forma arredondada ou ligeiramente alongada. As características morfológicas da genitália interna de machos foram semelhantes, independente da dieta estudada. Machos de *P. nigrispinus* apresentam testículos compostos por quatro ou seis folículos. A genitália interna de fêmeas desse predador apresenta coloração creme amarelada e, independente da dieta utilizada, cada ovário é composto por sete ovaríolos. O ovário de *P. nigrispinus* é do tipo meroístico telotrófico, onde o ovaríolo individual está dividido em um filamento terminal, um trofário (câmara trófica), um vitelário e um pedicelo. Fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê-do-algodoeiro apresentaram ovários bem desenvolvidos e com ovaríolos contendo grande número de ovócito em estágio avançado de desenvolvimento. No entanto, fêmeas alimentadas com dieta artificial apresentaram ovários atrofiados e, praticamente, desprovidos de ovócitos no interior dos ovaríolos. O comprimento do ovaríolo central foi maior em fêmeas alimentadas com lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê e menor nas alimentadas com dieta artificial. Os ovócitos mais desenvolvidos foram observados em ovários de fêmeas alimentadas com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup>

ínstar do curuquerê, enquanto os mais atrofiados foram encontrados em fêmeas com dieta artificial. O número de ovócitos/ovariolo central e por ovário foram maiores em fêmeas alimentadas com lagartas de 5º ínstar do curuquerê do que as alimentadas com dieta artificial, larvas de *M. domestica*, larvas de 3º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*. Fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de 3º ou 5º ínstar do curuquerê apresentaram ovários mais pesados do que as que receberam dieta artificial ou larvas de *M. domestica*. O período de pré-oviposição foi maior em fêmeas alimentadas com dieta artificial do que as alimentadas com lagartas de 3º ou 5º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*. O período de oviposição foi maior em fêmeas alimentadas com lagartas de 3º ou 5º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor* do que nas alimentadas com dieta artificial. O número de posturas/fêmea e de posturas/fêmea/dia foram maiores quando *P. nigrispinus* foi alimentado com lagartas de 3º ou de 5º ínstar do curuquerê do que as alimentadas com dieta artificial. Fêmeas alimentadas com lagartas de 5º ínstar do curuquerê apresentaram maior número de ovos/fêmea, ovos/postura, ovos/fêmea/dia e ninfas eclodidas do que as alimentadas com dieta artificial, larvas de *M. domestica*, larvas de 3º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*. A duração do 2º, 3º, 4º e 5º ínstars são semelhantes quando *P. nigrispinus* é alimentado com lagartas de 3º ínstar ou de 5º ínstar de *A. argillacea* ou larvas de *T. molitor*. Alimentado com larvas de *M. domestica* ou dieta artificial, o predador apresentou aumento da duração de todos os ínstars. A sobrevivência variou de 51,84 (2º ínstar alimentado com mosca) a 98,96% (4º e 5º ínstars alimentado com lagartas de 3º ínstar do curuquerê). O peso de fêmeas variou de 37,91 ± 0,61 (alimentadas com dieta artificial) a 64,68 ± 8,23 mg (alimentadas com lagartas de 5º ínstar do curuquerê). Maiores quantidades de proteína bruta, em presas não predadas, foram encontradas na dieta artificial e em lagartas de 5º ínstar do curuquerê. Entretanto, após o processo de predação, lagartas de 5º ínstar do curuquerê apresentaram maior disponibilidade de proteína bruta total, fato que não ocorreu com as demais presas estudadas.

## ABSTRACT

LEMOS, Walkymário de Paulo, M.S., Universidade Federal de Viçosa, March 2001. **Effect of Different Prey on Development of the Reproductive Structures and on Reproduction of the Predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae)**. Adviser: José Eduardo Serrão. Co-adviser: Francisco de Sousa Ramalho. Committee Member: José Cola Zanuncio.

The objective of this research was to study the effect of prey (*Alabama argillacea* (Hüb.) (Lepidoptera: Noctuidae), *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae), and artificial diet) on biology, development of the reproductive structures and on reproduction of the predator *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) at 25 °C, 60 ± 10% of RU and photophase of 14 hours. The internal gonades of males of *P. nigrispinus* is characterized by showing testes with intense red coloration forming a compact structure with a circular or lightly prolonged form. The morphological characteristics of the internal gonad of males were similar, independent of diet. The internal gonad of the *P. nigrispinus* males is characterized for each testis to be composed by a number of follicles varying between four and six. The internal gonades of females present yellowed cream coloration and, independent of the diet, each ovary of *P. nigrispinus* has seven ovarioles. Ovary of *P. nigrispinus* is of meriostic telotrophic type, where the individual ovariole is divided in a terminal filament, a tropharium (trophic chamber), a vitellarium and a pedicel. Females of *P. nigrispinus* fed with 3<sup>rd</sup> or 5<sup>th</sup> instar larvae of cotton leafworm presented ovaries developed and with ovarioles showing a great number of oocyte in advanced stage of development. However, females fed with artificial diet presented atrophic ovaries and ovarioles practically without oocytes inside them. The length of the central ovariole was larger in females fed with 5<sup>th</sup> instar larvae of cotton leafworm and smaller in those fed with artificial diet. The most developed oocytes were observed in ovaries of females fed with 5<sup>th</sup> and 3<sup>rd</sup> instar larvae of cotton leafworm, while the most atrophic were found in females

with artificial diet. The number of oocito/central ovariole or /ovary were higher in *P. nigrispinus* females fed with 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae than those fed with 3<sup>rd</sup> instar cotton leafworm larvae, artificial diet, *M. domestica* larvae or *T. molitor* larvae. Females of *P. nigrispinus* fed with 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae presented ovaries heavier than as fed with other diets. The preoviposition period of *P. nigrispinus* was longer in females fed with artificial diet than in those fed with 3<sup>rd</sup> or 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae or *T. molitor* larvae. The oviposition period of *P. nigrispinus* was longer in females fed with 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae or 3<sup>rd</sup> instar larvae of *T. molitor* than in those fed with artificial diet. The number of clutch/female and clutch/female/day of *P. nigrispinus* were higher when *P. nigrispinus* was fed with 3<sup>rd</sup> or 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae than as fed with artificial diet. Females fed with 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae produced a higher number of eggs/female, eggs/clutch, eggs/female/day and emerged nymphs than those fed with other diets. Development times of 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> instars *P. nigrispinus* nymphs were identical when fed with 3<sup>rd</sup> or 5<sup>th</sup> instar larvae of cotton leafworm or *T. molitor* larvae. When fed with housefly larvae or artificial diet, the predator showed higher development time than as fed with the other preys. The survival among the instars varied from 51.84 (2<sup>nd</sup> instar fed with housefly) to 98.96% (4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> instars fed with 3<sup>rd</sup> instar cotton leafworm larvae). The weight of the females varied from 37.91 (fed with artificial diet) to 64.68 mg (fed with 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae). Artificial diet and 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae showed higher amount of gross protein than the other prey. However, 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae when attacked by the predator showed higher disponibility gross protein than other preys.

## INTRODUÇÃO

A utilização de métodos convencionais no controle de pragas, inevitavelmente, traz algum tipo de impacto negativo aos componentes dos agroecossistemas, sobretudo à fauna benéfica, e ao meio ambiente. Assim, a pesquisa busca gerar tecnologias que proporcionem alta produtividade, baixa relação custo-benefício e preservação dos ecossistemas. Neste contexto, o controle biológico constitui um componente indispensável para se estabelecerem programas de manejo de pragas.

Na classe Insecta, cerca da metade das espécies conhecidas são entomófagas (parasitóides e predadores), sendo mais freqüente, a predação que o parasitismo (De Bach 1951). Insetos predadores consomem várias presas para completar seu desenvolvimento, alimentando-se de algumas ou de todas as fases da presa: ovo, larva (nínfa), pupa e/ou adulto (Bueno & Berti Filho 1991). Eles atuam no balanço do complexo de inimigos naturais de pragas, alimentando-se de qualquer artrópodo que esteja em abundância. Mesmo em situações onde são incapazes de exercerem o controle natural, devido aos seus baixos níveis populacionais, os predadores, lentamente, reduzem o crescimento populacional da presa, quando muitos inimigos naturais específicos não são eficientes (De Bach 1951). Esses organismos são importantes no fluxo de energia como agentes reguladores de presas e da seleção natural (Price 1997).

De acordo com Holling (1959), a predação é um processo complexo e pode ser explicada pela identificação dos fatores que afetam

este processo, incluindo a densidade da presa e do predador e as características do ambiente (número e variedade de alimentos alternativos), da presa (mecanismos de defesa) e do predador (mecanismos de ataque).

O controle biológico natural, sem a interferência do homem, é importante, mas deve-se ressaltar o grande valor do controle biológico aplicado, com a introdução e manipulação de inimigos naturais, visando a redução dos danos por pragas a níveis aceitáveis (Van Den Bosch *et al.* 1982). O primeiro relato da utilização de insetos como agentes de controle biológico data do século IV, quando citricultores chineses liberaram a formiga predadora *Oecophylla smaragdina* F. (Hymenoptera: Formicidae), visando reduzir o número de insetos desfolhadores em laranjeiras. No entanto, somente em 1888 o uso de predadores foi demonstrado de forma definitiva, como agentes de supressão de pragas, com a liberação da joaninha australiana *Rodolia cardinalis* (Muls.) (Coleoptera: Coccinellidae) para o controle de *Icerya purchasi* Mask. (Homoptera: Margarodidae) (De Bach 1968, Pedigo 1989).

No Brasil, grandes áreas agrícolas são exploradas com apenas uma espécie vegetal em monoculturas, representando ecossistemas muito diferentes daqueles de vegetação natural ou dos policultivos, o que favorece espécies pragas, pois muitas delas adaptam-se, rapidamente, às novas condições, tornando mais difícil o seu controle (Zanuncio *et al.* 1993). Desta forma, nos últimos anos, a importância do controle de pragas com inimigos naturais tem aumentado, em razão dos danos que os produtos químicos podem causar ao meio ambiente, além de seus impactos sociais e ecológicos. Por isso, esses organismos são importantes em programas de Manejo Integrado de Pragas, visando o equilíbrio populacional de insetos-praga (Molina-Rugama *et al.* 1997). Neste contexto, o hábito predatório de espécies de Heteroptera vêm despertando a atenção de pesquisadores, que passaram a considerá-las como mais um dos agentes para o controle

biológico de pragas. Sob este ponto de vista, várias espécies predadoras, principalmente das famílias Lygaeidae, Nabidae, Reduviidae, Anthocoridae e Pentatomidae têm sido estudadas (Grazia & Hildebrand 1987).

Das trezentas espécies de Asopinae conhecidas, em torno de 10% têm sido estudadas mais intensamente (De Clercq 2000). O potencial dessas espécies, para o controle biológico, tem sido demonstrado e avaliado em larga escala em diferentes países, tanto em sistemas agrícolas como florestais (De Clercq & Degheele 1993 e 1997, Legaspi & O'Neil 1993 e 1994, Zanuncio *et al.* 1994, 1997 e 2000, Santos *et al.* 1995 e 1996, Legaspi *et al.* 1996, Mohaghegh-Neyshabouri *et al.* 1996, 1998 e 1999, Molina-Rugama *et al.*, 1997, De Clercq *et al.* 1998, Legaspi & Legaspi 1998, Medeiros *et al.* 1998 e 2000, Moreira *et al.* 1998, Chocorosqui & De Clercq 1999, Oliveira *et al.* 1999, De Clercq *et al.* 2000, Lemos *et al.* 2001).

Os percevejos predadores são, ainda, negligenciados em práticas agrícolas, pois a única espécie desse grupo em uso comercial para o controle biológico na América do Norte e na Europa é *Podisus maculiventris* (Say) (De Clercq 2000). No entanto, essas espécies têm futuro promissor para serem utilizadas contra pragas agrícolas de importância econômica em programas de Manejo Integrado de Pragas. Entre essas espécies destacam-se, além de *P. maculiventris* e *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) na América do Norte e Europa, *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Sig.) (De Clercq 2000 e Zanuncio *et al.* 2000) na América do Sul, além de *Eocanthecona furcellata* (Wolff) (Heteroptera: Pentatomidae) no Sudeste da Ásia e Índia (De Clercq 2000).

No Brasil, os estudos iniciais com pentatomídeos entomófagos foram realizados por Silva (1933), mostrando as possibilidades de uso desses predadores como agentes reguladores de populações de diversas espécies de lepidópteros. Estes percevejos são úteis para a agricultura, pois,

em geral, são predadores de ovos, larvas e adultos de insetos-praga (Costa Lima 1940), especialmente das ordens Lepidoptera e Coleoptera (Ruberson *et al.* 1986). Os Asopíneos podem se estabelecer e persistir em muitos ambientes, mesmo em períodos de escassez da presa (De Clercq & Degheele 1990, Molina-Rugama *et al.* 1997 e 1998a,b), e apresentam, no Brasil, pelo menos 32 espécies, sendo sete do gênero *Podisus* (Buckup 1960). Dentre os gêneros que formam esta subfamília, os mais importantes como agentes de controle biológico são *Apateticus* Dallas, *Podisus* Herrich-Schaeffer (Bueno & Berti Filho 1991) e *Brontocoris* (Zanuncio *et al.* 2000).

Os representantes do gênero *Podisus* são predadores polívoros de muitas espécies de lepidópteros (Zanuncio *et al.* 1990, 1991, 1997 e 1998, Pfannenstiel *et al.* 1995, Santos *et al.* 1995 e 1996, Stamp *et al.* 1997, De Clercq *et al.* 1998 e 2000, Medeiros *et al.* 1998 e 2000, Moreira *et al.* 1998, Weiser & Stamp 1998, Chocorosqui & De Clercq 1999, Lemos *et al.* 2001), além de insetos de importância econômica das ordens coleóptera (Gallopín & Kitting 1972, Biever & Chauvin 1992, Legaspi & O'Neil 1993, Hough-Goldstein & McPherson 1996, Crumb *et al.* 1998, De Clercq *et al.* 1998, Matos Neto *et al.* 1998), homoptera, orthoptera (Bressan *et al.* 1985) e díptera (Zanuncio *et al.* 1991, Saavedra *et al.* 1995 e 1996, Molina-Rugama *et al.* 1997 e 1998a,b, Matos Neto *et al.* 1998, Oliveira *et al.* 1999). No Brasil, estes predadores são, frequentemente, encontrados em surtos de lagartas desfolhadoras de eucalipto (*Eucalyptus spp.*), o que tem levado à realização de pesquisas sobre a biologia, ecologia, nutrição, criação, liberação e avaliação do impacto desses insetos sobre as pragas nessa cultura (Zanuncio *et al.* 1992, Nascimento *et al.* 1997).

*P. nigrispinus* é uma das espécies de asopíneo mais comuns e estudadas na região Neotropical (De Clercq 2000) e tem sido relatado em vários países da América do Sul e Central (Thomas 1992) como agente importante de controle biológico em diversas culturas (Michel 1994,

Zanuncio *et al.* 1994, Santos *et al.* 1995 e 1996, Medeiros *et al.* 1998 e 2000, Moreira *et al.* 1998, Torres *et al.* 1998, Lemos *et al.* 2001). No Brasil, este predador é também um dos asopíneos mais estudados, além de *Podisus rostralis* (Stål) (Zanuncio *et al.* 1994, Matos Neto *et al.* 1998, Molina-Rugama *et al.* 1998b), *Podisus distinctus* (Stål) (Zanuncio *et al.* 1998, Oliveira *et al.* 1999), *Podisus sculptus* Dist. (Nascimento *et al.* 1997), *B. tabidus* (Barcelos *et al.* 1994, Zanuncio *et al.* 1996 e 2000) e *Supputius cincticeps* (Stål) (Zanuncio *et al.* 1994 e 1995, Beserra *et al.* 1995, Silva *et al.* 1996, Azevedo & Ramalho 1999a,b, Wanderley & Ramalho 1999). Apesar da importância dos heterópteros predadores, estudos relacionados com a biologia, ecologia e sistemática desses insetos são bastantes recentes (Grazia & Hildebrand 1987), o que pode indicar que o potencial de controle biológico dessas espécies é muito maior do que o utilizado atualmente.

Apesar de *P. nigrispinus* ser uma das espécies mais estudadas, ainda são escassas as informações a respeito da nutrição qualitativa e quantitativa destes organismos. Zanuncio *et al.* (1997) revelaram que a maioria de estudos com esses predadores têm sido conduzidos com presas naturais ou alternativas, visando a expressão máxima de seu desenvolvimento, reprodução e capacidade reprodutiva. Entretanto, a disponibilidade e qualidade dessas presas podem influenciar a história de vida desses predadores (Zanuncio *et al.* 1990 e 1993, Valicente & O'Neil 1993, De Clercq & Degheele 1992a, Legaspi & O'Neil 1994, De Clercq *et al.* 1998, De Clercq 2000). No entanto, é necessário simular situações que os predadores possam encontrar em campo, onde se alimentam de diferentes tipos de presas para que se possa entender a sua biologia (Zanuncio *et al.* 1997).

Embora muitos percevejos predadores sejam generalistas e se alimentem de vários tipos de presas no laboratório, eles apresentam melhor performance com determinadas presas (Barcelos *et al.* 1991, Zanuncio *et al.*

1993, Beserra *et al.* 1995, De Clercq & Degheele 1997, De Clercq 2000). Trabalhos conduzidos por Zanuncio *et al.* (1991) e Saavedra *et al.* (1992 e 1995) com *P. connexivus* (= *P. nigrispinus*), por De Clercq & Degheele (1992b) com *P. maculiventris* e *P. sagitta* (= *P. nigrispinus*), por Legaspi & O'Neil (1993), De Clercq *et al.* (1998), Chocorosqui & De Clercq (1999) com *P. maculiventris*, e por Zanuncio *et al.* (1998) com *P. distinctus*, com diferentes tipos de presas, mostraram que estes predadores apresentam capacidade reprodutiva diferenciada em função do tipo de alimento que receberam durante a fase ninfal. Pesquisadores como Wiedenmann & O'Neil (1990) e Molina-Rugama *et al.* (1997, 1998a,b) têm demonstrado que a fecundidade de percevejos do gênero *Podisus* é afetada, negativamente, por condições ambientais desfavoráveis, em particular pela quantidade e qualidade do alimento consumido, durante a fase ninfal e/ou adulta.

Segundo Sowing *et al.* (1997), a quantidade de alimento ingerido durante a fase imatura está relacionada com o tamanho dos adultos, o qual pode influenciar a fecundidade e/ou a estratégia reprodutiva desses organismos, pois suas formas jovens não investem tempo nem energia diretamente na reprodução. Portanto, a disponibilidade de dieta adequada, em muitos casos, é altamente desejável para a produção massal de insetos entomófagos, incluindo heterópteros predadores (Waage *et al.* 1985).

A reprodução de insetos é afetada por fatores externos e internos, que influenciam na sua produção de ovos. A nutrição tem sido mostrada como, provavelmente, o fator mais importante afetando a quantidade total de ovos na maioria das espécies de insetos (Engelmann 1970, Mohaghegh-Neyshabouri *et al.* 1999). A produção de ovos envolve a alocação de quantidade substancial de energia e nutrientes pela fêmea (Slansky Jr. & Scriber 1985) e o número ovipositado pode mostrar forte relação com a

quantidade de alimento consumido (Mukerji & Le Roux 1969, Molina-Rugama *et al.* 1998a,b).

A nutrição compreende um conjunto de substâncias presentes nos ingredientes alimentares para serem transformadas em matéria constitutiva do corpo e energia necessária para a manutenção da vida. Assim, existe uma variabilidade muito grande de necessidades nutricionais, dependendo da fase de desenvolvimento e da eficiência dos processos de obtenção, assimilação e alocação dos recursos nutricionais (Panizzi & Parra 1991). Ela é uma forma de medir a adequação de um inseto a determinado alimento (Waldbauer 1968). Como a nutrição afeta o comportamento, fisiologia e o sucesso reprodutivo dos insetos, o seu estudo é raramente considerado de forma isolada e sim dentro de uma larga multidisciplinaridade, freqüentemente referida como ecologia nutricional (Thompson 1999).

Como requisitos nutricionais básicos, os insetos necessitam de sais minerais, carboidratos, lipídeos, vitaminas e aminoácidos de forma semelhante aos animais superiores, e ainda de esteróides (Chapman 1998, Thompson 1999). Estes nutrientes devem ser balanceados, especialmente na relação proteínas (aminoácidos):carboidratos (Parra 1991). Insetos que se alimentam de outros animais apresentam alta exigência em aminoácidos, comparado a carboidratos, refletindo o conteúdo relativamente maior de proteínas dos tecidos animais (Chapman 1998), sendo esta relação geralmente acima de dois (Dadd 1985).

O consumo e a obtenção de alimento são necessidades básicas para o crescimento, desenvolvimento e reprodução de todos os organismos e a energia obtida é comprometida ou desviada para a manutenção de certos processos metabólicos, quando a fonte de alimento se torna escassa ou nutricionalmente deficiente (Legaspi & Legaspi 1998, Molina-Rugama *et al.* 1998b). O regime alimentar pode modificar o ciclo de vida de

pentatomídeos predadores, pois indivíduos melhor alimentados reproduzem-se mais e com maior frequência (Lenski 1984, Molina-Rugama *et al.* 1997 e 1998a,b, Lemos *et al.* 2001). Além disso, variações na qualidade e quantidade do alimento consumido durante a fase imatura do inseto podem ter impacto negativo no seu ganho de peso, composição do corpo, duração do desenvolvimento e sobrevivência (Slansky Jr. & Scriber 1985, Panizzi & Parra 1991, Parra 1991, Wheeler 1996, Chapman 1998, Nakashima & Hirose 1999, Lemos *et al.* 2001), bem como, na produção total e na deposição de ovos e, na capacidade predatória de uma dada espécie (Engelmann 1970, Chapman 1998, Nakashima & Hirose 1999). Esses efeitos negativos na sua performance indicam que os insetos não são capazes de compensar completamente as variações na qualidade e quantidade do alimento (Slansky Jr. & Scriber 1985). A influência dos alimentos na produção de ovos resulta de um balanço entre uma multiplicidade de fatores como exigências específicas da espécie, temperatura, metabolismo, constituintes alimentares e quantidade (Engelmann 1970).

O fator principal, além da digestibilidade, que governa a adequação de uma proteína é o complemento de aminoácidos que ela fornece, especialmente o número e a proporção de aminoácidos essenciais, os quais são aqueles que o animal não podem sintetizar adequadamente (Dadd 1985, Chapman 1998). Como consequência, proteínas ou aminoácidos são essenciais às dietas de insetos em desenvolvimento, e são exigidas em altas concentrações para um crescimento ótimo (Chapman 1998). De acordo com Dadd (1985), as proteínas são componentes estruturais responsáveis pela regulação de todas as atividades que transformam bioquimicamente as células vivas.

Os aminoácidos essenciais são exigidos por insetos adultos para a produção de ovos e muitas espécies, incluindo os predadores, devem

continuar ingerindo esses aminoácidos durante a fase adulta para a produção ótima de ovos ou de sua progênie (Chapman 1998). Além disso, os insetos necessitam, ainda, de sais minerais, lipídeos e vitaminas para continuar a produção de ovos (Parra 1991). O nitrogênio tem papel importante em todos os processos metabólicos e na codificação genética, e sua quantidade e qualidade, dentre os componentes alimentares, geralmente limita o crescimento e fecundidade dos insetos (Hagen 1987).

O crescimento e a reprodução de insetos com dietas naturais estão positivamente relacionados com o conteúdo de nitrogênio do alimento (Strong & Kruitwagen 1969, Scriber & Slansky 1981, Ridsdill-Smith 1991). Hukusima & Komada (1972), alimentaram o coccinelídeo *Propylaea japonica* Thunb. com seis espécies de afídeos e observaram que duas delas foram consumidas em maior número e propiciaram desenvolvimento mais rápido das larvas desse inseto. A análise química dessas espécies de afídeos revelou maior teor de açúcares e ácidos graxos e duas vezes mais aminoácidos livres nas espécies preferidas. Poucas espécies de predadores foram mais intensamente estudadas quanto aos requisitos nutricionais (Garcia 1991). Entre elas, *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae) (Hagen & Tassan 1965, Vanderzant 1973, Hassan & Hagen 1978), *Geocoris punctipes* (Say) (Heteroptera: Ligaeidae) (Cohen 1981 e 1983) e alguns Coccinelidae como *Coleomegilla maculata* De Geer (Smith 1965, Atallah & Newson 1966) e *R. cardinalis* (Matsuka *et al.* 1982). Isto mostra que o desenvolvimento e reprodução de predadores podem ser largamente influenciados pela qualidade alimentar da presa (Parajulee & Phillips 1993).

Portanto, a adequação de um alimento larval e/ou ninfal é refletido na quantidade de nutrientes armazenados para a subsequente produção de ovos, mas o efeito mais direto dos níveis de nutrientes ocorre em insetos que se alimentam durante a fase adulta. A produção de ovos em mosquitos

é proporcional à quantidade de nitrogênio ingerido com a alimentação (Clements 1992), pois a falta de proteína inibe a liberação de fatores do cérebro que produzem a competência reprodutiva ou o estímulo ovariano (Wheeler 1996). Lin & Winston (1998) verificaram que alimentos com maiores teores protéicos (p.e. geléia real) promoveram um maior desenvolvimento ovariano de operárias de abelha *Apis mellifera* L. Assim, a ovogênese nos insetos é um processo, em parte, limitado por nutrientes, sendo desencadeada, apenas, quando há nutrientes disponíveis em quantidade e qualidade adequadas. O tempo de alimentação terá efeito importante no mecanismo de controle hormonal desse processo (Wheeler 1996).

Fêmeas de insetos obtidas a partir de larvas nutricionalmente pobres apresentam menores quantidades de reservas nutricionais e menor produção de ovos. Além disso, o número de ovariolos/ovário pode ser reduzido quando as formas jovens estão sujeitas a suprimentos limitados de alimento (Engelmann 1970). Com base nessas informações, Engelmann (1970) afirmou que a produção total de ovos de um inseto depende basicamente de duas variáveis interdependentes: o número de ovariolos presentes nos ovários e a quantidade de nutrientes ingeridos pelas formas jovens e adultos.

Em adição a uma dieta adequada nutricionalmente, vários fatores têm sido estudados pelos seus efeitos no controle da síntese protéica, especialmente o controle da síntese de vitelogenina, devido a sua importância para a reprodução dos insetos. A alimentação protéica ativa os corpóra cardíaca, que por sua vez promovem o aparecimento de um hormônio neurosecretor para o desenvolvimento dos ovos e que é exigido para a maturação ovariana (Bitondi & Simões 1996). A relação entre alimentação em proteínas, interações hormonais e síntese de vitelogenina tem sido bem documentada em *Aedes aegypti* L. (Koller & Raikhel 1991).

Recentemente, Shapiro *et al.* (2000) determinaram o potencial reprodutivo do pentatomídeo *P. maculiventris* através dos picos de vitelogenina e vitelina em diferentes tipos de presas.

Portanto, a geração de conhecimentos sobre a influência de presas com diferentes teores de proteínas no desenvolvimento das estruturas reprodutivas e na reprodução do percevejo predador *P. nigrispinus* é de importância fundamental em programas de Manejo Integrado de Pragas com esse predador, bem como na manutenção de criações massais mais eficientes em laboratório.

Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo estudar o efeito das presas (*Alabama argillacea* (Hueb.) (Lepidoptera: Noctuidae), *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) e dieta artificial no desenvolvimento das estruturas reprodutivas e na reprodução do predador *P. nigrispinus*. Para isso, foram realizados dois bioensaios: no bioensaio 1, estudou-se a anatomia e histologia dos órgãos reprodutivos de *P. nigrispinus* alimentado com diferentes dietas; e no 2, avaliou-se o impacto da presa na biologia e desenvolvimento das estruturas reprodutivas de *P. nigrispinus*.

A introdução geral e os artigos científicos desta dissertação foram redigidos de acordo com as normas da Sociedade Entomológica do Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atallah, Y.H. & L.D. Newsom. 1966.** Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculata* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae). I. The development of an artificial diet and a laboratory rearing technique. J. Econ. Entomol. 59: 1173-1179.
- Azevedo, F.R. & F.S. Ramalho. 1999a.** Efeitos da temperatura e da defesa da presa no consumo pelo predador *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). Pesq. Agropec. Bras. 34: 165-171.
- Azevedo, F.R. & F.S. Ramalho. 1999b.** Impacto da temperatura e da defesa da presa na utilização de *Tenebrio molitor* L. por ninfas do predador *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae). An. Soc. Entomol. Brasil 28: 111-119.
- Barcelos, J.A.V., J.C. Zanuncio, G.P. Santos & F.P. Reis. 1991.** Viabilidade da criação, em laboratório, de *Podisus nigrolimbatus* (Spinola, 1852) (Hemiptera: Pentatomidae) sobre duas dietas. Rev. Árvore 15: 316-322.
- Barcelos, J.A.V., J.C. Zanuncio, A.C. Oliveira & E.C. Nascimento. 1994.** Performance em duas dietas e descrição dos adultos de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae). An. Soc. Entomol. Brasil 23: 519-524.
- Beserra, E.B., T.V. Zanuncio, J.C. Zanuncio & G.P. Santos. 1995.** Desenvolvimento de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Zophobas confusa*, *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Rev. Bras. Zool. 12: 725-733.
- Biever, K.D. & R.L. Chauvin. 1992.** Suppression of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) with augmentative releases of predaceous stinkbugs (Hemiptera: Pentatomidae). J. Econ. Entomol. 85: 720-726.

- Bitondi, M.M.G. & Z.L.P. Simões. 1996.** The relationship between level of pollen in the diet, vitellogenin and juvenile hormone titres in Africanized *Apis mellifera* workers. J. Apicult. Res. 35: 27-36.
- Bressan, D.A., A.J. Martins & H.R. Santos. 1985.** Dados biológicos sobre *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae), em condições de laboratório. Rev. Set. Ciências Agr. 7: 61-65.
- Buckup, L. 1960.** Pentatomídeos neotropicais I-Contribuição ao conhecimento dos Asopinae da América do Sul (Hemiptera: Pentatomidae). Iheringia, Serie Zool. 15:1-25.
- Bueno, V.H.P. & E. Berti Filho. 1991.** Controle biológico de insetos com predadores. Inf. Agropec. 15: 41-52.
- Chapman, R.F. 1998.** Nutrition. In R.F. Chapman, The Insects: Structure and Function. 4<sup>o</sup> ed. Cambridge: Cambridge University, p 69-93.
- Chocorosqui, V.R. & P. De Clercq. 1999.** Developmental and predatory performance of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) reared on a meat-based artificial diet. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 64: 229-234.
- Clements, A.N. 1992.** The biology of mosquitoes. v.1 London: Chapman & Hall.
- Cohen, A.C. 1981.** An artificial diet for *Geocoris punctipes* (Say). Southwest. Entomol. 6: 109-113.
- Cohen, A.C. 1983.** Improved method of encapsulating artificial diets for rearing predators of harmful insects. J. Econ. Entomol. 76: 957-959.
- Costa Lima, A.M. 1940.** Insetos do Brasil: Hemípteros. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia. Cap. 22, p.42-79: Ordem Hemiptera. 351 pp.
- Crumb, D.A., L.A. Weiser & N.E. Stamp. 1998.** Effects of prey scarcity and plant material as a dietary supplement on an insect predator. Oikos 81: 549-557.

- Dadd, R.H. 1985.** Nutrition: Organisms. In Kerkut, G.A. & L.I. Gilbert, Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology – Regulation: Digestion, nutrition, excretion. Oxford: Pergamon Press, p 313-390.
- De Bach, P. 1951.** The necessity for an ecological approach to pest control on citrus in California. J. Econ. Entomol. 44: 443-447.
- De Bach, P. 1968.** Control biologico de las plagas de insectos y malas hierbas. México: Continental, 927 p.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1990.** Description and life history of the predatory bug *Podisus sagitta* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). Can. Entomol. 122: 1149-1156.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1992a.** A meat-based diet for rearing the predatory stinkbugs *Podisus maculiventris* and *Podisus sagitta* (Het.: Pentatomidae). Entomophaga 37: 149-157.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1992b.** Development and survival of *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus sagitta* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) at various constant temperatures. Can. Entomol. 124: 125-133.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1993.** Quality assessment of the predatory bugs *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus sagitta* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) after prolonged rearing on meat-based artificial diet. Biocontrol Sci. Technol. 3: 133-139.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1997.** Effects of mating status on body weight, oviposition, egg load, and predation in the predatory stinkbug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 90: 121-127.
- De Clercq, P., F. Merlevede & L. Tirry. 1998.** Unnatural prey and diets for rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). Biol. Control 12: 137-142.
- De Clercq, P. 2000.** Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). In Schaefer, C.W. & A.R. Panizzi, Heteroptera of Economic Importance. 1<sup>o</sup> ed. Cambridge: Cambridge University, p. 737-789.

- De Clercq, P., J. Mohaghegh & L. Tirry. 2000.** Effect of host plant on the functional response of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biol. Control* 18: 65-70.
- Engelmann, F. 1970.** Factors that affect egg production and fecundity. In Engelmann, F. *The Physiology of Insects Reproduction*. Oxford: Pergamon Press, p. 107-142.
- Gallopín, G.C. & R.L. Kitching. 1972.** Studies on the process of ingestion in the predatory bug *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Can. Entomol.* 104: 231-237.
- Garcia, M.A. 1991.** Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres. In: Panizzi, A.R. & J.R.P. Parra (ed.). *Ecologia Nutricional de Insetos e suas Implicações no Manejo de Pragas*. São Paulo: CNPq/Manole, p.289-311.
- Grazia, J. & R. Hildebrand. 1987.** Hemípteros predadores de insetos. In: ENCONTRO SUL-BRASILEIRO DE CONTROLE DE PRAGAS, 1, Passo Fundo. *Anais...* Passo Fundo: AEAPF-CPACT/EMBRAPA, 1987, p.21-37.
- Hagen, K.S. & R.L. Tassan. 1965.** A method of providing artificial diets to *Chrysopa* larvae. *J. Econ. Entomol.* 58: 999-1000.
- Hagen, K.S. 1987.** Nutritional ecology of terrestrial insect predators. In: Slansky Jr., F. & J.G. Rodriguez, (ed.). *Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders and Related Invertebrates*. New York: J. Wiley & Sons, p. 533-577.
- Hassan, S.A. & K.S. Hagen. 1978.** A new artificial diet for rearing *Chrysopa carnea* larvae (Neuroptera, Chrysopidae). *Zeitsch. Angew. Entomol.* 86: 315-320.
- Holling, C.S. 1959.** Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Can. Entomol.* 91: 385-398.
- Hough-Goldstein, J. & D. McPherson. 1996.** Comparison of *Perillus bioculatus* and *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) as potential control agents of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* 89: 1116-1123.

- Hukusima, S. & N. Komada. 1972.** Longevity and fecundity of overwintered adults of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera, Coccinellidae). [Aphids, biological control]. Res. Bull. Fac. Agric. Gifu Univ. 33: 83-87.
- Koller, C.N. & A.S. Raikhel. 1991.** Initiation of vitellogenin uptake and protein synthesis in the mosquito (*Aedes aegypti*) ovary in response to a blood meal. J. Insect Physiol. 37: 703-711.
- Legaspi, J.C. & R.J. O'Neil. 1993.** Life history of *Podisus maculiventris* given low numbers of *Epilachna varivestis* as prey. Environ. Entomol. 22: 1192-1200.
- Legaspi, J.C. & R.J. O'Neil. 1994.** Lipids and egg production of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) under low rates of predation. Environ. Entomol. 23: 1254-1259.
- Legaspi, J.C., R.J. O'Neil & B.C. Legaspi. 1996.** Trade-offs in body weights, egg loads, and fat reserves of field-collected *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). Environ. Entomol. 25: 155-164.
- Legaspi, J.C. & B.C. Legaspi. 1998.** Life history trade-offs in insects with emphasis on *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). In Coll, M. & J.R. Ruberson, Predatory Heteroptera: Their Ecology and Use in Biological Control. Lanham: Proc. Thomas Say Publ. Entomol., Entomological Society of America, p. 71-87.
- 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). Intern. J. Pest Manage. (In Press).
- Lenski, R.E. 1984.** Food limitation and competition: a field experiment with two *Carabus* species. J. Anim. Ecol. 53: 203-216.
- Lin, H. & M.L. Winston. 1998.** The role of nutrition and temperature in the ovarian development of the worker honey bee (*Aphis mellifera*). Can. Entomol. 130: 883-891.
- Matos Neto, F.C., J.C. Zanuncio, L.C. Freitas & B.M.R. Gomes. 1998.** Nymphal development of the predator *Podisus rostralis* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with three alternative prey. Brenesia 50: 72-77.

- Matsuka, M., M. Watanabe & K. Nijima 1982.** Longevity and oviposition of *Vedalia* beetles on artificial diets. *Environ. Entomol.* 11: 816-819.
- Medeiros, R.S., W.P. Lemos & F.S. Ramalho. 1998.** Efeitos da temperatura no desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera, Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro (Lepidoptera, Noctuidae). *Rev. Bras. Entomol.* 42: 121-130.
- 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. App. Entomol.* 124: 319-324.
- Michel, B. 1994.** Entomofauna de los algodonales paraguayos: Hemiptera: Heteroptera. Asuncion: Ministério de Agricultura y Ganadería, 132p.
- Mohaghegh-Neysabouri, J., P. De Clercq & D. Degheele. 1996.** Influence of female body weight on reproduction in laboratory-reared *Podisus nigrispinus* and *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* 61: 693-696.
- Mohaghegh-Neysabouri, J., P. De Clercq & L. Tirry. 1998.** Maternal age and egg weight affect offspring performance in the predatory stink bug *Podisus nigrispinus*. *BioControl* 43: 163-174.
- Mohaghegh-Neysabouri, J., P. De Clercq & L. Tirry. 1999.** Effects of rearing history and geographical origin on reproduction and body size of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Eur. J. Entomol.* 96: 69-72.
- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio, J.B. Torres & T.V. Zanuncio. 1997.** Longevidad y fecundidad de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y frijol. *Rev. Biol. Trop.* 45: 1125-1130.
- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio, D. Pratissoli & I. Cruz. 1998a.** Efeito do intervalo de alimentação na reprodução e na longevidade do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 27: 77-84.

- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & M.L.R. Oliveira. 1998b.** Reproductive strategy of *Podisus rostralis* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) females under different feeding intervals. *Biocontrol Sci. Technol.* 8: 583-588.
- Moreira, L.A., J.C. Zanuncio & A.J. Molina-Rugama. 1998.** Dados biológicos de *Podisus nigrispinus* (Dallas) alimentado com a lagarta do maracujazeiro *Dione juno juno* (Cramer). *An. Soc. Entomol. Brasil* 27: 645-647.
- Mukerji, M.K. & E.J. Le Roux. 1969.** A study on energetics of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Can. Entomol.* 101: 449-459.
- Nakashima, Y. & Y. Hirose. 1999.** Effects of prey availability on longevity, prey consumption, and egg production of the insect predators *Orius sauteri* and *O. tantillus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 92: 537-541.
- Nascimento, E.C., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & T.V. Zanuncio. 1997.** Desenvolvimento de *Podisus sculptus* Distant, 1889 (Heteroptera: Pentatomidae) em *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Rev. Bras. Biol.* 57: 195-201.
- Oliveira, H.N., J.C. Zanuncio, M.F. Sossai & D. Pratissoli. 1999.** Body weight increment of *Podisus distinctus* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Brenesia* 51: 77-83.
- Panizzi, A.R. & J.R.P. Parra. 1991.** Introdução à ecologia nutricional dos insetos. In: Panizzi, A.R. & J.R.P. Parra (ed.). *Ecologia Nutricional de Insetos e suas Implicações no Manejo de Pragas*. São Paulo: CNPq/Manole, p. 1-7.
- Parajulle, M.N. & T.W. Phillips. 1993.** Effects of prey species on development and reproduction of the predator *Lyctocoris campestris* (Heteroptera: Anthocoridae). *Environ. Entomol.* 22: 1035-1042.
- Parra, J.R.P. 1991.** Consumo e utilização de alimento por insetos. In: Panizzi, A.R. & J.R.P. Parra (ed.). *Ecologia Nutricional de Insetos e suas Implicações no Manejo de Pragas*. São Paulo: CNPq/Manole, p. 9-65.
- Pedigo, L.P. 1989.** *Entomology and Pest Management*. New York: MacMillan, 665 p.

- Pfannenstiel, R.S., R.E. Hunt & K.V. Yeargan. 1995.** Orientation of a hemipteran predator to vibrations produced by feeding caterpillars. *J. Insect Behav.* 8: 1-9.
- Price, P.W. 1997.** Interactions between prey and predator. In Price, P.W. (ed). *Insect Ecology*, 3<sup>o</sup> ed. New York: John Wiley & Sons, p 139-161.
- Ridsdill-Smith, J. 1991.** Competition in dung-breeding insects. In: Bailey, W.J. & J. Ridsdill-Smith (ed.). *Reproductive Behaviour of Insects*. London: Chapman and Hall, p. 264-292.
- Ruberson, J.R., M.J. Tauber & C.A. Tauber. 1986.** Plant feeding by *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae): Effect on survival, development and preoviposition period. *Environ. Entomol.* 15: 894-897.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, T.M.C. Della Lucia & F.P. Reis. 1992.** Efeito da dieta artificial na fecundidade e fertilidade do predador *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 21: 69-76.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, C.S. Sedyama & T.V. Zanuncio. 1995.** Fecundidad y fertilidad del predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) en cuatro dietas artificiales. *Turrialba* 45: 70-75.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & G.P. Santos. 1996.** Desarrollo ninfal de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) en alimentacion mixta de dieta artificial y larvas de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Brenesia* 45-46: 177-182.
- Santos, T.M., E.N. Silva & F.S. Ramalho. 1995.** Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. *Pesq. Agropec. Bras.* 30: 163-167.
- Santos, T.M., E.N. Silva & F.S. Ramalho. 1996.** Consumo alimentar e desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas) sobre *Alabama argillacea* (Hübner) em condições de laboratório. *Pesq. Agropec. Bras.* 31: 699-707.
- Scriber, J.M. & F. Slansky. 1981.** The nutritional ecology of immature insects. *Annu. Rev. Entomol.* 26: 183-211.

- Shapiro, J.P., H.A. Wasserman, P.D. Greany & J.L. Nation. 2000.** Vitellin and vitellogenin in the soldier bug, *Podisus maculiventris*: identification with monoclonal antibodies and reproductive response to diet. Arch. Insect Biochem. Physiol. 44: 130-135.
- Silva, A.G.A. 1933.** Contribuição para o estudo da biologia de três pentatomídeos: O possível emprego destes insetos no combate biológico de espécies nocivas. O Campo 43: 23-25.
- Silva, E.N., T.M. Santos & F.S. Ramalho. 1996.** Desenvolvimento ninfal de *Supputius cincticeps* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. An. Soc. Entomol. Brasil 25: 103-108.
- Slansky Jr., F. & J.M. Scriber. 1985.** Food consumption and utilization. In Kerkut, G.A. & L.I. Gilbert, Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology – Regulation: Digestion, nutrition, excretion. Oxford: Pergamon Press, p 87-163.
- Smith, B.C. 1965.** Growth and development of coccinellid larvae on dry foods (Coleoptera: Coccinellidae). Can. Entomol. 97: 760-768.
- Sowing, P., R. Himmelsbach & W. Himmelsbach. 1997.** Predator-prey relationship between insect larvae: growth of *Sphaeridium* larvae (Coleoptera: Hydrophilidae) under time constraints through predation on *Musca autumnalis* maggots (Diptera: Muscidae). Can. J. Zool. 75: 2069-2076.
- Stamp, N.E., Y. Yang & T.L. Osier. 1997.** Response of an insect predator to prey fed multiple allelochemicals under representative thermal regimes. Ecology 78: 203-214.
- Strong, F.E. & E. Kruitwagen. 1969.** Feeding and nutrition of *Lygus hesoerus*. III. Limited growth and development on a meridic diet. Ann. Entomol. Soc. Amer. 62: 148-155.
- Thomas, D.B. 1992.** Taxonomic synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere. Lanham: Entomological Society of America, 156p.
- Thompson, S.N. 1999.** Nutrition and culture of entomophagous insects. Annu. Rev. Entomol. 44: 561-592.

- Torres, J.B., J.C. Zanuncio & H.N. de Oliveira. 1998.** Nymphal development and adult reproduction of the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) under fluctuating temperatures. *J. App. Entomol.* 122: 509-514.
- Valicente, F.H. & R.J. O'Neil. 1993.** Effects of two host plants on selected life history characteristics of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). 1. Without access to prey. *Environ. Entomol.* 23: 1254-1259.
- Van Den Bosch, R., P.S. Messenger & A.P. Gutierrez. 1982.** An Introduction to Biological Control. New York: Plenum Press, 247 pp.
- Vanderzant, E.S. 1973.** Improvements in the rearing diet for *Chrysopa carnea* and the amino acid requirements for growth. *J. Econ. Entomol.* 66: 336-338.
- Waage, J.K., K.P. Carl, N.J. Miles & D.J. Greathead. 1985.** Rearing entomophagous insects. In: Singh, P. & R.F. Moore (eds). *Handbook of Insect Rearing*, v. 1. Amsterdam: Elsevier, p. 45-66.
- Waldbauer, G.P. 1968.** The consumption and utilization of food by insects. *Advanc. Insect Physiol.* 5: 229-288.
- Wanderley, M.J.A. & F.S. Ramalho. 1999.** Efeitos da temperatura no desenvolvimento de *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Musca domestica* L. *An. Soc. Entomol. Brasil* 28: 121-129.
- Weiser, L.A. & N.E. Stamp. 1998.** Combined effects of allelochemicals, prey availability, and supplemental plant material on growth of a generalist insect predator. *Entomol. Exp. App.* 87: 181-189.
- Wiedenmamm, R.N. & R.J. O'Neil. 1990.** Effects of low rates of predation on selected life-history characteristics of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). *Can. Entomol.* 122: 271-283.
- Wheeler, D. 1996.** The role of nourishment in oogenesis. *Annu. Rev. Entomol.* 41: 407-431.

- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, J.E.M. Leite, N.R. da Silva & R.C. Sartório. 1990.** Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com dois hospedeiros alternativos. Rev. Árvore 14: 164-174.
- Zanuncio, J.C., E.C. Nascimento, G.P. Santos, R.C. Sartório & F.S. Araújo. 1991.** Aspectos biológicos do percevejo predador *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes hospedeiros. An. Soc. Entomol. Brasil 20: 243-249.
- Zanuncio, J.C., M.A.L. Bragança, J.L.S. Diaz & R.C. Sartório. 1992.** Avaliação dos parâmetros de fecundidade de *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae) de diferentes pesos. Rev. Ceres 39: 591-596.
- Zanuncio, J.C., E.C. Nascimento, T.V. Zanuncio & A.P. Cruz 1993.** Descrição das ninfas do predador *Podisus sculptus* Distant, 1889 (Hemiptera: Pentatomidae). Rev. Bras. Entomol. 37: 403-408.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, T.V. Zanuncio & J.F. Garcia. 1994.** Hemipterous predators of eucalypt desfoliators caterpillars. For. Ecol. Manage. 65: 65-73.
- Zanuncio, T.V., J.C. Zanuncio, E.F. Vilela & G.P. Santos. 1995.** Biologia de *Supputius cincticeps* Stål (Hemiptera, Pentatomidae) criado em larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera, Tenebrionidae) e de *Musca domestica* (Diptera, Muscidae). Rev. Bras. Entomol. 39: 183-187.
- Zanuncio, J.C., J.L.D. Saavedra, H.N. Oliveira, D. Degheele & P. De Clercq. 1996.** Development of the predatory stinkbug *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) on different proportions of an artificial diet and pupae of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). Biocontrol Sci. Technol. 6: 619-625.
- Zanuncio, J.C., J.B. Torres, D.L. Bernardo & P. De Clercq. 1997.** Effects of prey switching on nymphal development of four species of predatory stinkbugs. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 62: 483-489.
- Zanuncio, T.V., J.B. Torres, J.C. Zanuncio & G.P. Santos. 1998.** Ciclo de vida e reprodução de *Podisus distinctus* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com dois tipos de presas. Rev. Bras. Entomol. 41: 335-337.

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

**Anatomia e Histologia dos Órgãos Reprodutivos do Predador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) Alimentado com Diferentes Dietas**

Anatomy and Histology of the Reproductive Organs of *Podisus nigrispinus*  
(Heteroptera: Pentatomidae) Fed on Different Diets

**ABSTRACT** – The objective of this research was to study the morphology and histology of reproductive organs of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) submitted to different diets. Ovaries and testes of this predator after being removed were analyzed and described with stereomicroscope. The internal gonades of males of *P. nigrispinus* show testes with intense red coloration in a compact structure with a circular or lightly prolonged form. The vasa deferentia have the same coloration of testes and are in form of long filaments, which join with the ducts ejaculatorius that presents yellowed cream coloration. The morphological characteristics of the internal gonad of males were similar in all diets. Independent of the diet, the internal gonad of the *P. nigrispinus* males is characterized for each testis to be composed by a number of follicles varying between four and six. The testes that have six follicles generally present four of them developed and two atrophics. The internal gonades of females of this specie present yellowed cream coloration and, independent of the diet, each ovary has seven ovarioles jointed through terminal filaments forming a structure in bunch shape. The histological data revealed that the ovary of *P. nigrispinus* is of meriostic telotrophic type, with the individual ovariole divided in a terminal filament, a tropharium (trophic chamber), a vitellarium and a pedicel. The prey type promotes significant alterations on development and morphometry of those structures. Females of *P. nigrispinus* fed with 3<sup>rd</sup> or 5<sup>th</sup> instar larvae of cotton leafworm (*Alabama argillacea* (Hüb.)) (Lepidoptera: Noctuidae) presented ovaries developed with ovarioles showing a great number of oocytes in advanced stages of development. However, females fed with artificial diet presented atrophic ovaries and ovarioles practically without oocytes. Females fed with *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) show ovaries in intermediary stage of development. The length of the central ovariole was larger in females fed with 5<sup>th</sup> instar larvae of cotton leafworm and smaller in those fed with artificial diet. The most developed oocytes were observed in ovaries of females fed with 5<sup>th</sup> and 3<sup>rd</sup> instar larvae of cotton leafworm, while the most atrophic were found in females fed with artificial diet. The morphological and histological differences of ovaries and testes of *P. nigrispinus* when fed with different preys are presented and discussed.

**KEY WORDS:** Asopinae, biological control, morphology, sexual organ, predator.

RESUMO – O objetivo desta pesquisa foi estudar a morfologia e histologia dos órgãos reprodutivos de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) submetido a diferentes dietas. Ovários e testículos desse predador foram extraídos, analisados e descritos com o auxílio de lupa. A genitália interna de machos de *P. nigrispinus* apresenta testículos com coloração vermelho intenso em uma estrutura compacta de forma arredondada ou ligeiramente alongada. Os canais deferentes possuem coloração semelhante a dos testículos e em forma de filamentos longos unidos ao ducto ejaculatório, e com coloração creme amarelado. As características morfológicas da genitália interna de machos foram semelhantes em todas as dietas. Independente da dieta utilizada, a genitália interna de machos de *P. nigrispinus* apresenta testículos compostos por quatro a seis folículos. Os testículos que possuem seis folículos, geralmente, contêm quatro desenvolvidos e dois atrofiados. A genitália interna das fêmeas dessa espécie apresenta coloração creme amarelada e, independente da dieta utilizada, cada ovário tem sete ovaríolos interligados através de filamentos terminais, formando uma estrutura em forma de cacho. Histologicamente, o ovário de *P. nigrispinus* é do tipo meroístico telotrófico, com o ovaríolo individual dividido em um filamento terminal, um trofário (câmara trófica), um vitelário e um pedicelo. O tipo de presa provocou alterações no desenvolvimento e na morfometria dessas estruturas. Fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de 3º ou 5º ínstar do curuquerê-do-algodoeiro (*Alabama argillacea* (Hüb.)) (Lepidoptera: Noctuidae) apresentaram ovários bem desenvolvidos e ovaríolos com grande número de ovócito em estágio avançado de desenvolvimento. No entanto, aquelas alimentadas com dieta artificial apresentaram ovários atrofiados e, praticamente, desprovidos de ovócitos no interior dos ovaríolos. Fêmeas alimentadas com *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) ou *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) apresentaram ovários em estágio intermediário de desenvolvimento. O comprimento do ovaríolo central foi maior em fêmeas alimentadas com lagartas de 5º ínstar do curuquerê e menor naquelas alimentadas com dieta artificial. Fêmeas alimentadas com lagartas de 3º ou 5º ínstar do curuquerê apresentaram ovócitos mais desenvolvidos nos ovários e os mais atrofiados foram encontrados em fêmeas alimentadas com dieta artificial. São apresentadas e discutidas as diferenças morfológicas e histológicas de ovários e testículos de *P. nigrispinus* alimentado com diferentes presas.

PALAVRAS-CHAVE: Asopinae, controle biológico, morfologia, órgão sexual, predador.

No Brasil, grandes áreas agrícolas são exploradas com monoculturas, representando ecossistemas muito diferentes daqueles de vegetação natural ou dos policultivos, o que favorece espécies-praga, pois muitas delas adaptam-se rapidamente às novas condições, tornando mais difícil o seu controle (Zanuncio *et al.* 1993). Desta forma, nos últimos anos, a importância do controle de pragas com inimigos naturais tem aumentado, em razão dos danos que os produtos químicos podem causar ao meio ambiente, além de seus impactos sociais e ecológicos. Por isso, esses organismos são importantes em programas de Manejo Integrado de pragas (MIP), visando o equilíbrio populacional de insetos-praga (Molina-Rugama *et al.* 1997). Neste contexto, o hábito predatório de espécies de Heteroptera vêm despertando a atenção de pesquisadores, que passaram a considerá-las como mais um dos agentes para o controle biológico de pragas.

*Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), uma das espécies de Asopinae mais comuns na região Neotropical (De Clercq 2000), foi relatada para vários países da América do Sul e Central (Thomas 1992) como agente importante de controle biológico em diversas culturas (Michel 1994, Zanuncio *et al.* 1994, Santos *et al.* 1995 e 1996, Medeiros *et al.* 1998 e 2000, Moreira *et al.* 1998, Lemos *et al.* 2001). No Brasil, este predador é um dos asopíneos mais estudados, além de *P. rostralis* (Stål) (Zanuncio *et al.* 1994, Matos Neto *et al.* 1998, Molina-Rugama *et al.* 1998), *P. distinctus* (Stål) (Zanuncio *et al.* 1998, Oliveira *et al.* 1999), *P. sculptus* Dist. (Nascimento *et al.* 1997), *Brontocoris tabidus* (Sig.) (Barcelos *et al.* 1994, Zanuncio *et al.* 1996 e 2000) e *Supputius cincticeps* (Stål) (Beserra *et al.* 1995, Zanuncio *et al.* 1995, Azevedo & Ramalho 1999a,b, Wanderley & Ramalho 1999).

Porém, a não ser por pesquisas referentes a sua biologia (Zanuncio *et al.* 1990, Medeiros *et al.* 1998, Moreira *et al.* 1998, Torres *et al.* 1998), ecologia (Zanuncio *et al.* 1994) ou nutrição (Saavedra *et al.* 1996, Lemos *et*

al. 2001), pouco se conhece sobre os hábitos reprodutivos de *P. nigrispinus*, cujas informações a respeito da sua morfologia interna e histologia são praticamente inexistentes na literatura.

Nos insetos, os órgãos reprodutivos dos machos consistem, tipicamente, de um par de testículos, um par de canais deferentes que desembocam em um ducto ejaculatório mediano (Engelmann 1970, Davey 1985a, Happ 1992, Nijhout 1994, Chapman 1998a). Em muitos insetos existem também um número de glândulas acessórias as quais se ligam aos vasos deferentes ou ducto ejaculatório (Chapman 1998a).

Em geral, cada testículo é composto por um número de tubos testiculares ou folículos (Nijhout 1994, Chapman 1998a), variando de um, em alguns Coleoptera, a mais de cem em representantes da família Acrididae (Chapman 1998a). Cada folículo tem seu próprio germário e está envolvido por uma membrana comum, fazendo do testículo um corpo completamente compacto (Nijhout 1994). Apesar da importância dos pentatomídeos como agentes de controle biológico, muito pouco se conhece sobre a morfologia interna e histologia dos órgãos reprodutivos desses organismos, em especial ao que se refere ao sistema reprodutor dos machos.

O sistema reprodutor feminino dos insetos é composto por um par de ovários, localizados dorsalmente ao intestino, e formados por unidades funcionais denominadas de ovariólos, os quais estão envolvidos em uma rede de traqueíolas e pelo corpo gorduroso (Engelmann 1970, Davey 1985b, Nijhout 1994, Chapman 1998b). Os ovariólos são unidos na região distal pelos filamentos terminais que estão conectados a parede do corpo do inseto e, proximalmente, pelo oviduto lateral. Os ovidutos laterais unem-se formando o oviduto comum (Nijhout 1994, Chapman 1998b), o qual se abre na vagina (Chapman 1998b).

O número de ovariólos por ovário é espécie-específico e pode variar de um, como em certos Coleoptera, a mais de mil em rainhas de

térmitas (Nijhout 1994) em função do tamanho e do estilo de vida do inseto, bem como da sua posição taxonômica (Chapman 1998b). Porém, tipicamente os ovários contêm entre quatro e seis ovaríolos (Nijhout 1994).

Os ovários de muitos grupos de insetos diferem na forma de como são providos os nutrientes para os ovócitos (Nijhout 1994) e dividem-se, basicamente, em dois tipos: Panoístico e Meroístico (Engelmann 1970, Davey 1985b, Nijhout 1994, Chapman 1998b). Os ovários meroísticos ainda se dividem em telotrófico e politrófico (Nijhout 1994, Chapman 1998b).

Os representantes da ordem Heteroptera apresentam ovários do tipo meroístico-telotrófico (Büning 1994, Simiczyjew *et al.* 1998, Szklarzewicz 1998), os quais consistem de um número relativamente constante de ovaríolos (Simiczyjew *et al.* 1998). Este número é espécie-específico e, mesmo, família-específico com, usualmente, quatro e sete (Büning 1994).

Os ovaríolos dos Heteroptera estão diferenciados em um filamento terminal, um trofário (câmara trófica), um vitelário e um pedicelo (Simiczyjew *et al.* 1998). O trofário contém células nutridoras grandes, freqüentemente poliplóides (trofócitos); enquanto o vitelário contém ovócitos, em um arranjo linear, e em diferentes estágios de desenvolvimento (Szklarzewicz 1998). O centro da câmara trófica está conectado tanto com os trofócitos, pelas projeções citoplasmáticas, como com os ovócitos, pelo cordão nutritivo (Simiczyjew *et al.* 1998, Szklarzewick 1998).

O germário, de acordo com Chapman (1998b), é o local onde são produzidos os ovócitos e as células nutridoras, a partir das células germinativas; enquanto o vitelário aparece na porção mediana do ovaríolo, onde os ovócitos crescem e o vitelo é depositado através de uma série de processos e com a participação de pelo me

cada ovariolo é celular, com células traqueais e musculares, com a função de conferir aos ovariolos certa elasticidade (Chapman 1998b).

A fecundidade de percevejos do gênero *Podisus* é afetada, negativamente, por condições ambientais desfavoráveis, em particular pela quantidade e qualidade do alimento consumido, durante a fase ninfal e/ou adulta (Wiedenmann & O'Neil 1990, Molina-Rugama *et al.* 1997 e 1998). Essas condições desfavoráveis podem ser responsáveis também por variações morfológicas e histológicas nos órgãos reprodutivos desses organismos, afetando dessa forma a sua reprodução.

Como estudos relacionados com anatomia e histologia dos órgãos reprodutivos de percevejos predadores são escassos na literatura, torna-se imprescindível à compreensão da morfologia interna desses órgãos, visando desenvolver estratégias eficientes de multiplicação desses organismos com base no conhecimento de sua capacidade reprodutiva. Portanto, a pesquisa objetivou estudar o efeito de presas (*Alabama argillacea* (Hüb.) (Lepidoptera: Noctuidae), *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) e dieta artificial) na anatomia e histologia dos órgãos reprodutivos do predador *P. nigrispinus*.

## **Material e Métodos**

A pesquisa foi conduzida na Unidade de Controle Biológico (UCB) da Embrapa Algodão, Campina Grande, Paraíba, sendo que as descrições anatômicas e das características morfológicas dos órgãos reprodutivos do predador, para cada dieta, foram realizadas no Laboratório de Biologia Molecular e Celular, pertencente ao Departamento de Biologia Geral (DBG), da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Os espécimes do predador *P. nigrispinus* e das presas *A. argillacea*, *T. molitor* e *M. domestica* foram provenientes de colônias de criação massal mantidas na (UCB) da Embrapa Algodão, conforme metodologia de Azevedo (1996) e Medeiros (1997). A dieta artificial, para criação de percevejos predadores, foi preparada conforme metodologia proposta por Saavedra *et al.* (1995), sendo constituída de fígado bovino (60g); carne gorda bovina (60g); solução de sacarose a 5% (18 ml); sais de Wesson (0,6g); levedura de cerveja (3g); gema de ovo (12g); mel de abelha (7,2g); ácido ascórbico (0,3g); nipagina (0,3g) e tetraciclina (30mg).

Os percevejos foram mantidos, durante a fase ninfal e adulta, a temperatura de 25°C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotoperíodo de 14 horas em cinco dietas, constituindo os seguintes tratamentos: (T<sub>1</sub>) lagartas de 3º ínstar de *A. argillacea*; (T<sub>2</sub>) lagartas de 5º ínstar de *A. argillacea*; (T<sub>3</sub>) dieta artificial; (T<sub>4</sub>) larvas de 3º ínstar de *T. molitor* e (5) larvas de 3º ínstar de *M. domestica*.

Após a emergência dos adultos, em todas as dietas testadas, esses foram sexados com base na aparência externa da genitália e tamanho do corpo, pesados e, posteriormente, acasalados. Após a morte dos adultos esses foram mantidos em álcool 70%, e posteriormente dissecados para a extração de seus órgãos reprodutivos. A dissecação foi realizada sob lupa e com o auxílio de tesouras cirúrgicas, pinças e alfinetes entomológicos. Após a extração dos mesmos, esses foram colocados em fixador paraformaldeído 4% em tampão fosfato pH 7,4 e 0,1 M e depositados em tubos do tipo Eppendorff. Posteriormente, o material foi mantido em geladeira até a análise.

Com o auxílio de um analisador de imagem (Image Pro-Plus, versão 4.0), foram realizadas as descrições anatômicas e das características

morfológicas dos órgãos reprodutivos do predador para cada dieta testada. Foram analisados 10 indivíduos/dieta.

A seguir as peças foram desidratadas em série alcoólica (70, 80, 90 e 95%) e embebidas em historesina (Leica). Secções de 4 µm de espessura foram obtidas com navalhas de vidro e coradas com hematoxilina e eosina. As secções foram analisadas e fotografadas em fotomicroscópio.

Os estudos histológicos dos órgãos reprodutivos (ovários e testículos) de *P. nigrispinus* foram realizados em três indivíduos/dieta. Após os cortes histológicos, foram realizadas comparações da histologia daquelas estruturas em função das diferentes fontes de alimento nos quais os insetos foram submetidos.

Os efeitos de diferentes presas na morfometria das estruturas reprodutivas do predador *P. nigrispinus* foram analisados, aplicando-se os procedimentos PROC GLM e PROC REG (SAS Institute Inc. 2000). As médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls ( $P = 0,05$ ).

## **Resultados**

**Morfometria da Genitália Interna de *P. nigrispinus*:** Observações realizadas com estereomicroscópio revelaram que a genitália interna de fêmeas fecundadas de *P. nigrispinus* apresenta coloração creme amarelada com as seguintes regiões bem definidas: ovários formados por um conjunto de ovariolos, oviduto lateral, oviduto comum e vagina, os quais estão localizados ventralmente em relação ao intestino. Independente da dieta utilizada e do lado em que se encontra, cada ovário de *P. nigrispinus* apresenta sete ovariolos, interligados através de filamentos terminais formando uma estrutura compacta em forma de cacho. Os ovariolos se

assemelham a filamentos longos, os quais se encontram envolvidos por traqueíolas. Esses ovariolos unem-se para formar o oviduto lateral, que se caracteriza por apresentar um diâmetro maior do que os ovariolos. Os ovidutos laterais, por sua vez, fundem-se e formam o oviduto comum, que tem diâmetro igual ou ligeiramente maior do que os ovidutos laterais.

Embora o tipo de presa oferecida a *P. nigrispinus* não tenha promovido variação no número de ovariolos por ovário neste predador, ela causou alterações no desenvolvimento na morfometria dessas estruturas. Quando alimentadas com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê; fêmeas de *P. nigrispinus*, mesmo após a morte, apresentam ovários bem desenvolvidos e com os ovariolos contendo, no seu interior, um grande número de ovócitos em estágios avançados de desenvolvimento (Figuras 1A e 1B). Observações estruturais mostraram detalhes morfológicos dos ovócitos, permitindo observar que essas estruturas já apresentam, em fêmeas alimentadas com essas dietas, o córion bem caracterizado e os prolongamentos micropilares já completamente desenvolvidos (Figura 1C). Os ovócitos, nesse estágio de desenvolvimento, geralmente se encontram na região do cálice, próximo ao oviduto lateral. No entanto, fêmeas alimentadas com dieta artificial apresentam ovários atrofiados e, praticamente, desprovidos de ovócitos no interior dos ovariolos (Figura 1D).

A região do cálice, em fêmeas que receberam essa dieta, caracteriza-se por apresentar uma compactação das partes terminais dos ovariolos (Figura 1D). Fêmeas que receberam *T. molitor* (Figura 1E) ou *M. domestica* (Figura 1F) como alimento, apresentam os ovários em estágio intermediário de desenvolvimento, diferentes fases de desenvolvimento. A maioria dos ovariolos não possui, contendo ovariolos com ovócitos em no entanto, ovócitos completamente desenvolvidos em seu interior (Figuras 1E e 1F).

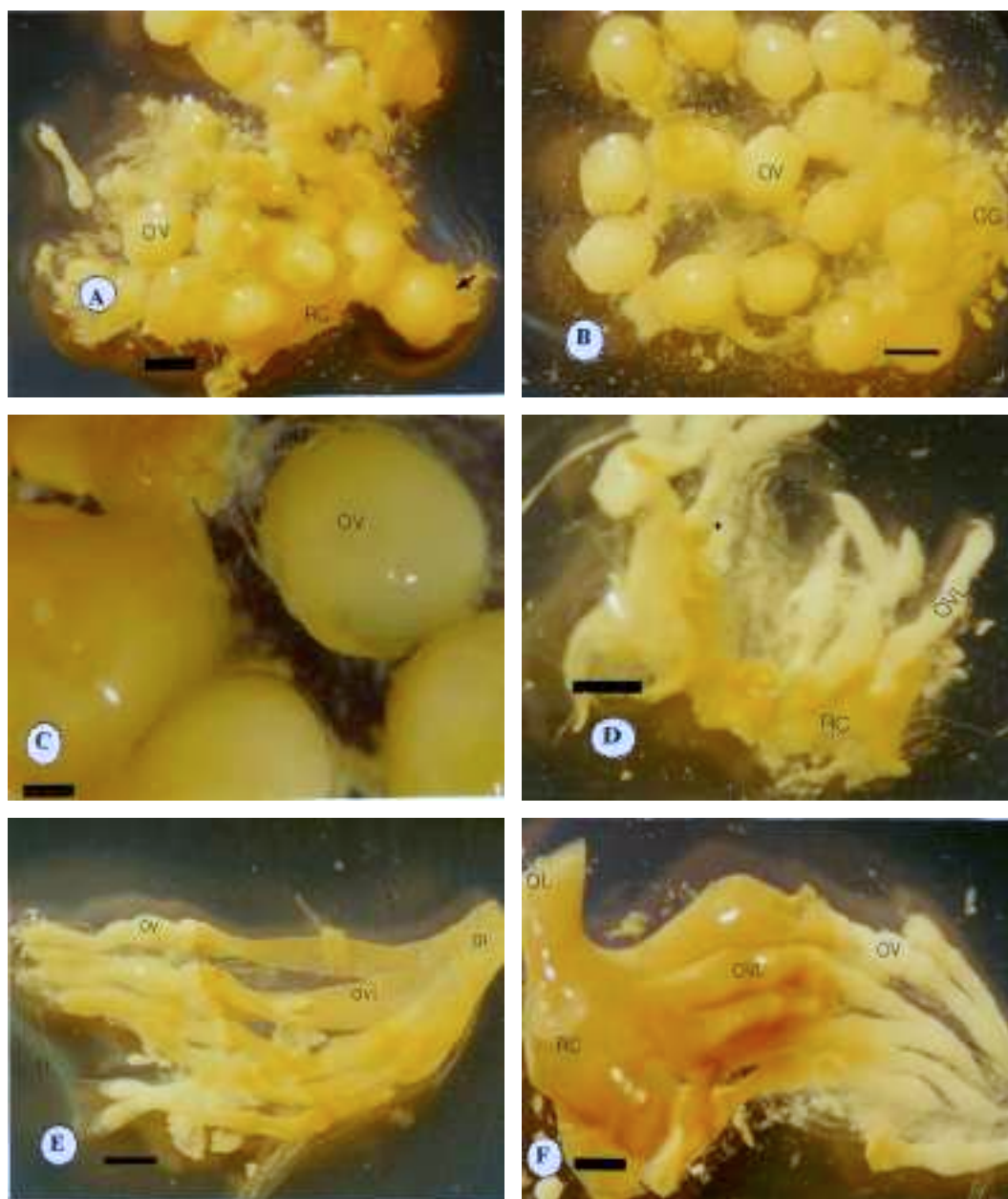
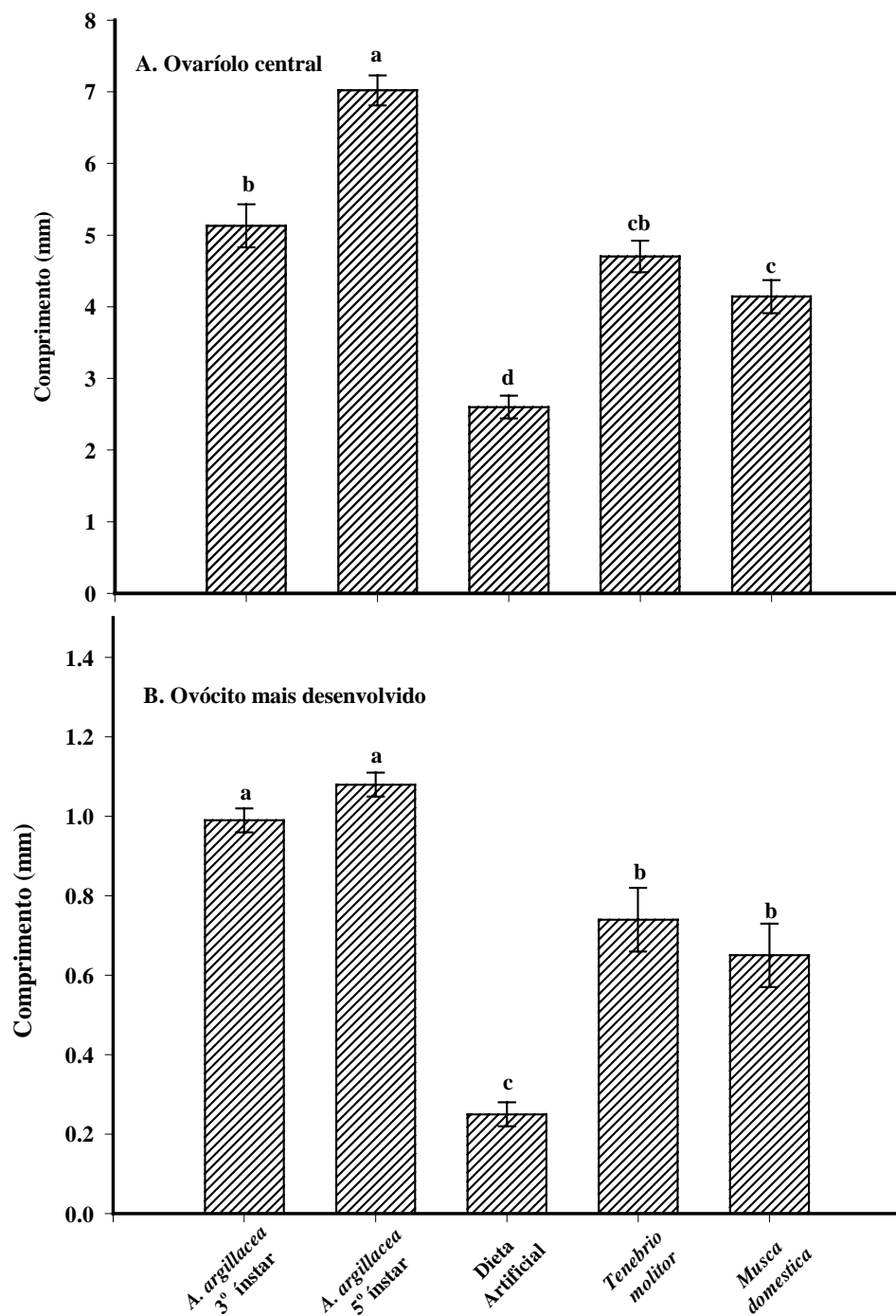


Figura 1 - Sistema reprodutor feminino de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) submetido a diferentes presas. (A) e (B) visão parcial dos ovários de predadores alimentados com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê, mostrando elevado grau de desenvolvimento e (C) detalhes morfológicos dos ovócitos. Barra de escala: 133,33 mm (Fig. 1A); 149,03 mm (Fig. 1B) e 42,92 mm (Fig. 1C). (D), (E) e (F) visão geral dos ovários de *P. nigrispinus* alimentado com dieta artificial, *T. molitor* ou *M. domestica*, respectivamente, mostrando diferenças no desenvolvimento. Barras de escala: 85,76 mm (Fig. 1D); 125 mm (Fig. 1E) e 92,59 mm (Fig. 1F). OV= ovócito, RC= região do cálice, PO= parede do ovócito, CG= corpo gorduroso, PM= prolongamentos micropilares, OVL= ovaríolo, FT= filamentos terminais e OL ou →= oviduto lateral.

As interações presa x posição do ovaríolo central no ovário (esquerdo e direito) de fêmeas copuladas do predador *P. nigrispinus* e presa x posição de ovócitos mais desenvolvidos no ovário (esquerdo e direito) mostraram que o efeito da presa no comprimento do ovaríolo central ( $F= 0,59$ ;  $gl= 4,81$ ;  $P= 0,6728$ ) e de ovócitos mais desenvolvidos ( $F= 0,77$ ;  $gl= 4,81$ ;  $P= 0,5478$ ) de cada ovário independe do ovaríolo central ou ovócitos mais desenvolvidos se encontrarem no ovário esquerdo ou direito. Os comprimentos do ovaríolo central e do ovócito mais desenvolvido são afetados pelo tipo de presa fornecida ao predador. O comprimento do ovaríolo central do predador foi maior em fêmeas alimentadas com lagartas de 5º ínstar do curuquerê ( $7,02 \pm 0,21$  mm) ( $F= 49,10$ ;  $gl= 4,81$ ;  $P < 0.0001$ ) e menor naquelas alimentadas com dieta artificial ( $2,60 \pm 0,16$ mm) (Figura 2A). Os ovócitos mais desenvolvidos foram observados em ovários de fêmeas de *P. nigrispinus* que se alimentaram com lagartas de 5º ínstar do curuquerê ( $1,08 \pm 0,03$  mm) ou de 3º ínstar ( $0,99 \pm 0,03$  mm) ( $F= 39,27$ ;  $gl= 4,81$ ;  $P < 0.0001$ ), enquanto que os mais atrofiados foram encontrados em fêmeas alimentadas com dieta artificial ( $0,25 \pm 0,03$  mm) (Figura 2B).

A genitália interna de machos de *P. nigrispinus* encontra-se localizada na região ventral em relação ao intestino e envolvida pelo corpo gorduroso. Caracteriza-se por apresentar as seguintes regiões: testículos, canal deferente e duto ejaculatório (Figura 3A). Os testículos estão localizados na região inicial do abdômen, apresentando coloração vermelho intenso e uma estrutura compacta de forma arredondada (Figura 3B) ou ligeiramente alongada (Figura 3C). Os folículos testiculares só foram diferenciados através de estudos histológicos. Assim como os testículos, os canais deferentes possuem uma coloração vermelho intenso e são em forma de filamentos longos, os quais se unem ao duto ejaculatório, que por sua vez, apresenta-se com uma coloração creme amarelado. Portanto, as



### Presas

Figura 2. (A) Influência da presa no comprimento do ovariolo central e (B) ovócito mais desenvolvido de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), a 25 °C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotoperíodo de 14 horas. Teste de Student-Newman-Keuls: para cada variável, médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes ( $P= 0,05$ ). Barras de erro indicam o erro padrão.

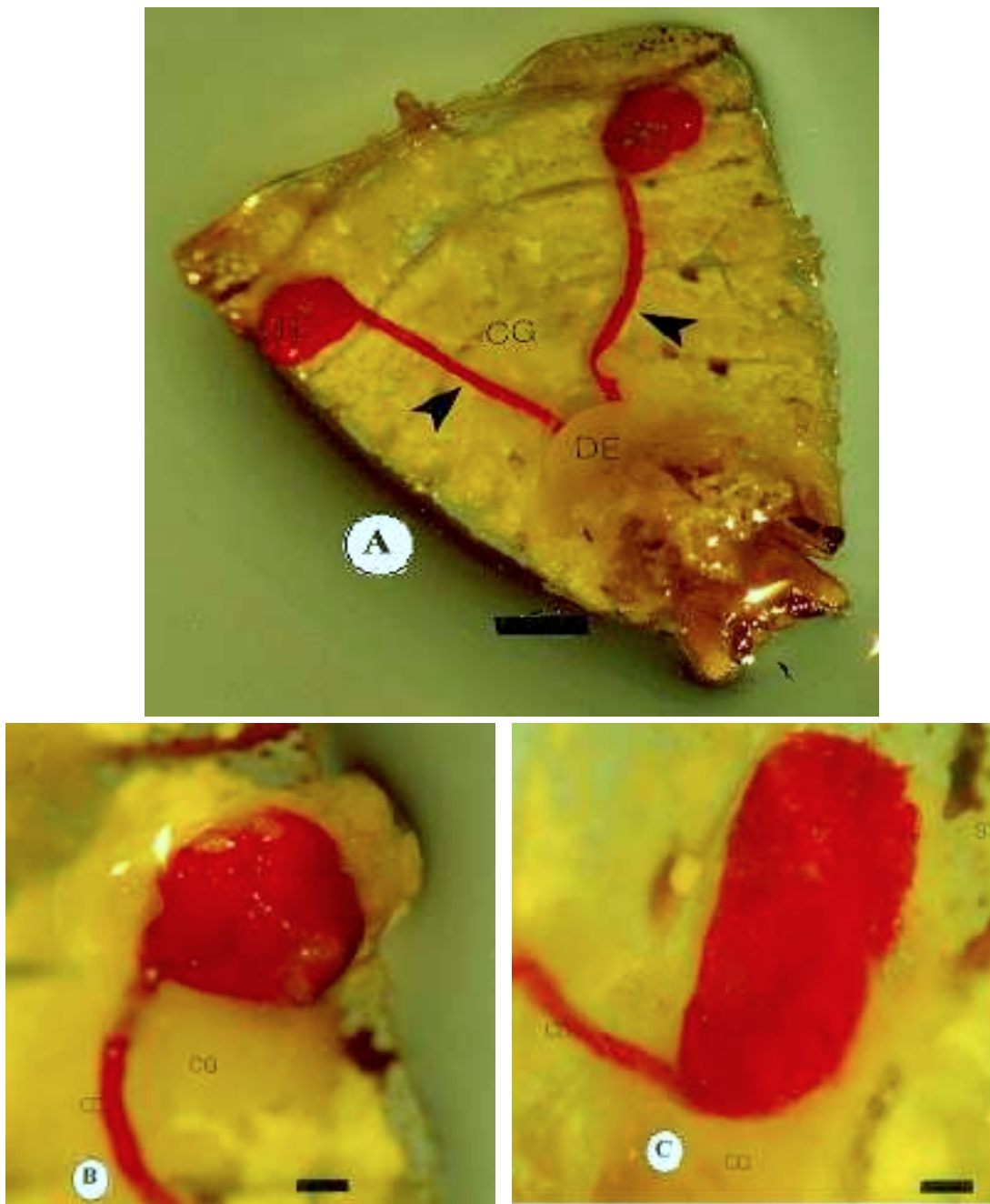


Figura 3 - Sistema reprodutor masculino de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). (A) visão geral da genitália interna do macho de *P. nigrispinus*. Barra de escala: 142,25 mm; (B) detalhe dos testículos de *P. nigrispinus* apresentando forma arredondada. Barra de escala: 43,92 mm; e (C) ligeiramente alongada. Barra de escala: 31,75,25 mm. T= testículo, TE= testículo esquerdo, TD= testículo direito, CG= corpo gorduroso, DE= duto ejaculatório, ST= esternito e CD ou ➤= canal deferente

características morfológicas da genitália interna de machos são similares, independente da dieta utilizada.

**Histologia da Genitália Interna de *P. nigrispinus*:** Estudos histológicos revelaram que o ovário de *P. nigrispinus* é do tipo meroístico telotrófico, sendo cada ovário envolvido por um epitélio delgado de células epiteliais e por uma capa muscular, a bainha peritoneal. O ovariolo está dividido em um filamento terminal, um trofário (câmara trófica), um vitelário e um pedicelo. O filamento terminal é constituído por células em forma de hastes, orientadas perpendicularmente ao longo do eixo do ovariolo. A parte apical de cada ovariolo é formada por uma região de germário, na qual se encontram células em processo de diferenciação celular. O trofário abriga os trofócitos, isto é, células nutridoras que circundam a parte central denominada de cordão nutritivo, o qual é um componente do sistema de transporte de nutrientes entre o trofócito e os ovócitos (Figura 4).

O restante do ovariolo é constituído pelo vitelário, no qual ocorre a vitelogênese e o desenvolvimento dos ovócitos, e caracteriza-se por apresentar ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento em arranjo linear (Figura 5A). Como característica do tipo de ovário meroístico telotrófico, apenas os ovócitos descem pelo ovariolo durante a fase de desenvolvimento, permanecendo as células nutridoras presentes no trofário. Cada ovócito está envolvido por uma camada única de células, denominadas foliculares. Este envoltório mostra-se interrompido no ponto de comunicação entre o cordão nutritivo e o ovócito (Figura 5B).

Quando os ovócitos se encontram próximo a região do germário, em fase inicial de desenvolvimento, as células foliculares se apresentam de forma achatadas e compactadas. A medida que os ovócitos vão se desenvolvendo, essas células vão se tornando cúbicas e menos compactadas (Figura 5C).

Com o desenvolvimento dos ovócitos, eles descem pelo ovariolo em direção ao cálice, aumentando de volume e promovendo uma elevação da quantidade de vitelo no seu interior (processo de vitelogênese). Nos estágios mais avançados de maturação, o cordão nutritivo rompe-se dos ovócitos, não desempenhando, aparentemente, alguma função após essa fase. A partir desse momento, os ovócitos irão receber proteínas derivadas, possivelmente, do epitélio foliar ou dos tecidos extraovarianos. O ovócito estando completamente desenvolvido, as células foliculares passam a secretar o córion do ovo.

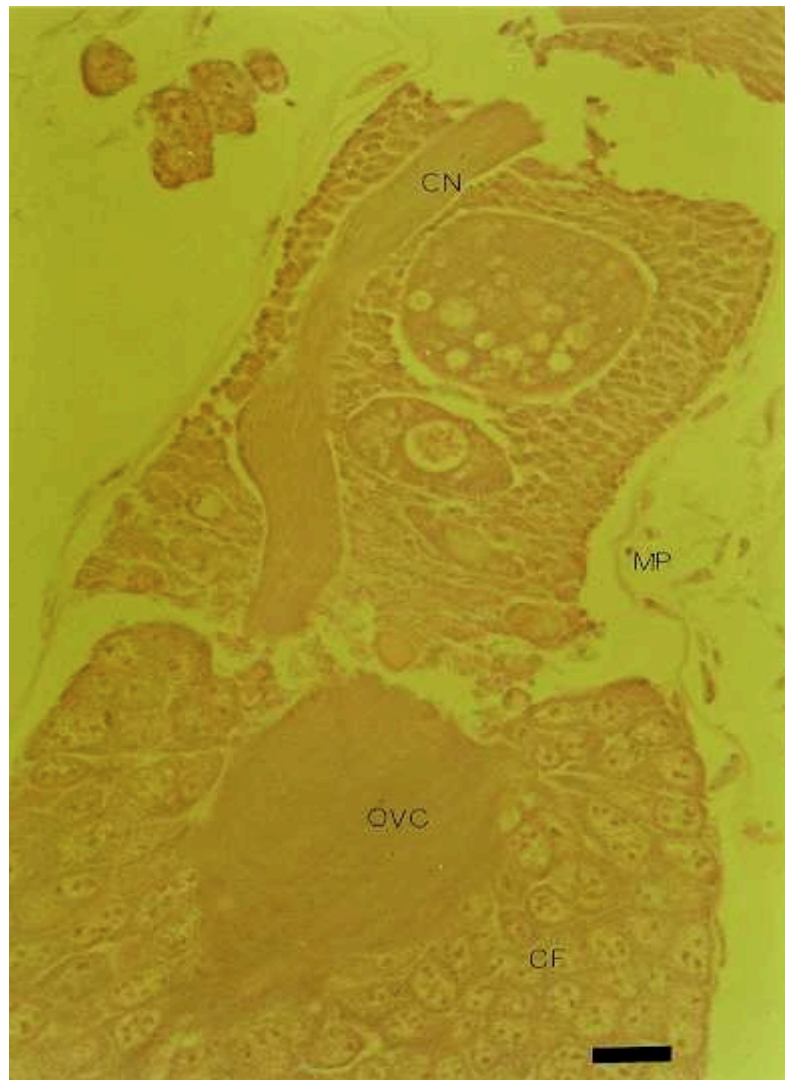


Figura 4 - Corte longitudinal do ovariolo de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) mostrando a região do trofário e o cordão nutritivo ligando ao ovócito. Barra de escala: 21,83  $\mu\text{m}$ . MP= membrana peritoneal, CN= cordão nutritivo, OVC= ovócito e CF= células foliculares.

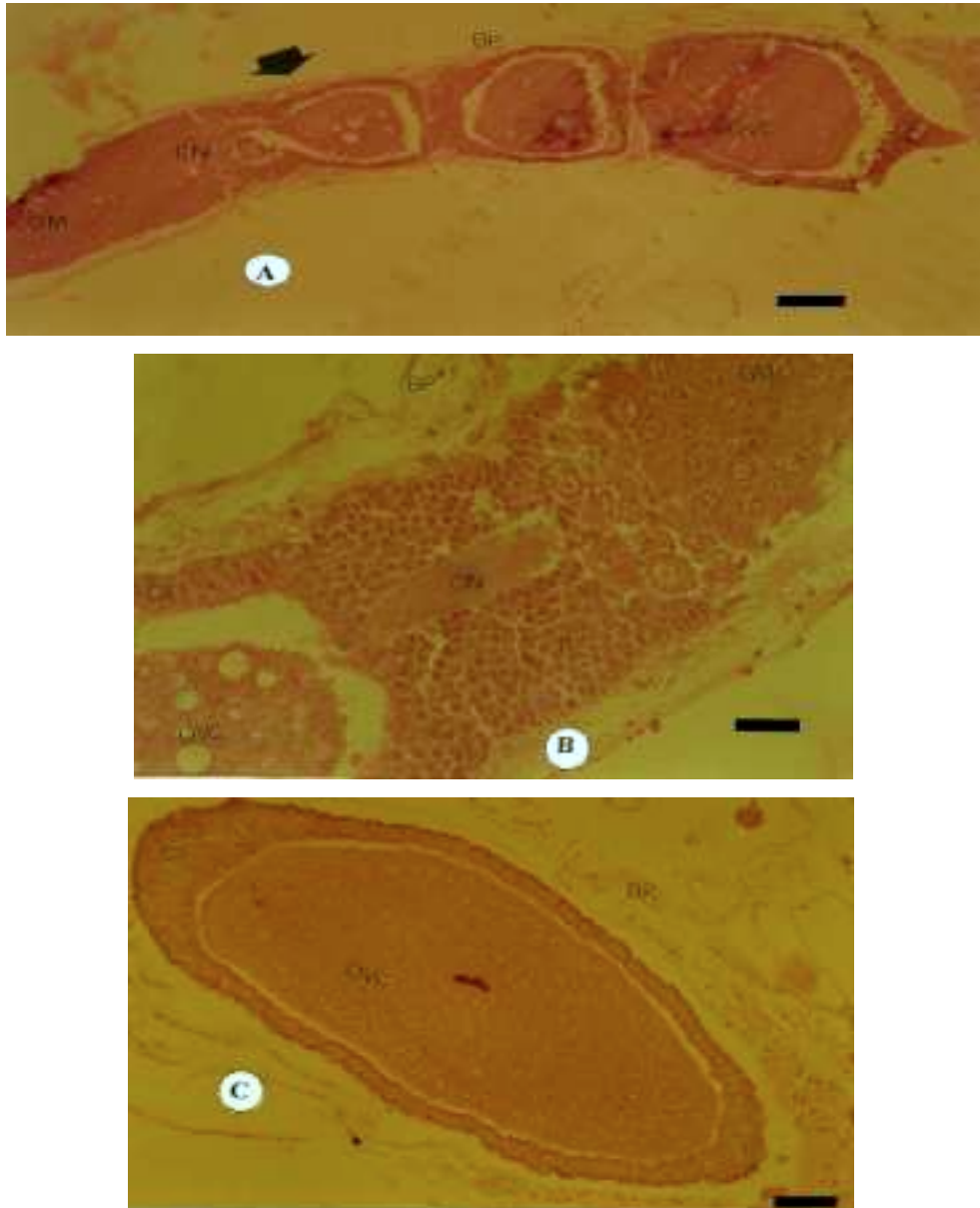


Figura 5 - Corte longitudinal do ovaríolo de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) em diferentes estágios de desenvolvimento. (A) Vista geral de ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento e com arranjo linear. Barra de escala: 86,96  $\mu\text{m}$ . (B) e (C) detalhes das células foliculares que envolvem os ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento. Barras de escala: 21,05  $\mu\text{m}$  (Fig. 5B) e 34,78  $\mu\text{m}$  (Fig. 5C).  $\blacktriangleright$  início do vitelário, GM= germário, MP= membrana peritoneal, CN= cordão nutritivo, OVC= ovócito, TF= trofócitos e CF= células foliculares.

O tipo de presa que o predador *P. nigrispinus* recebeu como alimento teve influência no grau de desenvolvimento da genitália interna de fêmeas ( $F= 49,10$ ;  $gl= 4,81$ ;  $P< 0.0001$ ), o que pôde ser comprovado através de estudos histológicos. Fêmeas alimentadas com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê apresentaram uma grande quantidade de ovócitos, em estágios avançados de desenvolvimento, no interior dos ovaríolos (Figuras 6A e 6B). Cortes histológicos destas estruturas nos permitem visualizar uma região de células foliculares bem definida, as quais encontram circundando os ovócitos. Não é possível verificar características de morte celular (núcleos picnóticos e compactados) em células foliculares presentes nos ovaríolos de fêmeas alimentadas com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê. Foi constatado um processo de diferenciação das células foliculares para o início da formação dos prolongamentos micropilares, que são estruturas visíveis apenas em ovos completamente desenvolvidos (Figuras 6A e 6B). Também pôde ser visualizado nesses cortes a presença do córion do ovo, circundando-o, já completamente desenvolvido (processo de coriogênese completado), bem como a presença de vitelo no seu interior (Figuras 6A e 6B). Porém, ao contrário do que aconteceu com fêmeas alimentadas com lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê, fêmeas que receberam lagartas de 3<sup>o</sup> ínstar do curuquerê como alimento, possuem alguns ovaríolos sem ovócitos desenvolvidos. Nestes casos é possível visualizar as seguintes regiões do ovaríolo: germário, vitelário contendo ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento, células foliculares (sem aspecto de morte celular) e cordão nutritivo ligando as células nutridoras aos ovócitos (Figura 6C).

Diferentemente do relatado anteriormente, fêmeas alimentadas com *T. molitor* possuem poucos ovócitos desenvolvidos em seus ovaríolos. Nos cortes histológicos é possível ter uma nítida diferenciação das diversas regiões do ovaríolo (Figura 7A) e, como os ovócitos ainda se

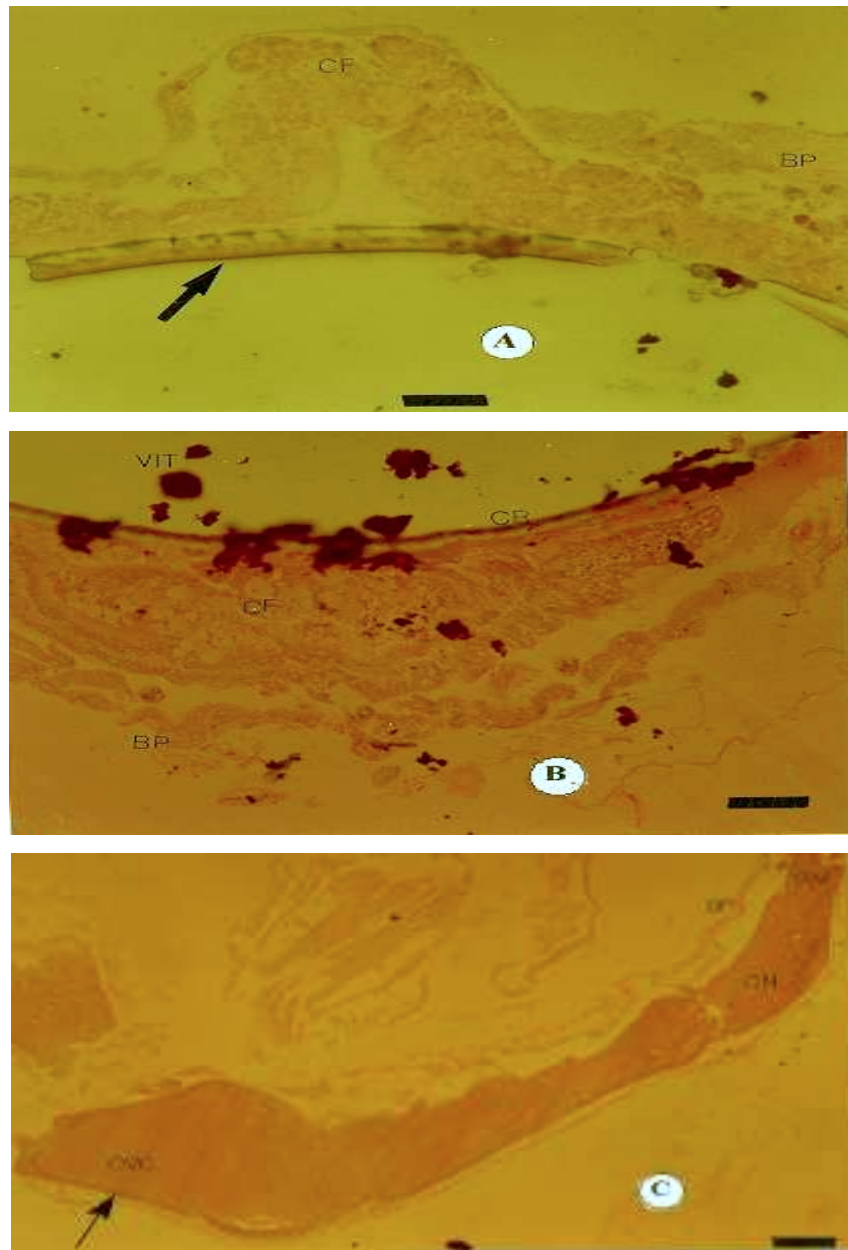


Figura 6 - Corte longitudinal de ovaríolos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com lagartas 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar de curuquerê. (A) e (B) mostram o córion do ovo bem desenvolvido e o início do processo de diferenciação das células foliculares para formação dos prolongamentos micropilares. Barras de escala: 22,73  $\mu$ m (Fig. 6A) e 38,30  $\mu$ m (Fig. 6B). (C) ovaríolo pouco desenvolvido de *P. nigrispinus* alimentado com curuquerê de 3<sup>o</sup> ínstar. Barra de escala: 83,33  $\mu$ m. GM= germário, OV= ovócito, CF= células foliculares, BP= bainha peritoneal, CN= cordão nutritivo, VIT= vitelo e CR ou  $\blacktriangleright$  = córion.

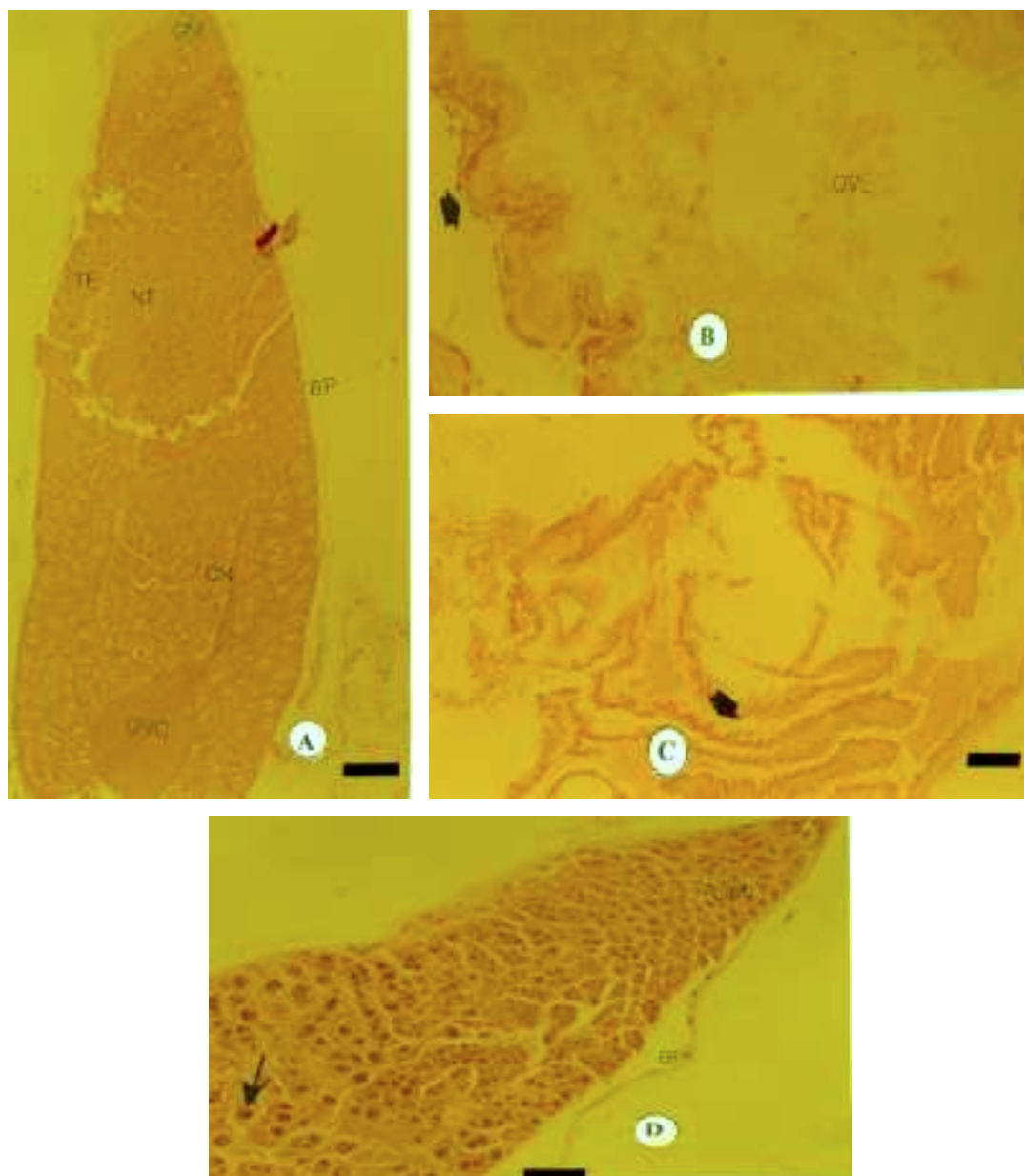


Figura 7 - Corte longitudinal de ovaríolos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) ou dieta artificial. (A) diversas regiões do ovaríolo de *P. nigrispinus* alimentado com larvas se *T. molitor*, notando-se a presença de ovócitos pouco desenvolvidos. Barra de escala: 44,94  $\mu\text{m}$ . (B) ausência de ovócitos no interior do ovaríolo de *P. nigrispinus* alimentado com larvas de *M. domestica* e paredes do ovaríolo dobradas formando invaginações. Barra de escala: 66,67  $\mu\text{m}$ . (C) e (D) ovaríolos de *P. nigrispinus* alimentado com dieta artificial apresentando atrofiamento e elevado grau de morte celular (núcleos picnóticos). Barras de escala: 88,89  $\mu\text{m}$  (Fig. 7C) e 22,47  $\mu\text{m}$  (Fig. 7D). GM= germário, TF= trofócitos, NT= núcleo trófico, OV= ovócito, BP= bainha peritoneal, CN= cordão nutritivo, OVL= interior do ovaríolo,  $\blacktriangleright$  = paredes do ovaríolo e  $\rightarrow$  = núcleos picnóticos.

encontram em fase de desenvolvimento, as células foliculares que os circundam estão mais unidas uma as outras. A medida que os ovócitos vão se desenvolvendo, percebe-se um aumento da espessura das células foliculares e do espaçamento entre elas. A maioria dos ovócitos no interior dos ovaríolos não apresenta indícios de formação do córion e não há evidências de morte celular nestas estruturas.

Da mesma forma que observado em ovários de fêmeas alimentadas com *T. molitor*, os ovaríolos daquelas que receberam larvas de mosca apresentaram pouco desenvolvimento e pequena quantidade de ovócitos em seu interior, os quais na maioria das vezes, estavam em fase inicial de desenvolvimento. Quando alimentados com essa presa, boa parte dos ovaríolos não apresentavam ovócitos em seu interior e nestes casos suas paredes encontravam-se dobradas, formando invaginações (Figura 7B). Não foi encontrado nenhum ovócito completamente desenvolvido (presença de córion e prolongamentos micropilares) no interior dos ovaríolos nem evidências de morte celular nessas estruturas.

Fêmeas alimentadas com dieta artificial apresentaram ovaríolos pouco desenvolvidos e com um reduzido número de ovócitos em estágio inicial de desenvolvimento. Alguns ovaríolos se apresentavam atrofiados (Figura 7C) e com elevado grau de morte celular. Tanto as células da região do germário (Figura 7D) como as células foliculares apresentavam escurecimento dos seus núcleos (núcleos picnóticos) e compactação dos mesmos; fato este que não foi verificado em ovários de fêmeas alimentadas com as outras dietas. Isto mostra o processo de degeneração por que tem passado essas estruturas de fêmeas alimentadas com dieta artificial. O aspecto geral desses ovaríolos, no entanto, é semelhante aqueles das fêmeas alimentadas com as outras dietas, ou seja, uma região de germário, vitelário com ovócitos em estágios iniciais de desenvolvimento e células foliculares.

Os estudos histológicos da genitália interna de machos de *P. nigrispinus* demonstraram que nesta espécie, independentemente da dieta utilizada, cada testículo é composto por um número de folículos variando entre quatro e seis. Os testículos que possuem seis folículos, geralmente, apresentam quatro deles bem desenvolvido (mais largos) e dois mais atrofiados (Figuras 8A e 8B). Cada folículo tem na região apical, seu próprio germário, análogo ao dos ovaríolos em fêmeas, exceto pelo fato de que esses folículos testiculares estão envolvidos por uma camada de células (bainha peritoneal e túnica própria), fazendo dos testículos um corpo fortemente compactado (Figuras 8A e 8B). Dentro de cada folículo, grupos de espermatócitos são envolvidos por uma membrana para formar os espermatocistos. Todos os espermatócitos vão se desenvolvendo sincronicamente, ao longo dos folículos, em direção a região do canal deferente (Figura 8C). Portanto, é possível observar espermatócitos em diferentes estágios de desenvolvimento no interior dos folículos. Quando se aproximam do canal deferente, os espermatócitos se diferenciam e produzem os espermatozóides, os quais são liberados em grupo no interior do canal deferente (Figura 8D). Foi verificado uma grande quantidade de espermatozóides na região do folículo próxima ao canal deferente, independentemente do tipo de presa que os insetos receberam, o que comprova que naquela região o processo de espermatogênese já foi completado. De cada folículo, um canal eferente relativamente curto e fino conecta-se com o canal deferente, que é um tubo longo e envolvido por um epitélio grosso, uma lâmina basal e uma camada muscular externa (Figura 8E).

O tipo de alimentação oferecida a *P. nigrispinus* praticamente não afetou as características morfológicas e histológicas dos testículos deste predador, sendo observado o mesmo padrão descrito anteriormente para machos provenientes dos diferentes regimes alimentares. A única diferença

verificada nos testículos de indivíduos que se alimentaram com dieta artificial, foi um acentuado grau de morte celular, caracterizado pelo surgimento de núcleos celulares picnóticos e compactados (Figura 8F). Testículos de apenas um indivíduo alimentado com *T. molitor* também apresentaram evidências de morte celular, porém em fase inicial. Em insetos alimentados com as outras dietas não foi constatado nenhum caso dessa natureza.

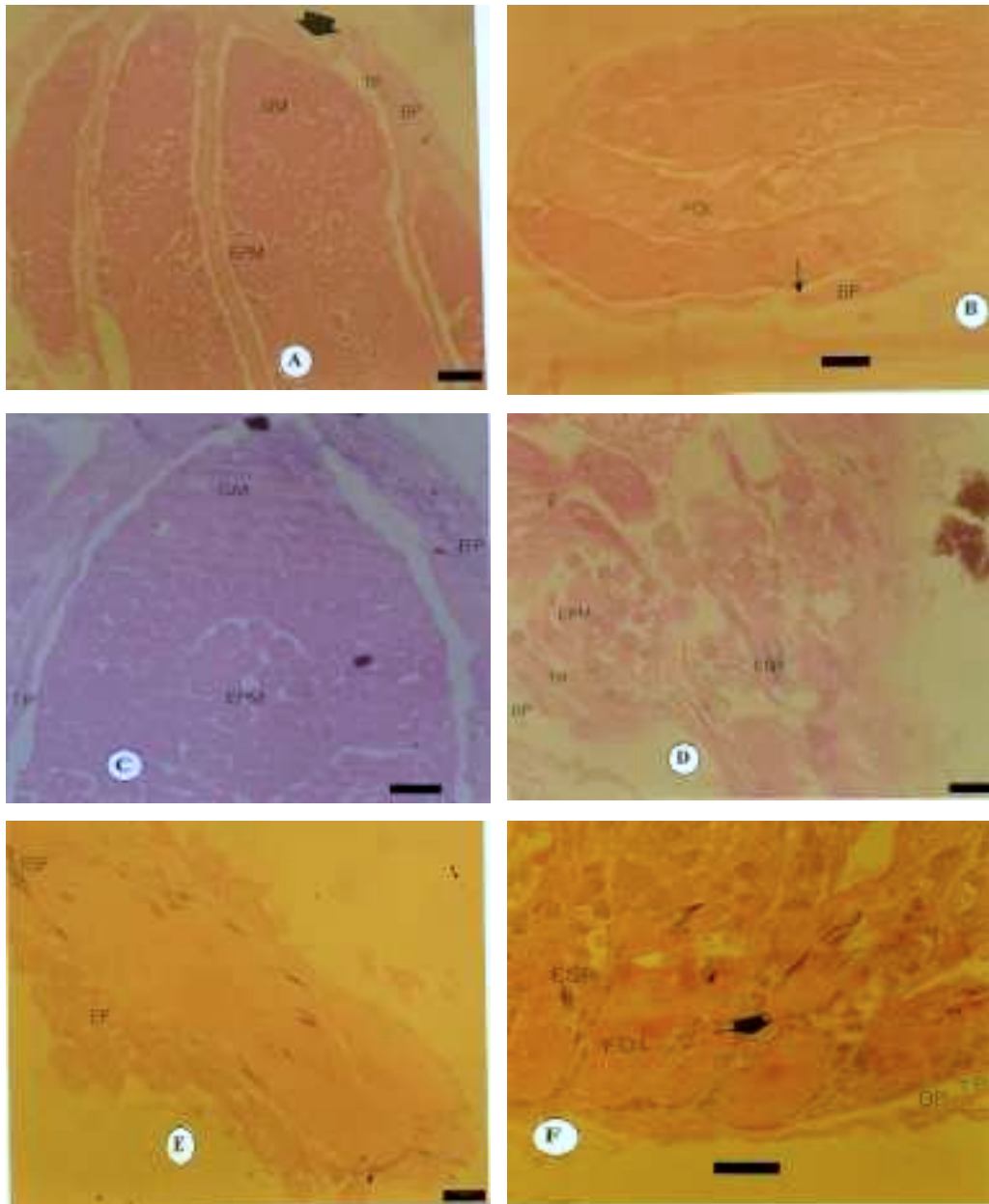


Figura 8 - Corte longitudinal dos testículos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). (A) e (B) visão geral dos testículos apresentando número diferente de folículos. Barras de escala: 42,11  $\mu\text{m}$  (Fig. 8A) e 88,89  $\mu\text{m}$  (Fig. 8B). (C) região de germário mostrando o início da diferenciação dos espermatócitos. Barra de escala: 23,46  $\mu\text{m}$ . (D) região próxima ao canal deferente, notando a presença de espermatócitos em diferentes estágios de desenvolvimento e diferenciando-se em espermatozóides. Barra de escala: 23,81  $\mu\text{m}$ . (E) vista geral do interior do canal deferente apresentando grande quantidade de espermatozóides. Barra de escala: 43,33  $\mu\text{m}$ . (F) visão geral do testículo de *P. nigrispinus* alimentado com dieta artificial mostrando elevado grau de morte celular. Barra de escala: 43,18  $\mu\text{m}$ . GM= germário, TP= túnica própria, BP= bainha peritoneal, EPM= espermatócitos, FOL= folículos, ESP= espermatozóides e EP= epitélio de revestimento.

## Discussão

Poucas pesquisas têm sido conduzidas visando estudar a morfologia e histologia das genitálias internas dos heterópteros, em especial no que diz respeito aos efeitos da alimentação sobre estas estruturas. Porém, quando comparado com os demais percevejos, os ovários desses organismos são mais difíceis de se entender (Büning 1994). A genitália interna de machos e fêmeas de *P. nigrispinus* é, de maneira geral, semelhante às aquelas apresentadas por outros percevejos, porém com variações morfológicas e histológicas em função do regime alimentar ao qual foi submetido.

**Morfometria da Genitália Interna de *P. nigrispinus*:** Fêmeas de *P. nigrispinus*, submetidas a diferentes regimes alimentares, apresentaram ovariolos contendo ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento, o que demonstra o efeito da presa no grau de desenvolvimento dessas estruturas. Segundo Büning (1994), cada ovariolo no interior do ovário apresenta estágio semelhante de desenvolvimento, não possibilitando com isso a existência de gradientes de desenvolvimento entre os ovariolos. No entanto, os resultados obtidos são contrários aos propostos por Büning (1994), pois fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com *T. molitor*, *M. domestica* ou dieta artificial apresentaram poucos ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento no interior dos ovariolos, resultando dessa forma, em ovariolos com gradientes de desenvolvimento dentro do mesmo ovário.

A menor quantidade de ovócitos por ovariolo foi verificado em ovários de fêmeas alimentadas com dieta artificial. Adams (2000) verificou que fêmeas do pentatomídeo predador *Perillus bioculatus* (F.), alimentadas com dieta artificial, reduziram em até 50% o número de ciclos gonotróficos por ovariolo. É provável que tendência semelhante seja observada em

fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com dieta artificial, o que poderia explicar a baixa taxa de fecundidade desse predador alimentado com essa dieta. Porém, fêmeas alimentadas com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê mostraram ovariolos bem desenvolvidos e com grande quantidade de ovócitos em estágio avançado de desenvolvimento, apresentando inclusive, o córion bem caracterizado e os prolongamentos micropilares já desenvolvidos. Esta característica apresentada por fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas nessas dietas podem sugerir que elas estejam aptas a produção de ovos durante todo o ciclo de vida, o que poderia explicar os altos valores de fecundidade obtidos com insetos alimentados com essas presas (Capítulo II). Fato semelhante foi observado por De Clercq & Degheele (1990a,b), os quais constataram que fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) e *Spodoptera exigua* (Hüb.) (Lepidoptera: Noctuidae) ovipositaram durante todo o ciclo de vida e apresentaram ovos nos ovários na época da morte. Portanto, lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê são presas adequadas nutricionalmente para promover o desenvolvimento das estruturas reprodutivas deste predador. De acordo com Adams (2000), a fêmea necessita de dietas nutricionalmente adequadas para sintetizar vitelogenina suficiente para garantir altos níveis de fecundidade. As variações nas estratégias alimentares dos hemípteros podem explicar as diferenças observadas no desenvolvimento de seus ovos (Adams 2000).

O ovariolo central e o ovócito mais desenvolvido foram maiores em fêmeas alimentadas com lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê e menores naquelas alimentadas com dieta artificial, indicando que é possível obter maiores taxas reprodutivas em fêmeas desse predador com estruturas reprodutivas mais desenvolvidas e mostra que a qualidade e a quantidade do alimento ninfal afeta o tamanho do corpo e o sistema reprodutivo de adultos (Lin & Winston 1998). Portanto, é provável que proteínas presentes em

lagartas de 5º ínstar do curuquerê sejam adequadas para promover maior desenvolvimento ovariano em fêmeas de *P. nigrispinus*, ou então, esses predadores possuem enzimas proteolíticas capazes de quebrar, mais eficientemente, as proteínas presentes nessas lagartas. Segundo Lin & Winston (1998), o maior desenvolvimento ovariano em *Apis mellifera* (L.) (Hymenoptera: Apidae), quando alimentadas com geleia real do que com pólen, não parece ser explicado pela quantidade de proteínas presentes nestes alimentos e sim resultado da incapacidade das abelhas em digerir as proteínas do grão de pólen devido a ausência de enzimas proteolíticas adequadas.

**Histologia da Genitália Interna de *P. nigrispinus*:** Ovários de *P. nigrispinus* são do tipo meroístico telotrófico, contendo sete ovariolos por ovário independentemente da dieta estudada, concordando com Büning (1994), Simiczyjew *et al.* (1998), Szklarzewicz (1998) e Adams (2000), ao relatarem que os ovários dos heterópteros são do tipo meroístico telotrófico, consistindo de um número relativamente constante de ovariolos. De acordo com Büning (1994), nesse grupo de insetos, o número de ovariolos por ovário é espécie-específico e usualmente varia entre quatro e sete; o que vem confirmar os resultados apresentados. O número de ovariolos por ovário em insetos é espécie-específico e varia de um, em certos coleópteros, a mais de mil, como em rainhas de cupins (Nijhout 1994, Chapman 1998b), podendo esse número determinar, em algum grau, a capacidade reprodutiva de uma dada espécie (Elgelmann 1970).

Os ovários de *P. nigrispinus* mostraram-se semelhantes aqueles descritos por Chapman (1998b), Büning (1994), Simiczyjew *et al.* (1998) e Szklarzewicz (1998) para outras espécies de percevejos. A estrutura geral dos ovariolos dos heterópteros é uniforme, ocorrendo diferenças apenas na organização do trofário. Estudos morfológicos (Simiczyjew *et al.* 1998,

Szklarzewicz 1998), estruturais (Ksiazkiewicz-Kapralska 1980, 1985 e 1991) e histoquímicos (Huebner & Anderson 1972, Choi & Nagl 1976, Huebner 1981) têm mostrado que os trofários dos heterópteros diferem entre espécies primitivas e mais evolutivas. Desta forma, resultados de análises comparativas da arquitetura do trofário poderá ser uma ferramenta útil para fazer inferências filogenéticas (Simiczyjew *et al.* 1998, Szklarzewicz 1998).

Os ovariolos telotróficos são caracterizados pela presença de tecidos tróficos, ovogônias e tecidos pré-foliculares na região terminal. As células mais proximais são as precursoras dos ovócitos enquanto as mais distais são os trofócitos (células nutridoras), os quais permanecem conectados a região central denominada de cordão trófico (Chapman 1998b). Em *P. nigrispinus*, os ovariolos contém uma série linear de ovócitos em estágios sucessivos de desenvolvimento com os mais avançados na posição proximal e mais distantes do germário. Este fato foi mais evidente em insetos alimentados com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê, as quais apresentaram maior quantidade de ovócitos por ovário. De acordo com Nijhout (1994), o processo de desenvolvimento de ovos nos ovariolos é dividido em três estágios: primeiramente, os ovócitos passam por um período de crescimento previtelogênico durante o qual eles acumulam uma variedade de proteínas, carboidratos e outros nutrientes. Durante este estágio, os mRNA e as ribonucleoproteínas são transportadas para os ovócitos através de um gradiente de potencial elétrico (Chapman 1998b). Em seguida vem o período de vitelogênese, durante o qual o ovócito acumula especificamente vitelogenina a partir da hemolinfa. O estágio final é a coriogênese, durante a qual a camada de proteína do ovo (córior) é secretada ao redor do ovócito. Estas duas últimas fases de maturação dos ovócitos exigem uma atividade especial das células

foliculares, que são responsáveis por controlar o acesso de proteínas e nutrientes para o interior dos ovócitos e por secretar o córion dos mesmos.

O tipo de presa oferecida a *P. nigrispinus* teve influência no desenvolvimento dos ovócitos no interior dos ovariolos do predador. Fêmeas alimentadas com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê, sempre apresentaram ovócitos completamente desenvolvidos nos seus ovariolos, o que comprova que nesses insetos, o processo de formação do ovo já foi completado e que eles estão aptos a reproduzir durante todo o seu ciclo de vida. No entanto, quando alimentado com dieta artificial, o processo de coriogênese é possível que seja afetado, pois na época da morte das fêmeas de *P. nigrispinus* não foi observado nenhum ovócito totalmente desenvolvido no interior dos ovariolos. Este fato pode explicar a baixa fecundidade deste predador quando alimentado com dieta artificial.

Além de ovócitos em estágios iniciais de desenvolvimento, os ovariolos de fêmeas alimentadas com dieta artificial apresentam um avançado grau de morte celular, o que pode está associado a inadequabilidade nutricional dessa dieta. Sabe-se que a degeneração de células foliculares pode ocorrer em resposta a estresse nutricional, retardando ou bloqueando a oviposição e é uma maneira de reciclar materiais ricos em nutrientes encontrados nos ovócitos.

Estudos histológicos da genitália interna de machos dos heterópteros são praticamente inexistentes na literatura, principalmente no que diz respeito ao efeito de deferentes presas no desenvolvimento destas estruturas. Neste estudo, os resultados demonstraram que o tipo de alimentação oferecida a *P. nigrispinus*, praticamente não afetou as características histológicas dos testículos desses predadores, sendo observado o mesmo padrão descrito anteriormente para outras espécies. A única diferença foi verificada em testículos de indivíduos que se alimentaram com dieta artificial, onde foi percebido um acentuado grau de

morte celular, caracterizado pelo surgimento de núcleos celulares picnóticos e compactados, semelhante ao observado nas estruturas reprodutivas de fêmeas alimentadas nesta mesma dieta.

Portanto, verifica-se que fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê-do-algodoeiro apresentam órgãos reprodutivos internos desenvolvidos e com grande quantidade de ovócitos completamente formados, demonstrando que estas presas são as mais adequadas para promoverem uma melhor resposta reprodutiva nesse predador.

### Literatura Citada

- Adams, T.S. 2000.** Effect of diet and mating status on ovarian development in a predaceous stink bug *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae). An. Entomol. Soc. Amer. 93: 529-535.
- Azevedo, F.R. de. 1996.** Efeitos da temperatura e defesa da presa no consumo e utilização de larvas de *Tenebrio molitor* Linné por ninfas do predador *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae). Recife, UFRPE, 101p. (Tese de Mestrado).
- Azevedo, F.R. & F.S. Ramalho. 1999a.** Efeitos da temperatura e da defesa da presa no consumo pelo predador *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). Pesq. Agropec. Bras. 34: 165-171.
- Azevedo, F.R. & F.S. Ramalho. 1999b.** Impacto da temperatura e da defesa da presa na utilização de *Tenebrio molitor* L. por ninfas do predador *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae). An. Soc. Entomol. Brasil 28: 111-119.
- Barcelos, J.A.V., J.C. Zanuncio, A.C. Oliveira & E.C. Nascimento. 1994.** Performance em duas dietas e descrição dos adultos de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae). An. Soc. Entomol. Brasil 23: 519-524.

- Beserra, E.B., T.V. Zanuncio, J.C. Zanuncio & G.P. Santos. 1995.** Desenvolvimento de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Zophobas confusa*, *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Rev. Bras. Zool. 12: 725-733.
- Büning, J. 1994.** The ovary of ectognatha, the Insecta s. str. In Büning, J. The insect ovary – Ultrastructure, previtellogenic growth and evolution. London: Chapman & Hall. p.31-324.
- Chapman, R.F. 1998a.** Reproductive system: male. In R.F. Chapman, The Insects: Structure and Function. 4<sup>o</sup>. ed. Cambridge: Cambridge University. p.268-294.
- Chapman, R.F. 1998b.** Reproductive system: female. In R.F. Chapman, The Insects: Structure and Function. 4<sup>o</sup>. ed. Cambridge: Cambridge University. p.295-324.
- Choi, W.C. & W. Nagl. 1976.** Electron microscopic study on the differentiation and development of trophocytes and oocytes in *Gerris najas* (Heteroptera). Cytobios 17: 47-62.
- Davey, K.G. 1985a.** The male reproductive tract. In Kerkut, G.A. & L.I. Gilbert, Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology. Oxford: Pergamon Press. v.1, p.1-14.
- Davey, K.G. 1985b.** The female reproductive tract. In Kerkut, G.A. & L.I. Gilbert, Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology. Oxford: Pergamon Press. v.1, p.15-36.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1990a.** Description and life history of the predatory bug *Podisus sagitta* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). Can. Entomol. 122: 1149-1156.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1990b.** Effects of the temperature and relative humidity on the reproduction of the predatory bug *Podisus sagitta* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae). Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 55: 439-443.
- De Clercq, P. 2000.** Predaceous stinkbugs (Pentatomidae:Asopinae). In Schaefer, C.W. & A.R. Panizzi, Heteroptera of Economic Importance. 1<sup>o</sup>. ed. Cambridge: Cambridge University. p.737-789.

- Engelmann, F. 1970.** Factors that affect egg production and fecundity. In Engelmann, F. *The Physiology of Insects Reproduction*. Oxford: Pergamon Press. p.107-142.
- Gilot, C. 1980.** *Entomology*. New York: Plenum, 729 p.
- Happ, G.M. 1992.** Maturation of the male reproductive system and its endocrine regulation. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 303-320.
- Huebner, E & E. Anderson. 1972.** A cytological study of the ovary of *Rhodnius prolixus*. III. Cytoarchitecture and development of the trophic chamber. *J. Morphol.* 138: 1-40.
- Huebner, E. 1981.** Nurce cell-oocyte interaction in the telotrophic ovarioles of an insect, *Rhodnius prolixus*. *Tissue Cell* 13: 105-125.
- Ksiazkiewicz-Kapralska, M. 1980.** Ultrastructure of the trophic chamber and nutritive cord of *Aspidiotus hederæ* (Homoptera, Coccoidae). *Cell Tissue Res.* 213: 149-157.
- Ksiazkiewicz-Kapralska, M. 1985.** Organization of the trophic chamber of homopteran insects. 1: Cercopidae: Cicadomorpha. *Cytobios.* 42: 133-145.
- Ksiazkiewicz-Kapralska, M. 1991.** Organization of the trophic chamber of homopteran insects. 2: Membracidae: Cicadomorpha. *Cytobios.* 66: 113-119.
- 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). *Intern. J. Pest Manage.* (In Press).
- Lin, H. & M.L. Winston. 1998.** The role of nutrition and temperature in the ovarian development of the worker honey bee (*Apis mellifera*). *Can. Entomol.* 130: 883-891.
- Matos Neto, F.C., J.C. Zanuncio, L.C. Freitas & B.M.R. Gomes. 1998.** Nymphal development of the predator *Podisus rostralis* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with three alternative prey. *Brenesia* 50: 72-77.

- Medeiros, R.S. 1997.** Efeitos da temperatura na biologia de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro, Areia, UFPB, 90p. (Trabalho de conclusão de curso - Graduação em Engenharia Agrônômica).
- Medeiros, R.S., W.P. Lemos & F.S. Ramalho. 1998.** Efeitos da temperatura no desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera, Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro (Lepidoptera, Noctuidae). Rev. Bras. Entomol. 42: 121-130.
- 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. App. Entomol. 124: 319-324.
- Michel, B. 1994.** Entomofauna de los algodones paraguayos: Hemiptera: Heteroptera. Asuncion: Ministério de Agricultura y Ganadería, 132p.
- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio, J.B. Torres & T.V. Zanuncio. 1997.** Longevidad y fecundidad de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y frijol. Rev. Biol. Trop. 45: 1125-1130.
- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & M.L.R. Oliveira. 1998.** Reproductive strategy of *Podisus rostralis* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) females under different feeding intervals. Bioc. Sci. Technol. 8: 583-588.
- Moreira, L.A., J.C. Zanuncio & A.J. Molina-Rugama. 1998.** Dados biológicos de *Podisus nigrispinus* (Dallas) alimentado com a lagarta do maracujazeiro *Dione juno juno* (Cramer). An. Soc. Entomol. Brasil 27: 645-647.
- Nascimento, E.C., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & T.V. Zanuncio. 1997.** Desenvolvimento de *Podisus sculptus* Distant, 1889 (Heteroptera: Pentatomidae) em *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Rev. Bras. Biol. 57: 195-201.
- Nijhout, H.F. 1994.** Reproduction. In Nijhout, H.F. Insect hormone. Princeton: Princeton University. p.142-159.

- Oliveira, H.N., J.C. Zanuncio, M.F. Sossai & D. Pratisoli. 1999.** Body weight increment of *Podisus distinctus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Brenesia* 51: 77-83.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, C.S. Sedyama & T.V. Zanuncio. 1995.** Fecundidad y fertilidad del predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) en cuatro dietas artificiales. *Turrialba* 45: 70-75.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & G.P. Santos. 1996.** Desarrollo ninfal de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) en alimentacion mixta de dieta artificial y larvas de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Brenesia* 45-46: 177-182.
- Santos, T.M., E.N. Silva & F.S. Ramalho. 1995.** Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. *Pesq. Agropec. Bras.* 30: 163-167.
- Santos, T.M., E.N. Silva & F.S. Ramalho. 1996.** Consumo alimentar e desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas) sobre *Alabama argillacea* (Hübner) em condições de laboratório. *Pesq. Agropec. Bras.* 31: 699-707.
- SAS Institute inc. 2000.** SAS user's guide: statistic. North Caroline: Cary, 846p.
- Simiczjew, B., A. Ogorzalek & P. Stys. 1998.** Heteroptera ovaries: variations on the theme. *Folia Histochem. Cytobiol.* 36: 147-156.
- Szklarzewicz, T. 1998.** The ovaries of scale insects (Hemiptera, Coccinea). Morphology and phylogenetic conclusions. *Folia Histochem. Cytobiol.* 36: 157-165.
- Thomas, D.B. 1992.** Taxonomic synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the Western hemisphere. Lanham: Entomological Society of America, 156p.
- Torres, J.B., J.C. Zanuncio & H.N. de Oliveira. 1998.** Nymphal development and adult reproduction of the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) under fluctuating temperatures. *J. App. Entomol.* 122: 509-514.

- Wanderley, M.J.A. & F.S. Ramalho. 1999.** Efeitos da temperatura no desenvolvimento de *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Musca domestica* L. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 121-129.
- Wiedenmamm, R.N. & R.J. O'Neil. 1990.** Effects of low rates of predation on selected life-history characteristics of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). Can. Entomol. 122: 271-283.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, J.E.M. Leite, N.R. da Silva & R.C. Sartório. 1990.** Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com dois hospedeiros alternativos. Rev. Árvore 14: 164-174.
- Zanuncio, J.C., E.C. Nascimento, T.V. Zanuncio & A.P. da Cruz. 1993.** Descrição das ninfas do predador *Podisus sculptus* Distant, 1889 (Hemiptera: Pentatomidae). Rev. Bras. Entomol. 37: 403-408.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, T.V. Zanuncio & J.F. Garcia. 1994.** Hemipterous predators of eucalypt desfoliators caterpillars. For. Ecol. Manage 65: 65-73.
- Zanuncio, T.V., J.C. Zanuncio, E.F. Vilela & G.P. Santos. 1995.** Biologia de *Supputius cincticeps* Stål (Hemiptera, Pentatomidae) criado em larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera, Tenebrionidae) e de *Musca domestica* (Diptera, Muscidae). Rev. Bras. Entomol. 39: 183-187.
- Zanuncio, J.C., J.B. Torres, D.L. Bernardo & P. De Clercq. 1996.** Development of the predatory stinkbug *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) on different proportions of an artificial diet and pupae of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). Bioc. Sci. Technol. 6: 619-625.
- Zanuncio, T.V., J.B. Torres, J.C. Zanuncio & G.P. Santos. 1998.** Ciclo de vida e reprodução de *Podisus distinctus* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com dois tipos de presas. Rev. Bras. Entomol. 41: 335-337.
- Zanuncio, J.C., T.V. Zanuncio, R.N.C. Guedes & F.S. Ramalho. 2000.** Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae). Bioc. Sci. Technol. 10: 443-450.

**Impacto da Presa na Biologia e Desenvolvimento das Estruturas  
Reprodutivas do Predador *Podisus nigrispinus*  
(Heteroptera: Pentatomidae)**

Impact of the Prey on Biology and Development of Reproductive Structures  
of Predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae)

**ABSTRACT** - The effects of different prey on the biology and development of the reproductive structures of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) at 25°C, relative humidity of 60 ± 10%, and photoperiod of 14 h light:10 h dark were studied. Development times of 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> instars *P. nigrispinus* nymphs were similar when fed with 3<sup>rd</sup> or 5<sup>th</sup> instar larvae of cotton leafworm (*Alabama argillacea* Hueb.) (Lepidoptera: Noctuidae) or *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) larvae. When fed with housefly larvae (*Musca domestica* L.) (Diptera: Muscidae) or artificial diet, the predator showed higher development time. Females of *P. nigrispinus* showed a longer longevity than the males, during the 4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> instars. The survival among the instars varied from 51.84 (2<sup>nd</sup> instar fed with housefly) to 98.96% (4<sup>th</sup> and 5<sup>th</sup> instars fed with 3<sup>rd</sup> instar cotton leafworm larvae). *P. nigrispinus* males were heavier when fed with 3<sup>rd</sup> or 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae than as fed with artificial diet. The weight of the females varied from 37.91 (with artificial diet) to 64.68 mg (with 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae). Independent of the prey, newly emerged females of *P. nigrispinus* were heavier than the males. Females of *P. nigrispinus* fed with 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae presented ovaries heavier than as fed with other diets. The preoviposition period of *P. nigrispinus* was longer in females fed with artificial diet than in those fed with 3<sup>rd</sup> or 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae or *T. molitor* larvae. The oviposition period of *P. nigrispinus* was longer in females fed with 3<sup>rd</sup> or 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae or *T. molitor* larvae than in those fed with artificial diet. The number of clutch/female and clutch/female/day of *P. nigrispinus* were higher when *P. nigrispinus* was fed with 3<sup>rd</sup> or 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae than as fed with artificial diet. Females fed with 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae produced a higher number of eggs/female, eggs/clutch, eggs/female/day and emerged nymphs than those fed with other diets. The number of oocytes/central ovariole or /ovary is affected by the prey, and were higher in *P. nigrispinus* females fed with 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae than those fed with 3<sup>rd</sup> instar cotton leafworm larvae, artificial diet, *M. domestica* larvae or *T. molitor* larvae. Artificial diet and 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae showed higher amount of gross protein than the other prey. However, 5<sup>th</sup> instar cotton leafworm larvae when attacked by the predator showed higher disponibility gross protein than other preys.

**KEY WORDS:** Asopinae, biological control, nutrition, proteins, reproduction.

RESUMO - Estudou-se o efeito de diferentes presas na biologia e no desenvolvimento das estruturas reprodutivas de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) a 25°C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotofase de 14 h. A duração do 2º, 3º, 4º e 5º ínstaes desse predador são semelhantes quando *P. nigrispinus* é alimentado com lagartas de 3º ou de 5º ínstar de *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) ou larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). O predador apresentou maior duração em todos os ínstaes quando Alimentado com larvas de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) ou dieta artificial. Fêmeas de *P. nigrispinus* apresentaram maior longevidade que machos durante o 4º e 5º ínstar. A sobrevivência variou de 51,84 (2º ínstar alimentado com mosca) a 98,96% (4º e 5º ínstaes alimentado com lagartas de 3º ínstar do curuquerê). Machos de *P. nigrispinus* foram mais pesados com lagartas de 3º ou 5º ínstar do curuquerê e mais leves com dieta artificial. O peso de fêmeas variou de 37,91 (com dieta artificial) a 64,68 mg (com lagartas de 5º ínstar do curuquerê). Independente da presa, fêmeas recém-emergidas de *P. nigrispinus* foram mais pesadas que os machos. Fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de 3º ou 5º ínstar do curuquerê apresentaram ovários mais pesados que as que tiveram presa dieta artificial ou larvas de *M. domestica*. O período de pré-oviposição de *P. nigrispinus* foi maior em fêmeas alimentadas com dieta artificial que com lagartas de 3º ou 5º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*. O período de oviposição foi maior em fêmeas alimentadas com lagartas 3º ou 5º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor* do que com dieta artificial. O número de posturas/fêmea e de posturas/fêmea/dia foram maiores quando *P. nigrispinus* recebeu lagartas de 3º ou de 5º ínstar do curuquerê que com dieta artificial. Fêmeas alimentadas com lagartas de 5º ínstar do curuquerê apresentaram maior número de ovos/fêmea, ovos/postura, ovos/fêmea/dia e ninfas eclodidas que as alimentadas com dieta artificial, larvas de *M. domestica*, larvas de 3º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*. O número de ovócitos/ovariolo central e por ovário foram afetados pelo tipo de presa e maiores em fêmeas alimentadas com lagartas de 5º ínstar do curuquerê do que as alimentadas com dieta artificial, larvas de *M. domestica*, larvas de 3º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*. Maiores quantidades de proteína bruta, em presas não predadas, foram obtidas em dieta artificial e lagartas de 5º ínstar do curuquerê do que nas demais dietas. Após o processo de predação, lagartas de 5º ínstar do curuquerê apresentaram maior disponibilidade do total proteína bruta, fato que não ocorreu com as demais presas estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Asopinae, controle biológico, nutrição, proteínas, reprodução.

A necessidade de se desenvolver métodos de controle para insetos-praga com baixo impacto ambiental (Bragança *et al.* 1998, Zanuncio *et al.* 1998a) em plantações de *Eucalyptus spp.* (Saavedra *et al.* 1997) e em vários agroecossistemas tem enfatizado a importância dos inimigos naturais nesses ambientes.

Os predadores, devido ao seu hábito generalista, passaram a despertar o interesse de pesquisadores que desenvolveram metodologias para produzi-los massalmente em laboratório, especialmente os da ordem Heteroptera (Zanuncio *et al.* 1994).

O potencial de percevejos predadores (Pentatomidae, Asopinae) para o controle biológico tem sido demonstrado em diferentes países, tanto em sistemas agrícolas como florestais (Legaspi & O'Neil 1993 e 1994, Legaspi *et al.* 1996, De Clercq & Degheele 1997, Molina-Rugama *et al.* 1997, Zanuncio *et al.* 1997 e 2000, De Clercq *et al.* 1998, Legaspi & Legaspi 1998, Medeiros *et al.* 1998 e 2000, Mohaghegh-Neyshabouri *et al.* 1998 e 1999, Chocorosqui & De Clercq 1999, Oliveira *et al.* 1999, De Clercq *et al.* 2000, Lemos *et al.* 2001).

Os representantes do gênero *Podisus* são predadores polípagos e podem se alimentar de espécies de Lepidoptera (Zanuncio *et al.* 1991a e 1997, Santos *et al.* 1995 e 1996, Nascimento *et al.* 1997, Stamp *et al.* 1997, De Clercq *et al.* 1998 e 2000, Weiser & Stamp 1998, Chocorosqui & De Clercq 1999, Lemos *et al.* 2001), Coleoptera (Biever & Chauvin 1992, Legaspi & O'Neil 1993, Hough-Goldstein & Mcpherson 1996; Crumb *et al.* 1998, Matos Neto *et al.* 1998), Homoptera, Orthoptera (Bressan *et al.* 1985) e Díptera (Saavedra *et al.* 1995b, 1996b, Molina-Rugama *et al.* 1997 e 1998a, Matos Neto *et al.* 1998, Oliveira *et al.* 1999). No Brasil, esses predadores são, freqüentemente, encontrados em surtos de lagartas desfolhadoras de eucalipto (*Eucalyptus spp.*), o que têm levado os entomologistas a realizarem pesquisas sobre a biologia, ecologia, nutrição,

criação, liberação e avaliação do impacto desses insetos sobre pragas (Zanuncio *et al.* 1992, Nascimento *et al.* 1997).

*Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) é um dos asopíneos mais comum na região Neotropical (De Clercq 2000) e sua ocorrência foi relatada em vários países da América do Sul e Central (Thomas 1992), como importante agente de controle biológico em diversas culturas (Michel 1994, Zanuncio *et al.* 1994, Medeiros *et al.* 1998 e 2000, Moreira *et al.* 1998, Lemos *et al.* 2001). Mesmo sendo uma das espécies de percevejos mais estudadas, ainda são escassas as informações a respeito da nutrição qualitativa e quantitativa deste predador.

Embora muitos percevejos predadores sejam generalistas e se alimentem de vários tipos de presas em laboratório, eles apresentam melhor performance em determinadas presas (Barcelos *et al.* 1991, Zanuncio *et al.* 1993a,b, Beserra *et al.* 1995, De Clercq & Degheele 1997, De Clercq 2000). Trabalhos de Zanuncio *et al.* (1991b,c) e Saavedra *et al.* (1992a e 1995b) com *P. connexivus* Bergroth (= *P. nigrispinus*), por De Clercq & Degheele (1992) com *P. maculiventris* (Say) e *P. sagitta* (Stål) (= *P. nigrispinus*), por Legaspi & O'Neil (1993), De Clercq *et al.* (1998), Chocorosqui & De Clercq (1999) com *P. maculiventris*, e por Zanuncio *et al.* (1998b) com *P. distinctus* (Stål), com diferentes tipos de presas, mostraram que estes predadores apresentam capacidade reprodutiva diferenciada em função do tipo de alimento que receberam durante a fase ninfal.

Estudos de reprodução com insetos têm chamado a atenção sobre uma variedade de fatores, externos e internos do animal, que influenciam a produção total de ovos. Entre esses fatores, a nutrição afeta a quantidade de ovos e é provavelmente o fator mais importante para a maioria das espécies (Engelmann 1970, Mohaghegh-Neyshabouri *et al.* 1999). A produção de ovos envolve a alocação de quantidade substancial de energia e nutrientes

(Slansky Jr. & Scriber 1985) e o número de ovos depositados pode mostrar forte relação com a quantidade de alimento consumido (Mukerji & Le Roux 1969, Molina-Rugama *et al.* 1998a,b).

O regime alimentar pode modificar o ciclo de vida de pentatomídeos predadores, pois indivíduos melhor alimentados reproduzem-se mais e com maior frequência (Lenski 1984, Molina-Rugama *et al.* 1997 e 1998a,b, Lemos *et al.* 2001). O fator principal, além da digestibilidade, que governa a adequação de uma proteína é o complemento de aminoácidos que ela fornece, especialmente o número e a proporção de aminoácidos essenciais, os quais são aqueles que o animal não pode sintetizar adequadamente (Dadd 1985, Chapman 1998).

Fêmeas de insetos, obtidas a partir de larvas nutricionalmente pobres, apresentam menor quantidade de reservas nutricionais, o que afeta sua produção de ovos. Além disso, o número de ovariolos/ovário pode, também, ser menor quando insetos jovens recebem alimentação inadequada. Isto sugere que a produção total de ovos depende, basicamente do número de ovariolos presentes nos ovários e dos nutrientes ingeridos pelas formas jovens e adultas dos mesmos (Engelmann 1970).

Somando-se a uma dieta nutricionalmente adequada, vários fatores têm sido estudados pelos seus efeitos no controle da síntese protéica, especialmente o controle da síntese de vitelogenina, devido a sua importância para a reprodução dos insetos (Bitondi & Simões 1996). Shapiro *et al.* (2000) determinaram o potencial reprodutivo do pentatomídeo *P. maculiventris* através dos picos de vitelogenina e vitelina em diferentes tipos de presas.

A geração de conhecimentos sobre a influência de presas, com diferentes teores de proteínas, no desenvolvimento das estruturas reprodutivas e na reprodução do percevejo *P. nigrispinus* é de importância fundamental em programas de manejo integrado de pragas com esse

predador, bem como na manutenção de criações massais mais eficientes em laboratório. Desta forma, a pesquisa teve como objetivo estudar o efeito da presa (lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar de *Alabama argillacea* (Hub.), larvas de terceiro ínstar de *Tenebrio molitor* L., larvas de terceiro ínstar de *Musca domestica* L. e dieta artificial), na biologia, no desenvolvimento das estruturas reprodutivas e na reprodução do predador *P. nigrispinus*.

### **Material e Métodos**

A pesquisa foi conduzida na Unidade de Controle Biológico (UCB) da Embrapa Algodão, Campina Grande, Paraíba, em câmaras climatizadas do tipo BOD, à temperatura constante de 25 °C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotoperíodo de 14 horas.

Espécimes do predador *P. nigrispinus* e das presas *A. argillacea*, *T. molitor* e *M. domestica* utilizados foram provenientes de colônias de criação massal mantidas na UCB/Embrapa Algodão, conforme metodologia de Azevedo (1996) e Medeiros (1997). A dieta artificial, para criação de percevejos predadores, foi preparada conforme metodologia proposta por Saavedra *et al.* (1995b), sendo constituída de fígado bovino (60g); carne gorda bovina (60g); solução de sacarose a 5% (18 ml); sais de Wesson (0,6g); levedura de cerveja (3g); gema de ovo (12g); mel de abelha (7,2g); ácido ascórbico (0,3g); nipagina (0,3g) e tetraciclina (30mg).

Foram fornecidos ao predador cinco tipos de dietas, de acordo com os seguintes tratamentos: (T<sub>1</sub>) lagartas de 3<sup>o</sup> ínstar de *A. argillacea*; (T<sub>2</sub>) lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar de *A. argillacea*; (T<sub>3</sub>) dieta artificial; (T<sub>4</sub>) larvas de 3<sup>o</sup> ínstar de *T. molitor* e (T<sub>5</sub>) larvas de 3<sup>o</sup> ínstar de *M. domestica*.

Vinte e quatro horas antes da instalação do experimento, posturas de *P. nigrispinus*, em adiantado estágio de desenvolvimento, foram separadas facilitando a obtenção de insetos de idade conhecida. Após a eclosão das ninfas, foi acompanhado o desenvolvimento do predador, nas diferentes dietas, até a emergência de adultos.

Foram utilizadas 150 ninfas recém eclodidas de *P. nigrispinus* para os tratamentos 1, 2 e 4, as quais foram acondicionadas, individualmente, em copos plásticos de 100 ml. Devido à alta mortalidade do predador durante a fase ninfal foi utilizado, para os tratamentos 3 e 5 um total de 300 indivíduos/cada. No centro das tampas dos copos dos tratamentos 1, 2, 3 e 4 foi feito um orifício no qual foi inserido um tubo plástico de 2,5 ml, tipo “anestésico odontológico”, contendo água destilada, com a extremidade aberta voltada para o interior do recipiente e vedada com um chumaço de algodão para evitar o escoamento da água, conforme metodologia adotada por Santos *et al.* (1996) e Azevedo & Ramalho (1999). Por outro lado, no tratamento em que se utilizou larvas de mosca, as tampas apresentavam dois orifícios. Em um deles encaixou-se um copo plástico de tamanho menor (40 ml) com fundo de náilon, em que as presas foram colocadas e, no outro, um tubo plástico de 2,5 ml contendo água destilada, conforme descrito anteriormente.

Ninfas recém eclodidas de *P. nigrispinus*, acondicionadas em copos plásticos como descrito anteriormente, foram colocadas em câmaras climatizadas nas condições previamente relatadas, e o alimento foi oferecido, diariamente, promovendo uma condição de abundância de recurso alimentar. Foram fornecidas para as ninfas dos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente, duas lagartas de *A. argillacea* de terceiro ínstar, uma lagarta de *A. argillacea* de quinto ínstar, dieta artificial ( $\cong$  200mg), duas

larvas de *T. molitor* de terceiro ínstar, 10 larvas de *M. domestica* de terceiro ínstar.

A duração do desenvolvimento de cada ínstar e da fase ninfal de *P. nigrispinus*, em cada uma das dietas testadas, foram obtidas, registrando-se o intervalo, em dias, entre ecdises. A sobrevivência foi obtida quantificando-se a mortalidade das ninfas durante cada ínstar e na fase ninfal.

Após a emergência dos adultos, em todas as dietas testadas, estes foram sexados, pesados e, posteriormente acasalados. Os casais de *P. nigrispinus* receberam o mesmo tipo de presa das ninfas que os originaram. Machos que morreram antes das fêmeas foram repostos por outros provenientes do mesmo tratamento. Realizou-se, diariamente, observações para se quantificar o número de espécimes mortos, número de posturas/fêmea, ovos/postura/fêmea, ovos/fêmea e de ninfas eclodidas/fêmea. Posteriormente, foram analisadas as seguintes características: intervalo entre posturas, períodos de pré-oviposição, de oviposição e de pós-oviposição e longevidade de fêmeas.

Após a morte, os adultos foram mantidos em álcool 70% e posteriormente dissecados para a extração de seus órgãos reprodutivos. A dissecação foi realizada sob lupa e com o auxílio de tesouras cirúrgicas, pinças e alfinetes entomológicos. Após a extração desses órgãos reprodutivos, estes foram colocados em fixador paraformaldeído 4% em tampão fosfato pH 7,4 e 0,1 M e depositados em tubos do tipo Eppendorff.

O número de ovócitos/ovariolo central (direito e esquerdo) e o número de ovócitos/ovário (direito e esquerdo) do predador foram quantificados com um analisador de imagem (Image Pro-Plus versão 4.0), para cada dieta testada.

Os teores de proteína bruta das presas (atacadas e não atacadas) foram determinados utilizando-se o método Comassie Blue G250 de

Bradford (1976) modificado. Esses teores foram determinados em cinco amostras padrão (três repetições/amostra), de 1 larva, lagarta ou dieta artificial/amostra, perfazendo um total de 15 leituras para cada presa estudada. Em cada amostra as presas tiveram seu peso fresco previamente determinado e, posteriormente, foram maceradas em 3 ml de solução salina 0,85% NaCl e homogeneizadas em um homogenizador magnético, adotando-se velocidade média, durante 30 segundos. Em seguida, cada amostra foi centrifugada durante 10 minutos, a 4 °C, e a 8000 rpm. Com isso ocorreu a sedimentação e o sobrenadante foi decantado e acondicionado em recipientes de 5 ml, os quais foram estocados em freezer, à temperatura abaixo de -20 °C, até a análise.

O peso de ovário e do corpo gorduroso de fêmeas recém-emergidas foram obtidos para cada tratamento, utilizando-se cinco amostras padrão, tendo cada uma três ovários/amostra e corpo gorduroso de três insetos/amostra. As amostras foram pesadas em uma balança de precisão.

Os efeitos de diferentes presas nas variáveis biológicas e no desenvolvimento das estruturas reprodutivas do predador *P. nigrispinus* foram analisados, aplicando-se os procedimentos PROC GLM (SAS Institute Inc. 2000). As médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls ( $P = 0,05$ ).

## Resultados

A duração de *P. nigrispinus* não foi afetada pela interação presa x ínstar x sexo ( $F= 0,83$ ;  $gl= 16,147$ ;  $P= 0,6499$ ). A duração da fase ninfal de *P. nigrispinus* variou em função do tipo de presa oferecida durante esta fase e do ínstar ( $F= 10,81$ ;  $gl= 16,147$ ;  $P < 0,0001$ ). A duração do 2<sup>o</sup> ( $4,24 \pm$

0,01;  $3,96 \pm 0,02$  e  $3,73 \pm 0,01$  dias), 3<sup>o</sup> ( $3,34 \pm 0,01$ ;  $3,38 \pm 0,01$  e  $3,15 \pm 0,01$  dias), 4<sup>o</sup> ( $3,65 \pm 0,02$ ;  $3,45 \pm 0,01$  e  $3,64 \pm 0,03$  dias) e 5<sup>o</sup> ínstaes ( $5,76 \pm 0,03$ ;  $5,54 \pm 0,01$  e  $5,67 \pm 0,02$  dias) foram semelhantes quando *P. nigrispinus* foi alimentado com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*, respectivamente (Tabela 1). Porém, quando esse predador recebeu larvas de mosca ou dieta artificial, a duração de todos os ínstaes aumentou, com os maiores valores para a fase ninfal com dieta artificial (Tabela 1).

Independente da presa utilizada, o 5<sup>o</sup> ínstar de *P. nigrispinus* apresentou maior duração que os demais, variando de  $5,54 \pm 0,01$  dias, com lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê a  $9,08 \pm 0,15$  dias, quando alimentado com dieta artificial (Tabela 1).

A duração da fase ninfal de *P. nigrispinus* variou com o sexo e o ínstar ( $F= 2,53$ ;  $gl= 4,147$ ;  $P= 0,0433$ ), indicando que a duração de, pelo menos, um dos ínstaes foi influenciada pelo sexo do predador. A duração dos ínstaes de *P. nigrispinus*, que deram origem a machos e fêmeas, foi proporcional à idade do predador, exceto o segundo que foi mais longo que o terceiro (Fig. 1). A duração do 1<sup>o</sup> ( $3,28 \pm 0,01$  dias), 2<sup>o</sup> ( $4,67 \pm 0,05$  dias) e 3<sup>o</sup> ínstaes ( $4,03 \pm 0,06$  dias) de indivíduos que deram origem a machos de *P. nigrispinus* foi igual àqueles dos indivíduos que originaram fêmeas ( $3,33 \pm 0,01$ ;  $4,77 \pm 0,08$  e  $4,16 \pm 0,06$  dias, respectivamente). No entanto, as fêmeas desse predador apresentaram maior duração dos 4<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> ínstaes, do que os machos (Fig. 1).

Tabela 1. Duração (dias) (média  $\pm$  EP) dos ínstars de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com lagartas de terceiro ou quinto ínstars de *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae), dieta artificial, larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) ou larvas de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), a 25 °C, umidade relativa de 60  $\pm$  10% e fotoperíodo de 14 horas.

Presas	Ínstars				
	I	II	III	IV	V
Lagartas de 3º instar de <i>A. argillacea</i>	3,02 $\pm$ 0,01 a A	4,24 $\pm$ 0,01 a B	3,34 $\pm$ 0,01 a A	3,65 $\pm$ 0,02 a A	5,76 $\pm$ 0,03 a C
Lagartas de 5º instar de <i>A. argillacea</i>	3,27 $\pm$ 0,03 a A	3,96 $\pm$ 0,02 a A	3,38 $\pm$ 0,01 a A	3,45 $\pm$ 0,01 a A	5,54 $\pm$ 0,01 a B
Dieta Artificial	3,25 $\pm$ 0,001 a A	6,58 $\pm$ 0,10 c C	5,82 $\pm$ 0,03 c B	6,49 $\pm$ 0,03 c C	9,08 $\pm$ 0,15 c D
Larvas de 3º instar de <i>T. molitor</i>	3,79 $\pm$ 0,01 a A	3,73 $\pm$ 0,01 a A	3,15 $\pm$ 0,01 a A	3,64 $\pm$ 0,02 a A	5,67 $\pm$ 0,02 a B
Larvas de 3º instar de <i>M. domestica</i>	3,22 $\pm$ 0,02 a A	5,12 $\pm$ 0,01 b B	4,81 $\pm$ 0,02 b B	5,83 $\pm$ 0,22 b C	7,97 $\pm$ 0,42 b D

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, em cada coluna ou pela mesma letra maiúscula, dentro de cada linha, não são significativamente diferentes ( $P= 0,05$ ; teste de Student-Newman-Keuls).

Número de indivíduos observados = (08)

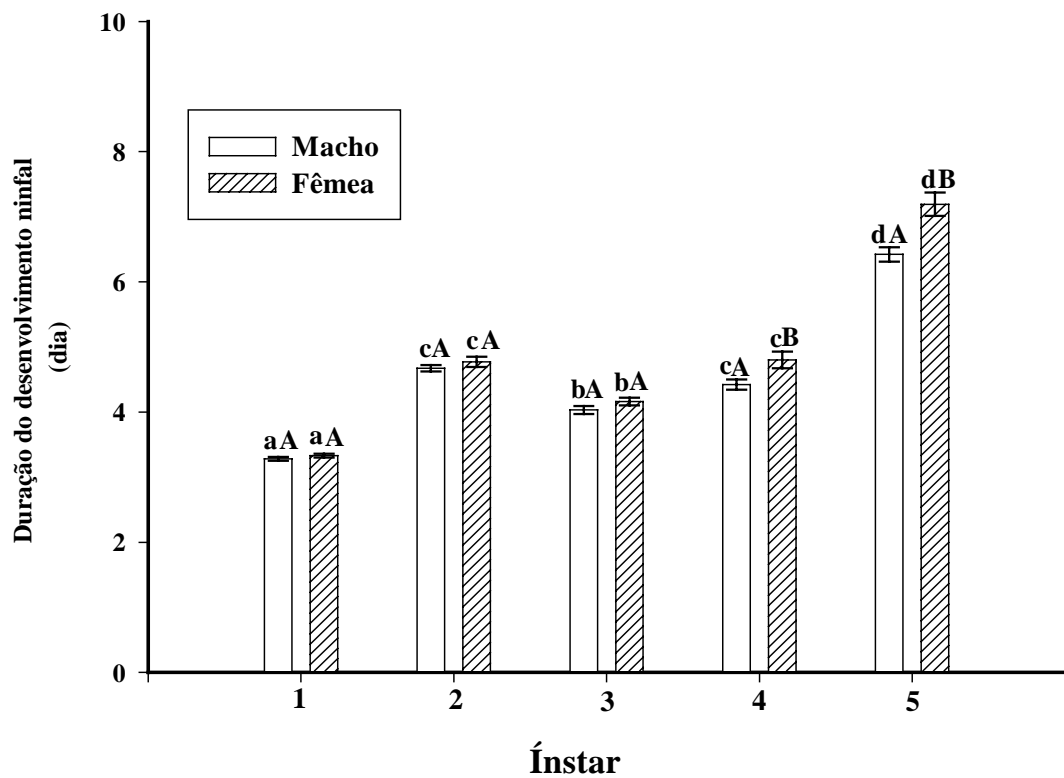


Figura 1. Duração de desenvolvimento (média  $\pm$  EP) de cada um dos ínstar de machos e fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), a 25 °C, umidade relativa de 60  $\pm$  10% e fotoperíodo de 14 horas. Teste de Student-Newman-Keuls: para cada sexo ou ínstar, colunas seguidas pela mesma letra minúscula, dentro de cada sexo ou maiúscula, dentro de cada ínstar, respectivamente, não são significativamente diferentes ( $P= 0,05$ ). Barras de erro indicam o erro padrão.

A sobrevivência de ninfas de *P. nigrispinus* foi afetada pela presa e idade do predador ( $F= 11,87$ ;  $gl= 16,72$ ;  $P< 0,0001$ ) e variou de 51,84% (2º ínstar alimentado com mosca) a 98,96% (4º e 5º ínstars alimentados com lagartas de 3º ínstar do curuquerê) (Fig. 2). Ninfas de *P. nigrispinus* que tiveram como presa lagartas de 5º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor* apresentaram sobrevivência superior a 85% em todos os ínstars. Quando as ninfas desse predador foram alimentadas com lagartas de 3º ínstar do curuquerê ou dieta artificial, a sua sobrevivência foi alta durante o 2º, 3º, 4º e 5º ínstars; porém, durante o 1º ínstar a sobrevivência foi mais baixa, sendo de 66,94% e 74,56%, para as ninfas que se alimentaram de dieta artificial ou lagartas de 3º ínstar do curuquerê, respectivamente. A sobrevivência das ninfas de *P. nigrispinus*, a partir do 2º ínstar, quando alimentado com larvas de mosca foi baixa, comparada com as demais presas, variando de 51,84 (2º ínstar) a 83,92% (5º ínstar), exceto durante o 1º ínstar que foi de 97,53% (Fig. 2).

O peso de adultos recém-emergidos de *P. nigrispinus* foi influenciado pelo tipo de presa recebida durante a fase ninfal e pelo sexo do predador ( $F= 4,67$ ;  $gl= 4,27$ ;  $P= 0,0054$ ). Machos de *P. nigrispinus* foram mais pesados quando alimentados com lagartas de 3º ( $43,92 \pm 0,12$  mg) ou 5º ínstar ( $45,88 \pm 0,54$  mg) do curuquerê do que os que tiveram dieta artificial ( $29,17 \pm 0,32$  mg) ou larvas de *M. domestica* ( $37,60 \pm 6,71$  mg) (Fig. 3). O peso de fêmeas recém-emergidas variou de  $37,91 \pm 0,61$  (alimentadas com dieta artificial) a  $64,68 \pm 8,23$  mg (alimentadas com lagartas de 5º ínstar do curuquerê). Independente da dieta utilizada, fêmeas recém-emergidas de *P. nigrispinus* foram mais pesadas do que os machos (Fig. 3).

O peso de ovário ( $F= 20,00$ ;  $gl= 4,16$ ;  $P< 0,0001$ ) e do corpo gorduroso ( $F= 2,73$ ;  $gl= 4,16$ ;  $P= 0,05$ ) de fêmeas recém-emergidas de *P.*

*nigrispinus* foi afetado pelo tipo de presa oferecida a esses predadores durante a fase ninfal. Fêmeas de *P. nigrispinus* que tiveram como presa lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê apresentaram ovários mais pesados ( $4,52 \pm 0,32$  mg) e maior quantidade de corpo gorduroso ( $4,47 \pm 1,19$  mg) do que as alimentadas com dieta artificial ( $0,88 \pm 0,21$  mg e  $1,07 \pm 0,21$  mg, respectivamente) (Figs. 4A e 4B).

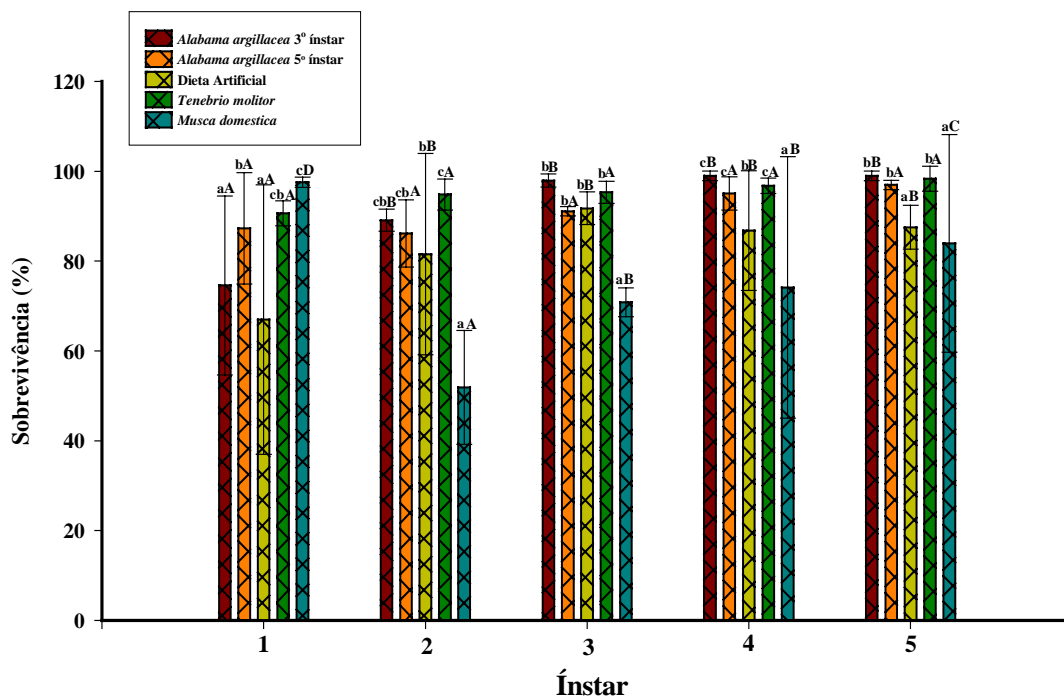


Figura 2. Percentagem de sobrevivência de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) submetido a diferentes tipos de presas, a 25 °C, umidade relativa de  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 14 horas. Teste de Student-Newman-Keuls: para cada ínstar ou presa, colunas seguidas pela mesma letra minúscula, dentro de cada ínstar ou maiúscula, dentro de cada presa, respectivamente, não são significativamente diferentes ( $P= 0,05$ ). Barras de erro indicam o erro padrão.

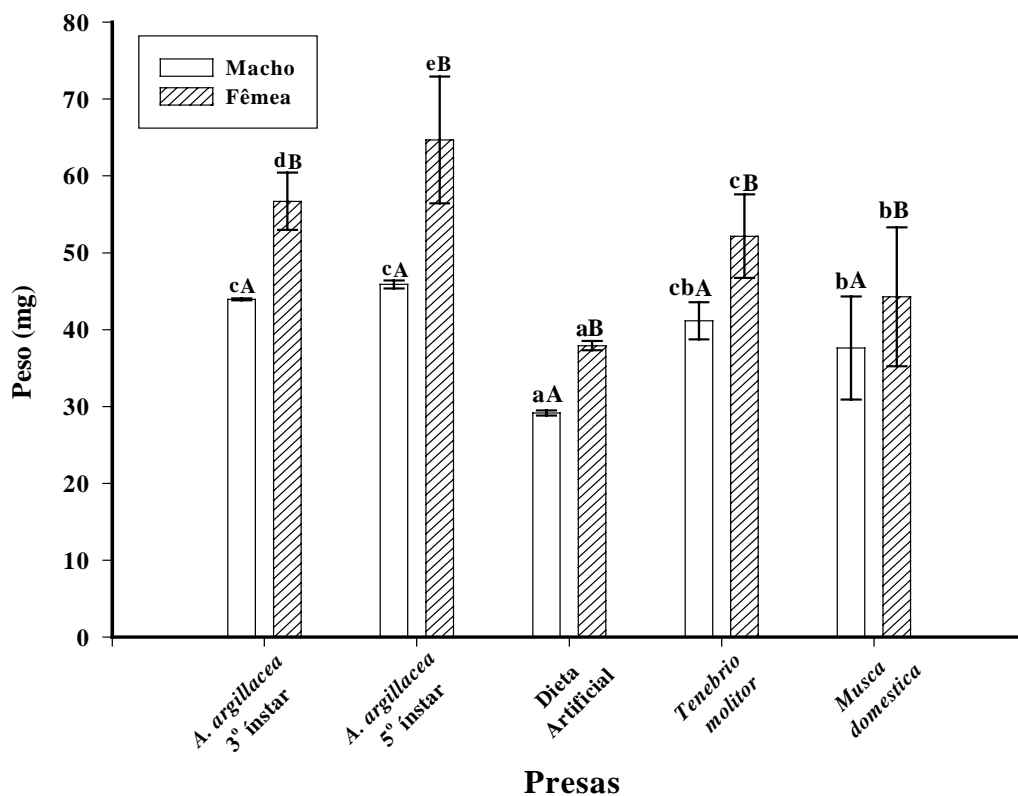


Figura 3. Influência da presa no peso de adultos recém-emergidos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), a 25 °C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotoperíodo de 14 horas. Teste de Student-Newman-Keuls: para cada sexo ou presa, colunas seguidas pela mesma letra minúscula, dentro de cada sexo ou maiúscula, dentro de cada presa, respectivamente, não são significativamente diferentes ( $P= 0,05$ ). Barras de erro indicam o erro padrão.

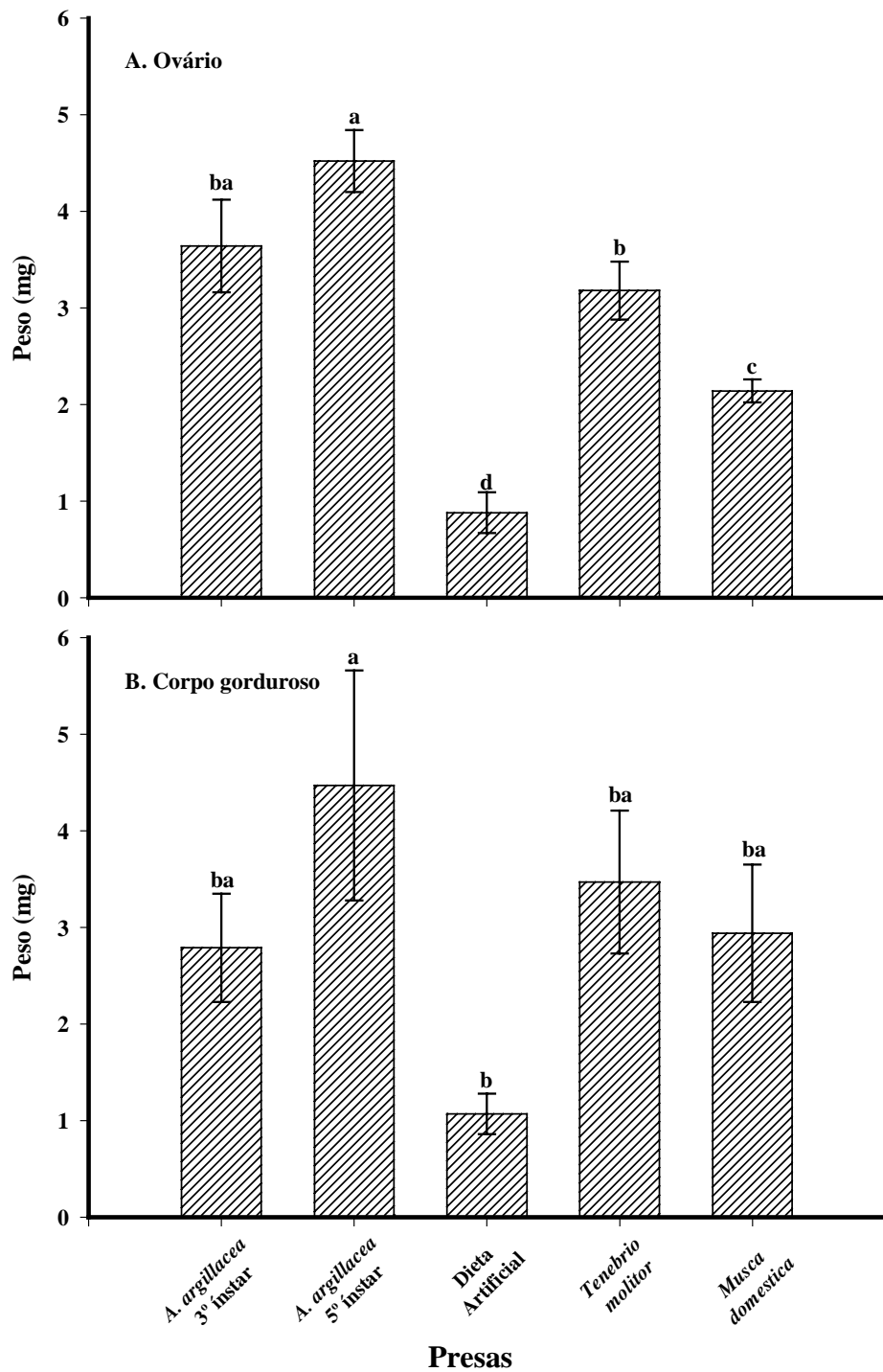


Figura 4. A) Influência da presa no peso de ovário e B) corpo gorduroso de fêmeas recém-emergidas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), a 25 °C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotoperíodo de 14 horas. Teste de Student-Newman-Keuls: para cada peso, colunas seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes ( $P= 0,05$ ). Barras de erro indicam o erro padrão.

A fecundidade de *P. nigrispinus* foi afetada pelo tipo de presa utilizada durante seu ciclo de vida (Tabela 2). A duração do período de pré-oviposição foi maior em fêmeas alimentadas com dieta artificial ( $15,92 \pm 3,16$  dias) e menor nas que se alimentaram com lagartas de 3<sup>o</sup> ( $5,35 \pm 0,33$  dias) ou 5<sup>o</sup> ínstar ( $4,85 \pm 0,17$  dias) do curuquerê ou larvas ( $6,01 \pm 0,53$  dias) de *T. molitor*. O período de oviposição foi maior em fêmeas alimentadas com lagartas de 5<sup>o</sup> ( $37,90 \pm 4,83$  dias) ou 3<sup>o</sup> ( $33,40 \pm 1,53$  dias) ínstar do curuquerê ou larvas ( $35,39 \pm 1,63$  dias) de *T. molitor* do que as que receberam dieta artificial ( $18,65 \pm 4,02$  dias) (Tabela 2). Fêmeas desse predador com dieta artificial ( $8,25 \pm 1,15$  dias) ou *T. molitor* ( $7,20 \pm 0,59$  dias) apresentaram maior período de pós-oviposição do que as alimentadas com lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê ( $1,98 \pm 0,49$  dias) (Tabela 2). O número de posturas/fêmea e de posturas/fêmea/dia foi maior quando *P. nigrispinus* recebeu lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê do que as alimentadas com larvas de *M. domestica*, larvas de *T. molitor* ou dieta artificial. Fêmeas de *P. nigrispinus* apresentaram maior número de ovos/fêmea ( $757,55 \pm 93,61$ ), ovos/postura ( $31,02 \pm 2,73$ ), ovos/fêmea/dia ( $17,65 \pm 1,24$ ) e ninfas eclodidas ( $614,64 \pm 48,02$ ) com lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê que lagartas de 3<sup>o</sup> ínstar do curuquerê, larvas de *T. molitor*, larvas de *M. domestica* ou dieta artificial (Tabela 2). O tipo de presa influenciou o intervalo entre posturas de *P. nigrispinus* ( $F= 6,45$ ;  $gl= 4,12$ ;  $P < 0,0052$ ). O maior intervalo entre posturas foi verificado para fêmeas alimentadas com dieta artificial e o menor com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstars do curuquerê (Tabela 2).

Fêmeas de *P. nigrispinus* apresentaram longevidade semelhante com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê, larvas de *T. molitor*, larvas de *M. domestica* ou dieta artificial ( $F= 1,53$ ;  $gl= 4,12$ ;  $P= 0,2541$ ).

Estudos morfométricos dos órgãos reprodutivos de fêmeas copuladas de *P. nigrispinus* mostraram que o número de ovócitos por ovariolo central (F= 0,84; gl= 4,81; P= 0,5051) e por ovário (F= 0,16; gl= 4,81; P= 0,9577) foi afetado pelo tipo de presa, independente da sua posição (esquerda e direita) no corpo da fêmea. O número de ovócitos por ovariolo central (F= 43,57; gl= 4,81; P< 0,0001) e por ovário (F= 48,67; gl= 4,81; P< 0,0001) foi afetado pelo tipo de presa (Fig. 5) e, independente da posição em que eles se encontrem, foram maiores em fêmeas alimentadas com lagartas de 5º instar do curuquerê ( $6,30 \pm 0,19$  e  $25,25 \pm 0,83$  ovócitos, respectivamente) do que com lagartas de 3º instar do curuquerê, larvas de *T. molitor*, larvas de *M. domestica* ou dieta artificial. O menor número de ovócitos/ovariolo central foi apresentado por fêmeas alimentadas com dieta artificial ( $1,65 \pm 0,22$  ovócitos) e o menor em fêmeas alimentadas com larvas de *T. molitor* ( $8,30 \pm 1,21$  ovócitos) e dieta artificial ( $5,85 \pm 0,80$  ovócitos) (Fig. 5).

A quantidade de proteína bruta da presa depende dela ter sido atacada ou não pelo predador (F= 5,77; gl= 3,32; P= 0,0029), e indica que o total de proteína bruta disponível, em pelo menos uma das presas estudadas, é alterado após o processo de predação por *P. nigrispinus*. As maiores quantidades de proteína bruta, em presas não-predadas, foram encontradas em dieta artificial ( $3,51 \pm 0,027$  µg/µl) e em lagartas de 5º instar de curuquerê ( $2,84 \pm 0,12$  µg/µl), enquanto as demais presas apresentaram quantidades menores de proteína bruta (Fig. 6). Após o processo de predação, lagartas de curuquerê de 5º instar aumentaram em 1,5 vezes o total de proteína bruta disponível ( $4,38 \pm 0,25$  µg/µl), fato que não aconteceu com as demais presas (Fig. 6).

Tabela 2. Influência da presa (média ± EP) nas variáveis reprodutivas de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), a 25 °C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotoperíodo de 14 horas.

Variável	Presas				
	Lagartas de 3º ínstar de <i>A. argillacea</i>	Lagartas de 5º ínstar de <i>A. argillacea</i>	Dieta Artificial	Larvas de 3º ínstar de <i>T. molitor</i>	Larvas de 3º ínstar de <i>M. domestica</i>
<b>Pré-oviposição (Dia)</b>	5,35 ± 0,33 b <sup>1</sup>	4,85 ± 0,17 b	15,92 ± 3,16 a	6,01 ± 0,53 b	11,11 ± 2,40 ab
<b>Oviposição (Dia)</b>	33,40 ± 1,53 a	37,90 ± 4,83 a	18,65 ± 4,02 b	35,39 ± 1,63 a	29,16 ± 5,22 ab
<b>Pós-oviposição (Dia)</b>	3,30 ± 0,50 bc	1,98 ± 0,49 c	8,25 ± 1,15 a	7,20 ± 0,59 a	4,80 ± 0,08 b
<b>Posturas/fêmea (no.)</b>	22,95 ± 0,84 a	24,89 ± 2,16 a	5,25 ± 1,60 c	16,45 ± 1,77 b	13,45 ± 1,20 b
<b>Ovos/fêmea (no.)</b>	378,55 ± 18,84 b	757,55 ± 93,61 a	34,15 ± 10,60 c	290,80 ± 34,70 b	251,54 ± 47,72 b
<b>Ovos/postura (no.)</b>	16,54 ± 0,31 b	31,02 ± 2,73 a	4,71 ± 1,35 c	16,66 ± 1,04 b	18,42 ± 2,07 b
<b>Ovos/fêmea/dia (no.)</b>	9,04 ± 0,26 b	17,65 ± 1,29 a	0,79 ± 0,24 d	5,93 ± 0,77 c	5,47 ± 0,65 c
<b>Posturas/fêmea/dia (no.)</b>	0,56 ± 0,01 a	0,58 ± 0,03 a	0,12 ± 0,03 c	0,34 ± 0,04 b	0,30 ± 0,01 b
<b>Ninfas/eclodidas (no.)</b>	322,85 ± 14,51 b	614,64 ± 48,02 a	28,75 ± 9,32 d	238,20 ± 23,24 c	35,54 ± 5,15 d
<b>Intervalo entre posturas (dia)</b>	1,53 ± 0,05 b	1,52 ± 0,12 b	2,73 ± 0,34 a	2,33 ± 0,26 ba	2,41 ± 0,16 ba

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada linha, não diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls ( $P = 0,05$ ).

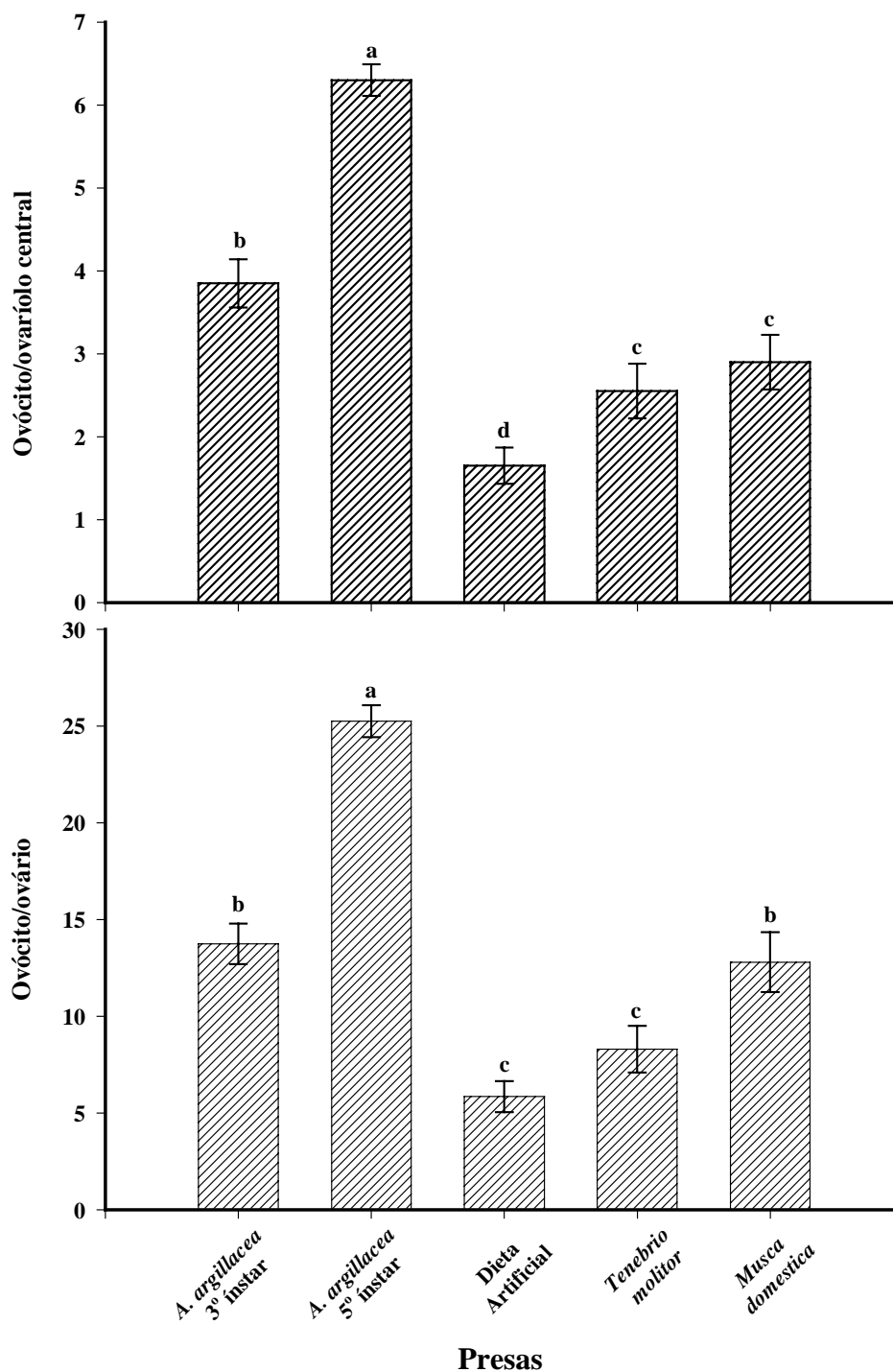


Figura 5. Influência da presa no número ovócito/ovariolo central e ovócito/ovário de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), a 25 °C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotoperíodo de 14 horas. Teste de Student-Newman-Keuls: para cada variável, médias seguidas pela mesma letra não são significativamente diferentes ( $P= 0,05$ ). Barras de erro indicam o erro padrão.

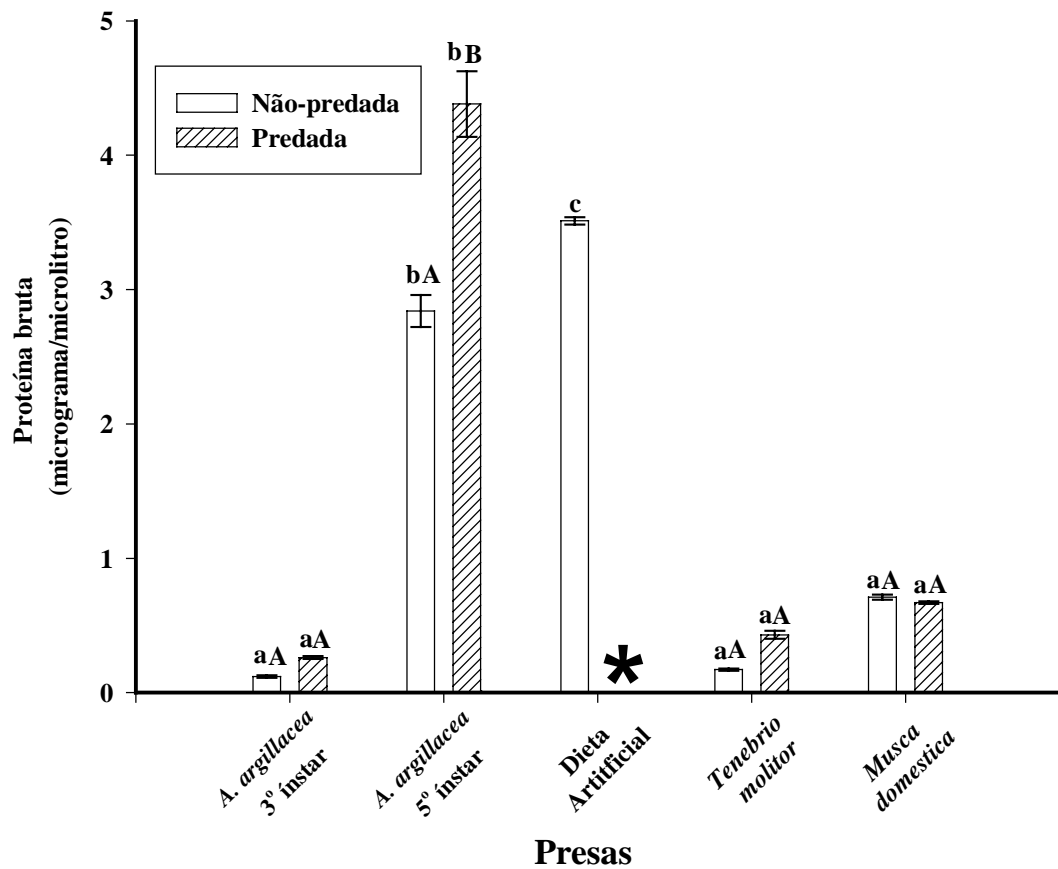


Figura 6. Total de proteína bruta em diferentes tipos de presas predadas e não-predadas. Teste de Student-Newman-Keuls: para presas predadas ou não predadas, colunas seguidas pela mesma letra minúscula (presa predada ou não) ou maiúscula (dentro de cada presa), respectivamente, não são significativamente diferentes ( $P= 0,05$ ). Barras de erro indicam o erro padrão. \* = Não quantificado.

## Discussão

Com exceção do 1º ínstar, em que os percevejos não apresentaram o hábito predatório (Zanuncio *et al.* 1991c), a duração dos ínstars de *P. nigrispinus* foi influenciada pelo tipo de presa. Houve uma redução na duração dos ínstars quando *P. nigrispinus* foi alimentado com lagartas de 3º ou 5º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*, e um prolongamento quando teve como presa larvas de mosca doméstica ou dieta artificial. Vários pesquisadores encontraram resultados similares. Zanuncio *et al.* (1990 e 1993a) reportaram redução do período ninfal de *P. nigrispinus* alimentado com lagartas de *Bombyx mori* (L.) (Lepidoptera: Bombycidae) ou larvas de *T. molitor*, comparado aos que receberam apenas larvas de mosca doméstica. A duração de cada um dos ínstars deste predador foi maior quando suas ninfas foram alimentadas com lagartas de *Psorocampa denticulata* Sch. (Lepidoptera: Notodontidae) (Zanuncio *et al.* 1993b) ou larvas de *Zophobas confusa* Geb. (Coleoptera: Tenebrionidae) (Zanuncio *et al.* 1996a) do que com larvas de *T. molitor* ou larvas de *M. domestica*. Predadores alimentados com larvas de *T. molitor* apresentaram menor duração da fase ninfal (Zanuncio *et al.* 1993b, 1996a), e Zamperline *et al.* (1992) utilizando larvas de *T. molitor* para *P. nigrispinus*, obtiveram duração dos ínstars (1º = 3 dias, 2º = 3,5 dias, 3º = 3,5 dias, 4º = 4,2 dias e 5º = 5,3 dias) de forma semelhantes aos observados nesta pesquisa.

Ninfas de *P. nigrispinus* apresentaram menor duração quando alimentadas com larvas de *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) ou com lagartas de *Hypantria cunea* Drur. (Lepidoptera: Arctiidae) (Mateeva 1994). As durações do 1º ao 5º ínstar de *P. nigrispinus* alimentado com lagartas de *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) (De Clercq *et al.* 1988), *Rachiplusia nu* (Guen.) (Lepidoptera: Noctuidae) (Saini 1994) e *Dione juno juno* (Cram.) (Lepidoptera: Nymphalidae)

(Moreira *et al.* 1998) foram similares as encontradas neste estudo, quando os percevejos foram alimentados com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*.

Além de *P. nigrispinus*, outras espécies de pentatomídeos apresentam variações de desenvolvimento em função do tipo de alimento que eles recebem. Tanto *P. maculiventris* (De Clercq & Degheele 1992, Chocorosqui & De Clercq 1999) como *P. sagitta* (= *P. nigrispinus*) (De Clercq & Degheele 1992) apresentaram um prolongamento no desenvolvimento ninfal quando alimentados com dieta artificial do que com *G. mellonella*. No entanto, ninfas de *P. maculiventris* desenvolveram mais rapidamente em pupas de *T. molitor* do que em lagartas de *G. mellonella* (De Clercq *et al.* 1998). A duração de desenvolvimento da fase ninfal de *P. distinctus*, para ambos os sexos, foi maior quando este predador se alimentou com larvas de mosca doméstica do que com larvas de *T. molitor* (Zanuncio *et al.* 1998b). *P. nigrolimbatus* (Spin.) (= *Brontocoris tabidus* Sig.) apresentou menor duração da fase ninfal quando alimentado com lagartas de *B. mori* (Zanuncio *et al.* 1993c) ou pupas de *T. molitor* (Zanuncio *et al.* 1996b) do que quando alimentado com larvas de mosca doméstica ou dieta artificial, respectivamente. Beserra *et al.* (1995) relataram que dentre as presas que eles estudaram, larvas de mosca doméstica é que proporciona menor duração de desenvolvimento de *Supputius cincticeps* (Stål). Porém, essa tendência não foi observada por Zanuncio *et al.* (1995), que não encontraram diferenças na duração da fase ninfal quando este predador foi alimentado com larvas de *T. molitor* ou larvas de *M. domestica*.

Segundo Moreira *et al.* (1998), a menor duração de desenvolvimento de *P. nigrispinus*, quando alimentado com larvas de *T. molitor*, pode ser devido ao maior teor de proteína desta presa quando comparada as lagartas em geral. Este fato não foi comprovado em nosso

estudo, pois apesar de larvas não-predadas ou predadas de *T. molitor* apresentarem pequena quantidade de proteína bruta quando comparadas às lagartas de 5º ínstar do curuquerê, elas promoveram taxas similares de desenvolvimento do predador; Entretanto, quando a presa foi dieta artificial, isto é, alto teor de proteína bruta, a duração de desenvolvimento do predador foi bastante prolongada. Isto mostra que, provavelmente, a taxa de desenvolvimento de *P. nigrispinus* não está associada a quantidade de proteína bruta presente nas presas e sim na qualidade e/ou disponibilidade dessas proteínas. Saavedra *et al.* (1995a e 1996a), visando constatar o efeito de diferentes dietas artificiais no desenvolvimento de *P. nigrispinus*, relataram que esta espécie é capaz de completar o desenvolvimento ninfal nas dietas testadas, embora com um aumento da duração da fase ninfal. Este fato fortalece a idéia de que o fator responsável pela redução nas taxas de desenvolvimento deste predador é a qualidade nutricional da presa e não a quantidade de proteína bruta presente na mesma. Porém, apesar dos resultados obtidos, Cohen (1985), De Clercq & Degheele (1992, 1993) e Saavedra *et al.* (1996a), ressaltaram que a dieta artificial é adequada para a produção de percevejos predadores em laboratório, entre os quais *P. nigrispinus*.

A duração semelhante de cada um dos estádios de desenvolvimento de *P. nigrispinus* alimentado com lagartas de 3º ou 5º ínstars do curuquerê ou larvas de *T. molitor*, indica a adaptação deste predador a diferentes presas.

Embora muitos estudos demonstrem a influência da presa na taxa de desenvolvimento dos heterópteros predadores, Zanuncio *et al.* (1990) e Saavedra *et al.* (1992b) revelaram que a duração de cada um dos ínstars de *P. connexivus* (= *P. nigrispinus*) não foi afetada pelo tipo de presa. As variáveis biológicas de *Podisus sculptus* Dist., segundo Nascimento *et al.* (1997), não diferiram entre si, em função do tipo de alimentação (*B. mori* e

*T. molitor*) que eles receberam. De acordo com De Clercq *et al.* (1998), resultados conflitantes entre estudos que utilizaram o mesmo tipo de presa podem refletir diferenças na origem geográfica das raças estudadas, adaptação à dieta em condições de laboratório ou, alternativamente, a composição da dieta da presa pode afetar os parâmetros biológicos do predador. Este último fator também foi evidenciado por Strohmeyer *et al.* (1998), ao revelarem que além do tipo de presa, a qualidade da dieta das mesmas tem efeito na taxa de crescimento de alguns predadores, entre eles o pentatomídeo *P. maculiventris*.

Assim, como observado nesta pesquisa, Medeiros *et al.* (1998) e Lemos *et al.* (2001) para *P. nigrispinus* e Zanuncio *et al.* (1995) para *S. cincticeps*, verificaram que, independentemente da temperatura, do tipo de presa e do sexo do predador, o 5º instar destes predadores foi o que apresentou maior duração de desenvolvimento. Entretanto, além da alimentação, o sexo de *P. nigrispinus* teve influência na duração de desenvolvimento deste predador, sendo que durante os dois últimos instares, as fêmeas apresentaram maiores durações de desenvolvimento. Estes resultados estão de acordo com Medeiros *et al.* (1998), que revelaram que a duração de desenvolvimento de *P. nigrispinus*, quando alimentado com lagartas de 3º instar do curuquerê, a 25 °C, variou entre instares e entre sexo, sendo a duração do 5º instar de fêmeas superior a dos machos.

A sobrevivência de *P. nigrispinus* variou em função da dieta e da idade do predador, o que está de acordo com Lemos *et al.* (2001). As maiores taxas de sobrevivência foram observadas em indivíduos que se alimentaram com lagartas de 5º instar do curuquerê ou larvas de *T. molitor* e as menores nos que tiveram como presa larvas de mosca doméstica. De acordo com De Clercq *et al.* (1998), estas diferenças na performance do predador em diferentes presas podem estar relacionadas com a qualidade nutricional das presas. A adequação nutricional do predador à determinada

presa é importante, pois segundo Stamp *et al.* (1991), uma presa inadequada nutricionalmente promoverá aumento do período alimentar, resultando em alta mortalidade do predador. Portanto, constatou-se que tanto lagartas de 5º ínstar do curuquerê como larvas de *T. molitor* constituem-se fontes de alimento adequados, do ponto de vista nutricional, para promoverem altas taxas de sobrevivência de *P. nigrispinus* durante a fase ninfal.

Pesquisas têm demonstrado, incluindo este estudo, que diferentes presas podem promover taxas de sobrevivência diferenciadas nos heterópteros predadores. A sobrevivência durante cada um dos ínstaes de *P. nigrispinus* alimentado com larvas de *T. molitor*, a 27 °C (Torres *et al.* 1998) e com lagartas de 3º ínstar do curuquerê, a 25 °C (Medeiros *et al.* 1998), foi superior a 90%. Isto mostra a provável adequação dessas presas para o desenvolvimento ninfal do predador. De acordo com Zanuncio *et al.* (1993b), a viabilidade ninfal de *P. nigrispinus* é influenciada pelo tipo de presa que ele recebe durante essa fase, pois quando alimentado com pré-pupas de *P. denticulata*, o predador apresenta uma redução significativa de sobrevivência quando comparado aos indivíduos que se alimentaram com larvas de *T. molitor*. Zanuncio *et al.* (1996a) obtiveram viabilidade ninfal para esse predador de 64%, 80% e 92%, quando tiveram como presa larvas de *Z. confusa*, larvas de *M. domestica* ou larvas de *T. molitor*, respectivamente.

Resultados obtidos por Zanuncio *et al.* (1993a), revelaram que *P. nigrispinus* alimentado com larvas de mosca doméstica apresenta maiores taxas de sobrevivência do que os que receberam larvas de *T. molitor*. Estes resultados vão de encontro aos alcançados nesta pesquisa, especialmente, no que diz respeito aos altos valores de sobrevivência obtidos por Zanuncio *et al.* (1993a) para o predador alimentados com larvas de mosca doméstica. Isto, possivelmente, deve-se as diferenças entre a origem geográfica das raças de predadores e presas estudadas ou a adaptações do predador a

determinadas presas nas condições de laboratório. Adidharma (1986), revelou que *P. sagittus* (= *P. nigrispinus*) apresenta sobrevivência em dieta artificial tão alta quanto em lagartas de *Pieris brassicae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae). Porém, De Clercq *et al.* (1998) afirmaram que dieta artificial, a base de carne bovina, ocasionou alta mortalidade ninfal de *P. nigrispinus*. Outras espécies de pentatomídeos, entre elas *P. maculiventris* (Chocorosqui & De Clercq 1999), *P. distinctus* (Zanuncio *et al.* 1998b, Oliveira *et al.* 1999), *B. tabidus* (Zanuncio *et al.* 1993c) e *S. cincticeps* (Beserra *et al.* 1995, Zanuncio *et al.* 1995) também apresentaram sobrevivência diferenciada em função do tipo de presa a eles oferecida, o que mostra que o desenvolvimento e a performance dos mesmos pode ser devido a diferenciações na eficiência de conversão do alimento obtido (Schroeder 1981) e na taxa de mortalidade dos mesmos (Drummond *et al.* 1984). Por isso, alguns predadores são melhores adaptados a certos tipos de presas, das quais eles podem obter melhor desenvolvimento e mais alta sobrevivência (Waddil & Shepard 1974, MacFarlane 1985).

Adultos recém-emergidos de *P. nigrispinus* apresentaram peso variando em função da dieta e do sexo do predador. Os predadores foram mais pesados quando alimentados com lagartas de 5º ínstar do curuquerê e mais leves quando tiveram como presa dieta artificial. Estes resultados concordam com vários autores que têm demonstrado que representantes do gênero *Podisus* tendem a apresentar uma redução no peso quando submetidos a dietas artificiais (Adidharma 1986, De Clercq *et al.* 1988 e 1998, De Clercq & Degheele 1992, Saavedra *et al.* 1995a,b e 1996a). E, independentemente da dieta estudada, o peso de fêmeas recém-emergidas é superior ao dos machos, o que também foi observado por Saavedra *et al.* (1992b) e Lemos *et al.* (2001) para *P. nigrispinus*, De Clercq *et al.* (1998) para *P. maculiventris* e Oliveira *et al.* (1999) para *P. distinctus*. No entanto, Zanuncio *et al.* (1990) não verificaram diferenças no peso de adultos de *P.*

*nigrispinus* quando alimentados com larvas de mosca doméstica ou lagartas de *B. mori*. Por outro lado, Zanuncio *et al.* (1998b) ressaltaram que machos e fêmeas de *P. distinctus* foram mais pesados quando criados em *T. molitor* ( $73,6 \pm 8,5$  e  $95,7 \pm 16,2$  mg) do que em larvas de *M. domestica* ( $57,8 \pm 9,1$  e  $76,8 \pm 7,6$  mg), respectivamente. O peso de machos recém-emergidos de *P. rostralis* não foi afetado pelo tipo de presa, porém, o peso das fêmeas alimentadas com larvas de *Z. confusa* foi menor do que as alimentadas com as demais presas (Matos Neto *et al.* 1998). Segundo Zanuncio *et al.* (1993c), adultos de *B. tabidus* são mais pesados quando alimentados com lagartas de *B. mori* do que com larvas de *M. domestica*. Adultos de *S. cincticeps* são maiores e, conseqüentemente, mais pesados quando alimentados com larvas de *T. molitor* do que com larvas de mosca doméstica (Zanuncio *et al.* 1995).

Enquanto a fecundidade de *P. nigrispinus* é afetada pelo tipo de presa, a sua longevidade não é. Isto concorda com Zanuncio *et al.* (1991a, 1996a). Assim como para outras espécies de pentatomídeos, os valores reportados para fecundidade e longevidade de *P. nigrispinus* são muito diferenciados na literatura (De Clercq 2000), principalmente, em função do tipo de alimento a eles oferecido, origem geográfica e regimes de temperatura estudados. Zanuncio *et al.* (1991a,b) e Medeiros *et al.* (2000) mencionaram que *P. nigrispinus* produz entre 100 e 200 ovos durante, aproximadamente, um mês de vida. No entanto, De Clercq & Degheele (1990a,b) observaram uma fecundidade média de 600 a 900 ovos por fêmea e longevidade entre dois e três meses. Torres *et al.* (1998) encontraram valores intermediários de fecundidade e longevidade de cerca de 400 ovos por fêmea e dois meses, respectivamente, em temperaturas fluuando entre 15 e 25 °C. De acordo com Torres *et al.* (1998), a longevidade de fêmeas está positivamente correlacionada com o número total de ovos produzidos,

intervalo entre posturas e com o número de ovos por posturas. Esta tendência, no entanto, não foi observada nesta pesquisa, pois embora fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de 5º ínstar do curuquerê apresentassem as maiores taxas de fecundidade (p.e.  $757,55 \pm 93,61$  ovos/fêmea) não foram constatadas diferenças na longevidade dessas em relação as fêmeas submetidas as outras presas estudadas.

A longevidade de *P. nigrispinus* alimentado com dieta artificial, segundo Saavedra *et al.* (1992a, 1995b, 1996a) é prolongada em relação aos indivíduos que se alimentam de presas vivas. De acordo com Adidharma (1986) e Saavedra *et al.* (1995b), a menor quantidade de nutrientes destinados a formação de ovócitos leva a baixa taxa de oviposição, maior intervalo entre posturas e menor número de ovos por posturas nos insetos alimentados com dieta artificial, e esse menor desgaste metabólico explicaria a maior longevidade das fêmeas em relação as alimentadas com dieta viva (Saavedra *et al.* 1995b). Posteriormente, Saavedra *et al.* (1996a) revelaram que embora a dieta artificial promova um prolongamento na longevidade de adultos, fêmeas criadas nesta dieta produziram número similar de ovos comparado as criadas com larvas de mosca doméstica, durante quatro gerações.

O intervalo entre posturas foi maior em fêmeas alimentadas com dieta artificial do que com presas vivas, o que concorda com os resultados de Saavedra *et al.* (1992a, 1995b). Segundo Saavedra *et al.* (1992a), este fato acontece, provavelmente, porque a dieta não fornece eficientemente os nutrientes necessários para a formação dos ovos, ou é consequência de uma menor aceitação da dieta pelos adultos. O menor número de ninfas eclodidas de *P. nigrispinus* foram provenientes de fêmeas alimentadas com larvas de *M. domestica* e dieta artificial. Este resultado confirma os encontrados por Zanuncio *et al.* (1991c), os quais revelaram que predadores

alimentados apenas com larvas de mosca doméstica apresentam a menor viabilidade de ovos ou ninfas eclodidas. De acordo com De Clercq & Degheele (1992), a fecundidade de *P. nigrispinus* e *P. maculiventris* foi reduzida a mais de 30% quando esses predadores foram alimentados com dieta artificial. De Clercq *et al.* (1998) afirmaram que fêmeas de *P. nigrispinus*, alimentadas com lagartas de *G. mellonella*, produziram cerca de duas vezes mais ovos ( $\cong 1000$  ovos/fêmea) do que aquelas que tiveram como presa larvas ou pupas de *T. molitor*. Fêmeas de *P. distinctus*, alimentadas com larvas de *T. molitor*, produziram maior número de ovos ( $165,5 \pm 24,14$  ovos/fêmea) do que as criadas com larvas de mosca doméstica ( $35,5 \pm 6,2$  ovos/fêmea) (Zanuncio *et al.* 1998b).

Fêmeas de *P. nigrispinus*, alimentadas com lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê, apresentaram ovários mais pesados, uma maior quantidade de corpo gorduroso, maior número de ovócitos por ovariolo central e por ovário, enquanto os menores valores para estas variáveis foram obtidos para fêmeas alimentadas com dieta artificial. O maior número de ovócitos por ovariolo central e por ovário observado em fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê é possível que esteja associado com a maior quantidade de corpo gorduroso presente nestes indivíduos. A vitelogênese é o componente principal da ovogênese em insetos (Shapiro *et al.* 2000) e compreende a síntese, no corpo gorduroso, da proteína precursora do vitelo, a vitelogenina, sua secreção na hemolinfa e transporte para os folículos, onde se internalizam nos ovócitos como vitelina (Raikhel & Dhadialla 1992, Bitondi & Simões 1996). Desta forma, acredita-se que *P. nigrispinus*, alimentado com lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê, é capaz de sintetizar maior quantidade de vitelogenina, o que explicaria a sua maior taxa reprodutiva. A maior quantidade de ovócitos por ovariolo central e por ovário na época da morte em fêmeas alimentadas com

lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê, pode também, indicar que *P. nigrispinus* alimentado com esta presa está apto a depositar ovos durante todo o ciclo de vida, tornando-se dessa forma mais fecundo. De Clercq & Degheele (1990a,b) verificaram que fêmeas de *P. nigrispinus*, alimentadas com lagartas de *G. mellonella* e *S. exigua*, ovipositaram durante toda a vida e apresentaram ovos nos ovários na época da morte. Isto indica que *P. nigrispinus* está melhor adaptado às presas pertencentes a ordem Lepidoptera.

Dieta artificial e lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê apresentaram, respectivamente, as maiores quantidades de proteína bruta entre as presas não-predadas. Porém, apesar de conter uma grande quantidade de proteína bruta, a dieta artificial foi a presa que propiciou o pior desempenho do predador, tanto na fase jovem (duração e sobrevivência) como adulta (fecundidade e fertilidade). Estes resultados sugerem que não só a quantidade, como a qualidade do alimento durante a fase ninfal do predador deve ser levado em consideração. É possível também que esses predadores não possuam enzimas proteolíticas, no intestino médio ou nas glândulas salivares, que facilitem a digestão das proteínas presentes na dieta artificial. Portanto, ajustes nos componentes da dieta artificial poderão melhorar a sua qualidade nutricional. Os ajustes poderiam não apenas ser baseados em análises químicas das presas, como também no conhecimento da fisiologia de absorção e digestão dos predadores (Cohen 1992). De acordo com De Clercq & Degheele (1993), a falta de estimulantes alimentares na dieta artificial pode ser mais importante do que a falta ou um inadequado balanço nutricional, haja visto que a dieta apresenta os nutrientes principais em proporções muito próximas as de algumas presas vivas.

Ao contrário das demais presas estudadas, após o processo de predação, lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê apresentaram uma maior disponibilidade do total de proteína bruta (1,5 vezes mais proteína bruta

disponível). O processo de digestão pré-oral, iniciado através de ações de enzimas proteolíticas do predador, pode ser o fator responsável por esta maior disponibilidade de proteína e este fato, provavelmente, estar relacionado com o excelente desempenho reprodutivo de *P. nigrispinus* quando alimentado com essa presa.

Pelo menos 79% dos artrópodos predadores, entre eles os heterópteros, utilizam a digestão pré-oral como meio para alimentar de presas relativamente grandes e com cutículas resistentes (Cohen 1995). Através da injeção de potentes enzimas hidrolíticas, esses predadores aumentam a eficiência da extração e concentração de nutrientes das presas (Cohen 1990 e 1995). Entre as vantagens da digestão pré-oral, estão a redução do tempo de manipulação das presas e um aumento na densidade de nutrientes consumidos, permitindo que predadores pequenos sejam capazes de consumirem presas relativamente grandes (Cohen 1995). Algumas espécies de heterópteros, entre as quais *P. maculiventris*, apresentam uma atividade pré-digestiva bem definida com respeito as proteinases, fosfolipases e lipases triacilglicerol, sendo as duas primeiras enzimas utilizadas na quebra de tecidos e células, liberando nutrientes que podem ser absorvidos através da saliva. A amilase pode ser útil em insetos que se alimentam de plantas ou na digestão do glicogênio das presas (Cohen 1990). Cohen (1990) afirmou que a fonte de enzimas digestivas nestes predadores são as glândulas salivares e não o intestino. De acordo com Gallopín & Kitching (1972), a taxa de ingestão do alimento por *P. maculiventris* é praticamente constante, independentemente do tipo de presa, e após a inserção do estilete no corpo da presa, o processo de alimentação só é afetado pela pressão interna da presa durante a primeira parte do período de alimentação, sendo que posteriormente, a sucção é mantida constante pela ação da capilaridade e bombas faríngeais. Portanto, é provável que a espécie *P. nigrispinus* possua enzimas proteolíticas

capazes de digerirem, eficientemente, as proteínas presentes em lagartas de 5º ínstar do curuquerê, resultando bom desempenho biológico desse predador quando alimentado com esta presa.

### Literatura Citada

- Adidharma, D. 1986.** The development and survival of *Podisus sagittus* (Hemiptera: Pentatomidae) on artificial diets. J. Aust. Entomol. Soc. 25: 15-16.
- Azevedo, F.R. de. 1996.** Efeitos da temperatura e defesa da presa no consumo e utilização de larvas de *Tenebrio molitor* Linné por ninfas do predador *Supputius cincticeps* (Stål, 1860) (Hemiptera: Pentatomidae). Recife, UFRPE, 101p. (Tese de Mestrado).
- Azevedo, F.R. & F.S. Ramalho. 1999.** Efeitos da temperatura e da defesa da presa no consumo pelo predador *Supputius cincticeps* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae). Pesq. Agropec. Bras. 34: 165-171.
- Barcelos, J.A.V., J.C. Zanuncio, G.P. Santos & F.P. Reis. 1991.** Viabilidade da criação, em laboratório, de *Podisus nigrolimbatus* (Spinola, 1852) (Hemiptera: Pentatomidae) sobre duas dietas. Rev. Árvore 15: 316-322.
- Beserra, E.B., T.V. Zanuncio, J.C. Zanuncio & G.P. Santos. 1995.** Desenvolvimento de *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com larvas de *Zophobas confusa*, *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Rev. Bras. Zool. 12: 725-733.
- Biever, K.D. & R.L. Chauvin. 1992.** Suppression of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) with augmentative releases of predaceous stinkbugs (Hemiptera: Pentatomidae). J. Econ. Entomol. 85: 720-726.
- Bitondi, M.M.G. & Z.L.P. Simões. 1996.** The relationship between level of pollen in the diet, vitellogenin and juvenile hormone titres in Africanized *Apis mellifera* workers. J. Apicult. Res. 35: 27-36.

- Bradford, M.M. 1976.** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72: 248-254.
- Bragança, M.A.L., O. de Sousa & J.C. Zanuncio. 1998.** Environmental heterogeneity as a strategy for pest management in *Eucalyptus* plantations. *For. Ecol. Manage.* 102: 9-12.
- Bressan, D.A., A.J. Martins & H.R. Santos. 1985.** Dados biológicos sobre *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae), em condições de laboratório. *Rev. Set. Ciências Agr.* 7: 61-65.
- Chapman, R.F. 1998.** Nutrition. In R.F. Chapman, *The Insects: Structure and Function*. 4. ed. Cambridge: Cambridge University, p 69-93.
- Chocorosqui, V.R. & P. De Clercq. 1999.** Developmental and predatory performance of *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae) reared on a meat-based artificial diet. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* 64: 229-234.
- Cohen, A.C. 1985.** Simple method for rearing the insect predator *Geocoris punctipes* (Heteroptera: Lygaeidae) on a meat diet. *J. Econ. Entomol.* 78: 1173-1175.
- Cohen, A.C. 1990.** Feeding adaptations of some predaceous hemiptera. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 83: 1215-1223.
- Cohen, A.C. 1992.** Using a systematic approach to develop artificial diets for predators. In T.E. Anderson & N.C. Leppla, *Advances in Insect Rearing for Research and Pest Management*, Boulder: Westview Press, p. 77-91.
- Cohen, A.C. 1995.** Extra-oral digestion in predaceous terrestrial arthropoda. *Annu. Rev. Entomol.* 40: 85-103.
- Crumb, D.A., L.A. Weiser & N.E. Stamp. 1998.** Effects of prey scarcity and plant material as a dietary supplement on an insect predator. *Oikos* 81: 549-557.
- Dadd, R.H. 1985.** Nutrition: Organisms. In Kerkut, G.A. & L.I. Gilbert, *Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology – Regulation: Digestion, nutrition, excretion*. Oxford: Pergamon Press, p 313-390.

- De Clercq, P., G. Keppens, G. Anthonis & D. Degheele. 1988.** Laboratory rearing of the predatory stinkbug *Podisus sagitta* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae). Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 53: 1213-1217.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1990a.** Description and life history of the predatory bug *Podisus sagitta* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). Can. Entomol. 122: 1149-1156.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1990b.** Effects of the temperature and relative humidity on the reproduction of the predatory bug *Podisus sagitta* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae). Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 55: 439-443.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1992.** A meat-based diet for rearing the predatory stinkbugs *Podisus maculiventris* and *Podisus sagitta* (Het.: Pentatomidae). Entomophaga 37: 149-157.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1993.** Quality assessment of the predatory bugs *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus sagitta* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) after prolonged rearing on meat-based artificial diet. Bioc. Sci. Technol. 3: 133-139.
- De Clercq, P. & D. Degheele. 1997.** Effects of mating status on body weight, oviposition, egg load, and predation in the predatory stinkbug *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 90: 121-127.
- De Clercq, P., F. Merlevede & L. Tirry. 1998.** Unnatural prey and diets for rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). Biol. Contr. 12: 137-142.
- De Clercq, P. 2000.** Predaceous stinkbugs (Pentatomidae:Asopinae). In Schaefer, C.W. & A.R. Panizzi, Heteroptera of Economic Importance. 1<sup>o</sup> ed. Cambridge: Cambridge University, p. 737-789.
- De Clercq, P., J. Mohaghegh & L. Tirry. 2000.** Effect of host plant on the functional response of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). Biol. Contr. 18: 65-70.

- Drummond, F.A., R.L. James, R.A. Casagrande & H. Faubert. 1984.** Development and survival of *Podisus maculiventris* (Say) (Hemiptera: Pentatomidae), a predator of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ. Entomol.* 13: 1283-1286.
- Engelmann, F. 1970.** Factors that affect egg production and fecundity. In Engelmann, F. *The Physiology of Insects Reproduction*. Oxford: Pergamon Press, p. 107-142.
- Gallopín, G.C. & R.L. Kitching. 1972.** Studies on the process of ingestion in the predatory bug *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Can. Entomol.* 104: 231-237.
- Hough-Goldstein, J. & D. Mcpherson. 1996.** Comparison of *Perillus bioculatus* and *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) as potential control agents of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* 89: 1116-1123.
- Legaspi, J.C. & R.J. O'Neil. 1993.** Life history of *Podisus maculiventris* given low numbers of *Epilachna varivestis* as prey. *Environ. Entomol.* 22: 1192-1200.
- Legaspi, J.C. & R.J. O'Neil. 1994.** Lipids and egg production of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) under low rates of predation. *Environ. Entomol.* 23: 1254-1259.
- Legaspi, J.C., R.J. O'Neil & B.C. Legaspi. 1996.** Trade-offs in body weights, egg loads, and fat reserves of field-collected *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Environ. Entomol.* 25: 155-164.
- Legaspi, J.C. & B.C. Legaspi. 1998.** Life history trade-offs in insects with emphasis on *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). In Coll, M. & J.R. Ruberson, *Predatory Heteroptera: Their Ecology and Use in Biological Control*. Lanham: Proc. Thomas Say Publ. Entomol., Entomological Society of America, p. 71-87.
- 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). *Intern. J. Pest Manage.* (In Press).

- Lenski, R.E. 1984.** Food limitation and competition: a field experiment with two *Carabus* species. *J. Anim. Ecol.* 53: 203-216.
- MacFarlane, J.E. 1985.** Nutrition and digest organs. In Blum, M.S. *Fundamentals of Insect Physiology*. John Wiley and Sons, New York, p.60-61.
- Matos Neto, F.C., J.C. Zanuncio, L.C. Freitas & B.M.R. Gomes. 1998.** Nymphal development of the predator *Podisus rostralis* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with three alternative prey. *Brenesia* 50: 72-77.
- Mateeva, A. 1994.** Insect prey and nymphal development of the predatory bug *Podisus sagitta* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent* 59: 253-255.
- Medeiros, R.S. 1997.** Efeitos da temperatura na biologia de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro, Areia, UFPB, 90p. (Trabalho de conclusão de curso - Graduação em Engenharia Agrônômica).
- Medeiros, R.S., W.P. Lemos & F.S. Ramalho. 1998.** Efeitos da temperatura no desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera, Pentatomidae), predador do curuquerê-do-algodoeiro (Lepidoptera, Noctuidae). *Rev. Bras. Entomol.* 42: 121-130.
- 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. App. Entomol.* 124: 319-324.
- Michel, B. 1994.** Entomofauna de los algodones paraguayos: Hemiptera: Heteroptera. Asuncion: Ministério de Agricultura y Ganadería, 132p.
- Mohaghegh-Neyshabouri, J., P. De Clercq & L. Tirry. 1998.** Maternal age and egg weight affect offspring performance in the predatory stink bug *Podisus nigrispinus*. *BioControl* 43: 163-174.
- Mohaghegh-Neyshabouri, J., P. De Clercq & L. Tirry. 1999.** Effects of rearing history and geographical origin on reproduction and body size of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Eur. J. Entomol.* 96: 69-72.

- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio, J.B. Torres & T.V. Zanuncio. 1997.** Longevidad y fecundidad de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y frijol. Rev. Biol. Trop. 45: 1125-1130.
- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio, D. Pratissoli & I. Cruz. 1998a.** Efeito do intervalo de alimentação na reprodução e na longevidade do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). An. Soc. Entomol. Brasil 27: 77-84.
- Molina-Rugama, A.J., J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & M.L.R. Oliveira. 1998b.** Reproductive strategy of *Podisus rostralis* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) females under different feeding intervals. Bioc. Sci. Technol. 8: 583-588.
- Moreira, L.A., J.C. Zanuncio & A.J. Molina-Rugama. 1998.** Dados biológicos de *Podisus nigrispinus* (Dallas) alimentado com a lagarta do maracujazeiro *Dione juno juno* (Cramer). An. Soc. Entomol. Brasil 27: 645-647.
- Mukerji, M.K. & E.J. Le Roux. 1969.** A study on energetics of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). Can. Entomol. 101: 449-459.
- Nascimento, E.C., J.C. Zanuncio, M.C. Picanço & T.V. Zanuncio. 1997.** Desenvolvimento de *Podisus sculptus* Distant, 1889 (Heteroptera: Pentatomidae) em *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) e *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Rev. Bras. Biol. 57: 195-201.
- Oliveira, H.N., J.C. Zanuncio, M.F. Sossai & D. Pratissoli. 1999.** Body weight increment of *Podisus distinctus* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae), fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) or *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Brenesia 51: 77-83.
- Raikhel, A.S. & T.S. Dhadialla. 1992.** Accumulation of yolk proteins in insect oocytes. Annu. Rev. Entomol. 37: 217-251.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, T.M.C. Della Lucia & F.P. Reis. 1992a.** Efeito da dieta artificial na fecundidade e fertilidade do predador *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). An. Soc. Entomol. Brasil 21: 69-76.

- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, T.M.C. Della Lucia & E.F. Vilela. 1992b.** Dieta artificial para la crianza de *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae). Turrialba 42: 258-261.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, C.S. Sedyama & T.V. Zanuncio. 1995a.** Development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on meat-based artificial diets. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 60: 683-688.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, C.S. Sedyama & T.V. Zanuncio. 1995b.** Fecundidad y fertilidad del predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) en cuatro dietas artificiales. Turrialba 45: 70-75.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, R.N.C. Guedes & P. De Clercq. 1996a.** Continuous rearing of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) on an artificial diets. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 61: 767-772.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & G.P. Santos. 1996b.** Desarrollo ninfal de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) en alimentacion mixta de dieta artificial y larvas de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Brenesia 45-46: 177-182.
- Saavedra, J.L.D., J.C. Zanuncio, T.V. Zanuncio & R.N.C. Guedes. 1997.** Prey capture ability of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) reared for successive generations on meridic diets. J. Appl. Entomol. 121: 327-330.
- Saini, E. 1994.** Aspectos morfológicos y biológicos de *Podisus connexivus* Bergroth (Heteroptera: Pentatomidae). Rev. Soc. Entomol. Argentina 53: 35-42.
- Santos, T.M., E.N. Silva & F.S. Ramalho. 1995.** Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com curuquerê-do-algodoeiro. Pesq. Agropec. Bras. 30: 163-167.
- Santos, T.M., E.N. Silva & F.S. Ramalho. 1996.** Consumo alimentar e desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Dallas) sobre *Alabama argillacea* (Hübner) em condições de laboratório. Pesq. Agropec. Bras. 31: 699-707.

- SAS Institute inc. 2000.** SAS user's guide: statistic. North Caroline: Cary, 846p.
- Schroeder, L.A. 1981.** Consumer growth efficiencies: their limits and relationships to ecological energetics. *J. Theor. Biol.* 93: 805-828.
- Shapiro, J.P., H.A. Wasserman, P.D. Greany & J.L. Nation. 2000.** Vitellin and vitellogenin in the soldier bug, *Podisus maculiventris*: identification with monoclonal antibodies and reproductive response to diet. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 44: 130-135.
- Slansky Jr., F. & J.M. Scriber. 1985.** Food consumption and utilization. In Kerkut, G.A. & L.I. Gilbert, *Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology – Regulation: Digestion, nutrition, excretion.* Oxford: Pergamon Press, p 87-163.
- Stamp, N.E., T. Erskine & C.J. Paradise. 1991.** Effects of rutin-fed caterpillars on an invertebrate predator. *Oecologia* 88: 289-295.
- Stamp, N.E., Y. Yang & T.L. Osier. 1997.** Response of an insect predator to prey fed multiple allelochemicals under representative thermal regimes. *Ecology* 78: 203-214.
- Strohmeyer, H.H., N.E. Stamp, C.M. Jatzomski & D. Bowers. 1998.** Prey species and prey diet affect growth of invertebrate predators. *Ecol. Entomol.* 23: 68-79.
- Thomas, D.B. 1992.** Taxonomic synopsis of the Asopinae Pentatomidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere. Lanham: Entomological Society of America, 156p.
- Torres, J.B., J.C. Zanuncio & H.N. de Oliveira. 1998.** Nymphal development and adult reproduction of the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) under fluctuating temperatures. *J. App. Entomol.* 122: 509-514.
- Waddil, V. & M. Shepard. 1974.** Biology of a predaceous stinkbug, *Stiretrus anchorago* (Hemiptera: Pentatomidae). *Flor. Entomol.* 57: 249-253.
- Weiser, L.A. & N.E. Stamp. 1998.** Combined effects of allelochemicals, prey availability, and supplemental plant material on growth of a generalist insect predator. *Entomol. Exp. App.* 87: 181-189.

- Zamperline, B., J.C. Zanuncio, J.E.M. Leite & M.A.L. Bragança. 1992.** Influência da alimentação de *Tenebrio molitor* L. 1758 (Coleoptera: Tenebrionidae) no desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae). Rev. Árv. 16: 224-230.
- Zanuncio, J.C., J.B. Alves, J.E.M. Leite, N.R. da Silva & R.C. Sartório. 1990.** Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae) alimentado com dois hospedeiros alternativos. Rev. Árvore 14: 164-174.
- Zanuncio, J.C., E.C. Nascimento, G.P. Santos, R.C. Sartório & F.S. Araújo. 1991a.** Aspectos biológicos do percevejo predador *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes hospedeiros. An. Soc. Entomol. Brasil 20: 243-249.
- Zanuncio, J.C., M.F. de Freitas, J.B. Alves & J.E.M. Leite. 1991b.** Fecundidade de fêmeas de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae) em diferentes tipos de hospedeiros. An. Soc. Entomol. Brasil 20: 369-376.
- Zanuncio, T.V., V.C. Batalha, J.C. Zanuncio & G.P. Santos. 1991c.** Parâmetros biológicos de *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae) em alimentação alternada com lagartas de *Bombyx mori* e larvas de *Musca domestica*. Rev. Árv. 15: 308-315.
- Zanuncio, J.C., M.A.L. Bragança, J.L.S. Diaz & R.C. Sartório. 1992.** Avaliação dos parâmetros de fecundidade de *Podisus connexivus* (Hemiptera: Pentatomidae) de diferentes pesos. Rev. Ceres 39: 591-596.
- Zanuncio, J.C., J.E.M. Leite, J.B. Alves & G.P. Santos. 1993a.** Duração do período ninfal e sobrevivência do predador *Podisus connexivus* Bergroth (Hemiptera: Pentatomidae), em três presas alternativas. Rev. Bras. Zool. 10: 327-332.
- Zanuncio, J.C., J. Didonet, W.L. Gasperazzo & G.P. Santos. 1993b.** Desenvolvimento ninfal de *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Hemiptera: Pentatomidae), alimentado com pré-pupas de *Psorocampa denticulata* (Lepidoptera, Notodontidae) e larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera, Tenebrionidae). Rev. Bras. Entomol. 37: 523-527.

- Zanuncio, T.V., J.C. Zanuncio, V.C. Batalha & G.P. Santos. 1993c.**  
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 desfoliators caterpillars. For. Ecol. Manage. 65: 65-73.
- Zanuncio, T.V., J.C. Zanuncio, E.F. Vilela & G.P. Santos. 1995.**  
Biologia de *Supputius cincticeps* Stål (Hemiptera, Pentatomidae) criado em larvas de *Tenebrio molitor* (Coleoptera, Tenebrionidae) e de *Musca domestica* (Diptera, Muscidae). Rev. Bras. Entomol. 39: 183-187.
- Zanuncio, T.V., J.C. Zanuncio, J.L.D. Saavedra & E.D. Lopes. 1996a.**  
Desenvolvimento de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera, Pentatomidae) com *Zophobas confusa* Gebien (Coleoptera, Tenebrionidae) comparado à duas outras presas alternativas. Rev. Bras. Zool. 13: 159-164.
- Zanuncio, J.C., J.L.D. Saavedra, H.N. Oliveira, D. Degheele & P. De Clercq. 1996b.** Development of the predatory stinkbug *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) on different proportions of an artificial diet and pupae of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). Bioc. Sci. Technol. 6: 619-625.
- Zanuncio, J.C., J.B. Torres, D.L. Bernardo & P. De Clercq. 1997.**  
Effects of prey switching on nymphal development of four species of predatory stinkbugs. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 62: 483-489.
- Zanuncio, J.C., J.A. Mezzomo, R.N.C. Guedes & A.C. Oliveira. 1998a.**  
Influence of strips of native vegetation on Lepidoptera associated with *Eucalyptus cloeziana* in Brazil. For. Ecol. Manage. 108: 85-90.
- Zanuncio, T.V., J.B. Torres, J.C. Zanuncio & G.P. Santos. 1998b.** Ciclo de vida e reprodução de *Podisus distinctus* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) alimentado com dois tipos de presas. Rev. Bras. Entomol. 41: 335-337.
- Zanuncio, J.C., T.V. Zanuncio, R.N.C. Guedes & F.S. Ramalho. 2000.**  
Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae). Bioc. Sci. Technol. 10: 443-450.

## RESUMO E CONCLUSÕES GERAIS

A pesquisa foi conduzida na Unidade de Controle Biológico (UCB) da Embrapa Algodão, Campina Grande, Paraíba, sendo as descrições anatômicas e das características morfológicas dos órgãos reprodutivos do predador, para cada dieta testada, realizadas no Laboratório de Biologia Molecular e Celular do Departamento de Biologia Geral (DBG), da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais. Objetivou-se estudar o efeito de presas (*Alabama argillacea* (Hüb.) (Lepidoptera: Noctuidae), *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) e dieta artificial) na biologia, no desenvolvimento das estruturas reprodutivas e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae).

O tipo de alimentação oferecida a *P. nigrispinus*, praticamente não afeta as características histológicas dos testículos destes predadores. A única diferença é verificada em testículos de indivíduos que se alimentam com dieta artificial, onde é percebido um acentuado grau de morte celular.

Os ovários de *P. nigrispinus* são do tipo meroístico telotrófico, contendo sete ovariolos por ovário independente da dieta estudada. Quando submetidas a diferentes regimes alimentares, fêmeas de *P. nigrispinus* apresentam ovariolos contendo ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento. A menor quantidade de ovócitos por ovariolo é encontrado em ovários de fêmeas alimentadas com dieta artificial, porém, aquelas alimentadas com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê apresentam ovariolos bem desenvolvidos e com grande quantidade de ovócitos em estágio avançado de desenvolvimento; apresentando inclusive,

o córion bem caracterizado e os prolongamentos micropilares desenvolvidos. Tanto o ovaríolo central como o ovócito mais desenvolvido são maiores em fêmeas alimentadas com lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê e menores naquelas alimentadas com dieta artificial, indicando que é possível obter maiores taxas reprodutivas em fêmeas deste predador com estruturas reprodutivas mais desenvolvidas.

Quanto a histologia, os ovários de *P. nigrispinus* mostram-se similares aos descritos para outras espécies de percevejos. Os ovaríolos contém uma série linear de ovócitos em estágios sucessivos de desenvolvimento com os mais avançados na posição proximal e mais distantes do germário. Este fato é mais evidente em insetos alimentados com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê, as quais apresentam uma maior quantidade de ovócitos por ovário. Fêmeas alimentadas com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê, sempre apresentam ovócitos completamente desenvolvidos nos seus ovaríolos, o que comprova que nesses insetos, o processo de formação do ovo já encontra completo e que eles estão aptos a reproduzir durante todo o seu ciclo de vida. Fêmeas de *P. nigrispinus* alimentadas com lagartas de 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê apresentam ovários mais pesados do que as que tiveram como presa dieta artificial ou larvas de *M. domestica*.

Fêmeas alimentadas com dieta artificial apresentam maior período de pré-oviposição que aquelas alimentadas com lagartas 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*. O período de oviposição, o número de posturas/fêmea e de posturas/fêmea/dia são maiores para fêmeas alimentadas com lagartas 3<sup>o</sup> ou 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor* do que nas alimentadas com dieta artificial. Fêmeas alimentadas com lagartas de 5<sup>o</sup> ínstar do curuquerê apresentam maior número de ovos/fêmea, ovos/postura, ovos/fêmea/dia e ninfas eclodidas do que as

alimentadas com dieta artificial, larvas de *M. domestica*, larvas de 3º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*.

A longevidade de fêmeas não é afetada pelo tipo de presa. O número de ovócitos/ovariolo central e por ovário são maiores em fêmeas alimentadas com lagartas de 5º ínstar do curuquerê do que as alimentadas com dieta artificial, larvas de *M. domestica*, larvas de 3º ínstar do curuquerê ou larvas de *T. molitor*.

As durações do 2º, 3º, 4º e 5º ínstars são idênticas quando *P. nigrispinus* é alimentado com lagartas de 3º ou de 5º ínstar de *A. argillacea* ou larvas de *T. molitor*. Alimentado com larvas de *M. domestica* ou dieta artificial, o predador apresenta um prolongamento da duração em todos os ínstars. A sobrevivência entre os ínstars varia de 51,84% (2º ínstar alimentado com mosca) a 98,96% (4º e 5º ínstars alimentado com lagartas de 3º ínstar do curuquerê). O peso de fêmeas varia de  $37,91 \pm 0,61$  (alimentadas com dieta artificial) a  $64,68 \pm 8,23$  mg (alimentadas com lagartas de 5º ínstar do curuquerê).

Maiores quantidades de proteína bruta, em presas não predadas, são encontradas na dieta artificial e em lagartas de 5º ínstar do curuquerê do que nas demais dietas. Após o processo de predação, lagartas de 5º ínstar do curuquerê aumentaram a disponibilidade total de proteína bruta, fato que não ocorre com lagartas de 3º ínstar do curuquerê, larvas de *T. molitor*, larvas de *M. domestica* ou dieta artificial.

Portanto, com base nos resultados obtidos nesta pesquisa verifica-se que o melhor alimento para o predador *P. nigrispinus* são lagartas de 5º ínstar de *A. argillacea*.