

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

Tese de Doutorado

**IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS DAS PLANTAS HOSPEDEIRAS E DA
AGREGAÇÃO LARVAL SOBRE *Dione juno juno* (Cramer, 1779)
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE)**

Vidica Bianchi

Porto Alegre, fevereiro de 2005

**IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS DAS PLANTAS HOSPEDEIRAS E DA
AGREGAÇÃO LARVAL SOBRE *Dione juno juno* (Cramer, 1779)
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE)**

Vidica Bianchi

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ecologia.

Orientador Prof. Dr. Gilson Rudinei Pires Moreira

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a Flávia Nogueira de Sá

Prof^a. Dr^a Luiza Redaelli

Prof. Dr. José Roberto Postali Parra

Porto Alegre, fevereiro de 2005.

Dedico para:

Roberto Carbonera,

Luis Felipe Bianchi Carbonera e

Paulo Roberto Bianchi Carbonera.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Gilson Rudinei Pires Moreira, por aceitar me orientar neste programa de Pós-Graduação, mesmo tendo cursado o Mestrado em outra área, demonstrando confiança e compreensão. Também agradeço-o, pela sólida orientação em função de sua segurança no conhecimento relativo à área.

À Professora Maria Cristina Pansera de Araújo, por ter me apresentado ao professor Gilson Moreira e, ao professor José Roberto Postalí Parra, por ter me oportunizado, no passado, constituir meu currículo em Biologia de Insetos.

Aos colegas do Laboratório de Morfologia e Comportamento de Insetos, nestes quatro anos: Andréia A. Guimarães, Ana Carolina Aymone, Camila G. dos Santos, Daniela Rodrigues, Denis S. da Silva, Elisete A. Barp, Josielma Hofman, Lucas A. Kaminski, Maria Áurea P. A. Silveira, Maurício Tavares, Mônica F. Accioli, Priscila Alves, Rafael Dell' Erba e Solange M. Kerpel. Em especial, à Elisete que me recebeu, e com a qual mais convivi como estagiária quando cheguei ao laboratório em 2000. Depois, com sua volta para o Doutorado, sua participação ocorreu em praticamente todas as etapas da Tese. Agradeço também, pelas tantas vezes que precisei usar seu computador. À Daniela, pelos esclarecimentos em geral e pelo companheirismo no controle das câmaras climatizadas. Ao Lucas, pela ajuda com as imagens e por permitir o uso de seu computador, principalmente nesta etapa final. À Solange, pelos questionamentos críticos e, à Mônica, pelo companheirismo e pelas longas conversas confortadoras.

Aos colegas do Programa Pós-Graduação em Ecologia, pela convivência durante as disciplinas.

Ao Professor Milton Mendonça, ao Luis E. C. Schmidt, à Luciane Rocha e a Daniela Castiglioni, pela contribuição em relação à estatística.

Aos colegas dos laboratórios de Ecologia e Sistemática, pela cooperação quanto ao uso de equipamento de laboratório.

À Professora Helena P. Romanowski, pelo empréstimo da câmara climatizada.

À administração da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, em especial ao professor Paulo Vitor Dutra de Souza, pelo apoio logístico em relação ao cultivo comercial de *Passiflora edulis*.

À Francis e Moema, pela ajuda na preparação das amostras e coleta de dados no Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS.

Ao Cristiano F. Schwertner, ao Eduardo J. Ely, ao prof. Geraldo L. G. Soares e ao Lucas A. Kaminski pelo auxílio em relação às fotos.

Ao professor Renato Silvano, por oportunizar a realização de minha Docência Supervisionada em sua cadeira da graduação (Ecologia do Organismo) bem como aos alunos desta disciplina, no segundo semestre de 2003.

À minha numerosa família: pais, irmãos, cunhados e sobrinhos. Em especial, ao Roberto Carbonera, pela ajuda nas coletas e pelas discussões. Aos meus filhos Luis Felipe e Paulo Roberto, por me admirar e pelas dicas em relação ao uso do computador.

Ao curso de Pós-Graduação em Ecologia, pelo apoio na execução das etapas do curso de Doutorado.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível superior CAPES, pela concessão da bolsa.

SUMÁRIO

	página
Resumo.....	XII
Abstract.....	XV
Capítulo 1 - Introdução geral.....	01
Referências bibliográficas.....	09
Capítulo 2 - Preferência alimentar, efeito da planta hospedeira e da densidade larval na sobrevivência e desenvolvimento de <i>Dione juno juno</i> (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae).....	15
Abstract.....	16
Resumo.....	17
Introdução.....	18
Material e métodos.....	20
Resultados.....	22
Discussão.....	23
Agradecimentos.....	38
Referências bibliográficas.....	39
Capítulo 3- Termorregulação e termoconformação resultante da agregação larval de <i>Dione juno juno</i> (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae)	43
Abstract.....	44
Resumo.....	45
Introdução.....	46
Material e métodos.....	47
Resultados.....	49
Discussão.....	53

	Agradecimentos.....	59
	Referências bibliográficas.....	60
Capítulo 4-	Agregação larval e facilitação alimentar em <i>Dione juno juno</i> (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae).....	63
	Abstract.....	64
	Resumo.....	65
	Introdução.....	66
	Material e métodos.....	67
	Resultados.....	70
	Discussão.....	76
	Agradecimentos.....	81
	Referências bibliográficas.....	82
Capítulo 5-	Variação sazonal e exigências térmicas de <i>Dione juno juno</i> (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae).....	86
	Abstract.....	87
	Resumo.....	88
	Introdução.....	89
	Material e métodos.....	90
	Resultados.....	93
	Discussão.....	94
	Agradecimentos.....	106
	Referências bibliográficas.....	107
Capítulo 6-	Considerações finais.....	110

Anexos..... 113

LISTA DE FIGURAS

	página
CAPÍTULO 2	
Figura 1. Sobrevivência de <i>D. juno juno</i> , em diferente passifloráceas.....	24
Figura 2. Sobrevivência dos imaturos de <i>D. juno juno</i> ao longo das fases de desenvolvimento, quando alimentados com diferentes passifloráceas.....	25
Figura 3. Tempo de desenvolvimento (média \pm erro padrão) dos imaturos de <i>D. juno juno</i> , quando criados em diferentes espécies de passifloráceas.....	26
Figura 4. Tamanho dos adultos (média \pm erro padrão) de <i>D. juno juno</i> , quando criados em diferentes passifloráceas.....	27
Figura 5. Consumo foliar (média \pm erro padrão) em teste com chance de escolha para larvas de primeiro instar de <i>D. juno juno</i> , em relação a diferentes passifloráceas.....	29
Figura 6. Consumo foliar (média \pm erro padrão) em teste com chance de escolha para larvas de quinto instar de <i>D. juno juno</i> , em relação a diferentes espécies de passifloráceas.....	30
Figura 7. Consumo foliar (média \pm erro padrão) em teste sem chance de escolha para larvas de primeiro instar de <i>D. juno juno</i> , em relação a diferentes passifloráceas.	31
Figura 8. Consumo foliar (média \pm erro padrão) em teste sem chance de escolha para larvas de quinto instar <i>D. juno juno</i> , em diferentes passifloráceas.	32
Figura 9. Sobrevivência de <i>D. juno juno</i> em relação a larvas que foram criadas em diferentes densidades.	34
Figura 10. Tempo de desenvolvimento (média \pm erro padrão) dos imaturos de <i>D. juno juno</i> , quando criados em diferentes densidades larvais.	35
Figura 11. Tamanho dos adultos (média \pm erro padrão) de <i>D. juno juno</i> , quando as larvas foram criadas em diferentes densidades.	36
CAPÍTULO 3	
Figura 1. Sobrevivência de <i>D. juno juno</i> em três densidades em relação à temperatura.....	50
Figura 2. Tempo de desenvolvimento de <i>D. juno juno</i> em três densidades.....	51

Figura 3. Tamanhos dos adultos de <i>D. juno juno</i> quando as larvas foram criadas em três densidades.	52
Figura 4. Temperatura do corpo das larvas agrupadas, quando expostas ao sol e mantidas na sombra em diferentes temperaturas do ambiente	55
Figura 5. Temperatura do corpo das larvas isoladas e agrupadas mantidas na sombra, em diferentes temperaturas do ambiente	56
Figura 6. Temperatura do corpo das larvas isoladas, quando expostas ao sol e mantidas na sombra em diferentes temperaturas do ambiente	57

CAPÍTULO 4

Figura 1. Desenho esquemático da mandíbula direita da larva de <i>H. erato phyllis</i> . D1 (tamanho da mandíbula) – distância da base do primeiro e o segundo dentes, e a margem do epicôndilo. D2 (grau de desgaste) – distância da base do hipocôndilo à extremidade da região incisora (SILVEIRA, 2002).....	72
Figura 2. Face interna da mandíbulas direita de <i>Dione juno juno</i> em microscopia eletrônica de varredura.....	73
Figura 3. Dano em folha de <i>P. edulis</i> pelas larvas de primeiro instar de <i>Dione juno juno</i>	74
Figura 4. Dano em folha de <i>Passiflora edulis</i> por larvas de <i>Dione juno juno</i> em microscopia eletrônica de varredura (A) e respectivo detalhe (B).....	75
Figura 5. Desgaste (médias \pm erro padrão) das mandíbulas de larvas de primeiro ínstar de <i>Dione juno juno</i> quando alimentadas de forma isoladas e em grupo.	77
Figura 6. Consumo foliar (médias \pm erro padrão) per capita de larvas de <i>D. juno juno</i> quando alimentadas em grupos de diferentes densidades em <i>P. edulis</i>	78
Figura 7. Frequência de larvas de <i>Dione juno juno</i> que se alimentaram durante 24h, em grupos de uma, cinco e dez larvas.	79

CAPITULO 5

Figura 1. Intervalos adotados para estimar o grau de desfolha em relação a <i>P. edulis</i>	92
Figura 2. Variação mensal (meses = letras minúsculas) do número de imaturos de <i>D. juno juno</i> em <i>P. edulis</i> no período de setembro de 2001 a fevereiro de 2004.....	96
Figura 3. Variação mensal (meses = letras minúsculas) do número de ovos e de larvas nos diferentes ínstars de <i>D. juno juno</i> no período de setembro de 2002 a setembro de 2003.....	97

Figura 4. Variação mensal (meses = letras minúsculas) do índice de desfolha em <i>P. edulis</i> no período de setembro de 2001 a fevereiro de 2004.....	98
Figura 5. Viabilidade dos ovos de <i>D. juno juno</i> em diferentes temperaturas.	100
Figura 6. Sobrevivência de <i>D. juno juno</i> em diferentes temperaturas.	101
Figura 7. Período de incubação e taxas de desenvolvimento embrionário de <i>D. juno juno</i> , em diferentes temperaturas.....	102
Figura 8. Tempo e taxas de desenvolvimento do estágio de larva de <i>D. juno juno</i> , em diferentes temperaturas.....	103
Figura 9. Tempo e taxas de desenvolvimento do estágio de pupa de <i>D. juno juno</i> , em diferentes temperaturas.....	104
Figura 10. Tamanho dos adultos (machos e fêmeas) de <i>D. juno juno</i> em diferentes temperaturas.....	105

LISTA DE TABELAS

página

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Equações de crescimento das cápsulas cefálicas e das mandíbulas dentre os instares larvais de <i>D. juno juno</i> , criados sobre <i>P. edulis</i>	71
--	----

CAPÍTULO 5

Tabela 1. Temperatura base e graus dias requeridas para o desenvolvimento das diferentes fase de <i>D. juno juno</i>	95
--	----

RESUMO

As larvas de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) alimentam-se de plantas da família Passifloraceae e apresentam hábito gregário, características que interferem na sua performance. O significado ecológico deste hábito parece centrar-se na defesa contra predação, na termorregulação e na facilitação alimentar. Neste trabalho, dez espécies de passifloráceas ocorrentes no Rio Grande do Sul foram avaliadas em relação à preferência alimentar e performance larval de *D. juno juno*: *Passifora alata* Dryander, 1781; *P. amethystina* Mikan, 1820; *P. caerulea* Linnaeus, 1753; *P. capsularis* Linnaeus, 1753; *P. edulis* Sims, 1818; *P. elegans* Masters, 1872; *P. misera* Humboldt, Bonpland et Kunth, 1817; *P. suberosa* Linnaeus, 1753; *P. tenuifila* Killip, 1927 e *P. warmingii* Masters, 1872. O efeito da densidade larval na performance foi também testado em *P. edulis*: grupos de uma, duas, quatro, oito, dezesseis, trinta e duas, e sessenta e quatro larvas. A preferência alimentar das larvas foi avaliada com base em testes utilizando-se discos foliares, com e sem chance de escolha. O efeito da densidade larval na performance foi testado em *P. edulis*: grupos de uma, duas, quatro, oito, dezesseis, trinta e duas e sessenta e quatro larvas. Avaliou-se o efeito da agregação larval na termorregulação e/ou na termoconformação, e na facilitação alimentar. Em laboratório (fotofase de 14 horas, $75 \pm 5\%$ UR), estimou-se suas exigências térmicas e, em campo, investigou-se a variação sazonal e o grau de desfolha das plantas. O efeito da agregação larval na termorregulação e na termoconformação foi avaliado criando-se larvas em *P. edulis*. Foram testadas três densidades: grupos de uma, cinco e dez larvas, que foram mantidas em quatro temperaturas (15, 20, 25 e 30°C) em câmaras climatizadas. A temperatura do corpo das larvas agregadas e isoladas foi medida com um termômetro digital em duas situações: expostas ao sol e mantidas na sombra, em diferentes temperaturas do ambiente. O papel da agregação larval na facilitação alimentar

foi investigado com ênfase na caracterização e análise de suas mandíbulas, sua forma de alimentação, bem como seu efeito na taxa de consumo. Comparou-se a área foliar de *P. edulis* consumida **per capita** entre os grupos de uma, três, cinco, sete, nove, dez e onze larvas. Investigou-se o desgaste das mandíbulas, bem como o tipo de dano causado às folhas. Comparou-se, também, o número de larvas que se alimentaram em grupos de uma, cinco e dez larvas. Em campo, foram realizados levantamentos quinzenais, anotando-se o número de imaturos e o grau de desfolha da planta hospedeira, durante trinta meses. Em relação às plantas hospedeiras, concluiu-se que nem sempre a que lhe confere melhor performance é a escolhida pelas larvas. Ocorreu grande mortalidade no primeiro ínstar em todas as plantas testadas. A sobrevivência aumentou consideravelmente, a partir de oito larvas por grupo. As larvas deste inseto têm capacidade de efetuar tanto termorregulação quanto termoconformação. Não foi observado desgaste das mandíbulas, ao longo da ontogênese. Observou-se um maior número de larvas em atividade de alimentação e um maior consumo **per capita** quando criadas em grupo. Os resultados demonstraram que o forrageio em grupos acentua a eficiência alimentar das larvas. A viabilidade dos ovos e a sobrevivência larva-pupa foram maiores a 20 e 25°C. O período de incubação e o tempo de desenvolvimento larval e pupal decresceram com o aumento de temperatura, quando as larvas foram criadas em grupos de dez. As temperaturas bases estimadas foram de 5,3°C para a fase ovo, 8,4 °C para larva e 9°C para a pupa. As constantes térmicas foram de 126,6 graus dias para a fase ovo, 312,5 graus dias para larva e 141 graus dias para pupa. *D. juno juno* esteve presente em baixos níveis populacionais em quase todos os meses do ano com picos em novembro/dezembro de 2001/2 e janeiro de 2003. O índice de desfolha foi baixo em todas as ocasiões, exceto nos meses de maior densidade larval.

PALAVRAS CHAVES: Passifloraceae, hábito gregário, termorregulação, termoconformação, facilitação alimentar, variação sazonal.

ABSTRACT

Larvae of *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) feed on plants in the family Passifloraceae and present a gregarious habit, a characteristic that could interfere in their feeding performance. The ecological significance of this life style may be linked to defense against predation, thermoregulation, and feeding facilitation. In the present study, 10 species of Passifloraceae from Rio Grande do Sul were evaluated in relation to the feeding preference and larval performance of *D. juno juno*: *Passifora alata* Dryander, 1781; *P. amethystina* Mikan, 1820; *P. caerulea* Linnaeus, 1753; *P. capsularis* Linnaeus, 1753; *P. edulis* Sims, 1818; *P. elegans* Masters, 1872; *P. misera* Humboldt, Bonpland et Kunth, 1817; *P. suberosa* Linnaeus, 1753; *P. tenuifila* Killip, 1927 e *P. warmingii* Masters, 1872. The effect of larval density in the feeding performance was also evaluated for *P. edulis*: larvae feeding alone and in groups of two, four, eight, 16, 32, and 64 individuals. Larvae feeding preference was tested by using foliar disks with and without choice. Larval density effect in the species performance was tested for *P. edulis*: larvae feeding alone and in groups of two, four, eight, 16, 32, and 64 individuals. The effect of larval aggregation in the thermoregulation and/or thermoconformation, and feeding facilitation was also evaluated. Thermal requirements of the larvae were estimated in laboratory (14 hours light/day, $75 \pm 5\%$ UR), while seasonal variation and the degree of leaf loss of the host plant were investigated in the field. The effect of larval aggregation on the thermoregulation and thermoconformation was evaluated by rearing larvae on *P. edulis*. Three larval densities were tested: groups of one, five, and 10 individuals that were kept at four different temperatures (15, 20, 25 e 30°C) in acclimatized chambers. Body temperature of isolated and aggregated larvae was measured using a digital thermometer when the individuals were exposed to the sun, and in those kept in the shadow, at different

temperatures. The role of larval aggregation was investigated emphasizing the characterization and analyses of the mandibles, feeding behavior, and effects on the ingestion rates of the larvae. Ingested leaf area of *P. edulis* consumed **per capita** among the groups of one, three, five, seven, nine, 10, and 11 larvae was also evaluated. Surveys were performed in the field twice a month for thirty months, where the number of immature individuals and the degree of leaf loss in the host plant were recorded. It was concluded that the larvae, sometimes, do not choose the host plant that will proportionate the best performance. A high mortality of larvae in the first instar was observed for all tested plants. Larval survivorship was high in groups with eight or more individuals. Larvae of this insect are capable of performing thermoregulation as well as thermoconformation. It was not observed mandible wear during the larval ontogenesis. A higher number of larvae in feeding activity and a higher ingestion **per capita** was recorded for larvae growing in groups. Results demonstrate that group foraging enhance feeding efficiency of larvae. Egg viability and survivorship of larva-pupa were high at temperatures of 20 e 25°C. Incubation period and larval and pupal development decreased with an increase in temperature for groups of 10 individuals. Lower thermal limits for development were: 5,3°C for the eggs, 8,4 °C for the larva, and 9°C for the pupa. Thermal constants were 126,6 degree-days for the eggs, 312,5 degree-days for the larva, and 141 degree-days for the pupa. *D. juno juno* was recorded in low population levels in almost all months of the years, but showed some population peaks in November/December 2001/2, and in January 2003. Index of leaf loss was low during the whole study period, except for the months with high larval density.

KEY WORDS: passion vines, gregarious habit, thermoregulation, thermoconformation, feeding facilitation, seasonal variation.

CAPÍTULO 1

Introdução geral

Considerações gerais

A família Passifloraceae é representada por 600 espécies, distribuídas em 12 gêneros. No Brasil, ocorrem os gêneros *Mitostemma*, *Dilkea*, *Tetrastylis* e *Passiflora*. O gênero *Passiflora* é o mais numeroso da família, com cerca de 400 espécies, distribuídas em 22 subgêneros. Os subgêneros que apresentam maior diversidade de espécies são: *Astrophea*, *Granadilla* e *Plectostemma* (Sacco, 1980).

As interações estabelecidas entre as borboletas da tribo Heliconiini e as plantas da família Passifloraceae têm despertado interesse de muitos pesquisadores. Benson *et al.* (1976) sugeriram a ocorrência de evolução paralela entre Passifloraceae e Heliconiini, na qual os gêneros de heliconíneos considerados ancestrais (por exemplo *Agraulis* e *Dione*) estariam associados aos subgêneros de *Passiflora* também ancestrais (*Astrophea* e *Granadilla*), assim como, as espécies de Heliconiini consideradas derivadas estariam associadas aos subgêneros derivados (ex. *Plectostemma*).

Tanto os heliconíneos como as passifloráceas encontram-se amplamente distribuídos na região Neotropical (Benson *et al.*, 1976). Os heliconíneos, em grande parte, são organismos de alta longevidade, aposemáticos e apresentam características singulares (Benson *et al.*, 1976; Benson, 1978; Brown, 1981). Estes insetos são conhecidos como borboletas do maracujá, pois suas larvas alimentam-se quase que exclusivamente de plantas da família Passifloraceae. As fêmeas selecionam as plantas hospedeiras para oviposição com base em características tanto quantitativas quanto

qualitativas destas (Benson *et al.*, 1976; Benson, 1978; Brown, 1981; Mugrabi-Oliveira & Moreira, 1996a,b).

Durante o processo evolutivo dos dois grupos, a família *Passifloraceae* desenvolveu diversos mecanismos de defesa contra a herbivoria (Gilbert, 1991, 1982; Benson *et al.*, 1976; Brown, 1981; Willians & Gilbert, 1981). Os heliconíneos, no entanto, desenvolveram mecanismos para vencer estas barreiras (Gilbert, 1991, 1982; Benson *et al.*, 1976). As defesas desenvolvidas pelas passifloráceas podem ser de natureza química ou física. Quanto às defesas químicas, produzem glicosídeos cianogênicos que atuam como deterrentes à ação dos herbívoros e outras substâncias tóxicas como saponinas e alcalóides (Spencer, 1988). As defesas físicas podem ser tricomas, dureza, ceras e forma das folhas.

As associações mutualísticas que ocorrem entre as passifloráceas e as formigas também podem resultar em mecanismos de defesa das plantas. Segundo Smiley (1985), as substâncias açucaradas produzidas pelos nectários extraflorais de *Passiflora* são responsáveis pela atração de formigas que predam as larvas de *Heliconius ismenius*. O surgimento de estruturas semelhantes a ovos nas folhas das passifloráceas também podem evitar a oviposição por estes insetos (Williams & Gilbert, 1981).

A especialização na utilização de uma dada espécie de planta hospedeira neste grupo de lepidópteros pode ser também atribuída a fatores genéticos e fisiológicos inerentes às larvas, resultantes de uma competição intra e interespecífica (Benson, 1978).

Generalidades sobre o gênero *Dione*

As borboletas do gênero *Dione* apresentam coloração laranja na face dorsal das asas e pontos reflexivos prata na face ventral. Distribuem-se por toda América Central,

grande parte da América do Sul e Antilhas Menores (Emsley, 1963; DeVries, 1987). Na América Central, existem duas espécies amplamente distribuídas (DeVries, 1987). Brown & Mielke (1972) sugerem que existem duas subespécies de *Dione juno* que ocorrem no Brasil, fora do Amazonas. Uma delas, *Dione juno suffumata* (Hayward 1931) ocorrendo populações em áreas isoladas de Brasília e a outra, *Dione juno juno* (Cramer, 1779), distribuída em diversos Estados, como por exemplo: Bahia, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os adultos destes lepidópteros alimentam-se, geralmente, em flores alaranjadas, vermelhas e amarelas.

A importância de *D. juno juno* é reconhecida, pelo seu hábito gregário e por utilizar, entre as passifloráceas, *Passiflora edulis* como recurso alimentar de suas larvas. Esta espécie é utilizada mundialmente em cultivos comerciais de maracujá (Vanderplank, 1991). Assim, *D. juno juno* é considerada praga desta cultura (Lara *et al.* , 1999).

As borboletas desta espécie colocam os ovos em massa, na face abaxial das folhas maduras, ordenadamente, de modo que é mantida a mesma distância entre eles, numa quantidade que varia de 60 a 140 ovos por postura (Lordello, 1956; Muyschondt *et al.*, 1973; Brown, 1981; Garcias, 1983). O período de incubação varia de seis a sete dias (Toledo, 1991) e não menos que 8 dias em temperaturas médias de 23°C (Lordello, 1956). As larvas ao eclodirem medem de 4,6 a 5,4 mm de comprimento por 0,7 a 1,1 mm de largura e o corpo apresenta coloração amarelada. No estágio de maior desenvolvimento, alcançam de 29 a 35 mm de comprimento por 3 a 5 mm de largura e apresentam coloração marrom-escura, com pequenas manchas amarelas com tons escuros (Toledo, 1991; Tavares *et al.*, 2002). As larvas passam normalmente por cinco instares larvais, porém Toledo (1991) relata que podem ocorrer quatro instares, e Silva (1981) observou a ocorrência de seis instares quando alimentadas com *Passiflora actinea*. Estudos morfológicos referentes aos imaturos de heliconíneos de Trinidad foram

feitos por Beebe *et al.* (1960) e especificamente para *D. juno juno*, foram efetuados mais recentemente por Tavares *et al.*(2002), em Porto Alegre, RS.

As espécies de passifloráceas utilizadas por este heliconíneo são diversas. Em Trinidad, Alexander (1961) cita *Passiflora laurifolia* e *Passiflora serrato-digitata* como hospedeiras de *D. juno*, mas suas larvas aceitam uma terceira espécie, *Passiflora auriculata*, em laboratório. Brown & Mielke (1972) citam a ocorrência de larvas fortemente agregadas em *Passiflora alata* e *Passiflora speciosa* no estado do Espírito Santo e *Passiflora caerulea* nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O uso de *P. caerulea*, por este heliconíneo, também é citado por Benson *et al.* (1976) no extremo sul do Brasil. Garcias (1983) encontrou, no Rio Grande do Sul, *D. juno* nas espécies: *P. edulis*, *Passiflora capsularis*, *Passiflora tenuifila* e *Passiflora misera*. Estudos de flutuação populacional de *D. juno juno* em maracujazeiros, feitos por Boiça Jr. *et al.* (1999a) no estado de São Paulo, indicaram que *Passiflora cincinnata*, *P. edulis*, *P. caerulea* e os híbridos (*P. edulis x P.alata* e *P. edulis x Passiflora giberti*) foram os mais infestados. Também se observou a utilização de *Passiflora elegans* como hospedeira de *D. juno juno*, nos arredores de Porto Alegre (Moreira, informações pessoais). *P. edulis* é a espécie preferida por este inseto no estado de São Paulo (Lara, *et al.*, 1999).

Segundo Garcias (1983), *D. juno juno* é, entre os heliconíneos do RS, um dos que utiliza maior diversidade de passifloráceas para oviposição, embora apresente grande preferência por *P. edulis*, a qual pertence ao subgênero *Granadilla*. Isto pode ser reforçado com a afirmação de que o grupo de insetos associados ao subgênero *Plectostemma* tende a ser mais especializado que o grupo dos insetos associados ao subgênero *Granadilla* (Spencer, 1988). Este último subgênero contém representantes tipicamente robustos, de crescimento rápido com flores bem desenvolvidas e brácteas bem diferenciadas (Sacco, 1980). A escolha de passifloráceas robustas, por parte de *D.*

juno juno, deve-se, provavelmente, à quantidade de larvas que precisam utilizar este recurso, uma vez que a fêmea coloca os ovos de forma aglomerada e suas larvas apresentam hábito gregário. Ao contrário, as fêmeas dos heliconíneos que colocam os ovos individuais, têm preferência por passifloráceas pequenas localizadas rente ao chão, sendo que estas, provavelmente não teriam recursos suficientes para alimentar mais do que uma larva (Mugrabi-Oliveira & Moreira, 1996a), sendo por isso, plantas não preferidas pelos heliconíneos que fazem posturas em massa (Stamp, 1980).

Diferenças no desenvolvimento de heliconíneos podem ser devido ao tipo de planta hospedeira utilizada. Por exemplo, *Heliconius erato phyllis* (Fabricius, 1775) utiliza pelo menos oito espécies de passifloráceas no RS, as quais conferem às larvas diferentes taxas de desenvolvimento (Menna-Barreto & Araújo, 1985; Périco, 1995). Dentre essas, Rodrigues & Moreira (2002, 2004) demonstraram que fêmeas provenientes de larvas alimentadas com *P. misera* apresentam maior tamanho e maior fecundidade em relação àquelas criadas em *Passiflora suberosa*, utilizando em campo predominantemente a primeira, conforme a abundância correspondente. Em adição, foi constatado que esse heliconíneo tem preferência inata por *P. misera*, como alimento para as larvas como substrato para oviposição (Kerpel & Moreira, no prelo). Estudos intensivos, com este enfoque, considerados básicos do ponto de vista da interação inseto-plantas, são inexistentes para a maioria das demais espécies de heliconíneos que ocorrem no sul do Brasil.

Com relação a *D. juno juno*, a sobrevivência, o tempo e a taxa de desenvolvimento e o tamanho do imago podem ser influenciados pela planta hospedeira e pela densidade larval. A análise destes parâmetros é fundamental, pois, a sobrevivência indica o quanto o inseto está relacionado aos fatores em estudo. O tempo de desenvolvimento é importante por dois aspectos. Em primeiro lugar, quanto mais cedo a

larva completa seu desenvolvimento, mais cedo poderá reproduzir-se (Lopes, 1991). Em segundo lugar, a interação com o terceiro nível trófico (Price *et al.*, 1980), faz com que a maior velocidade de desenvolvimento significa menor chance de ser localizado por predadores e parasitóides, em consequência do menor tempo de exposição a eles. A taxa de crescimento das larvas pode ser vista como um índice da adequabilidade nutricional da planta para a larva. O peso ou tamanho do imago tem sido correlacionado à fecundidade do mesmo (Lopes, 1991; Parra, 1991; Rodrigues & Moreira, 1999, 2002).

Hábito gregário

A oviposição em massa por borboletas e mariposas de várias espécies e o estilo de vida agregado de suas larvas tem tido particular atenção entre os lepidopterologistas. Isto se deve, provavelmente, à quantidade de espécies que apresentam tal hábito. Cerca de 23 famílias de Lepidoptera (5 a 10% das espécies) colocam os ovos aglomerados (Stamp, 1980; Sillén-Tullberg, 1988). Este hábito geralmente leva à agregação das larvas, pelo menos nos primeiros ínstaes (Stamp, 1980; Chew & Robbins, 1984). Entre os heliconíneos que formam o anel mimético laranja, *Dione moneta*, *Eueides aliphera* e *D. juno juno*, fazem posturas em massa, porém apenas em *D. juno juno* as larvas se mantêm agregadas (Garcias, 1983).

Stamp (1980), Chew & Robbins (1984), Jones (1991) e Fitzgerald (1993) relatam diferentes agentes seletivos de evolução do comportamento de larvas de insetos. Por muito tempo foi reconhecido que existe uma correlação entre agregação e coloração aposemática dos insetos (ovos, larvas e adultos) (Stamp, 1980). Muitas hipóteses que procuram explicar a manutenção de ovos aglomerados e larvas gregárias em lepidópteros são discutidas. Entre elas, destacam-se: proteção aos inimigos naturais através do aposematismo, tal seja, simplesmente pela coloração de advertência ou pela presença de

substâncias tóxicas aos predadores (Stamp, 1980; Chew & Robbins, 1984; Stamp & Bowers, 1988; Sillén-Tullberg, 1988; Vulinec, 1990); prevenção à dissecação dos ovos e acentuada eficiência na alimentação da larva, devido principalmente à capacidade de termorregulação (Stamp, 1980; Casey, 1993), resposta à distribuição espacial da planta hospedeira (Benson *et al.*, 1976; Stamp, 1980) e facilitação alimentar devido à sobrepujança das barreiras físicas das folhas (Clark & Faeth, 1997).

Viver em agregação não é peculiaridade dos insetos, pois existem outras formas associativas, como cardumes de peixes, manadas de elefantes, bandos de pássaros, colônias de corais, entre outros agrupamentos (Krebs & Davies, 1997). Em insetos, encontram-se diferentes graus de comportamento social: subsocial, comunal, quasisocial, semisocial e eusocial (Wilson, 1971). As larvas dos lepidópteros que apresentam hábito agregado são classificadas no grau comunal, pois são imaturos, membros da mesma geração e sem cuidados parentais (Wilson, 1971; Crespi & Yanega, 1995; Costa, 1997).

Para as larvas agregadas a grande chance de serem detectadas pelos predadores é compensada pelas defesas anti-predação que incluem: aspecto desagradável, glândulas com aromas repelentes, longos pêlos e espinhos (freqüentemente dotados de substâncias químicas irritantes), tendas de seda, refúgio nas folhas, movimentos coordenados e regurgito das toxinas da planta hospedeira (Hunter, 2000).

A coloração marrom escura com manchas alaranjadas e a presença de escolos (Tavares *et al.*, 2002) aliados ao hábito de elevar a cabeça e o tórax, mantendo-se sobre os larvópodos (Lordello, 1956) e a presença de compostos químicos repelentes ao ataque de duas espécies de formigas predadoras (Osborn & Jaffe, 1998), indicam possíveis benefícios no desempenho de *D. juno juno*, pelo seu hábito gregário, como já demonstrado por Boiça Jr *et al.* (1999b).

O presente trabalho teve por objetivos gerais: 1) investigar a preferência alimentar, o efeito da planta hospedeira e da densidade larval no desenvolvimento de *D. juno juno*; 2) verificar possíveis influências do hábito gregário na termorregulação/termoconformação e na facilitação alimentar; 3) estimar os graus dias exigidos para seu desenvolvimento e a temperatura base e 4) investigar a presença de imaturos em num pomar comercial de maracujá e acompanhar a variação sazonal e o índice de desfolha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, A. J. 1961. A study of the biology and behavior of caterpillars, pupae and emerging butterflies of the subfamily Heliconiinae in Trinidad, West Indies. Part I. Some aspects of larval behavior. **Zoologica** **46**: 1-24.
- BEEBE, W., J. ; CRANE & H. FLEMING. 1960. A comparison of eggs, larvae and pupae in fourteen species of heliconiinae butterflies from Trinidad, W. I. **Zoologica** **45**: 111-145.
- BENSON, W. W. 1978. Resource partitioning in passion vine butterflies. **Evolution** **32**: 493- 518.
- BENSON, W. W. ; K. S. BROWN JR & L. E. GILBERT. 1976. Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies. **Evolution** **29**: 659-680.
- BOIÇA Jr., A. L.; F. M. LARA & J. C. OLIVEIRA. 1999a. Flutuação populacional de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) em maracujazeiros (*Passiflora* spp.), método de amostragem e resistência de genótipos. **Scientia Agricola** **56**: 437-441.
- BOIÇA Jr., A. L.; F. M. LARA & J. C. OLIVEIRA 1999b. Efeito de genótipos de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) e da densidade larval na biologia de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** **28**: 41-47.
- BROWN Jr., K. S. 1981. The biology of Heliconius and related genera. **Annual Review of Entomology** **26**: 427- 456.
- BROWN Jr., K. S. & O. H. H. MIELKE. 1972. The Heliconians of Brazil (Lepidoptera: Nymphalidae). Part II. Introduction and general comments, with a supplementary revision of the tribe. **Zoologica** **57**:1- 40.

- CHEW, F.S. & R. K. ROBBINS. 1984. Egg-laying in butterflies, p. 73-76. In: R. I. Vane-Wright & P. R. Ackery (eds.). **The biology of butterflies**. New Jersey, Princeton University Press.
- CASEY, T. M. 1993. Effects of temperature on foraging of caterpillars, p. 5-28. In: N. E. Stamp & T. M. Casey. (eds.). **Caterpillars: ecological and evolutionary constraints on foraging**. New York, Chaman & Hall.
- CLARK, B. R. & FAETH, S. H. 1997. The consequences of larval aggregation in the butterfly *Chosyne lacinia*. **Ecological Entomology** **22**: 408-416.
- COSTA, J. T. 1997. Caterpillars as social insects. **American Scientist** **85**:150-159.
- CRESPI, B. J. & D. YANEGA. 1995. The definition of eusociality. **Behavioral Ecology** **6**: 109-115.
- DeVRIES, P. J. 1987. **The butterflies of Costa Rica and their natural history: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae**. Princeton, Princeton University, 327p
- EMSLEY, M.G.1963. A morphological study of imagine Heliconiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) with a consideration of the evolutionary relationships within the group. **Zoologica** **48**: 85-130.
- FITZGERALD, T. D. 1993. Sociality in caterpillars, p.373-403. In: N. E. Stamp & T. M. Casey. (eds.). **Caterpillars: ecological and evolutionary constraints on foraging**. New York, Chapman & Hall.
- GARCIAS, G. L. 1983. **Aspectos da biologia populacional de cinco espécies de Heliconiíneos do anel mimético laranja (Lepidoptera: Nymphalidae)**. Dissertação (Mestrado em Genética), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 88p.
- GILBERT, L. E. 1982. The coevolution of a butterfly and a vine. **Scientific American** **247**: 102- 107.

- GILBERT, L. E. 1991. Biodiversity of a Central American Heliconius community: pattern, process and problems, p. 403-427. In: P. W. Price ; G. W. Fernandes & W. W. Benson. (eds.). **Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**. New York, John Wiley & Sons.
- HUNTER, A. F. 2000. Gregariousness and repellent defences in the survival of phytophagous insects. **Oikos** **91**: 213-224.
- JONES, R. E. 1991. Host location and oviposition on plants, p.139-171. In: W. J. Bailey & J. Heidsdill-Smith (ed.). **Reproductive behavior of insects: individuals and populations**. New York, Chaman & Hall.
- KERPEL, S. M. & G. R. P. MOREIRA. Absence of learning and local specialization on host plant selection by *Heliconius erato*. **Journal of Insect Behavior** (no prelo).
- KREBS, J. R. & DAVIES, N. B. 1997. **Behavioural ecology: an evolutionary approach**. 4. ed. Oxford, Blackwell Scientific, 456p.
- LARA, F. M.; A. L. BOIÇA Jr. & J. C. BARBOSA. 1999. Preferência alimentar de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) por genótipos de maracujazeiro e avaliação do uso de extratos aquosos. **Scientia Agricola** **56**: 665-671.
- LOPES, F. S. 1991. **Padrões sazonais e evolução no uso de plantas hospedeiras por *Heliconius erato phyllis* (L.) (Lepidoptera: Nymphalidae) na Serra do Japi, São Paulo**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 119p.
- LORDELLO, L. G. E. 1956. Insetos que vivem sobre o maracujazeiro. III – Notas acerca de *Dione juno* (Cramer) (Lep., Nymphalidae) e relação de alguns outros insetos habitualmente coligidos de *Passiflora* spp. **Revista de Agricultura** **29**: 23-29.

- MENNA- BARRETO, Y. & A. M. ARAÚJO. 1985. Evidence for host plant preferences in *Heliconius erato phyllis* from southern Brazil (Nymphalidae). **Journal of Research on the Lepidoptera** **24**: 41-46.
- MUGRABI-OLIVEIRA, E. & G. R. P. MOREIRA. 1996a. Conspecific mimics and low host plant availability reduce egg laying by *Heliconius erato phyllis* (Fabricius) (Lepidoptera: Nymphalidae). **Revista Brasileira de Zoologia** **13**: 929-937.
- MUGRABI-OLIVEIRA, E. & G. R. P. MOREIRA. 1996b. Size of and damage on shoots of *Passiflora suberosa* (Passifloraceae) influence oviposition site selection of *Heliconius erato phyllis* (Fabricius) (Lepidoptera: Nymphalidae). **Revista Brasileira de Zoologia** **13**: 939-953.
- MUYSHONDT, A ; A . M . YOUNG & A. MUYSHONDT Jr. 1973. The biology of the butterfly *Dione juno huascama* (Nymphalidae: Heliconiinae) in El Salvador. **Journal of the New York Entomological Society** **81**: 137-151.
- OSBORN, F. & K. JAFFE. 1998. Chemical ecology of the defense of two nymphalid butterfly larvae against ants. **Journal Chemical Ecology** **24**: 1173-1186.
- PARRA, J. R. P. 1991. Consumo e utilização de alimento por insetos, p.9-65. In: A. R. Panizzi & J. R. P. Parra (eds). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, Manole.
- PÉRICO, E. 1995. Interação entre quatro espécies de Heliconiini (Lepidoptera: Nymphalidae) e suas plantas hospedeiras (Passifloraceae) em uma floresta secundária do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências** **3**: 3-18.
- PRICE, P. W.; C. E. BOUTON; B. GROSS; B. A. McPHERON; J. N. THOMPSON & A . E. WEIS. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. **Annual Review of Ecology and Systematics** **11**: 41-65.

- RODRIGUES, D. & G. R. P. MOREIRA. 1999. Feeding preference of *Heliconius erato* (Lep: Nymphalidae) in relation to leaf age and consequences for larval performance. **Journal of the Lepidopterists' Society** **53**: 108-113.
- RODRIGUES, D. & G. R. P. MOREIRA. 2002. Geographical variation in larval host-plant use by *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae) and consequences for adult life history. **Brazilian Journal of Biology** **62**: 321-332.
- RODRIGUES, D. & G. R. P. MOREIRA. 2004. Seasonal variation in larval host-plants and consequences for *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae) adult body size. **Austral Ecology** **29**: 437-445.
- SACCO, J. C. 1980. Passifloráceas, p.1-132. In: R. Reitz (ed.) **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues.
- SILVA, C.C.A. 1981. Biologia da *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae), p.126-127. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 7. **Resumos**. Fortaleza, Sociedade Entomológica do Brasil.
- SILLÉN-TULLBERG, B. 1988. Evolution of gregariousness in aposematic butterfly larvae: a phylogenetic analysis. **Evolution** **42**: 293-305.
- SMILEY, J. T. 1985. Are chemical barriers necessary for evolution of butterfly-plant associations? **Oecologia** **65**: 580-583.
- SPENCER, K. C. 1988. Chemical mediation of coevolution in the *Passiflora-Heliconius* interaction, p. 167-248. In: K. C. Spencer. (ed.). **Chemical mediation of coevolution**. San Diego, Academic Press.
- STAMP, N. E. 1980. Egg deposition patterns in butterflies: why do some species cluster their eggs rather than deposit them singly? **The American Naturalist** **115**: 367-380.

- STAMP, N. E. & M. D. BOWERS. 1988. Direct and indirect effects of predatory wasps (*Polistes sp.*: Vespidae) on gregarious caterpillars (*Hemileuca lucina*: Saturniidae). **Oecologia 75**: 619-624.
- TAVARES, M.; L. A. KAMINSKI & G. R. P. MOREIRA. 2002. Morfologia externa dos estágios imaturos de heliconíneos neotropicais. II. *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae, Heliconiinae). **Revista Brasileira de Zoologia 19**: 961-976.
- TOLEDO, Z. D. A. de. 1991. Fauna del noroeste argentino. Contribucion al conocimiento de los Lepidopteros argentinos. IX. *Dione juno* (Cramer)(Lepidoptera, Rhopalocera, Heliconiidae). **Acta Zoologica Lilloana 40**: 109-117.
- VANDERPLANK, J. 1991. **Passion flowers and passion fruit**. Cambridge, MIT, 176p.
- VULINEC, K. 1990. Collective security: aggregation by insects as a defense, p. 251-288. In: D. L. Evans & J. O. Schmidt (eds.). **Insect defenses: adaptive mechanisms and strategies of prey and predators**. New York, State University of New York Press.
- WILLIAMS, K. S. & L. E. GILBERT. 1981. Insects as selective agents on plant vegetative morphology: egg mimicry reduces egg laying by butterflies. **Science 212**:467-469.
- WILSON, E. O. 1971. **The insect societies**. Cambridge, Harvard University Press, 548p.

CAPÍTULO 2

Preferência alimentar, efeito da planta hospedeira e da densidade larval na sobrevivência e desenvolvimento de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae)¹

Vidica Bianchi² Gilson R. P. Moreira³

²PPG Ecologia, Instituto de Biociências, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500; 91501-970, Porto Alegre RS, Brasil. E-mail vidicab@zipmail.com.br.

³Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500; 91501-970, Porto Alegre RS, Brasil. E-mail: gilson.moreira@ufrgs.br

¹ Bianchi, V. & G.R.P. Moreira. 2005. Revista Brasileira de Zoologia. 22 (1): 43-50.

ABSTRACT. Feeding preference, host-plant and larval density effects on survivorship and growth rates of *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae). Ten passion vine species from Rio Grande do Sul were evaluated regarding larval feeding preference and performance of *Dione juno juno* (Cramer,1779): *Passifora alata* Dryander, 1781; *P. amethystina* Mikan, 1820; *P. caerulea* Linnaeus, 1753; *P. capsularis* Linnaeus, 1753; *P. edulis* Sims, 1818; *P. elegans* Masters, 1872; *P. misera* Humbold, Bonpland et Kunth, 1817; *P. suberosa* Linnaeus, 1753; *P. tenuifila* Killip, 1927 and *P. warmingii* Masters, 1872. Larval density effect on performance was also tested on *P. edulis*, by using seven larval group sizes: one, two, eight, sixteen, thirty-two and sixty-four larvae. Larval feeding preferences were evaluated through leaf disk, single and multiple choice tests. Larvae achieved the greatest survivorship on *P. misera*, *P. tenuifila* and *P. edulis*. None survived on *P. alata*, *P. capsularis*, *P. amethystina*, *P. suberosa*, and *P. warmingii*. Larvae chose *P. edulis* on multiple choice tests. They ingested similar amounts of *P. tenuifila*, *P. misera* and *P. caerulea* on single choice tests. Larval growth rates were greater, and adults were larger when reared on *P. misera* compared to *P. edulis*. Survivorship was significantly reduced on group sizes of one, two and four larvae, and thus may account for the larval aggregation behavior on this species. We concluded that a few passion vine species other than *P. edulis* can act as potential host-plants for *D. juno juno* in Rio Grande do Sul State. From an ecological perspective, however, most of these alternative host-plant species present limitations regarding either suitability, plant size or abundance.

KEY-WORDS. heliconian butterflies, passion vines, insect herbivory, host-plant selection.

RESUMO. Dez espécies de passifloráceas ocorrentes no Rio Grande do Sul foram avaliadas em relação à preferência alimentar e performance larval de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera, Nymphalidae): *Passifora alata* Dryander, 1781; *P. amethystina* Mikan, 1820; *P. caerulea* Linnaeus, 1753; *P. capsularis* Linnaeus, 1753; *P. edulis* Sims, 1818; *P. elegans* Masters, 1872; *P. misera* Humboldt, Bonpland et Kunth, 1817; *P. suberosa* Linnaeus, 1753; *P. tenuifila* Killip, 1927 e *P. warmingii* Masters, 1872. O efeito da densidade larval na performance foi também testado em *P. edulis*: grupos de uma, duas, quatro, oito, dezesseis, trinta e duas, e sessenta e quatro larvas. A preferência das larvas foi avaliada com base em teste utilizando-se discos foliares, com e sem chance de escolha. As larvas tiveram maior sobrevivência em *P. misera*, *P. tenuifila* e *P. edulis*. Nenhuma sobreviveu em *P. alata*, *P. capsularis*, *P. amethystina*, *P. suberosa* e *P. warmingii*. As larvas escolheram *P. edulis* nos testes com chance de escolha. Ingeriram quantidades semelhantes de *P. tenuifila*, *P. misera* e *P. caerulea* nos testes sem chance de escolha. A taxa de crescimento larval e o tamanho dos adultos foi maior quando criadas em *P. misera*, quando comparado com *P. edulis*. A sobrevivência foi significativamente reduzida nos grupos com uma, duas e quatro larvas, o que pode explicar em parte o comportamento gregário desta espécie. Concluiu-se que poucas espécies de passifloráceas além de *P. edulis* podem constituir-se em hospedeiras potenciais de *D. juno juno* no estado do Rio Grande do Sul. Numa perspectiva ecológica, no entanto, muitas destas hospedeiras alternativas apresentam limitações a respeito de sua adequabilidade, tamanho ou abundância da planta.

PALAVRAS CHAVES – heliconíneos, passifloráceas, herbivoria, seleção de plantas hospedeiras.

A busca de alimento pode levar ao uso de diferentes recursos nutricionais, e estes por sua vez, podem conferir-lhes variações no valor adaptativo, dependendo de seu efeito sobre os componentes da história de vida dos animais. Assim, o desempenho de um dado animal depende da dieta, tanto em quantidade quanto em qualidade. Uma estratégia de forrageamento adequada é aquela que maximiza os ganhos nutricionais provenientes da alimentação e minimiza os riscos de mortalidade. Dessa forma, principalmente no caso dos insetos holometábolos, os quais maximizam o desenvolvimento somático nos estágios imaturos, larvas alimentadas adequadamente podem originar adultos com maior capacidade de movimentação, competição, defesa e reprodução (SLANSKY, 1993).

Os heliconíneos (Lepidoptera, Nymphalidae) utilizam plantas da família Passifloraceae para oviposição e alimentação de suas larvas. Estes dois grupos de organismos encontram-se amplamente distribuídos na região Neotropical (BENSON *et al.*, 1976). O desempenho dos heliconíneos pode estar relacionado ao tipo de planta hospedeira utilizada. Por exemplo, *Heliconius erato phyllis* (Fabricius, 1775) utiliza pelo menos oito espécies de passifloráceas no Rio Grande do Sul, as quais conferem às larvas diferentes taxas de desenvolvimento (MENNA-BARRETO & ARAÚJO, 1985; PÉRICO, 1995). Dentre essas, RODRIGUES & MOREIRA (2002, 2004) demonstraram que as fêmeas de *H. erato phyllis* provenientes de larvas alimentadas com *Passiflora misera* apresentam maior tamanho e maior fecundidade em relação às criadas em *Passiflora suberosa*, utilizando em campo predominantemente a primeira, conforme a abundância correspondente. Em adição, foi constatado para esse heliconíneo uma preferência inata por *P. misera*, quer como alimento para as larvas, como substrato para oviposição quando adulto (KERPEL & MOREIRA, no prelo). Estudos intensivos, com este enfoque, considerados básicos do ponto de vista da interação inseto-planta, são inexistentes para a maioria das demais espécies de heliconíneos que ocorrem no sul do Brasil.

No Estado do Rio Grande do Sul (RS) ocorrem 14 espécies de passifloráceas (SACCO, 1980). Entre elas são registradas como hospedeiras de *Dione juno juno* (Cramer): *Passiflora actinia*

Hooker, 1943 (DELL' ERBA *et al.*, no prelo), *P. caerulea* (BIEZANKO, 1949; BROWN & MIELKE, 1972), *P. capsularis*, *P. edulis*, *P. misera* e *P. tenuifila* (G. L. GARCIAS, dados inéditos) e além dessas, também *P. elegans*, conforme observações adicionais. *P. edulis*, em particular, é utilizada mundialmente em plantios comerciais de maracujá (VANDERPLANK, 1991). Por usar com frequência esta espécie e causar-lhe severas desfolhas, *D. juno juno* é considerada praga dos pomares comerciais de maracujá (LARA *et al.*, 1999).

O papel das diferentes espécies de passifloráceas que ocorrem no RS frente ao desempenho e preferência de *D. juno juno* é desconhecido, exceto em relação a estudos correspondentes realizados em outros locais com respeito a *P. alata*, *P. edulis* e *P. actinia* (BOIÇA JR *et al.*, 1999). Tais informações são importantes não somente do ponto de vista da ecologia evolutiva dessa espécie, mas também em relação às estratégias de manejo em pomares comerciais no Sul do Brasil, no que tange ao uso de plantas hospedeiras alternativas.

D. juno coloca os ovos em massa (60 a 140 ovos), na face abaxial das folhas, e as larvas apresentam comportamento gregário (LORDELLO, 1956; MUYSHONDT *et al.* 1973; BROWN, 1981; G. L. GARCIAS, dados inéditos). Assim, além da espécie de planta hospedeira, a agregação larval também pode afetar seu desempenho, como por exemplo, limitando a disponibilidade de alimento em plantas de pequeno porte. Tal comportamento pode proporcionar vantagens, incluindo um forrageio mais eficiente, maior capacidade de defesa contra inimigos naturais e termorregulação (FITZGERALD, 1993; CLARK & FAETH, 1997; DENNO & BENREY, 1997; BRYANT *et al.*, 2000), o que ainda necessita ser explorado em relação a *D. juno juno*.

O presente trabalho objetiva estabelecer bases para estudos quanto à ecologia da interação de *D. juno juno* com as espécies de passifloráceas hospedeiras e o papel correspondente ao comportamento gregário das larvas, bem como fornecer subsídios para o manejo da espécie em pomares comerciais. Especificamente, investiga-se o efeito da planta hospedeira e da densidade larval na taxa de desenvolvimento e sobrevivência das larvas, bem como no tamanho dos adultos.

Avalia-se também a preferência alimentar das larvas em relação às cinco espécies de maracujás ocorrentes no RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar o efeito da planta hospedeira no desenvolvimento, foram coletados ovos em *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg., cultivados na região de Porto Alegre e Eldorado do Sul, RS. Estes foram acondicionados em placas de Petri, forradas com papel filtro umedecido, que foram mantidas em câmara climatizada (fotofase de 14 horas, $75 \pm 5\%$ UR e $25 \pm 1^\circ$ C) até a eclosão. Tanto os ovos quanto os ramos de *P. edulis* utilizados nos experimentos foram tratados com solução aquosa de hipoclorito de sódio (1%), para evitar contaminações por patógenos, observados nas populações de *D. juno juno* no Brasil (ANDRADE & HABIB, 1984).

Após a eclosão, as larvas, em grupos de três, foram transferidas para ramos das diferentes espécies de passifloráceas (20 ramos por espécies): *P. alata*, *P. amethystina*, *P. caerulea*, *P. capsularis*, *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. elegans*, *P. misera*, *P. suberosa*, *P. tenuifila* e *P. warmingii*. Os ramos foram coletados nos arredores de Porto Alegre e acondicionados em garrafas plásticas de água mineral (500 ml), providas de armação de arame e bambu e cobertura de filó (MUGRABI-OLIVEIRA & MOREIRA, 1996), e mantidas na câmara climatizada.

Larvas foram observadas diariamente para a reposição do alimento, quantificação da sobrevivência, da duração dos cinco ínstaes larvais e da duração do estágio pupal. Para identificar as ecdises, foi utilizado tinta atóxica de cores diferentes (Acrilex[®]), na região dorso-posterior do penúltimo segmento abdominal (TAVARES *et al.*, 2002). Para medir o tamanho da asa anterior dos adultos foi utilizado um paquímetro (RODRIGUES & MOREIRA, 2002).

Para avaliar a preferência alimentar frente as espécies que permitiram sobrevivência, foram realizados testes com e sem possibilidade de escolha (LEWIS & VAN EMDEN, 1986), utilizando-se larvas adicionais, criadas em *P. edulis*. Estas foram submetidas aos testes no primeiro

e no quinto ínstar (20 repetições cada caso). Nos testes com chance de escolha, foram oferecidos discos foliares de *P. caerulea*, *P. edulis*, *P. elegans*, *P. misera* e *P. tenuifila* em conjunto, e naqueles sem chance de escolha, foram oferecidos discos foliares de apenas uma espécie de passiflorácea. Discos foliares foram obtidos através de um vazador (diâmetro = 95mm²) e posicionados de forma equidistante e intercalados, dentro de pote plástico sobre papel filtro umedecido, presos por alfinetes entomológicos (HANSON, 1983). A área oferecida foi próxima ao dobro do consumo médio para cada ínstar durante um período de cinco horas, conforme descrito em RODRIGUES & MOREIRA (1999). Larvas de primeiro ínstar foram testadas em grupos de cinco e, as de quinto, individualmente. No início de cada teste, foram removidas do sistema de criação com o auxílio de um pincel e colocadas no centro do pote. Este foi coberto com um filme transparente de polietileno. Restos dos discos foliares foram colados em papel e posteriormente determinada a área consumida; medida em mesa com luz refletida, através da sobreposição dos restos dos discos foliares em papel milimetrado (RODRIGUES & MOREIRA, 1999).

Para avaliar o efeito da densidade larval no desenvolvimento, larvas recém-eclodidas foram transferidas para ramos de *P. edulis* e testadas em sete diferentes densidades: grupos de uma (n = 20), duas (n = 20), quatro (n = 20), oito (n = 10), dezesseis (n = 10), trinta e duas (n = 10) e sessenta e quatro larvas (n = 5). O procedimento para a criação das larvas foi o mesmo adotado para avaliar o efeito das plantas hospedeiras.

Os dados referentes a sobrevivência foram organizados em tabelas de contingências e comparados através do Teste Exato de Fisher, seguido pela correção de Bonferroni. A distribuição dos dados de tempo de desenvolvimento, tamanho dos adultos e preferência alimentar foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e quanto à homocedasticidade pelo teste de Bartlett. Os dados referentes ao tempo de desenvolvimento, tamanho dos adultos e a preferência alimentar nos testes sem chance de escolha com larvas de quinto ínstar, foram submetidos à uma Anova (um fator), seguida de testes múltiplos de Tukey. Dados referentes ao

consumo foliar nos testes com chance de escolha, no primeiro e no quinto ínstar, foram transformados $[\log(n + 1)]$ para a análise de variância. Aqueles referentes aos testes de preferência alimentar sem chance de escolha com larvas de primeiro ínstar, não passaram nos testes de normalidade, mesmo após a transformação. Desta forma, foram comparados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, seguidos por testes múltiplos de Dunn. Os testes paramétricos e não-paramétricos seguiram os critérios descritos por ZAR (1999) e CONOVER (1980), respectivamente.

RESULTADOS

Das dez espécies de passifloráceas oferecidas, *D. juno juno* sobreviveu de forma variada em cinco. A maior sobrevivência foi em *P. misera*, *P. Tenuifila*, *P. Edulis* e *P. carulea* (Fig. 1). A sobrevivência foi desprezível em *P. elegans*, não sendo diferente estatisticamente de *P. alata*, *P. amethystina*, *P. capsularis*, *P. suberosa* e *P. warmingi*, sobre as quais nenhuma larva completou o desenvolvimento. Levando-se em conta apenas as espécies de passifloráceas onde a sobrevivência foi mais alta, a menor sobrevivência ocorreu no primeiro ínstar em todos os casos (Fig. 2).

Dentre as espécies onde houve sobrevivência expressiva, o tempo de desenvolvimento foi menor em *P. misera* do que em *P. edulis*, as quais não diferiram de *P. tenuifila* e *P. caerulea*, que não diferiram entre si (Fig. 3).

O tamanho dos adultos foi maior em *P. misera* e *P. edulis*, sendo que nesta última não diferiu de *P. tenuifila*. Os adultos provenientes das larvas alimentadas com *P. caerulea* foram significativamente menores quando comparado com os demais (Fig. 4). Do total de 21 indivíduos que emergiram em *P. tenuifila*, 8 (38,1%) apresentaram asas deformadas, o que não ocorreu nas demais.

Nos testes com chance de escolha, as larvas de primeiro ínstar preferiram *P. edulis* em relação a *P. caerulea* e *P. elegans*, entre as quais não houve diferença significativa (Fig.5). Neste

tipo de teste, as larvas de quinto ínstar preferiram *P. edulis* e *P. caerulea*, quando comparadas com *P. misera* e *P. elegans* (Fig. 6).

Nos testes sem chance de escolha, as larvas de primeiro ínstar consumiram maior área foliar em *P. edulis*, *P. tenuifila* e *P. misera* do que em *P. elegans* (Fig. 7). Em relação ao quinto ínstar, neste teste, utilizaram mais *P. edulis* que *P. elegans* (Fig. 8).

A sobrevivência foi significativamente menor nos tratamentos com uma, duas e quatro larvas, em relação aqueles com oito, dezesseis, trinta e duas, e sessenta e quatro larvas (Fig.9).

Com relação ao tempo de desenvolvimento em diferentes densidades, ocorreu diferença significativa entre os tratamentos com uma e trinta e duas larvas (Fig. 10). Quanto ao tamanho dos adultos, as diferenças correspondentes não foram significativas (Fig. 11).

DISCUSSÃO

Os dados demonstraram claramente que a espécie de planta hospedeira e a densidade larval afetam a sobrevivência da espécie. Diversas das espécies de passifloráceas que ocorrerem no RS inviabilizam o desenvolvimento deste lepidoptero, e as que lhe permitiram desenvolvimento interferem de forma diferenciada no tempo de desenvolvimento e tamanho dos adultos. Foi demonstrado também, que a preferência da larva nem sempre é pela planta que lhe confere melhor desempenho.

De certa forma, a habilidade de *D. juno juno* desenvolver-se com sucesso em quatro espécies de passifloráceas pode indicar inicialmente que ela é mais generalista quando comparada com outros heliconíneos, como por exemplo, aqueles pertencentes ao anel mimético “laranja”, que ocorrem no Parque do Turvo (G. L. GARCIAS, dados não publicados).

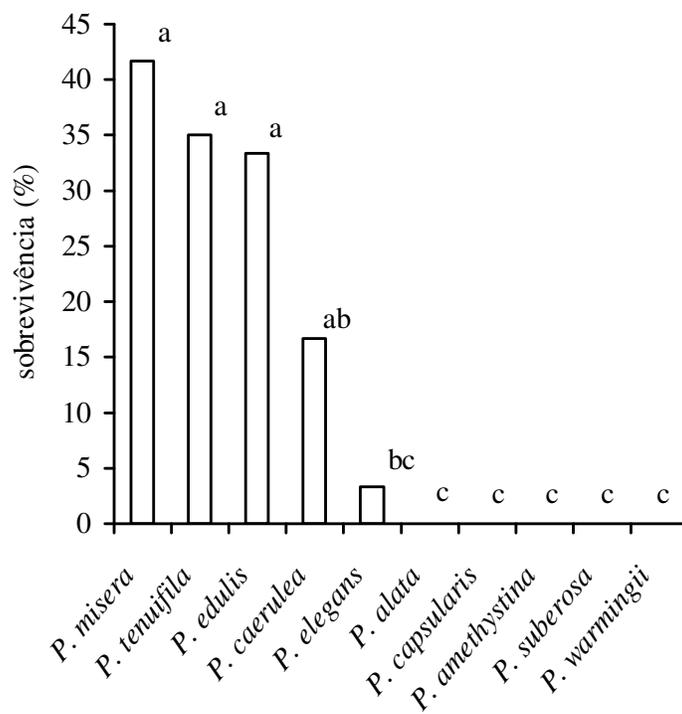


Figura 1. Sobrevivência de *D. juno juno*, em diferentes passifloráceas. Colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (testes exatos de Fisher, com correção de Bonferroni, $\alpha = 0,0033$).

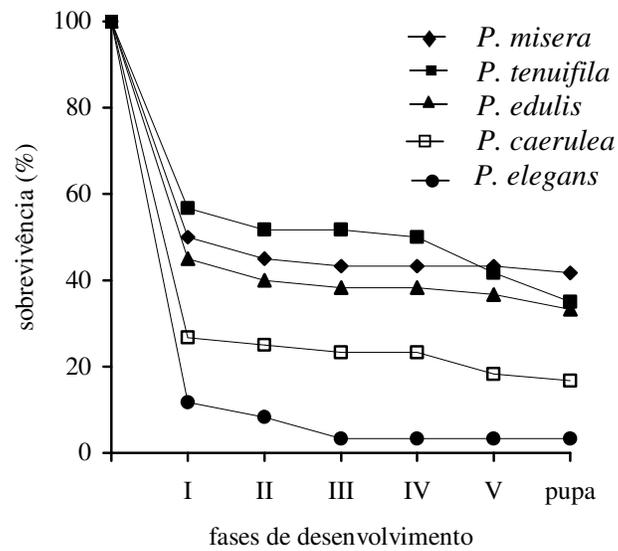


Figura 2. Sobrevivência dos imaturos de *D. juno juno* ao longo das fases de desenvolvimento, quando alimentados com diferentes passifloráceas. Os números romanos representam os ínstares larvais.

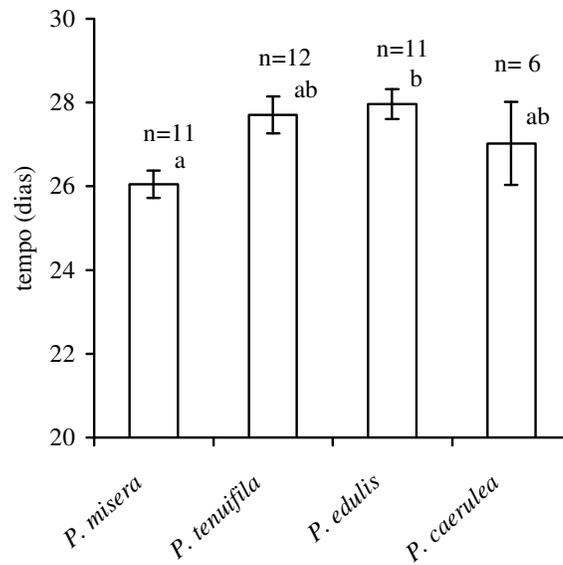


Figura 3. Tempo de desenvolvimento (média \pm erro padrão) dos imaturos de *D. juno juno*, quando criados em diferentes espécies de passifloráceas. Colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente. (Anova, um fator, $F=3,475$, $p=0,0258$; testes múltiplos de Tukey, $\alpha = 0,05$).

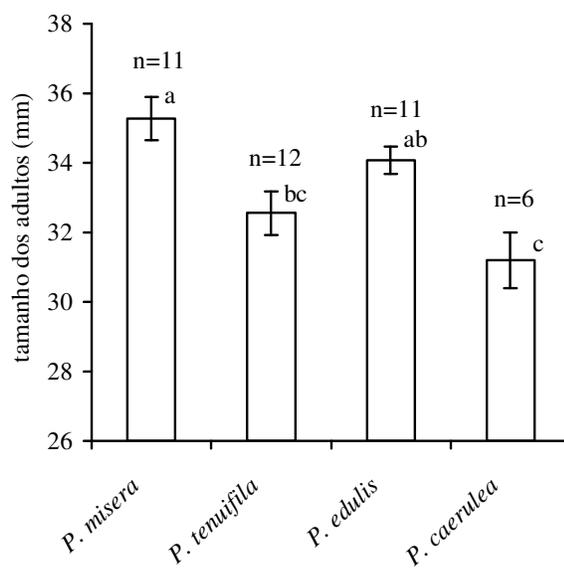


Figura 4. Tamanho dos adultos (média \pm erro padrão) de *D. juno juno*, quando criados em diferentes passifloráceas. Colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (Anova, um fator, $F=7,862$, $p=0,0001$; testes múltiplos de Tukey, $\alpha = 0,05$)

Diversos estudos têm demonstrado, entretanto, que com poucas exceções (por exemplo, *Dione moneta moneta* Hübner, 1825, encontrada exclusivamente sobre *P. warmingii*), o uso ocasional de mais de uma espécie de passiflorácea é a regra para o estágio larval dos heliconíneos no RS (DELL'ERBA *et al.*, no prelo). A utilização de várias espécies de hospedeiras pode lhes permitir maior sucesso de exploração deste grupo de plantas, as quais apresentam, muitas vezes, variação acentuada na distribuição geográfica e fenologia distinta. Isto pode aumentar a gama de plantas para a oviposição em um dado local, garantindo a sobrevivência dos indivíduos principalmente quando da escassez de recursos (CHEW, 1975; RODRIGUES & MOREIRA, 2002, 2004).

O menor tempo para atingir a fase adulta ocorreu em *P. misera*, comparando ao desenvolvimento de larvas de *H. erato phyllis* alimentadas com *P. suberosa*. Assim, deste ponto de vista, podemos inferir que *P. misera* confere maior valor adaptativo, pois o desenvolvimento mais rápido potencialmente reduz o tempo de exposição das larvas aos predadores (CHEW, 1975; PRICE *et al.*, 1980). O maior tamanho dos adultos como ocorreu com larvas alimentadas em *P. misera* e *P. edulis*, também pode ser vantajoso, pois, asas maiores podem ampliar a autonomia de vôo (COURTNEY, 1981) influenciando sua sobrevivência, bem como outras atividades biológicas importantes e, especificamente para as fêmeas, onde o tamanho tem sido correlacionado à fecundidade (COURTNEY, 1981; RODRIGUES & MOREIRA, 2002).

Os estudos realizados por LARA *et al.* (1999) foram os pioneiros no que diz respeito à preferência alimentar de *D. juno juno*, em relação a *P. edulis*, frente a outras passifloráceas do estado de São Paulo. Os resultados destes pesquisadores indicam preferência alimentar deste lepidoptero por *P. edulis* ou híbridos com esta espécie, tanto nos testes com discos foliares como naqueles com uso de extratos aquosos das passifloráceas. No presente trabalho, *D. juno juno* demonstrou certa preferência por *P. edulis*, mas não rejeitou *P. misera*, *P. tenuifila* e *P. caerulea*, no primeiro ínstar. Assim, pode-se supor que este inseto tem poucas restrições quanto à preferência alimentar, podendo usar outras passifloráceas quando *P. edulis* está ausente.

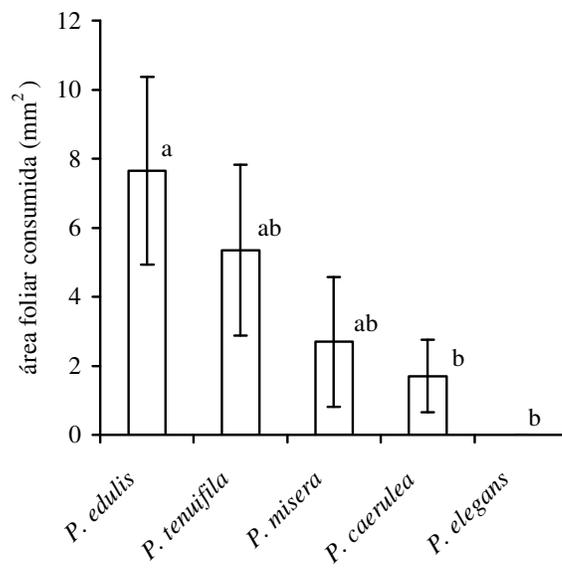


Figura 5. Consumo foliar (média \pm erro padrão) em teste com chance de escolha para larvas de primeiro instar de *D. juno juno*, em relação a diferentes passifloráceas. Colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (Anova, um fator, $F=2,826$, $p=0,023$; testes múltiplos de Tukey, $\alpha=0,05$).

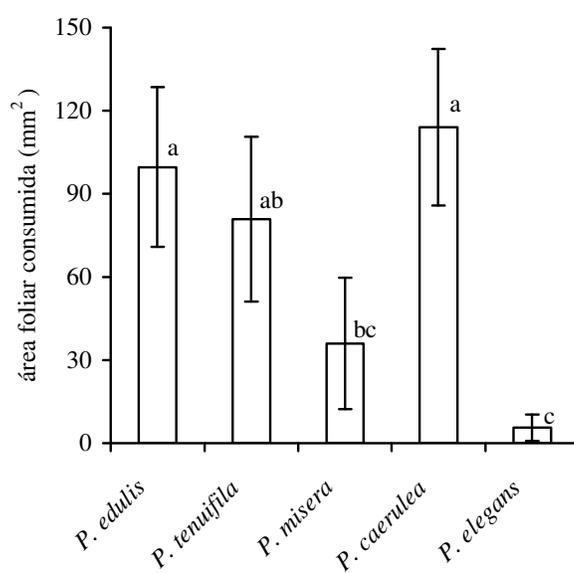


Figura 6. Consumo foliar (média \pm erro padrão) em teste com chance de escolha para larvas de quinto instar de *D. juno juno*, em relação a diferentes espécies de passifloráceas. Colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (Anova, um fator, $F=4,554$, $p=0,0021$; testes múltiplos de Tukey, $\alpha = 0,05$).

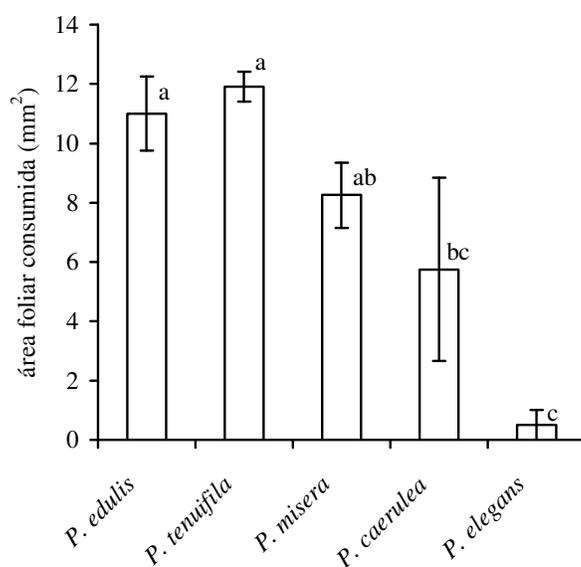


Figura 7. Consumo foliar (média \pm erro padrão) em teste sem chance de escolha para larvas de primeiro instar de *D. juno juno*, em relação a diferentes passifloráceas. Colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (teste de Kruskal-Wallis, $KW=36,323$, $p=0.0001$; testes múltiplos de Dunn, $\alpha = 0,05$).

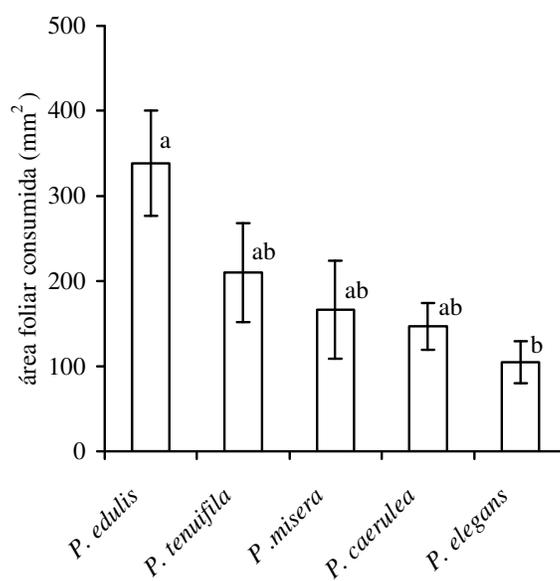


Figura 8. Consumo foliar (média \pm erro padrão) em teste sem chance de escolha para larvas de quinto instar *D. juno juno*, em diferentes passifloráceas. Colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (Anova, um fator, $F=3,368$, $p=0,0127$; testes múltiplos de Tukey, $\alpha = 0,05$).

Os resultados deste trabalho mostram que a sobrevivência dos imaturos de *D. juno juno* foi afetada pela densidade larval. A maior mortalidade ocorreu nos tratamentos com menos de oito larvas e principalmente, nos instares iniciais. Assim, podemos inferir que a agregação nos primeiros instares é crucial para sobrevivência de *D. juno juno*, seja pela manutenção da temperatura (STAMP, 1980; BRYANT *et al.*, 2000) ou pela superação das barreiras físicas da planta (FITZGERALD, 1993; DUSSOURD & DENNO, 1991), pois estes insetos foram criados em ambientes controlados e sem predadores. As diferenças no tempo de desenvolvimento em diferentes densidades não foram relevantes, contrastando com o resultado de BOIÇA JR. *et al.* (1999) que observaram diferenças neste parâmetro em relação à densidade. O tamanho dos adultos não foi afetado pela densidade larval desta espécie, como observado por BOIÇA JR. *et al.* (1999). Podemos supor que o hábito gregário afeta a larva apenas no início do desenvolvimento, mas as razões deste efeito ainda não foram identificadas.

Resultados obtidos neste estudo têm implicações tanto do ponto de vista da ecologia evolutiva quanto para o manejo de *D. juno juno* em pomares comerciais de *P. edulis* no RS. Pode-se inferir que as demais passifloráceas aqui testadas, e que conferiram sobrevivência a este lepidóptero, sejam somente utilizadas de forma ocasional como hospedeira, na ausência ou baixa disponibilidade de plantas de *P. edulis*.

Ou seja, embora a alimentação a base de *P. misera* confira menor tempo de desenvolvimento e maior tamanho a *D. juno juno*, é pouco provável que esta espécie seja utilizada por ela de forma expressiva. Levantamentos preliminares apontam para o uso de outras passifloráceas, incluindo *P. misera*. Porém, *P. edulis* é a hospedeira favorita para oviposição por *D. juno juno* no Parque Estadual do Turvo, Porto Alegre e arredores (G. L. GARCIAS, dados não publicados). Posturas e populações larvais de *D. juno juno* são encontradas com frequência em diversas partes do RS em plantas isoladas de *P. edulis* e, principalmente, em pomares comerciais.

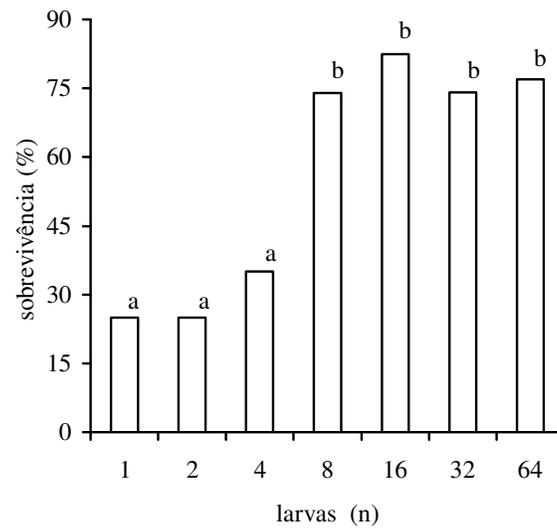


Figura 9. Sobrevivência de *D. juno juno* em relação a larvas que foram criadas em diferentes densidades. Colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (testes exatos de Fisher, com correção de Bonferroni, $\alpha = 0,023$).

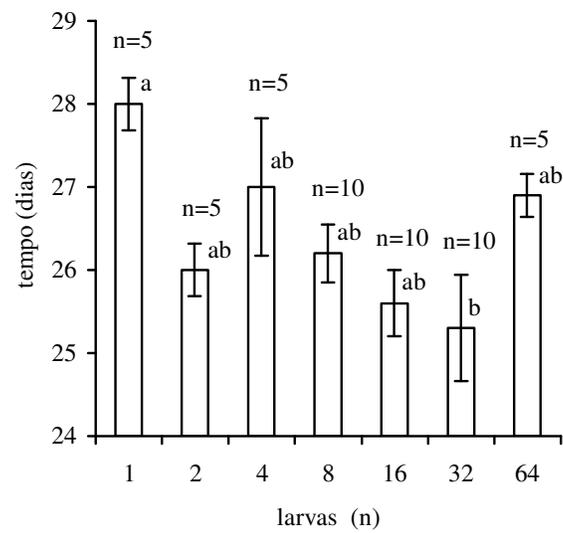


Figura 10. Tempo de desenvolvimento (média \pm erro padrão) dos imaturos de *D. juno juno*, quando criados em diferentes densidades larvais. Colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (Anova, um fator, $F=2,784$, $p=0,0218$; testes múltiplos de Tukey, $\alpha = 0,05$).

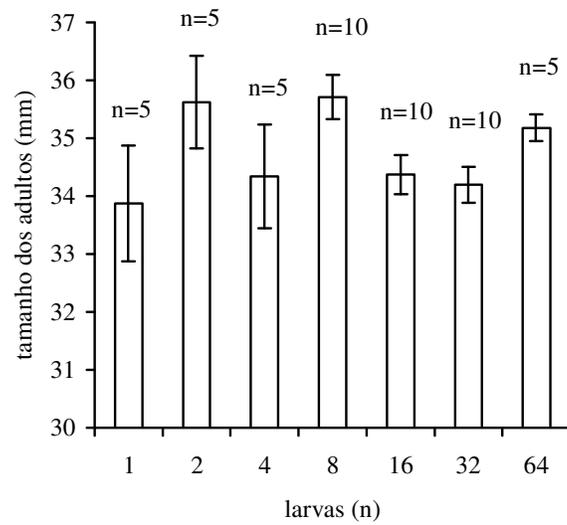


Figura 11. Tamanho dos adultos (média \pm erro padrão) de *D. juno juno*, quando as larvas foram criadas em diferentes densidades. Não há diferença significativa entre as densidades (Anova, um fator, $F=1,673$, $p=0,1498$).

Observações ao longo de dez anos de extensivos estudos dos herbívoros dos maracujás na região da Depressão Central do RS, onde sabidamente *P. misera* é abundante (C. MONDIN, comunicação pessoal), dão suporte a tal afirmação. Embora não tenhamos dados a respeito, é de se supor que as plantas de *P. misera*, sendo de porte pequeno, não teriam uma massa foliar grande o suficiente para suportar números elevados de larvas de *D. juno juno*, levando-se em conta seu hábito de oviposição em massa, associado à agregação larval. Aliado a isso, esta passiflorácea encontra-se freqüentemente sujeita a intensa desfolha por outros heliconíneos, como por exemplo *H. erato phyllis* e *Dryas iulia alcionea* (Cramer, 1779), que apresentam preferência por *P. misera* (PERICO & ARAUJO, 1991; PERICO, 1995; RODRIGUES & MOREIRA, 2002; KERPEL & MOREIRA, no prelo).

Embora *P. caerulea* seja uma planta de tamanho considerável, encontrada com freqüência principalmente nas regiões campestres do RS, não temos indicativos de que seja utilizada freqüentemente por *D. juno juno*, mas sim por *Agraulis vanillae maculosa* (Stichel, 1907), outro heliconíneo, comum na região, porém de hábito larval solitário (PERICO, 1995; G. L. GARCIAS, dados não publicados; DELL'ERBA *et al.*, no prelo). Plantas de *P. tenuifila* possuem uma massa foliar considerável e apresentam ampla distribuição geográfica, porém com densidades acentuadamente baixas nas áreas de ocorrência (SACCO, 1980). *P. actinia*, a qual é encontrada com relativa freqüência no nordeste do RS (C. MONDIN, comunicação pessoal), corresponde a única espécie citada como hospedeira de *D. juno juno* no Estado, não estudada no presente trabalho. Entretanto, alimentadas com essa passiflorácea, as larvas de *D. juno juno* sofrem alta mortalidade e retardam o desenvolvimento, comparado a *P. edulis* (BOIÇA JR. *et al.*, 1999).

Tomando-se como base os dados obtidos, o uso potencial de espécies nativas de maracujás como hospedeiras alternativas de *D. juno juno*, seja eliminando tais plantas, nas bordas dos pomares, com vistas a reduzir suas populações ou ainda utilizando-as como plantas armadilhas, visando o controle localizado, terá limitado sucesso no contexto prático do manejo desta praga no RS. Porém, testes de escolha quanto a preferência de oviposição de *D. juno juno*, tanto em

condições de insetário quanto em campo, necessitam ser realizados frente a tais espécies de maracujá.

AGRADECIMENTOS

À administração da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, Eldorado do Sul, em especial a Paulo Vitor Dutra de Souza, pelo apoio logístico em relação ao cultivo comercial de *Passiflora edulis*. Sidia M. Callegari-Jacques (UFRGS) prestou assistência em relação aos testes estatísticos. Lucas Kaminski, Elisete Gauer e Geraldo Soares (UFRGS) efetuaram a leitura crítica das primeiras versões do manuscrito. A versão final deste foi grandemente beneficiada por sugestões de André Victor L. Freitas (UNICAMP) e Mirna M. Casagrande (UFPR). Agradecemos também à CAPES pela Bolsa de Doutorado concedida à V. Bianchi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, C.S.F. & M. E. M. HABIB. 1984. Natural occurrence of baculoviruses in populations of some Heliconiini (Lepidoptera: Nymphalidae) with symptomatological notes. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **2**: 55-62.
- BENSON, W. W.; K. S. BROWN JR. & L. E. GILBERT. 1976. Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies. **Evolution**, Bolder, **29**: 659-680.
- BIEZANKO, C. M. 1949. **Acraeidae, Heliconiidae et Nymphalidae de Pelotas e seus arredores** (Contribuição ao conhecimento da fisiografia do Rio Grande do Sul). Pelotas, Livraria do Globo S.A., 16p.
- BOIÇA, JR., A. L.; F. M. LARA & J. C. OLIVEIRA. 1999. Efeito de genótipos de maracujazeiro (*Passiflora spp.*) e da densidade larval na biologia de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, **28**: 41- 47.
- BROWN JR., K. S. 1981. The biology of *Heliconius* and related genera. **Annual Review of Entomology**, Stanford, **26**: 427- 456.
- BROWN JR., K. S. & O.H.H. MIELKE. 1972. The heliconians of Brazil (Lepidoptera: Nymphalidae).
Part. II. Introduction and general comments, with a supplementary revision of the tribe. **Zoologica**, New York, **57**:1- 40.
- BRYANT, S.R.; C. D. THOMAS & J.S. BALE. 2000. Thermal ecology of gregarious and solitary nettle-feeding nymphalid butterfly larvae. **Oecologia**, Berlin, **122**: 1-10.
- CHEW, F.S. 1975. Coevolution of pierid butterflies and their cruciferous foodplants. I. The relative quality of available resources. **Oecologia**, Berlin, **20**: 117-127.
- CLARK, B. R. & S.H FAETH. 1997. The consequences of larval aggregation in the butterfly *Chlosyne lacinia*. **Ecological Entomology**, London, **22**: 408-415.
- CONOVER, W. J. 1980. **Practical nonparametric statistics**. 2nd. ed., New York, John Wiley & Sons, 493p.

- COURTNEY, S. P. 1981. Coevolution of pierid butterflies and their cruciferous foodplants. III. *Anthocaris cardamines* (L.) survival, development and oviposition on different hostplants. **Oecologia**, Berlin, **51**: 91-96.
- DELL' ERBA, R.; L. A . KAMINSKI & G. R. P. MOREIRA. O estágio de ovo dos Heliconiini (Lepidoptera, Nymphalidae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre (no prelo).
- DENNO, R. F. & B. BENREY. 1997. Aggregation facilitates larval growth in the neotropical nymphalid butterfly *Chlosyne janais*. **Ecological Entomology**, London, **22**: 133-141.
- DUSSOURD, D.E. & R. F. DENNO. 1991. Deactivation of plant defense: correspondence between insect behavior and secretory canal architecture. **Ecology**, Templeton, **72**: 1383-1397
- FITZGERALD, T. D. 1993. Sociality in caterpillars, p.373-403. *In*: N.E. STAMP & T.M. CASEY (Eds.). **Caterpillars: ecological and evolutionary constraints on foraging**. New York, Chapman & Hall, XIII + 587p.
- HANSON, F. E. 1983. The behavioral and neurophysiological basis of food plant selection by lepidopterous larvae, p.3-23. *In*: S. AHMAD (Ed.). **Herbivorous insects: host-seeking behavior and mechanisms**. New York, Academic Press, 257p.
- KERPEL, S. M. & G. R. P. MOREIRA. Absence of learning and local specialization on host plant selection by *Heliconius erato*. **Journal of Insect Behavior**, New York (no prelo).
- LARA, F. M.; A. L. BOIÇA JR. & J. C. BARBOSA. 1999. Preferência alimentar de *Dione juno juno* (Cramer) por genótipos de maracujazeiros e avaliação do uso de extratos aquosos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, **56**: 665-671.
- LEWIS, A .C. & H. F. VAN EMDEN. 1986. Assays for insect feeding, p. 95-119. *In*: J. R. MILLER & T. A. MILLER (Eds.) **Insect-plant interactions**. New York, Springer-Verlag, 342p.

- LORDELLO, L. G. E. 1956. Insetos que vivem sôbre o maracujazeiro. III – Notas acêrca de *Dione juno* (Cramer) (Lep., Nymphalidae) e relação de alguns outros insetos habitualmente coligidos de *Passiflora* spp. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, **29**: 23-29.
- MENNA-BARRETO, Y. & A. M. ARAÚJO. 1985. Evidence for host plant preferences in *Heliconius erato phyllis* from southern Brazil (Nymphalidae). **Journal of Research on the Lepidoptera**, Arcadia, **24**: 41-46.
- MUGRABI-OLIVEIRA, E. & G.R.P. MOREIRA. 1996. Size of and damage on shoots of *Passiflora suberosa* (Passifloraceae) influence oviposition site selection of *Heliconius erato phyllis* (Lepidoptera: Nymphalidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **13**: 939-953.
- MUYSHONDT, A. ; A . M . YOUNG & A. MUYSHONDT JR.1973. The biology of the butterfly *Dione juno huascama* (Nymphalidae: Heliconiinae) in El Salvador. **Journal of the New York Entomological Society**, New York, **81**: 137-151.
- PÉRICO, E. 1995. Interação entre quatro espécies de Heliconiini (Lepidoptera: Nymphalidae) e suas plantas hospedeiras (Passifloraceae) em uma floresta secundária do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, Porto Alegre, **3**: 3-18.
- PÉRICO, E. & A.M. ARAUJO. 1991. Suitability of host plants (Passifloraceae) and their acceptableness by *Heliconius erato* and *Dryas iulia* (Lepidoptera; Nymphalidae). **Evolución Biológica**, Bogotá, **5**: 59-74
- PRICE, P. W.; C. E. BOUTON; P. GROSS; B. A . MCPHERON, J. N. THOMPSON & A . E. WEIS. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Stanford, **11**: 41-65.
- RODRIGUES, D. & G. R. P. MOREIRA. 1999. Feeding preference of *Heliconius erato* (Lep.: Nymphalidae) in relation to leaf age and consequences for larval performance. **Journal of the Lepidopterists' Society**, Los Angeles, **53**: 108-113.

- , 2002. Geographical variation in larval host-plant use by *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae) and consequences for adult life history. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, **62**: 321-332.
- , 2004. Seasonal variation in larval host-plants and consequences for *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae) adult body size. **Austral Ecology**, Carlton, **29**: 437-445.
- SACCO, J. C. 1980. Passifloráceas. p.1-132. *In*: R. REITZ (Ed.) **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 132p.
- STAMP, N. E. 1980. Egg deposition patterns in butterflies: why do some species cluster their eggs rather than deposit them singly? **The American Naturalist**, Chicago, **115**: 367-380.
- SLANSKY, F. JR. 1993. Nutritional ecology: the fundamental quest for nutrients, p.29-91. *In*: N. E. Stamp & T. M. Casey (Eds.). **Caterpillars: ecological and evolutionary constraints on foraging**. New York, Chapman & Hall, XIII+ 587p.
- TAVARES, M.; L.A. KAMINSKI & G.R.P. MOREIRA. 2002. Morfologia externa dos estágios imaturos de heliconíneos neotropicais. II. *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae, Heliconiinae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **19**: 961-976.
- VANDERPLANK, J. 1991. **Passion flowers and passion fruit**. Cambridge, MIT, 176p.
- ZAR, J.H. 1999. **Biostatistical analysis**. 4rd ed., New Jersey, Prentice-Hall, XII + 663p.

CAPÍTULO 3

Termorregulação e termoconformação resultante da agregação larval de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae)¹

Vidica Bianchi² Gilson R. P. Moreira³

²PPG Ecologia, Instituto de Biociências, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500; 91501-970, Porto Alegre RS, Brasil. E-mail: vidicab@zipmail.com.br.

³Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500; 91501-970, Porto Alegre RS, Brasil. E-mail: gilson.moreira@ufrgs.br

¹Submetido para a Revista Brasileira de Zoologia

ABSTRACT: The effect of larval aggregation of *D. juno juno* in the thermoregulation and thermoconformation was evaluated using *Passiflora edulis* as host plant. Three larval densities were tested: groups of one, five, and 10 individuals were kept at four temperatures (15, 20, 25 e 30°C) in acclimatized chambers (14 hours light/day, $75 \pm 5\%$ UR). In addition, the body temperature of isolated and aggregated larvae was recorded when exposed to sunlight or when maintained in the shadow at different outdoor temperatures. At all temperatures, survivorship of isolated larvae were significantly lower than in larvae in groups of 10 individuals. Developmental time was significantly lower at 15°C in groups of 10 individuals when compared to groups of five and isolated larvae. The size of adults was significantly lower in isolated larvae when compared to groups of 10 individuals at temperatures of 20 and 30°C. Regression analyses using body temperature and environment temperature as variables, for larvae either exposed to the sunlight or kept in the shadow, showed a statistically significant difference in isolated and aggregated individuals. Results indicate the existence of thermoregulation and thermoconformation, since the body temperature of larvae exposed to sunlight was higher than those kept in the shadow. These larvae, when kept in groups also showed a reduced developmental time at low temperatures, which could explain part of the behavior observed in *D. juno juno*.

KEY WORDS: gregarious habit, thermal ecology, body temperature, heliconians.

RESUMO: O efeito da agregação larval de *D. juno juno* na termorregulação e na termoconformação foi avaliado, utilizando-se *Passiflora edulis* como hospedeira. Foram testadas três densidades: grupos de uma, cinco e dez larvas, que foram mantidas em quatro temperaturas (15, 20, 25 e 30°C) em câmaras climatizadas (14 horas luz/dia, $75 \pm 5\%$ UR). Em adição, avaliou-se a temperatura corporal de larvas isoladas e agregadas, quando expostas à radiação solar ou mantidas na sombra, em diferentes temperaturas do ambiente. Em todas as temperaturas, a sobrevivência das larvas isoladas foi significativamente menor comparada com os grupos de dez. O tempo de desenvolvimento foi significativamente menor na temperatura de 15°C nos grupos de dez quando comparado com grupos de cinco e isoladas. O tamanho dos adultos foi significativamente menor em larvas isoladas em relação aos grupos de dez, nas temperaturas de 20 e 30°C. As retas de regressão entre a temperatura do corpo com a temperatura do ambiente tanto das larvas expostas ao sol quanto daquelas mantidas na sombra, diferiram significativamente, sejam agregadas ou isoladas. Os resultados indicaram a existência de termorregulação e termoconformação, pois a temperatura corpórea das larvas expostas ao sol foi superior àquelas mantidas na sombra e, quando em agregação, reduziram o tempo de desenvolvimento em baixas temperaturas, o que poderia explicar em parte a existência de tal comportamento em *D. juno juno*.

PALAVRAS-CHAVE: hábito gregário, ecologia térmica, temperatura corpórea, heliconíneos.

A produção de calor metabólico pelas larvas dos insetos é insuficiente para manter a temperatura de seus corpos, considerando que são ectotérmicas. Assim, precisam contar com fonte externa de calor, seja por radiação, convecção ou condução (HEINRICH, 1981; CASEY, 1993). Aquelas dos lepidópteros, em geral, podem elevar a temperatura expondo seus corpos à radiação solar, principalmente quando a cor do corpo é escura. Em agregação, estas multiplicam sua massa corporal efetiva, a qual resulta em maior ganho térmico do que larvas solitárias (CASEY, 1993; KNAPP & CASEY, 1986). Em especial, as espécies cujas larvas apresentam hábito gregário e constroem abrigos de seda podem acentuar ainda mais os ganhos térmicos (STAMP, 1980; PORTER, 1982; CASEY *et al.*, 1988; JOOS *et al.*, 1988; RUF & FIEDLER, 2000; FITZGERALD & UNDERWOOD, 2000).

Estudos realizados por STAMP & BOWERS (1990) indicam que larvas de *Hemileuca lucina* Edwards, 1887 (Lepidoptera: Saturniidae) em grupos, na ausência de predadores e alimentadas com folhas jovens, se aquecem e podem crescer duas vezes mais que larvas solitárias alimentadas com folhas maduras. Estudos mais recentes realizados por BRYANT *et al.* (2000) mostram que, na presença de luz solar direta, larvas de espécies com hábito gregário regulam a temperatura corpórea, enquanto que nas de espécies com hábito solitário a temperatura oscila em relação àquela do ambiente. Entende-se que a agregação diminui o contato da superfície do corpo com o meio externo, proporcionando assim, retenção de calor. Isto pode aumentar o estímulo de forrageio e, conseqüentemente, as larvas desenvolvem-se mais rapidamente.

Embora ainda seja discutido se a termorregulação é uma causa ou uma conseqüência da vida em grupo, pode ter influências ecológicas importantes, afetando potencialmente o desenvolvimento, uso de microhabitat, distribuição e respostas às mudanças climáticas (CASEY, 1993). Por exemplo, BRYANT *et al.* (1997) atribuem à agregação natural das larvas o fato de *Aglais urticae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae) estar distribuída mais ao norte da Europa, ter

menor exigência de graus dias, maior limiar de desenvolvimento e melhor performance, quando comparada com espécies solitárias.

Dione juno juno (Cramer, 1779) (Lepidoptera, Nymphalidae) é um heliconíneo Neotropical que apresenta hábito gregário. Em relação a esta característica, BOIÇA JR. *et al.* (1999) observaram diferenças no tempo de desenvolvimento e no peso das larvas nos primeiros ínstaes, quando estas foram criadas em diferentes densidades. O presente trabalho teve por objetivo investigar se o hábito gregário de *D. juno juno*, cuja ecologia térmica não foi estudada até o momento, tem alguma vantagem para seu desenvolvimento. Avaliou-se para tal, a sobrevivência, o tempo de desenvolvimento e o tamanho dos adultos a partir de larvas criadas em diferentes densidades e em diferentes temperaturas. Em adição, avaliou-se a temperatura corporal de larvas isoladas e agregadas, quando expostas à radiação solar e quando mantidas na sombra.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar o efeito da agregação larval na termorregulação, foram coletados ovos de *D. juno juno* em *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg., cultivadas na região de Porto Alegre e Eldorado do Sul, RS. Estes foram acondicionados em placas de Petri, forradas com papel filtro umedecido, que foram mantidas em condições de laboratório até a eclosão. Tanto os ovos quanto os ramos de *P. edulis* utilizados nos experimentos foram tratados com solução aquosa de hipoclorito de sódio (1%), para evitar contaminações por patógenos, observados nas populações de *D. juno juno* no Brasil (ANDRADE & HABIB, 1984).

Após a eclosão, as larvas foram transferidas para ramos de *P. edulis* f. *flavicarpa*. Os ramos foram acondicionados em garrafas plásticas de água mineral (500 ml), providas de armação de arame e bambu, e cobertura de filó (MUGRABI-OLIVEIRA & MOREIRA, 1996). Testou-se três

densidades: grupos de uma, cinco e dez larvas, que foram mantidas em quatro temperaturas (15, 20, 25 e 30°C) em câmaras climatizadas (14 horas luz/dia, $75 \pm 5\%$ UR). Nas temperaturas de 15, 20 e 30°C, houve 15 repetições e à 25°C, 20 repetições. Sabia-se a priori que a temperatura base de desenvolvimento para esta espécie era próxima de 7,6°C e que as variações correspondentes à ausência do efeito deletério da temperatura situava-se entre 15°C e 25°C (BIANCHI & MOREIRA, submetido b).

As larvas foram observadas diariamente para a reposição do alimento, quantificação da sobrevivência, do tempo de duração dos cinco ínstaes larvais e da duração do estágio pupal. Para identificar as ecdises, foi utilizada tinta atóxica de cores diferentes (Acrilex[®]), na região dorso-posterior do penúltimo segmento abdominal (TAVARES *et al.*, 2002) e, para medir o tamanho da asa anterior dos adultos (RODRIGUES & MOREIRA, 2002), foi utilizado um paquímetro.

A temperatura do corpo das larvas foi medida durante três dias do mês de outubro de 2003, com um termômetro digital (Raytek[®], modelo MT4), conforme AYRES & SCRIBER (1994). Mediu-se a temperatura corpórea de larvas de terceiro, quarto e quinto ínstaes em grupos de oito e isoladas, em duas situações: expostas a radiação solar e mantidas na sombra, em diferentes temperaturas do ambiente, adotando-se aparato semelhante a BRYANT *et al.* (2000).

Os dados referentes à sobrevivência foram organizados em tabelas de contingências e comparados através do teste exato de Fisher. A distribuição dos dados de tempo de desenvolvimento e tamanho dos adultos foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e, quanto a homocedasticidade das variâncias, pelo teste de Bartlett. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância (um fator), seguida de testes múltiplos de Tukey. As retas de regressão entre a temperatura do corpo das larvas no sol e na sombra com a temperatura do ambiente foram submetidas à análise de covariância (ANCOVA). Os testes seguiram os critérios descritos por ZAR (1999), sendo adotado alfa = 0,05. Todas as médias estão acompanhadas do erro padrão.

RESULTADOS

A sobrevivência foi menor no tratamento com uma larva, quando comparada com os grupos de dez, em todas as temperaturas, situando-se o grupo de cinco em percentual intermediário, nas temperaturas de 15 e 20°C. Para os insetos mantidos a 25°C, a sobrevivência foi significativamente menor no tratamento com uma larva em relação aqueles com cinco e dez larvas. Já para os insetos criados à 30°C, a sobrevivência nos tratamentos com uma e com cinco larvas foi significativamente menor do que no tratamento com dez larvas (Fig. 1).

Na temperatura de 15°C, o tempo de desenvolvimento foi significativamente maior no tratamento com uma e com cinco larvas, em relação aquele com dez larvas. As diferenças em relação ao tempo de desenvolvimento não foram significativas entre os três grupos de larvas, nas temperaturas de 20, 25 e 30°C (Fig. 2).

A 15°C, não foram comparados os adultos provenientes das larvas isoladas com os demais, em relação ao tamanho, devido à baixa sobrevivência. As diferenças entre os grupos com cinco e com dez larvas não foram significativas. Os grupos não se diferenciaram significativamente, quanto ao tamanho, na temperatura de 25°C. Já nas temperaturas de 20 e 30°C, no tratamento com uma larva, os adultos foram menores daqueles com cinco e com dez larvas (Fig. 3).

As retas de regressão entre a temperatura do corpo das larvas expostas ao sol e mantidas na sombra com diferentes temperaturas do ambiente se diferenciaram significativamente, tanto quando agregadas quando isoladas (Fig. 4 e 5). Ocorreu diferença significativa também entre as larvas agregadas e isoladas mantidas na sombra (Fig.6).

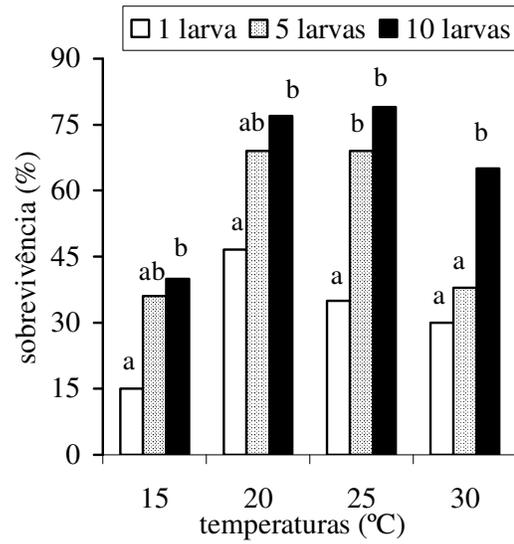


Figura 1. Sobrevivência de *D. juno juno* em três densidades em relação à temperatura. Dentro de cada temperatura, colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (teste exato de Fisher, alfa = 0,05).

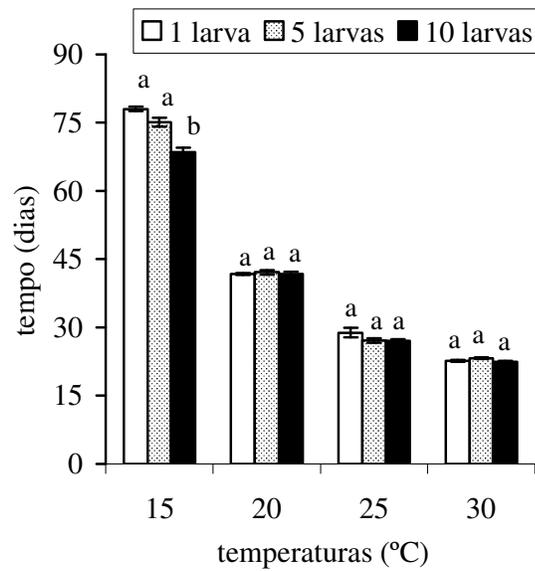


Figura 2. Tempo de desenvolvimento de *D. juno juno* em três densidades. Dentro de cada temperatura, as colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (ANOVA, testes múltiplos de Tukey, alfa = 0,05).

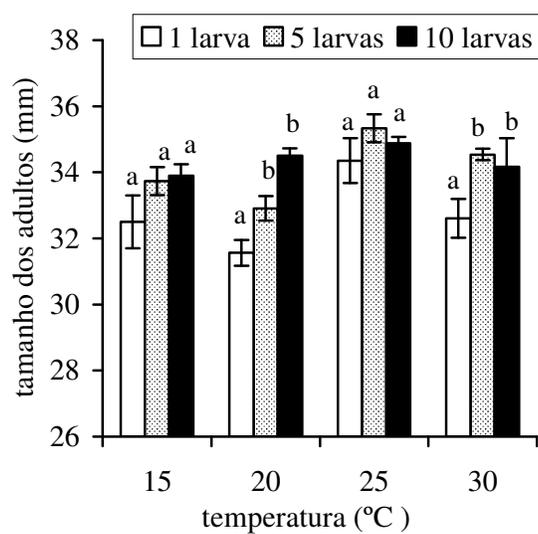


Figura 3. Tamanhos dos adultos de *D. junio junio* quando as larvas foram criadas em três densidades. Dentro de cada temperatura, as colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (ANOVA, testes múltiplos de Tukey, alfa = 0,05).

DISCUSSÃO

A análise dos parâmetros sobrevivência, tempo de desenvolvimento e tamanho dos adultos demonstraram que o hábito gregário tem conseqüências diretas nos componentes da história de vida de *D. juno juno*. Estes componentes são influenciados pela temperatura, assim refletindo o efeito deste fator no organismo. A sobrevivência é uma condição para tal, pois em primeiro lugar o indivíduo precisa manter-se vivo para desempenhar as outras funções. O desenvolvimento mais rápido potencialmente reduz o tempo de exposição das larvas aos predadores (CHEW, 1975; PRICE *et al.*, 1980). O tamanho do imago tem sido correlacionado à fecundidade do adulto (COURTNEY, 1981; RODRIGUES & MOREIRA, 2002).

Os resultados também demonstraram que em agregação as larvas de *D. juno juno* apresentam capacidade de termorregulação e termoconformação. Termorregulação porque a temperatura corpórea das larvas expostas ao sol foi superior àquelas mantidas na sombra em diferentes temperaturas do ambiente (CASEY, 1993). Termoconformação porque as larvas completaram o desenvolvimento em menos tempo quando criadas em grupo de dez, na temperatura de 15°C, além do que, apresentaram maior temperatura do corpo quando agrupadas na sombra do que isoladas nesta condição. A termorregulação e a termoconformação parecem ser fenômenos comuns entre as larvas dos Lepidoptera, sendo mais acentuados naquelas que apresentam coloração escura, hábito gregário e principalmente naquelas que constroem tendas (KNAPP & CASEY, 1986; STAMP & BOWERS, 1988).

A baixa sobrevivência observada nos tratamentos com larvas isoladas em todas as temperaturas pode estar indicando a existência de outra razão, não excludente, que leva as larvas de *D. juno juno* manterem-se em agregação. Isto pode estar relacionado à superação de barreira física ou ao estímulo social para iniciar a alimentação (BIANCHI & MOREIRA submetido a).

O menor tamanho dos adultos obtido nos tratamentos com uma larva a 20 e a 30°C, pode ter ocorrido pela existência de dimorfismo sexual. Como o número de adultos foi baixo nos

tratamentos com larvas isoladas, não foi possível comparar separadamente por sexo. Em relação a este aspecto, é necessário um estudo mais aprofundado, pois suspeita-se que as fêmeas sejam maiores que os machos, o que não foi controlado no experimento.

Repetidamente tem sido mostrado que larvas de Lepidoptera em grupos podem obter maiores ganhos térmicos do que larvas solitárias (KNAPP & CASEY, 1986; JOOS *et al.* 1988; BRYANT *et al.*, 2000). Em grupo, as larvas multiplicam sua massa corpórea efetiva, assim aumentam ao máximo seu êxito pelo ganho de calor. Verificou-se neste trabalho que o efeito desta vantagem se reflete nas temperaturas extremas e no caso de *D. juno juno* em grupos de dez larvas, caso contrário, larvas agrupadas podem apresentar o mesmo ritmo de desenvolvimento quanto individuais.

Os processos metabólicos sempre produzem calor, assim como produtos, mas as larvas não têm adaptações para armazenar ou até mesmo regular esta situação, conseqüentemente a produção de calor por uma larva isolada é pequena (RUF & FIEDLER, 2000). A quantidade de temperatura que um corpo pode obter é em função de sua massa (STEVENSON, 1985) ou do tamanho e forma do corpo (CASEY, 1981). Por isso, o ganho térmico para todos os indivíduos do grupo é maior do que uma larva isolada. Além disso, o arranjo circular da agregação reduz a troca de calor com o ambiente (JOOS *et al.* , 1988).

A própria densidade da agregação em si serve como acúmulo de calor, visto que sólidos e líquidos tem maior condutividade térmica comparados com o ar circundante. Todos estes efeitos reduzem a perda de calor através da convecção, uma vez que este é o processo pelo qual o calor se propaga nos líquidos e nos gases, ou seja, é a transferência de calor pela matéria em movimento.

Para uma larva em si, dois parâmetros influenciam predominantemente a temperatura do corpo: a coloração (CASEY, 1993) e a estrutura tegumentar (CASEY & HEGEL, 1981). Os escolos agem como estruturas seletivas à insolação para as larvas, reduzindo a taxa de convecção e troca de calor, sem afetar as trocas radioativas de calor. A mudança de posição pode neutralizar o efeito dos

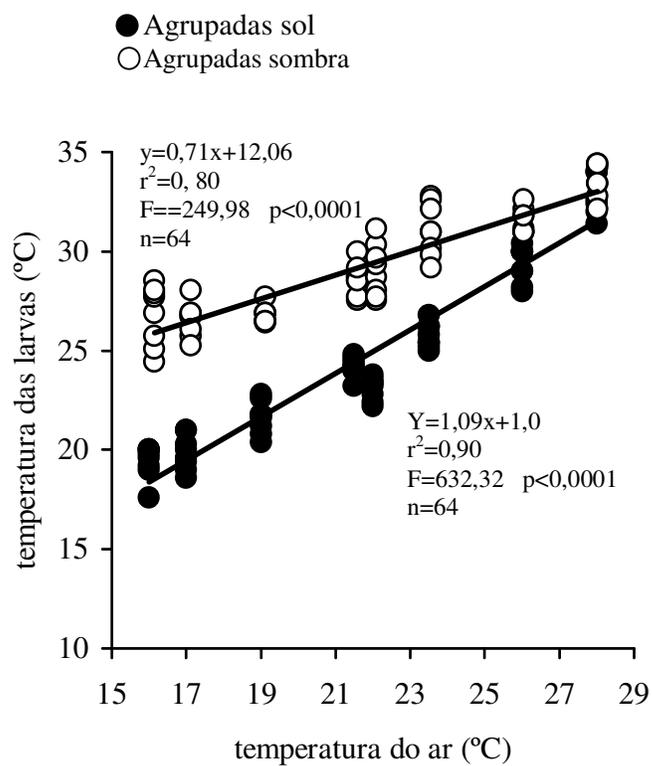


Figura 4. Temperatura do corpo das larvas agrupadas, quando expostas ao sol e mantidas na sombra em diferentes temperaturas do ambiente (ANCOVA, $F=11,22$; $p<0,0001$).

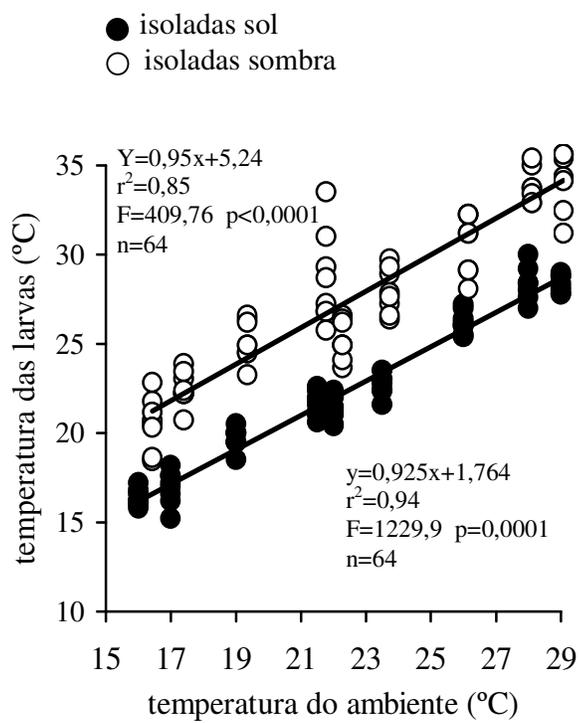


Figura 5. Temperatura do corpo das larvas isoladas e agrupadas mantidas na sombra, em diferentes temperaturas do ambiente (ANCOVA, $F=3,17$; $p<0,0001$).

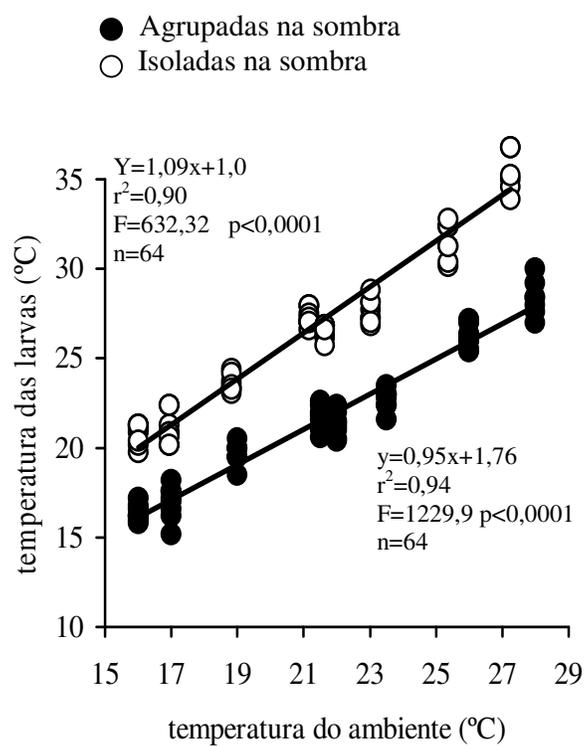


Figura 6. Temperatura do corpo das larvas isoladas, quando expostas ao sol e mantidas na sombra em diferentes temperaturas do ambiente (ANCOVA, $F=2,30$; $p<0,0242$).

escolos para maximizar a convecção e minimizar o calor pela radiação. Em agregação este efeito é multiplicado (CASEY & HEGEL, 1981).

Quase todos os ambientes naturais são heterogêneos em relação à temperatura e para a radiação solar. Esta heterogeneidade pode ser explorada através de mecanismos apropriados de compensação. Assim como resultado, a temperatura do corpo do inseto pode suportar pouca relação com a temperatura do ar em ambientes generalizados (BURSEL, 1974). Mesmo assim, existem insetos que se adaptam às variações climáticas de uma determinada região, como por exemplo, *Papilio canadensis* Rothschild & Jordan (Lepidoptera: Papilionidae) estudada por AYRES & SCRIBER (1994), mesmo se tratando de uma espécie de hábito solitário.

Embora a termorregulação seja usualmente tida como uma adaptação, muitos organismos ectotérmicos são forçados a deixar a temperatura de seu corpo acompanhar a temperatura do ambiente passivamente, por causa dos custos associados a termorregulação (CASEY, 1993). Entre eles, o escape a predação, pois larvas para se aquecerem sob exposição de luz solar são mais facilmente vistas pelos predadores (HEINRICH, 1979).

Muitas vezes, a medida que a radiação pode ser absorvida, simultaneamente a temperatura da larva pode baixar, pois o calor pode ser dissipado pelo vento. Além disso, a temperatura do ambiente que circunda um inseto é complexa e freqüentemente sua avaliação é dificultada por causa dos diferentes gradientes de temperatura (temperatura radiante, temperatura do ar, temperatura do substrato, etc.) (CASEY, 1992). Também, a temperatura e a velocidade do vento dificultam a precisão das medidas em campo porque variam consideravelmente dependendo das características do substrato (tamanho, forma e textura da superfície) que podem ser modificadas para o inseto em questão (CASEY, 1992).

Os estudos que abordam as possíveis implicações da agregação no aquecimento das larvas de insetos não permitem estabelecer se a capacidade de termorregulação tem conduzido a evolução da agregação em larvas de Lepidoptera, mas está claro que o comportamento gregário tem

maiores conseqüências para este fenômeno (BRYANT *et al.* , 2000). Para o inseto em estudo, se este efeito estiver ocorrendo, pode ser tanto pelo seu hábito gregário, que lhe permite retenção de calor, quanto em função de sua coloração tegumentar, o que precisa ser também investigado.

AGRADECIMENTOS

À administração da Estação Experimental Agronômica da UFRGS, Eldorado do Sul, em especial ao Prof. Paulo Vitor Dutra de Souza, do Setor de Horticultura, pelo apoio logístico em relação ao cultivo comercial de *Passiflora edulis*. A Milton Mendonça e Luciane Rocha (UFRGS), que prestaram assistência em relação aos testes estatísticos. À CAPES, pela Bolsa de Doutorado concedida à V. Bianchi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES M. P. & J. M. SCRIBER. 1994. Local adaptation to regional climates in *Papilio canadensis* (Lepidoptera: Papilionidae). **Ecological Monographs**, Lawrence, **64**: 465-482.
- ANDRADE, C. S. F. & M. E. M. HABIB. 1984. Natural occurrence of baculoviruses in populations of some Heliconiini (Lepidoptera: Nymphalidae) with symptomatological notes. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **2**: 55-62.
- BIANCHI, V & G. R. P. MOREIRA. (submetido a). Agregação larval e facilitação alimentar em *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae). **Revista Brasileira de Zoologia**.
- BIANCHI, V & G. R. P. MOREIRA. (submetido b). Variação sazonal e exigências térmicas de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae). **Neotropical Entomology**.
- BOIÇA, JR., A. L.; F. M. LARA & J. C. OLIVEIRA. 1999. Efeito de genótipos de maracujazeiro (*Passiflora spp.*) e da densidade larval na biologia de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, **28**: 41- 47.
- BRYANT, S. R.; C. D. THOMAS & J. S. BALE. 1997. Nettle-feeding nymphalid butterflies: temperature, development and distribution. **Ecological Entomology**, London, **22**: 390-398.
- BRYANT, S. R.; C. D. THOMAS & J. S. BALE. 2000. Thermal ecology of gregarious and solitary nettle-feeding nymphalid butterfly larvae. **Oecologia**, Berlin, **122**: 1-10.
- BURSELL, E. 1974. Environmental aspects - temperature, p. 1-14. In: Rockstein (Ed.). **The physiology of insecta**. 2ed. Vol. 2 New York, Academic Press, 568p.
- CASEY, T. M. 1993. Effects of temperature on foraging in caterpillars, p.5-28. In: N. E. Stamp & T. M. Casey (Eds.). **Caterpillars: ecological and evolutionary constraints on foraging**. New York, Chapman & Hall, 587p.
- CASEY, T. M. 1992. Biophysical ecology and heat exchange in insects. **American Zoologist**, Thousand Oaks **32**: 225-237.

- CASEY, T. M. 1981. Behavioral mechanisms of thermoregulation, p. 79-114. In: Heinrich (Ed.). **Insect thermoregulation**. New York, John Wiley & Sons, 328p.
- CASEY, T. M. & J. R. HEGEL 1981. Caterpillar setae: Insulation for an ectotherm. **Science**, Washington, **214**: 1131-1133.
- CASEY, T. M. ; B. JOOS; T. D. FITZGERALD; M. E. YURLINA & P. A. YOUNG. 1988. Synchronized foraging, termoregulation, and growth of eastern tent caterpillars in relation to microclimate. **Physiological Zoology**, Chicago **61**: 372-377.
- CHEW, F. S. 1975. Coevolution of pierid butterflies and their cruciferous foodplants. I. The relative quality of available resources. **Oecologia**, Berlin, **20**: 117-127.
- COURTNEY, S. P. 1981. Coevolution of pierid butterflies and their cruciferous foodplants. III. *Anthocaris cardamines* (L.) survival, development and oviposition on different hostplants. **Oecologia**, Berlin, **51**: 91-96.
- FITZGERALD, T. D. & D. L. A. UNDERWOOD. 2000. Winter foraging patterns and voluntary hypothermia in the social caterpillar *Eucheira socialis*. **Ecological Entomology**, London, **25**: 35-44.
- HEINRICH, B. 1979. Foraging strategies of caterpillars; Leaf damage and possible avoidance strategies. **Oecologia**, Berlin, **42**: 325-337.
- HEINRICH, B. 1981. **Insect thermoregulation**. New York, John Wiley & Sons, 328p.
- JOOS, B.; T. M. CASEY; T. D. FITZGERALD & W. A. BUTTEMER. 1988. Roles of the in behavioral thermoregulation of eastern tend caterpillars. **Ecology**, Templeton, **69**: 2004-2011.
- KNAPP, R. & T. M. CASEY. 1986. Thermal ecology, behavior, and growth of gypsy moth and eastern tent caterpillars. **Ecology**, Templeton, **67**: 598-608.
- MUGRABI-OLIVEIRA, E. & G. R. P. MOREIRA. 1996. Size of and damage on shoots of *Passiflora suberosa* (Passifloraceae) influence oviposition site selection of *Heliconius erato phyllis* (Lepidoptera: Nymphalidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **13**: 939-953.

- PORTER, K. 1982. Basking behaviour in larvae of the butterfly *Euphydryas aurinia*. **Oikos**, Copenhagen, **38**: 308-312.
- PRICE, P. W.; C. E. BOUTON; P. GROSS; B. A. MCPHERON, J. N. THOMPSON & A. E. WEIS. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Stanford, **11**: 41-65.
- RODRIGUES, D. & G. R. P. MOREIRA. 2002. Geographical variation in larval host-plant use by *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae) and consequences for adult life history. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, **62**: 321-332.
- RUF, C. & K. FIEDLER. 2000. Tent-based thermoregulation in social caterpillars of *Eriogaster lanestris* (Lep., Lasiocampidae): Behavioral mechanisms and physical features of the tent. **Journal of Thermal Biology**, New York, **27**: 493-501.
- STAMP, N. E. 1980. Egg deposition patterns in butterflies: why do some species cluster their eggs rather than deposit them singly? **The American Naturalist**, Chicago, **115**: 367-380.
- STAMP, N. E. & M. D. BOWERS. 1988. Direct and indirect effects of predatory wasps (*Polistes* sp. : Vespidae) on gregarious caterpillars (*Hemileuca lucina*: Saturniidae). **Oecologia**, Berlin, **75**: 619-624.
- STAMP, N. E. & M. D. BOWERS. 1990. Variation in food quality and temperature constrain foraging of gregarious caterpillars. **Ecology**, Templeton, **71**: 1031-1039.
- STEVENSON, R. D. 1985. Body size and limits to the daily range of body temperature in terrestrial ectotherms. **The American naturalist**, Chicago, **125**: 102-107.
- TAVARES, M.; L. A. KAMINSKI & G. R. P. MOREIRA. 2002. Morfologia externa dos estágios imaturos de heliconíneos neotropicais. II. *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae, Heliconiinae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **19**: 961-976.
- ZAR, J. H. 1999. **Biostatistical analysis**. 4ed., New Jersey, Prentice-Hall, 663p.

CAPITULO 4

Agregação larval e facilitação alimentar em *Dione juno juno* (Cramer, 1779)**(Lepidoptera: Nymphalidae)¹**Vidica Bianchi² Gilson R. P. Moreira³

²PPG Ecologia, Instituto de Biociências, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500; 91501-970, Porto Alegre RS, Brasil. E-mail vidicab@zipmail.com.br.

³Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500; 91501-970, Porto Alegre RS, Brasil. E-mail: gilson.moreira@ufrgs.br

¹ Submetido para a Revista Brasileira de Zoologia.

ABSTRACT: The role of larval aggregation on food intake facilitation in *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) was investigated with emphasis on the characterization and analyses of its mandibles, and effects on feeding behavior, and ingestion rates. Ingested leaf area of *Passiflora edulis* Sims was compared **per capita** when larvae were fed alone and in groups of three, five, seven, nine, 10, and 11 individuals. The wear of the mandibles, the type of damage caused to the leaves, and the number of larvae that fed alone and in groups of five and 10 individuals were also compared. It was observed that the mandibles, in early instars, presented an incisor region with prominent cusps. On the other hand, the same region was flat when the larvae reached final instars. The mandibles grew at the same proportion of the cephalic capsule, without presenting wear at different densities. Larvae that fed in groups removed the lower epidermis and the mesophyll, while isolated larvae made only small holes on the leaves. A higher number of feeding larvae and a higher ingestion **per capita** were observed in larvae growing in groups. Results demonstrated that foraging in groups enhance larvae feeding efficiency.

KEY WORDS: gregarious habit, social stimulus, heliconians, passion fruit.

RESUMO: Investigou-se o papel da agregação larval na facilitação alimentar de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae), com ênfase na caracterização e análise de suas mandíbulas, sua forma de alimentação, bem como seu efeito na taxa de consumo. Comparou-se a área foliar de *Passiflora edulis* Sims consumida **per capita** quando as larvas alimentaram-se em grupos de uma, três, cinco, sete, nove, dez e onze, bem como se houve desgaste das mandíbulas e o tipo de dano causado às folhas. Comparou-se também o número de larvas que se alimentou em grupos de uma, cinco e dez larvas. Observou-se que as mandíbulas apresentam a região incisora com cúspides salientes nos ínstares iniciais e achatada nos finais. Estas cresceram na mesma proporção que a cápsula cefálica, sem haver desgaste quando em diferentes densidades. As larvas em grupos removeram a epiderme abaxial e o mesofilo foliar, enquanto que as isoladas fizeram pequenos orifícios nas folhas. Observou-se um maior número de larvas em atividade de alimentação e um maior consumo **per capita** quando criadas em grupo. Os resultados demonstraram que o forrageio em grupos acentua a eficiência alimentar das larvas.

PALAVRAS-CHAVE: hábito gregário, estímulo social, heliconíneos, maracujás.

No hábito alimentar dos insetos, além das diferenciações interespecíficas, podem ocorrer também diferenças ontogenéticas, dependendo do tipo de mandíbulas e/ou da parte ou da idade da planta utilizada como recurso alimentar. CHAPMAN (1995) observou que as larvas que mudam seus hábitos alimentares durante o desenvolvimento podem ter diferentes formas mandibulares ao longo da ontogênese. Por exemplo, a maioria das larvas dos Notodontidae (Lepidoptera) exibem uma mudança distinta durante o desenvolvimento quanto à morfologia das mandíbulas, a partir de uma borda serrilhada cortante nos ínstares iniciais para uma borda lisa nos finais (GODFREY *et al.*, 1989).

Muitas vezes, larvas alimentadas com folhas maduras ou partes duras das plantas podem sofrer gastos mandibulares. Como descreve RAUPP (1985), besouros quando alimentados com folhas duras, têm suas mandíbulas gastas. Segundo este autor, o desgaste mandibular proporcionou-lhes baixo consumo foliar e conseqüentemente baixa produção de ovos. Um desgaste mandibular também foi observado em *Heliconius erato phyllis* (Lepidoptera: Nymphalidae), quando as larvas foram alimentadas com folhas maduras de *Passiflora suberosa* (SILVEIRA, 2002). Outro exemplo deste efeito em relação à qualidade da folha é relatado em larvas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), quando alimentadas com folhas de milho adubado com diferentes concentrações de sílica (GOUSSAIN *et al.*, 2002).

A superfície da folha na qual uma larva se alimenta pode, em alguns casos, determinar os padrões adotados para sua alimentação (ALEXANDER, 1961). Algumas espécies de heliconíneos podem utilizar como recurso alimentar, além das folhas, as gavinhas, estípulas e até pequenos ramos. As larvas de *D. juno juno* alimentam-se de folhas maduras (BENSON *et al.*, 1976). O processo de alimentação desta espécie começa geralmente pela extremidade distal do limbo foliar ou pela raspagem da epiderme da face abaxial da folha, passando a ingerir qualquer parte desta (LORDELLO, 1956).

A taxa de crescimento pode ser maior em larvas que se alimentam, repousam e mudam sincronicamente comparando com as que se alimentam sozinhas (ALEXANDER 1961; STAMP, 1980; 1990). O hábito gregário em larvas de Lepidoptera pode facilitar sua alimentação, não só pelo estímulo social, mas vencendo as barreiras físicas da planta. Tal mecanismo foi observado por CLARK & FAETH (1997) em larvas agregadas de *Chlosyne lacinia* (Lepidoptera: Nymphalidae), sobre folhas de girassol. Outro exemplo foi relatado por FORDYCE & AGRAWAL (2001), em larvas agregadas de *Battus philenor* (Lepidoptera: Papilionidae), verificando que variando o grau de agregação, se ajustam a densidade dos tricomas de sua hospedeira *Aristolochia californica*.

A mortalidade das larvas de *D. juno juno* é maior no primeiro ínstar, seja quando criadas em diferentes densidades ou em diferentes espécies passifloráceas (BIANCHI & MOREIRA, 2005). Segundo FITZGERALD (1993), o maior benefício em larvas agregadas está relacionado à facilitação alimentar, pronunciando-se em muitos dos casos relatados, neste ínstar. Suspeita-se a ocorrência deste fator, em relação a *D. juno juno*. Neste estudo, objetivou-se primeiro caracterizar qualitativa e quantitativamente as mandíbulas nos diferentes ínstares e identificar possível desgaste mandibular nas larvas de primeiro ínstar que se alimentam isoladas sobre *P. edulis*. Segundo, quantificar o consumo foliar no primeiro ínstar, em diferentes densidades e comparar o número de larvas que se alimentam. Ainda, avaliar o dano na folha causado por larvas de primeiro ínstar quando alimentadas de forma isoladas ou em grupo.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das mandíbulas

Para caracterizar as mandíbulas das larvas dos cinco ínstares, as larvas foram alimentadas com *P. edulis* em grupos de dez. Utilizou-se a microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para tal, as mandíbulas foram imersas em glicerina líquida, para facilitar a respectiva separação da cápsula cefálica. Na seqüência, a glicerina líquida foi removida com água, sendo

posteriormente desidratadas numa série alcoólica a 30%, 50%, 70% e 96%, seguida de secagem. Passou-se à montagem das mandíbulas sobre stubs de alumínio, cobertos com fita adesiva dupla-face, para em seguida realizar-se a metalização com ouro-paládio num equipamento Bal-tec[®] – SCD050 e observadas em microscópio JEOL[®] JSM-5800. As imagens foram feitas com a finalidade de comparações quanto a mudanças ultra-estruturais ao longo da ontogênese (n=20/ínstar).

Tipo de dano causado à folha

Larvas de primeiro ínstar, em grupos de oito e isoladas, foram alimentadas com folhas de *P. edulis*. Parte das folhas danificadas pelas larvas foi fotografada com câmara digital, sem auxílio de microscópio, e a outra fixada em FAA (5ml de formol 40%, 5ml ácido acético glacial, 90ml de álcool 50%). Este material foi desidratado em ponto crítico num equipamento Bal-tec[®] – CPD 030) e montado com fita dupla face sobre stubs de alumínio para em seguida realizar-se sua metalização com ouro-paládio num equipamento Bal-tec[®] –SCD050. Após foram visualizadas, observadas e fotografadas conforme efetuado com as mandíbulas.

Crescimento e desgaste das mandíbulas

Para determinar o crescimento das mandíbulas de larvas criadas em grupo e alimentadas com *P. edulis* (n = 20/ínstar), estas foram medidas *in totum*, em vista anterior sobre microscópio óptico Spencer[®] equipado com ocular micrométrica, aumento de 35x para o quinto instar e 100x para os demais. Para tanto, a distância entre a base da incisão entre o primeiro e segundo dentes e a margem do epicôndilo figuraram como pontos anatômicos de referência. Para verificar o grau de desgaste das mandíbulas de larvas de primeiro instar, alimentadas isoladas ou em grupos, mediu-se a distância da base do hipocôndilo à extremidade da região incisora, conforme método utilizado por SILVEIRA (2002) (Fig. 1). O material foi montado em glicerina líquida sob lâmina escavada e coberto com lamínula. Os dados relativos ao tamanho das mandíbulas foram ajustados pelo método

dos mínimos quadrados à forma logarítmica (linear) da função $y = ae^{bx}$ (SNEDECOR & COCHRAN, 1980). Posteriormente, por meio de uma análise de covariância, comparou-se o crescimento mandibular com a largura da cápsula cefálica obtida por TAVARES *et al.* (2002).

Consumo foliar

A área foliar consumida por larva de primeiro ínstar em diferentes densidades foi quantificada oferecendo-lhe discos foliares de *P. edulis*, os quais foram obtidos através de um vazador (diâmetro = 95mm²). Estes foram posicionados dentro de um pote plástico sobre papel filtro umedecido, sendo presos por alfinetes entomológicos (HANSON, 1983). A área oferecida foi próxima ao dobro do consumo médio, conforme descrito em RODRIGUES & MOREIRA (1999). Foram testadas sete densidades: grupos de uma, três, cinco, sete, nove, dez e onze larvas (n=20/densidade).

As larvas foram colocadas no centro do pote. Este foi coberto com um filme transparente de polietileno, preso por um atilho de borracha, onde permaneceram por 24 horas. Após este período, os restos dos discos foliares foram colados sobre papel ofício e posteriormente, medida a área consumida. Esta foi determinada sobre mesa com luz refletida, através da sobreposição dos restos dos discos foliares em papel milimetrado (RODRIGUES & MOREIRA, 1999), sendo dividida pelo número de larvas do recipiente.

Seguindo-se método semelhante, quantificou-se a percentagem de larvas que se alimentaram no dia após sua eclosão, em três densidades: grupos de uma, cinco e dez larvas (n=20/densidade). Estas permaneceram no recipiente por 24 horas, quando quantificou-se a percentagem de larvas que se alimentaram.

Análise estatística

Os dados referentes ao tamanho da mandíbula (D1) foram submetidos a uma análise de regressão linear simples, para determinar o crescimento destas. Os dados referentes ao desgaste da mandíbula (D2) em larvas de primeiro ínstar alimentadas em grupo e isoladas foram comparados

através do teste *t* de Student. A percentagem de larvas de primeiro ínstar que se alimentaram no primeiro dia em diferentes densidades foram organizadas em tabelas de contingência e comparadas através do Teste Exato de Fisher. O crescimento das mandíbulas e da cápsula cefálica foram comparados através do teste de paralelismo pela análise de covariância (Ancova), descrito por SOKAL & ROHLF (1995). Os outros testes seguiram os critérios descritos por ZAR (1999).

RESULTADOS

Analisando-se as micrografias das mandíbulas das larvas dos diferentes ínstars observa-se que estas apresentam a região incisora com dentes evidentes nos ínstars iniciais tornando-se mais achatadas nos ínstars finais (Fig. 2).

As larvas que se alimentaram em grupos nas folhas maduras removeram a epiderme abaxial e o mesofilo foliar deixando a epiderme adaxial intacta. As que se alimentaram isoladamente neste mesmo tipo de folhas fizeram pequenos orifícios e alimentaram-se da borda do disco foliar (Fig. 3). Em microscopia eletrônica de varredura, observou-se que as larvas raspam até o mesofilo. O dano não é só em nível da epiderme abaxial. Em alguns pontos é possível ver a face adaxial da epiderme foliar (Fig. 4).

As mandíbulas cresceram exponencialmente ao longo dos cinco ínstars larvais, alimentadas com folhas de *P. edulis*, em grupos de dez. A razão de crescimento das mandíbulas não diferiu da razão de crescimento das cápsulas cefálicas descritas por TAVARES *et al.* (2002) (Tabela 1). Não ocorreu diferença significativa em relação ao desgaste das mandíbulas, quando estas foram alimentadas em grupos de oito ou isoladas (Fig. 5).

O consumo foliar por larva cresceu exponencialmente com o tamanho do grupo, em torno de sete vezes mais de isoladas para o maior grupo testado (Fig. 6). A percentagem de larvas que se alimentou em grupo de cinco e de dez foi maior do que as que se alimentaram isoladamente (Fig.7).

Tabela 1. Equações de crescimento das cápsulas cefálicas e das mandíbulas dentre os ínstaes larvais de *D. juno juno*, criados sobre *P. edulis*. As retas não se diferenciaram quanto a inclinação pelo teste de paralelismo (Ancova dos dados logaritimizados, $F=0,429$; $p=0,787$).

	Equações	(n)	(r^2)	razão de crescimento médio
Cápsulas *	$\ln y=0,45x-1,05$	100	0,99	1,56
Mandíbulas	$\ln y=0,36x-4,58$	100	0,98	1,42

* Dados de Tavares *et al.* (2002)

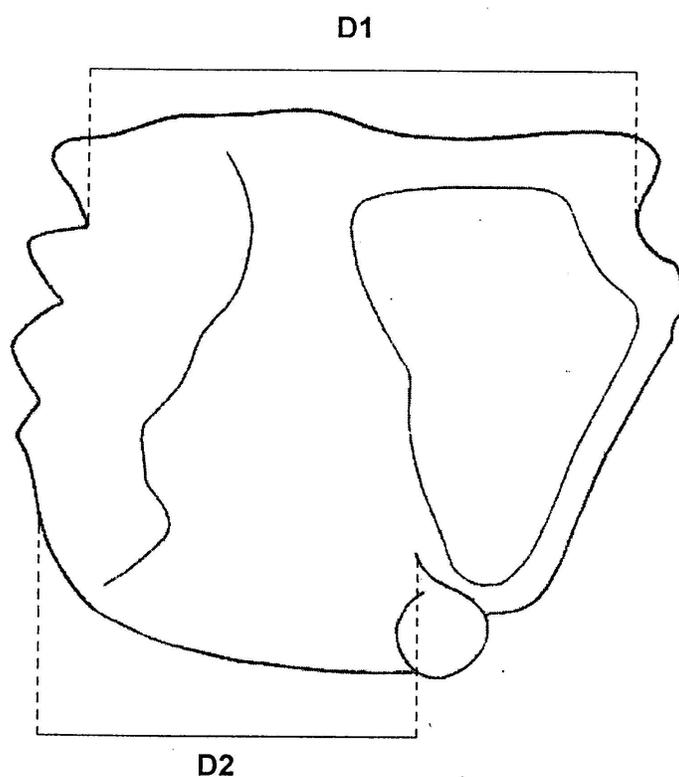


Figura 1. Desenho esquemático da mandíbula direita da larva de *H. erato phyllis*. D1 (tamanho da mandíbula) – distância da base do primeiro e o segundo dentes, e a margem do epicôndilo. D2 (grau de desgaste) – distância da base do hipocôndilo à extremidade da região incisora (SILVEIRA, 2002).

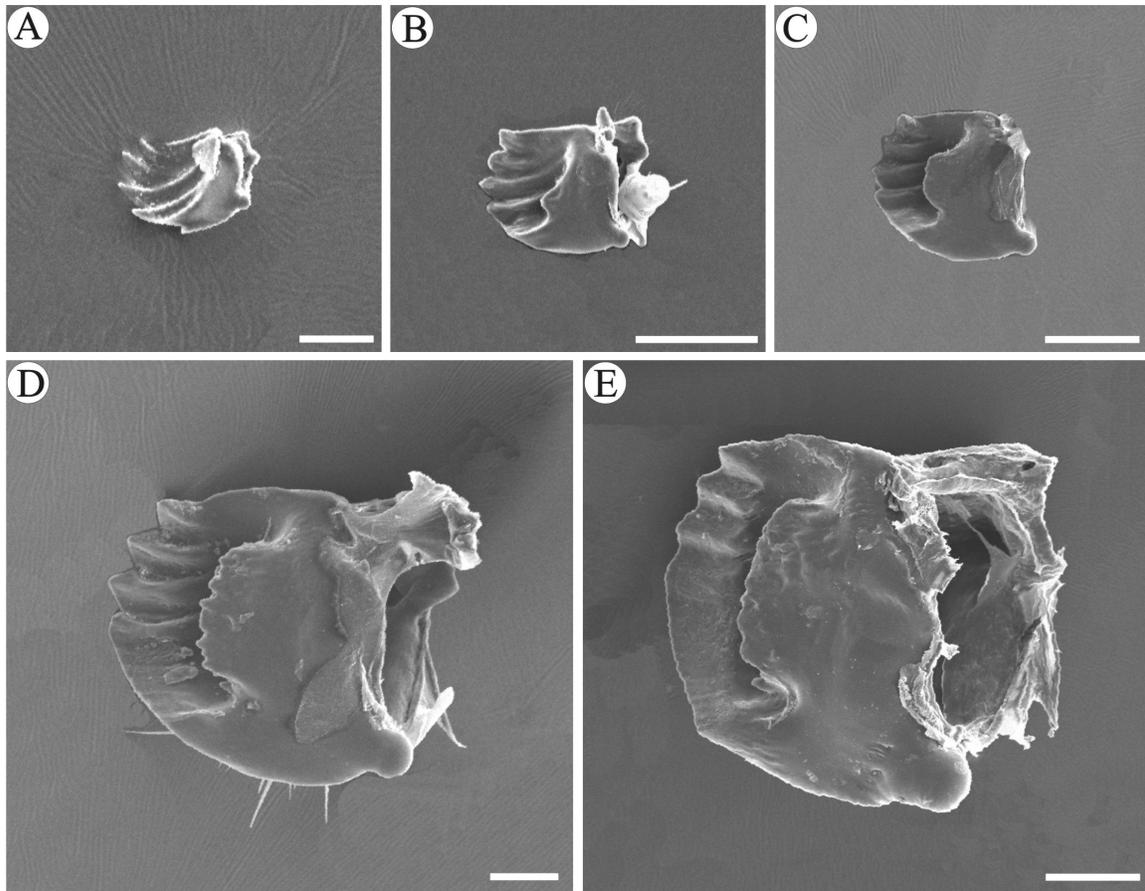


Figura 2. Face interna da mandíbula direita de *Dione juno juno* em microscopia eletrônica de varredura: A- primeiro, B – segundo, C- terceiro, D- quarto e E - quinto ínstar. Barras correspondem 50, 100, 100, 100 e 200 μ m, respectivamente.

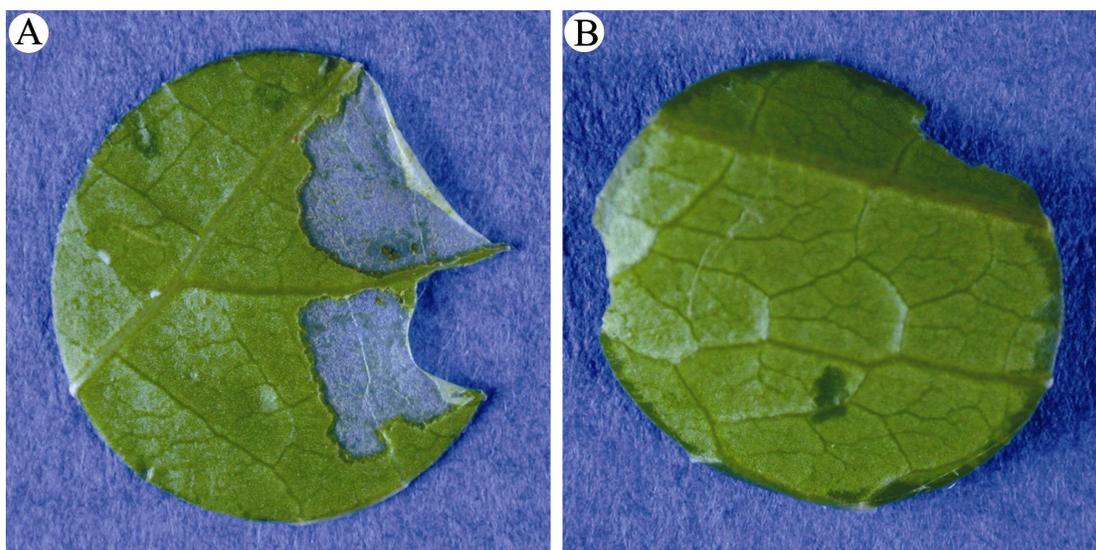


Figura 3. Dano nas folhas de *P. edulis* pelas larvas de primeiro instar de *Dione junio junio*. (A) larvas em grupos e (B) larvas isoladas.

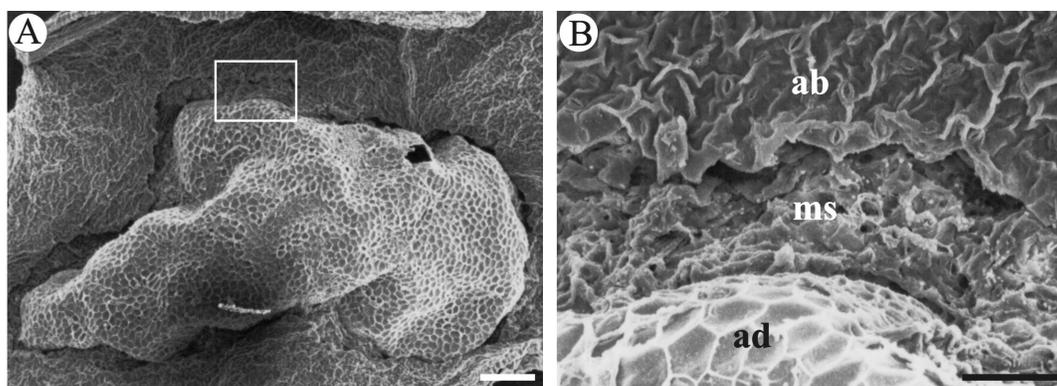


Figura 4. Dano em folha de *Passiflora edulis* por larvas de *Dione juno juno* em microscopia eletrônica de varredura (A) e respectivo detalhe (B). **ab**=epiderme abaxial; **ms**=mesofilo danificado; **ad**=epiderme adaxial. Barras 200 e 30 μm , respectivamente.

DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho demonstraram que o forrageio cooperativo das larvas de *D. juno juno* lhe proporcionam maior eficiência alimentar, dada a maior percentagem das larvas que se alimentaram quando em grupos e a maior quantidade de área folhar consumida por larva nesta mesma situação.

A morfologia das mandíbulas revelou a existência de mudança distinta durante o desenvolvimento. A partir de uma borda pontiaguda, com dentes salientes apropriados para perfurar nos ínstaes iniciais, para uma borda achatada cortante nos ínstaes posteriores, semelhante ao descrito por TOLEDO (1991) para *D. juno juno* e, por GODFREY *et al.* (1989), para a maioria das larvas dos Notodontidae. Os dados referentes ao crescimento das mandíbulas demonstram que estas cresceram na mesma proporção das cápsulas cefálicas, mesmo oriundas de diferentes organismos.

ALEXANDER (1961) comparou as mandíbulas das larvas de *D. juno juno* com as de *Heliconius erato* e observou que estas em ambas apresentam a região incisora com dentes evidentes, porém estes são mais amplos e menos definidos nas primeiras, o que conduz a um aparato mandibular menos eficiente. Mas, este autor analisou apenas mandíbulas dos ínstaes finais. Ao contrário, o aparato mandibular de *D. juno juno* nos primeiros ínstaes, parece ser eficiente uma vez que estas começam sua alimentação por folhas maduras (BENSON *et al.*, 1976) e as de *H. erato* iniciam sua alimentação pela região apical. Em geral, as borboletas de *D. juno juno* ovipositam a partir da quarta folha e é neste mesmo local que iniciam a perfuração da epiderme abaxial (V. BIANCHI, dados não publicados) ou estabelecem o primeiro sítio alimentar (GHENT, 1960).

Algumas larvas de muitas espécies de Lepidoptera podem apresentar mandíbulas fracas no primeiro ínstar, que não conseguem romper a cutícula dura de sua planta hospedeira e chegar ao mesofilo nutritivo. Tais larvas poderão morrer de inanição, caso outras larvas com mandíbulas mais fortes não romperem a cutícula primeiro. Até a cutícula ser perfurada em algum ponto, as larvas

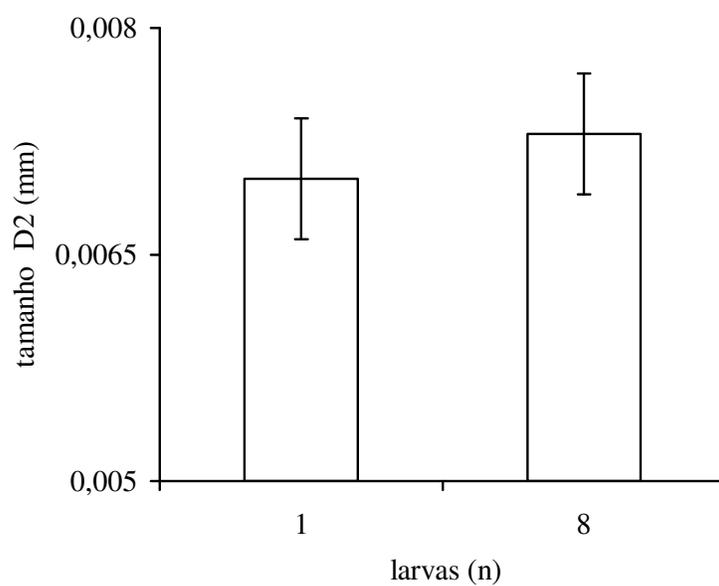


Figura 5. Desgaste (médias \pm erro padrão) inferido das mandíbulas de larvas de primeiro ínstar de *Dione juno juno* quando alimentadas de forma isoladas e em grupo. Não há diferença significativa entre as densidades (teste *t* de Student, $F=1.010$; $p= 0,6175$).

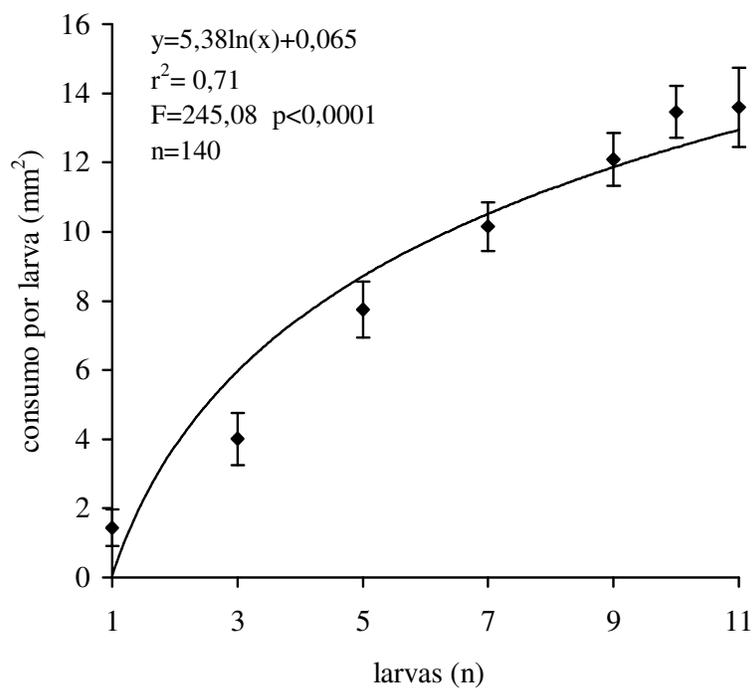


Figura 6. Consumo foliar (médias \pm erro padrão) **per capita** de larvas de *D. juno juno* quando alimentadas em grupos de diferentes densidades em *P. edulis*.

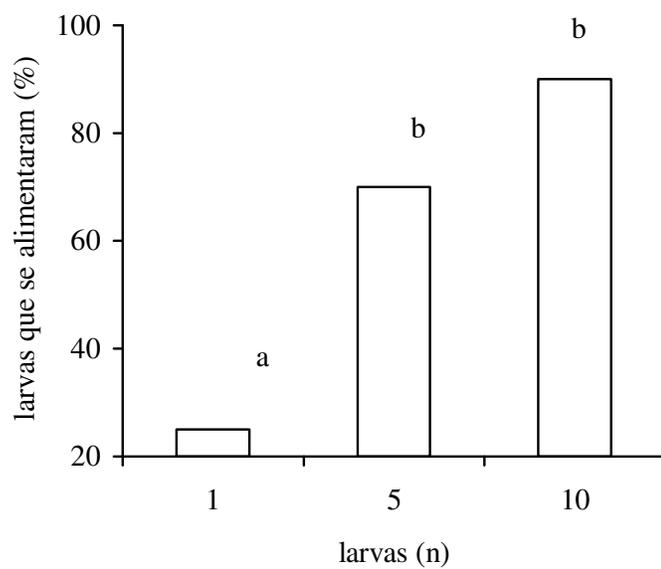


Figura 7. Frequência de larvas de *Dione junio junio* que se alimentaram durante 24 horas, em grupos de uma, cinco e dez larvas. Barras seguidas de letras distintas diferem significativamente (testes exatos de Fisher, alfa = 0,05).

permanecem concentradas aumentando o orifício, assim todas podem se alimentar (COSTA, 1997). Esta facilitação alimentar, pelo hábito social, é encontrada em *Neodiprion pratti banksianae* (Fitch) (Hymenoptera: Diprionidae), uma espécie exótica que se alimenta das resistentes acículas de pinos (GHENT, 1960; COSTA & LOUQUE, 2001). Neste caso, a sobrevivência da colônia depende do sucesso de penetração da cutícula das acículas por um ou alguns indivíduos da colônia (COSTA, 1997). Similarmente, para larvas de *Pryeria sinica* Moore (Lepidoptera: Zygaenidae), que se alimentam em grupo, o sucesso da alimentação é em função do número de indivíduos que atacam a folha de sua planta hospedeira (COSTA, 1997).

Considerando que a maior mortalidade em *D. juno juno* ocorre em larvas de primeiro ínstar, criadas isoladas ou em pequenos grupos (BIANCHI & MOREIRA, no prelo), provavelmente, devido ao insucesso de alimentação, pode estar ocorrendo o efeito chamado de “establishment mortality”, descrito por TSUBAKI (1981). Isto significa que deve existir um número mínimo de larvas para atingir um limiar de sobrevivência. Em relação a *D. juno juno*, o número de larvas que proporcionou melhor consumo foliar **per capita** situa-se entre cinco a nove larvas, isto vem de encontro aos resultados da análise da mortalidade em diferentes densidades (BIANCHI & MOREIRA, no prelo). Estes autores demonstraram que a sobrevivência aumenta consideravelmente em grupos a partir de oito larvas.

A remoção do mesofilo pelas larvas em grupo é de fundamental importância, pois é neste local que se encontram a maior parte dos nutrientes que estes organismos necessitam para sua sobrevivência e seu desenvolvimento. Muitas espécies de Lepidoptera, cujas larvas forrageiam cooperativamente apresentam mecanismos de comunicação, seja através de substância química, trilhas de feromônios como é o caso das larvas de *Gloveria sp.* (FITZGERALD & UNDERWOOD, 1998), de *Neodiprion lecontei* (COSTA & LOUQUE, 2001; FLOWERS & COSTA, 2003), de *Thaumetopoea pityocampa* (FITZGERALD, 2003) e de *Arsenura armida* (COSTA *et al.*, 2003) ou através de marcas de seda (FITZGERALD & PETERSON, 1988). Esta comunicação pode reduzir o custo

na localização de novos sítios alimentares. Estes mecanismos não foram estudados em relação a *D. juno juno*.

Finalmente, em muitas larvas de Lepidoptera que se alimentam de folhas maduras, os primeiros ínstaes podem não ter tamanho nem força no seu aparato bucal suficiente para lidar com tecidos rígidos (BERNAYS & CHAPMAN, 1994). A inexistência de desgaste mandibular nas larvas isoladas pode estar indicando muito mais falta de força do que de adaptação morfológica e tamanho para romper a epiderme, necessitando de cooperação para iniciar sua alimentação. Neste sentido, a agregação larval em *D. juno juno* parece ser uma adaptação que facilita sua alimentação, seja sobrepujando as barreiras física ou pelo estímulo social, o qual não foi explorado até o momento.

AGRADECIMENTOS

A Lucas A. Kaminski (UFRGS), pelo auxílio na organização das imagens, ao Geraldo Soares pela ajuda na interpretação das micrografias referentes ao dano da folha e ao Maurício Tavares (UFRGS), pelos dados referentes às cápsulas cefálicas. À CAPES pela Bolsa de Doutorado concedida à V. Bianchi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, A. J. 1961. A study of the biology and behavior of caterpillars, pupae and emerging butterflies of the subfamily Heliconiinae in Trinidad, West Indies. Part I. Some aspects of larval behavior. **Zoologica**, New York, **46**: 1-24.
- BENSON, W. W. ; K. S. BROWN Jr & L. E. GILBERT. 1976. Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies. **Evolution**, Bolder **29**: 659-680.
- BERNAYS, E. A. & R. F. CHAPMAN. 1994. **Host plant selection by phytophagous insects**. New York, Chaman & Hall, 312p.
- BIANCHI, V. & G. R. P. MOREIRA. 2005. Preferência alimentar, efeito da planta hospedeira e da densidade larval na sobrevivência e desenvolvimento de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **22**: 43-50.
- CHAPMAN, R. F. 1995. Mechanics of food handling by chewing insects, p.3-31. In: CHAPMAN, R. F. & BOER, G. D. (Eds). **Regulatory mechanisms in insect feeding**. New York- Chapman & Hall.
- CLARK, B. R. & S. H. FAETH. 1997. The consequences of larval aggregation in the butterfly *Chlosyne lacinia*. **Ecological Entomology**, London, **22**: 408-415.
- COSTA, J. T. 1997. Caterpillars as social insects. **American Scientist**, Waschington, **85**: 150-159.
- COSTA, J. T. & R. W. LOUQUE. 2001. Group foraging and trail following behavior of the red-headed pine sawfly *Neodiprion lecontei* (Fitch) (Hymenoptera: Symphyta: Diprionidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, **94**: 480-489.
- COSTA, J. T.; D.A. GOTZEK & D. H. JANZEN. 2003. Late-instar shift in foraging strategy and trail-pheromone use by caterpillars of the Neotropical moth *Arsenura armida* (Cramer) (Saturniidae: Arsenurinae). **Journal of the Lepidopterist's Society**, Los Angeles, **57**: 220-229.

- FITZGERALD, T. D. 2003. Role of trail pheromone in foraging and processionary behavior of pine processionary caterpillars *Thaumetopoea pityocampa*. **Journal of Chemical Ecology**, New York, **29**: 513-531.
- FITZGERALD, T. D. 1993. Sociality in caterpillars, p.373-403. *In*: N.E. STAMP & T.M. CASEY (Eds.). **Caterpillars: ecological and evolutionary constraints on foraging**. New York, Chapman & Hall, 587p.
- FITZGERALD, T. D & S. C. PETERSON. 1988. Cooperative foraging and communication in caterpillars: Silk and chemical markers may catalyze social evolution. **BioScience**, Washington, **38**: 20-25.
- FITZGERALD, T. D. & D. L. A. UNDERWOOD. 1998. Communal foraging behavior and recruitment communication in *Gloveria* sp. **Journal of Chemical Ecology**, New York, **24**: 1381-1396.
- FLOWERS, R. W. & J. T. COSTA. 2003. Larval communication and group foraging dynamics in the red-headed pine sawfly, *Neodiprion lecontei* (Fitch) (Hymenoptera: Symphyta: Diprionidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, **96**: 336-343.
- FORDYCE, J. A. & A. A. AGRAWAL. 2001. The role of plant trichomes and caterpillar group size on growth and defence of the pipevine swallowtail *Battus philenor*. **Journal of Animal Ecology**, Oxford, **70**:997-1005.
- GHENT, A. W. 1960. A study of group-feeding habit of larvae of the jack pine *Neodiprion pratti banksianae*. **Behaviour: an international journal of comparative ethology**, Leiden, **16**:110-148.
- GODFREY, G. L.; J. S. MILLER & D. J. CARTER. 1989. Two mouthpart modifications in larval Notodontidae (Lepidoptera): their taxonomic distributions and putative functions. **Journal. New York Entomology Society**, New York, **97**: 455-470.

- GOUSSAIN, M. M. ; J. C. MORAES; J. G. CARVALHO; N. L. NOGUEIRA & M. L. ROSSI. 2002. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, **31**: 305-310.
- HANSON, F. E. 1983. The behavioral and neurophysiological basis of food plant selection by lepidopterous larvae, p.3-23. In: S. AHMAD (Ed.). **Herbivorous insects: host seeking behavior and mechanisms**. New York, Academic Press.
- LORDELLO, L. G. E. 1956. Insetos que vivem sobre o maracujazeiro. III – Notas acerca de *Dione juno* (Cramer) (Lep., Nymphalidae) e relação de alguns outros insetos habitualmente coligidos de *Passiflora* spp. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, **29**: 23-29.
- RAUPP, J. M. 1985. Effects of toughness on mandibular wear of the leaf beetle *Plagioderia versicolora*. **Ecological Entomology**, London **10**:73-79.
- RODRIGUES, D. & G. R. P. MOREIRA. 1999. Feeding preference of *Heliconius erato* (Lep: Nymphalidae) in relation to leaf age and consequences for larval performance. **Journal of the Lepidopterists' Society**, Los Angeles, **53**: 108-113.
- SILVEIRA, M. A . P. A. 2002. **Variação da dureza da folha em *Passiflora*, efeito no desgaste das mandíbulas de *Heliconius erato phylis* (Lepidoptera: Nymphalidae) e consequências sobre a herbivoria**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 44p.
- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLF. 1995. **Biometry**. 3.ed., New Jersey, Freeman and Company, 887p.
- SNEDECOR, G. W. & W. G. COCHRAN. 1980. **Statistical Methods**. Ames, Iowa State Univ. press, 7. ed., 507p.
- STAMP, N. E. 1980. Egg deposition patterns butterflies: why do some species cluster their eggs rather than deposit them singly? **The American Naturalist**, Chicago, **115**: 367-380.

- STAMP, N. E. 1990. Variation in food quality and temperature constrain foraging of gregarious caterpillars. **Ecology**, Templeton, **71**: 1031-1039.
- TAVARES, M.; L.A. KAMINSKI & G.R.P. MOREIRA. 2002. Morfologia externa dos estágios imaturos de heliconíneos neotropicais. II. *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae, Heliconiinae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, **19**: 961-976.
- TOLEDO, Z. D. A. de. 1991. Fauna del noroeste argentino. Contribucion al conocimiento de los Lepidopteros argentinos. IX. *Dione juno* (Cramer) (Lepidoptera, Rhopalocera, Heliconiidae). **Acta Zoologica Lilloana**, Tucuman, **40**: 109-117.
- TSUBAKI, Y. 1981. Some beneficial effects of aggregation in young larvae of *Pryeria Sinica* Moore (Lepidoptera: Zygaenidae). **Research in Population Ecology**, Chicago, **23**: 156-167.
- ZAR, J. H. 1999. **Biostatistical Analysis**. 4. ed., New Jersey, Prentice-Hall, 663p.

CAPÍTULO 5

**Variação sazonal e exigências térmicas de *Dione juno juno* (Cramer)
(Lepidoptera: Nymphalidae)¹**

Vidica Bianchi ² Gilson R. P. Moreira ³

²PPG Ecologia, Instituto de Biociências, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500; 91501-970, Porto Alegre RS, Brasil. E-mail vidicab@zipmail.com.br.

³Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500; 91501-970, Porto Alegre RS, Brasil. E-mail: gilson.moreira@ufrgs.br

¹Submetido para a revista Neotropical Entomology

ABSTRACT – Seasonal variation on abundance of *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae) and on the host plant leaf loss were evaluated in a passion fruit orchard (*Passiflora edulis*) in Southern Brazil. In laboratory, the effect of temperature on development was investigated, as well as the temperatures thresholds and thermal constant needed for development. Field surveys, of immature insects and the degree of leaf loss of the host plant were conducted twice a month for 30 months. Larvae were reared grew in laboratory, in groups of 10 individuals, on *P. edulis* shoots, kept in acclimatized chambers (14 horas light/day, $75 \pm 5\%$ UR), at four different temperatures (15, 20, 25 e 30°C). *D. juno juno* presented low population densities during most part of the year of the study period. Population peaks were observed in November/December 2001, and in January 2003. Leaf loss was low for the whole study period, except for the months with high larval density. On the laboratory, egg viability and survivorship of the larval e pupal stages were greater at 20 and 25°C, respectively. Incubation period, and time for larval and pupal development decreased with an increase in temperature. Lower thermal limits temperatures were of 5,3°C for the eggs, 8,4 °C for the larva, and 9°C for the pupa. Thermal constants were of 126,6 degree-days for the eggs, 312,5 degree-days for the larva, and 141 degree-days for the pupa.

KEY WORDS: degree-days, thresholds temperature, heliconians, passion fruit, seasonal abundance.

RESUMO - Avaliou-se a variação sazonal na abundância de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae) e o índice de desfolha da planta hospedeira em um pomar de maracujás, *Passiflora edulis*, no Sul do Brasil. Em laboratório, investigou-se o efeito da temperatura no desenvolvimento e estimou-se a temperatura base e os graus dias exigidos para seu desenvolvimento. Em campo, os levantamentos foram quinzenais, anotando-se o número de imaturos e o grau de desfolha da planta hospedeira, durante trinta meses. Em laboratório, as larvas foram criadas em ramos de *P. edulis* em grupos de dez e mantidas em quatro temperaturas (15, 20, 25 e 30°C) em câmaras climatizadas (14 horas luz/dia, $75 \pm 5\%$ UR). *D. juno juno* esteve presente em baixos níveis populacionais em quase todos os meses do ano. Observou-se picos em novembro/dezembro de 2001 e janeiro de 2003. O índice de desfolha foi baixo em todas as ocasiões, exceto nos meses de maior densidade larval. A viabilidade dos ovos e a sobrevivência dos estágios de larva e pupa foram maiores a 20 e 25°C, respectivamente. O período de incubação e o tempo de desenvolvimento larval e pupal decresceram com o aumento de temperatura. As temperaturas bases estimadas foram de 5,3°C para a fase ovo, 8,4 °C para larva e 9°C para a pupa. As constantes térmicas foram de 126,6 graus dias para a fase ovo, 312,5 graus dias para larva e 141 graus dias para pupa.

PALAVRAS-CHAVE: graus dias, temperatura base, heliconíneos, maracujás, abundância sazonal.

Todos os ambientes, sejam terrestres ou aquáticos, sofrem várias mudanças temporais. Estas mudanças envolvem alterações nos elementos bióticos e abióticos. Podem ser longas ou curtas, cíclicas ou acíclicas, rigorosas ou amenas, bem como generalizadas ou localizadas. Seus efeitos sobre os organismos variam enormemente. Assim as mudanças ambientais constituem a maior força seletiva formando os ciclos de vida dos animais e vegetais. Também, constituem-se em importante fator no contexto da evolução dos diversos grupos de plantas e animais, incluindo Insecta (Tauber *et al.*, 1986).

Mudanças sazonais em organismos que vivem em regiões temperadas é fato comum, uma vez que estações mais frias se alternam com estações mais quentes, além do que períodos de chuva e seca são marcantes (Wolda, 1988). Os insetos, por sua vez, reagem diretamente à temperatura de tal forma que as espécies apresentam exigências térmicas que determinam a velocidade de seu desenvolvimento e sua proliferação. Desta forma, em função dos requisitos de temperatura de cada espécie, uma dada região poderá ser mais ou menos favorável ao seu crescimento populacional (Silveira Neto *et al.*, 1976).

A habilidade para acompanhar o desenvolvimento e estimar a ocorrência de populações de insetos no campo é fundamental para programas de manejo de pragas. O modelo de graus dias para descrever o desenvolvimento de insetos tem sido implementado com sucesso e relatado em muitos estudos (Campbell *et al.*, 1974; Silveira Neto *et al.*, 1976; Milanez *et al.*, 1983; Haddad & Parra, 1984; Bryant *et al.*, 1998). Avaliações em laboratório sobre o desenvolvimento de insetos, em diferentes temperaturas, permitem estimar a necessidade de graus dias acumulados e, sobretudo, do limiar térmico ou temperatura base de desenvolvimento (Campbell *et al.*, 1974), assim como suas exigências nutricionais (Parra *et al.*, 2002). Estes parâmetros servem também como indicadores do potencial de distribuição e abundância dos insetos (Messenger, 1959).

O ataque de *Dione juno juno* em plantas de maracujazeiro é fato comum, sendo que no início do desenvolvimento das lagartas, o dano não é significativo. Muitas vezes provocam sérios

danos, principalmente em plantas jovens ou naquelas em que a área foliar mostra-se pouco desenvolvida, quando o inseto se encontra nos seus ínstares finais, especialmente em razão do seu hábito gregário (Lordello, 1956).

Estudos de flutuação populacional de *D. juno juno* em maracujazeiros, feitos por Boiça Jr. et al. (1999) no estado de São Paulo, indicaram que esta espécie está presente em todos os meses, com dois picos populacionais, sendo um em junho e outro em dezembro. Para as condições climáticas do sul do Brasil, estas informações ainda são incipientes. Assim, pretendeu-se, avaliar a presença de *D. juno juno* em *Passiflora edulis*, espécie utilizada mundialmente em plantios comerciais de maracujás (Vanderplank, 1991), para verificar sua variação sazonal, bem como o grau de desfolha da planta hospedeira. Em laboratório, investigou-se o efeito da temperatura no desenvolvimento deste inseto através da avaliação dos seguintes parâmetros: viabilidade e período de incubação dos ovos, sobrevivência das fases de larva e pupa, tempo e taxa de desenvolvimento das larvas e tamanho dos adultos. A partir do tempo e taxa de desenvolvimento estimou-se a temperatura base e os graus dias exigidos para seu desenvolvimento.

Material e Métodos

O trabalho de campo foi realizado no pomar de maracujás, instalado no Setor de Horticultura da Estação Experimental da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no município de Eldorado do Sul, RS (30° 08' 53" S, 51° 13' 19" W).

O pomar constava de duas fileiras, com aproximadamente 25 plantas de *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg., cada uma, dispostas em espaldeira. Os tratos culturais foram aqueles comumente adotados em pomares comerciais, não havendo, porém aplicações de pesticidas.

No início do trabalho, as plantas apresentavam um ano de idade. Foram efetuadas vistorias quinzenais que iniciaram em setembro de 2001, prolongando-se até fevereiro de 2004. A

amostragem constou de 20 plantas, previamente sorteadas e marcadas. Durante as vistorias, anotou-se o número de ovos, larvas e pupas de *D. juno juno*, sem destruição, nestas plantas.

Para quantificar o índice de desfolha das plantas, foram previamente estipulados quatro graus: 1) planta intacta, até 25% desfolhada; 2) de 26 a 50% desfolhada; 3) de 51 a 75% desfolhada e 4) 76 a 100% desfolhada (Fig. 1). Durante as amostragens, cada planta foi caracterizada em relação a este grau, obtendo-se um percentual de desfolha por amostragem. O resultado foi dividido pelo número de ramos totais amostrados para a espécie, seguindo-se a fórmula:

$$(n^{\circ} \text{ de plantas encontradas em grau um} \times 12,5) + (n^{\circ} \text{ de plantas encontradas em grau dois} \times 37,5) + (n^{\circ} \text{ de plantas encontradas em grau três} \times 62,5) + (n^{\circ} \text{ de plantas encontradas em grau quatro} \times 87,5) / n^{\circ} \text{ total de plantas, semelhante a Rodrigues \& Moreira (2004).}$$

Para avaliar o desenvolvimento de *D. juno juno* em diferentes temperaturas, foram coletados ovos em *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg., cultivada na região de Porto Alegre e Eldorado do Sul, RS. Estes foram acondicionados em placas de Petri, forradas com papel filtro umedecido, que foram mantidas em condições de laboratório até a eclosão. Tanto os ovos quanto os ramos de *P. edulis* utilizados nos experimentos foram tratados com solução aquosa de hipoclorito de sódio (1%), para evitar contaminações por patógenos, observados nas populações de *D. juno juno* no Brasil (Andrade & Habib, 1984).

A viabilidade e o tempo de incubação dos ovos foram avaliados a partir de ovos coletadas no dia da oviposição. Para tal, plantas foram marcadas no dia anterior e delas removidos todos os ovos quando presentes, de modo que, no momento da coleta, sabia-se que estes tinham sido ovipositados naquele dia. Após este procedimento os ovos foram divididos em grupos de cinco e colocados em câmaras climatizadas. Foram testados dez grupos de cinco em cada temperatura.

Para avaliar a performance larval em diferentes temperaturas, larvas recém-eclodidas foram transferidas para ramos de *P. edulis* f. *flavicarpa* em grupos de dez e mantidas em quatro temperaturas (15, 20, 25 e 30°C) em câmaras climatizadas (14 horas luz/dia, $75 \pm 5\%$ UR).

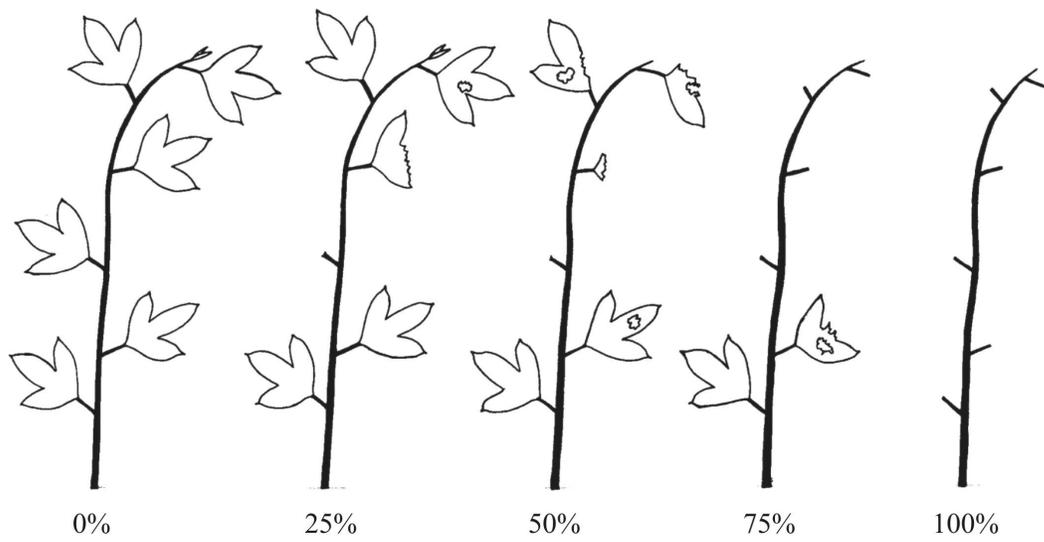


Figura 1. Escala de notas adotadas para estimar o grau de desfolha em relação a *P. edulis*.

Nas temperaturas de 15, 20 e 30°C, foram adotadas 15 repetições e à 25°C, 20 repetições. Os ramos foram coletados nos arredores de Porto Alegre e acondicionados em garrafas plásticas de água mineral (500 ml), providas de armação de arame e bambu e cobertura de filó (Mugrabi-Oliveira & Moreira, 1996).

As larvas foram observadas diariamente para a reposição do alimento, quantificação da sobrevivência, da duração dos cinco ínstaes larvais e do estágio pupal. Para identificar as ecdises, foi utilizada tinta atóxica de cores diferentes (Acrilex[®]), na região dorso-posterior do penúltimo segmento abdominal (Tavares *et al.*, 2002). Para medir o tamanho da asa anterior dos adultos (Rodrigues & Moreira, 2002) foi utilizado um paquímetro.

Os dados referentes à viabilidade dos ovos e sobrevivência das fases larval e pupal foram organizados em tabelas de contingências e comparados através do teste exato de Fisher. Aqueles referentes ao tempo e taxa de desenvolvimento foram submetidos a uma análise de regressão linear simples. Os dados referentes ao tamanho dos adultos foram avaliados quanto a normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e quanto à homocedasticidade das variâncias pelo teste de Bartlett e, após, submetidos a uma Anova (um fator), seguida de testes múltiplos de Tukey. Como ocorreu diferença no tamanho entre machos e fêmeas, estes foram avaliados separadamente. A temperatura base e os graus dias exigidos para *D. juno juno* chegar a fase adulta foram obtidos a partir da equação de regressão linear simples entre a taxa de desenvolvimento e a temperatura conforme o método adotada por Campbell *et al.*(1974) e Haddad & Parra (1984). Os testes seguiram os critérios descritos por Zar (1999). Para todos os testes foi adotado alfa = 0,05

Resultados

As larvas *D. juno juno* apresentaram-se sempre agregadas e presentes em baixos níveis populacionais quase que o ano inteiro. Observou-se um pico populacional tênue em novembro/dezembro de 2001 e outro expressivo em janeiro de 2003. Registrou-se a ausência de

imaturos deste inseto em fevereiro, março e abril de 2002, bem como em outubro, novembro e dezembro de 2003 (Fig.2). Na maioria das ocasiões, principalmente quando em maior densidade (Fig.3), verificou-se um maior número de ovos e larvas de primeiro e segundo ínstaes em relação aos demais. Quanto ao índice de desfolha, predominou o de menor grau estipulado (12,5%), havendo dois picos, que coincidiram com aqueles dos imaturos (Fig. 4).

A viabilidade dos ovos foi significativamente maior na temperatura de 20°C (Fig. 5). A sobrevivência das larvas foi maior nas temperaturas de 20°C e 25°C, seguidas das temperaturas de 30°C e 15°C, respectivamente (Fig. 6).

O período de incubação e o tempo de desenvolvimento larval e pupal decresceram exponencialmente com o aumento de temperatura (Fig. 7, 8 e 9). As respectivas temperaturas bases e graus dias calculados encontram-se na Tabela 1.

O tamanho dos machos foi significativamente maior nas temperaturas de 20 e 25°C em relação à 30°C, porém nesta última não diferiram daqueles a 15°C. O tamanho das fêmeas foi significativamente maior nas temperaturas de 15, 20 e 25°C em relação àquelas cujos imaturos foram criados à 30°C (Fig.10).

Discussão

Os dados referentes à variação sazonal revelam a presença de imaturos de *D. juno juno* no pomar de maracujás em quase todos o meses do ano. Este fato pode estar indicando que esta é uma espécie bem adaptada no que diz respeito às variações de temperatura, uma vez que o estado do Rio Grande do Sul, por estar localizado em uma zona de transição climática, possui considerável oscilação de temperatura entre as estações do ano.

Tabela 1. Temperatura base e graus dias requeridas para o desenvolvimento das diferentes fase de *D. juno juno*.. Tb= temperatura base; K= constante térmica e GD=graus dias.

fases	exigência térmica	
	Tb(°C)	K(GD)
ovo	5,3	126,6
larva	8,4	312,5
pupa	9,0	141,0
ciclo	--	580,0

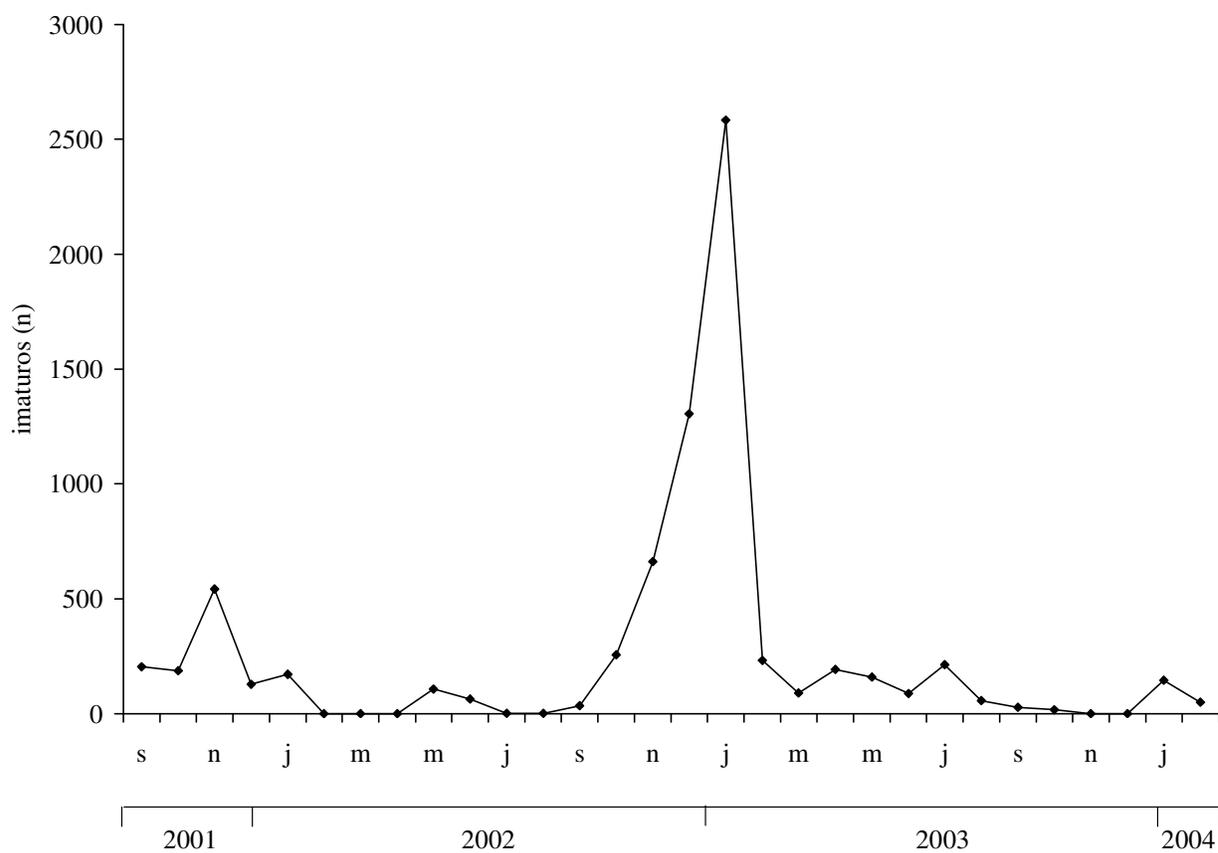


Figura 2. Variação mensal (meses = letras minúsculas) do número de imatuross de *D. juno juno* em *P. edulis* no período de setembro de 2001 a fevereiro de 2004.

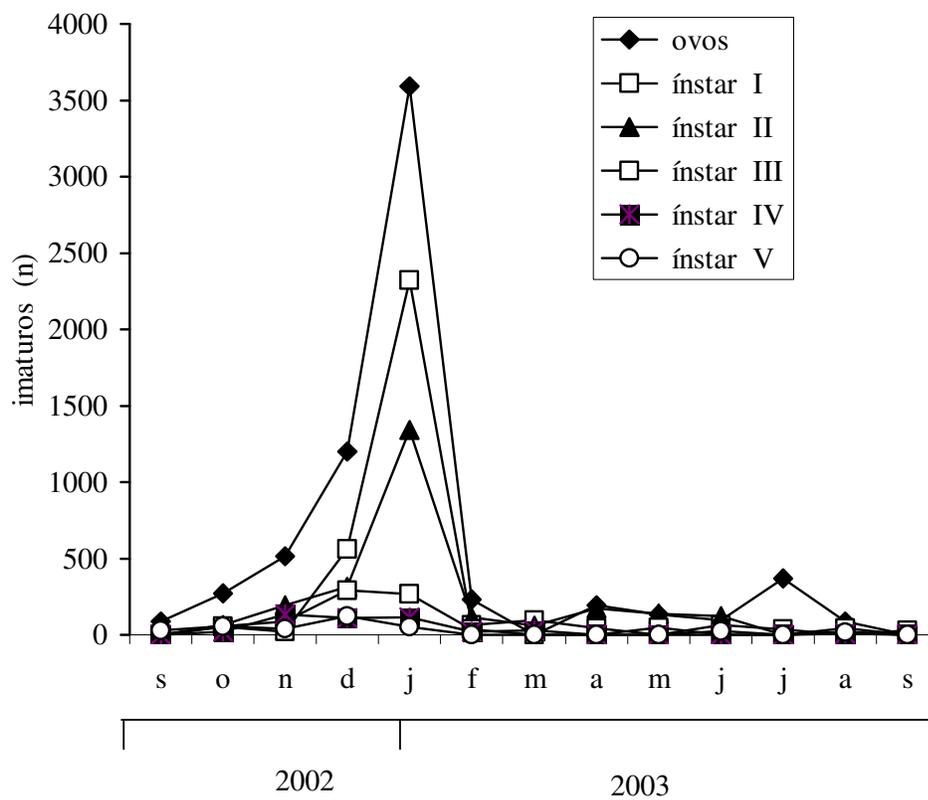


Figura 3. Variação mensal (meses = letras minúsculas) do número de ovos e de larvas nos diferentes ínstares de *D. juno juno* no período de setembro de 2002 a setembro de 2003.

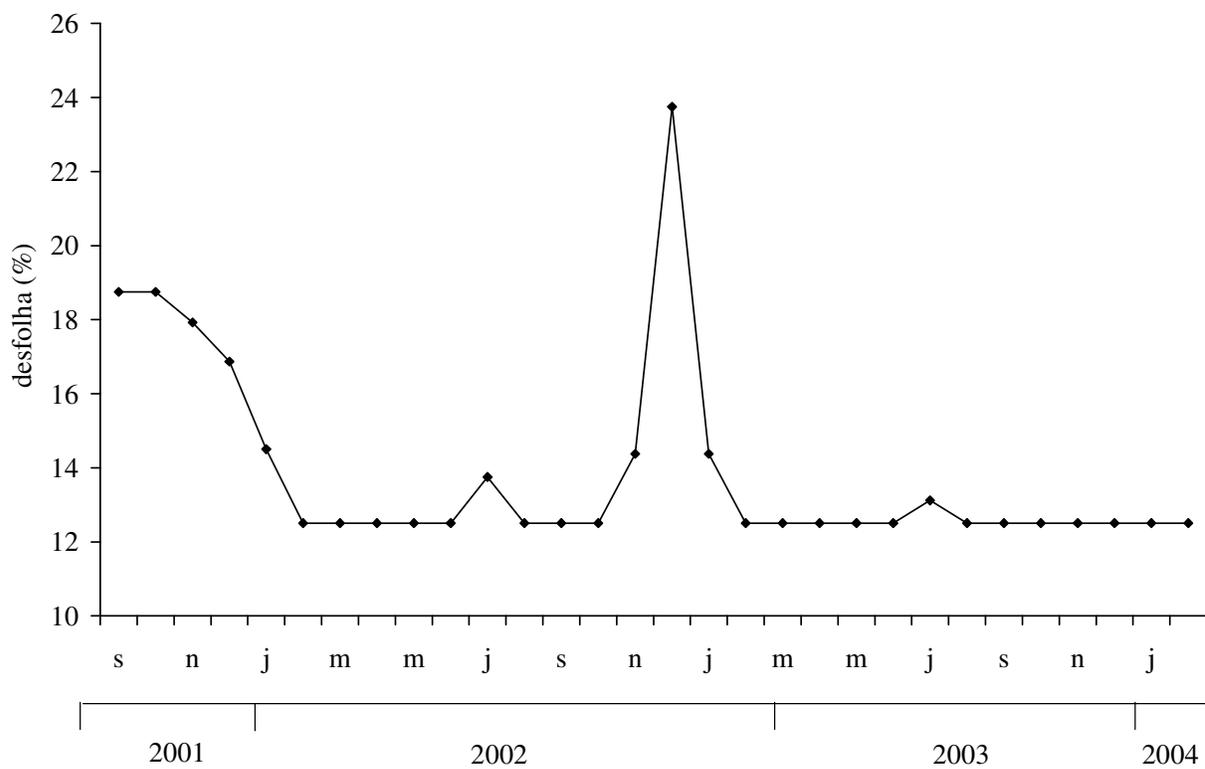


Figura 4. Variação mensal (meses = letras minúsculas) do índice de desfolha em *P. edulis* no período de setembro de 2001 a fevereiro de 2004.

A julgar pelas temperaturas bases obtidas neste estudo, as regiões da Depressão Central e do Litoral Nordeste do RS oferecem condições climáticas para *D. juno juno* se desenvolver o ano inteiro. Na região de Porto Alegre, por exemplo, os verões apresentam uma temperatura média de 24,7°C no mês de janeiro, considerado o mais quente. No inverno, a temperatura média é de 14°C, no mês de julho, considerado o mais frio (Ipagro, 1989). Picos populacionais deste inseto, durante o inverno são relatados por Boiça Jr. *et al.* (1999), para São Paulo. Nesse Estado, as temperaturas durante o inverno, são menos rigorosas que no Rio Grande do Sul. Os resultados deste trabalho indicaram uma redução no número de imaturos no final da primavera e/ou no início do verão, bem como redução da viabilidade dos ovos e da sobrevivência das larvas em temperatura de 30°C, em laboratório. Assim, pode-se dizer que a melhor faixa de temperatura para o desenvolvimento de *D. juno juno* situa-se entre 20 e 25°C. O estágio de pupa parece ser mais sensível ao frio do que os estágios de ovos e larvas. Isto corrobora as observações de campo obtidas no desenvolvimento deste trabalho, em que o estágio de ovo, menos sensível em laboratório, permanece, muitas vezes, mais de 15 dias aparentemente viável no campo.

Comparando-se as temperaturas médias mínimas para as diferentes localidades do Rio Grande do Sul, conforme Ipagro (1989), com o limiar térmico estimado para as diferentes fases de desenvolvimento, *D. juno juno* poderia desaparecer em algum mês do inverno nas seguintes localidades: Iraí, Jaguarão, Júlio de Castilho, Lagoa Vermelha, Pelotas, Piratini, Santana do Livramento, São Francisco de Paula e Vacaria. No contexto do manejo integrado de pragas, as espécies de maracujás utilizadas em plantios comerciais possivelmente, também, teriam limitações para tal (Manica, 1981). Investimentos no sentido de selecionar variedades de maracujás resistentes ao frio, podem ser promissores, principalmente para as localidades em que as temperaturas médias mínimas são registradas abaixo do limiar de desenvolvimento deste inseto, escapando, assim da herbivoria correspondente.

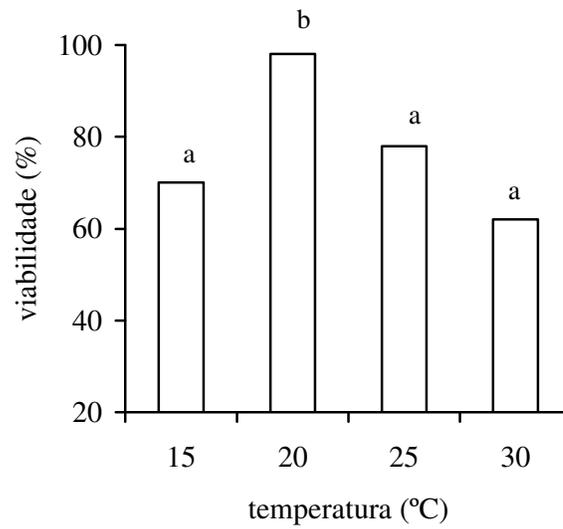


Figura 5. Viabilidade dos ovos de *D. junco junco* em diferentes temperaturas. Colunas seguidas de letras distintas diferem estatisticamente (testes exatos de Fisher, alfa = 0,05).

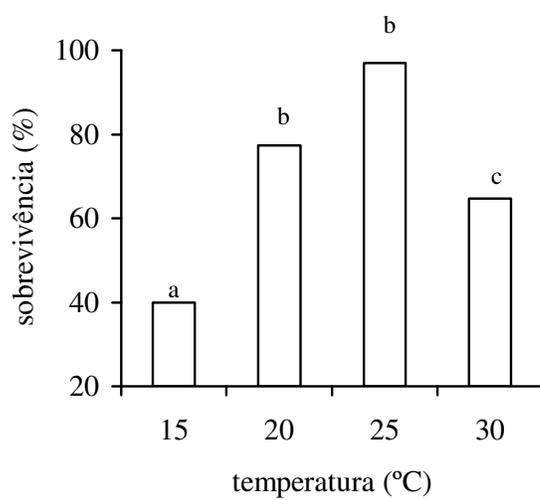


Figura 6. Sobrevivência de *D. junco junco* em diferentes temperaturas. Colunas seguidas de letras distintas diferem estatisticamente (testes exatos de Fisher, alfa = 0,05).

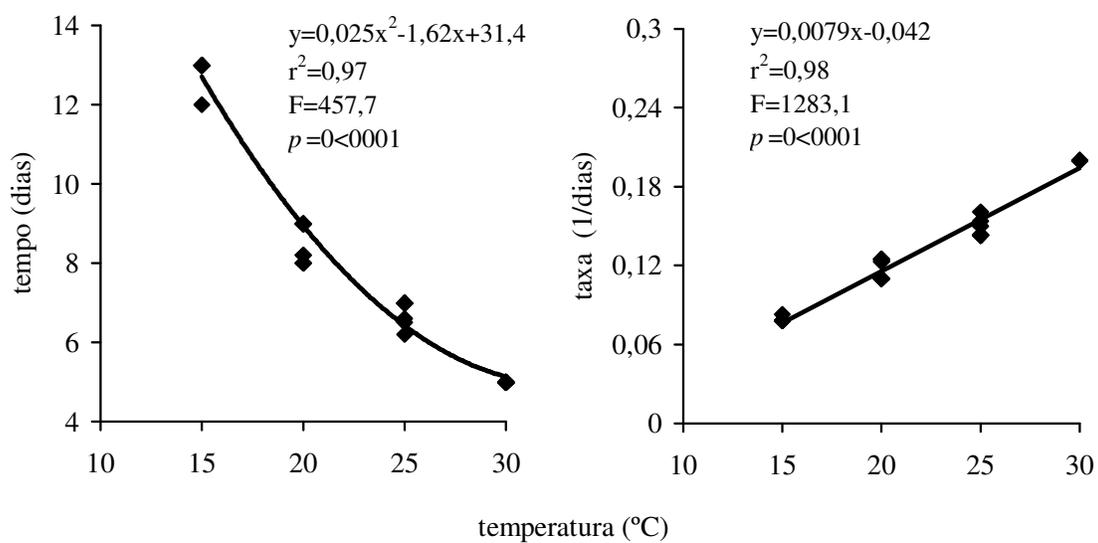


Figura 7. Período de incubação e taxas de desenvolvimento embrionário de *D. junco junco*, em diferentes temperaturas.

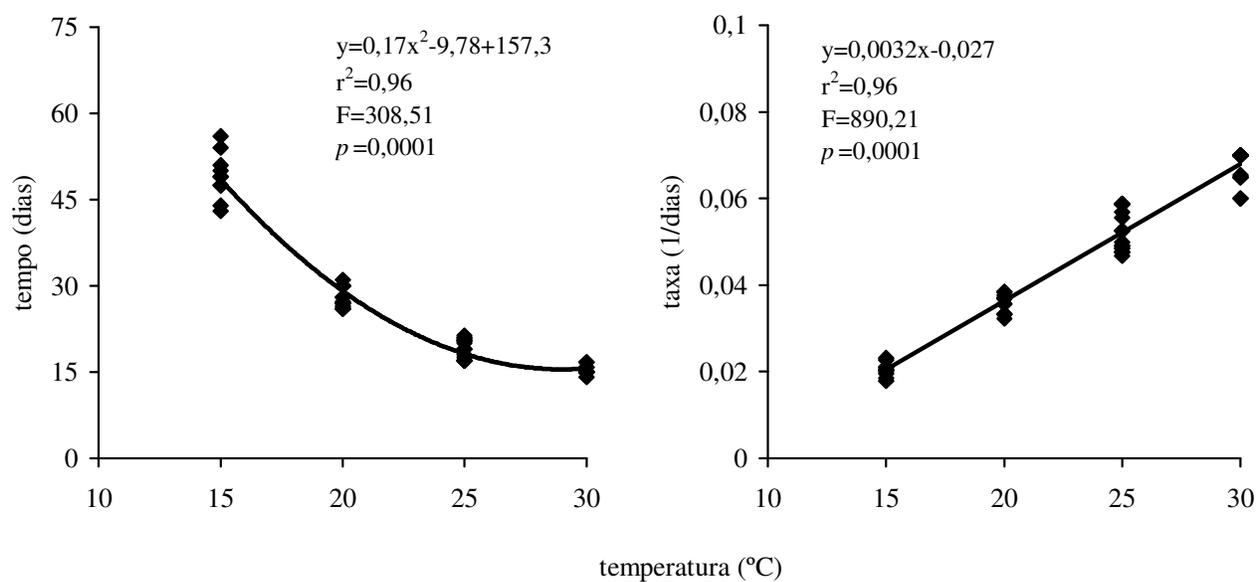


Figura 8. Tempo e taxas de desenvolvimento do estágio de larva de *D. junio junio*, em diferentes temperaturas.

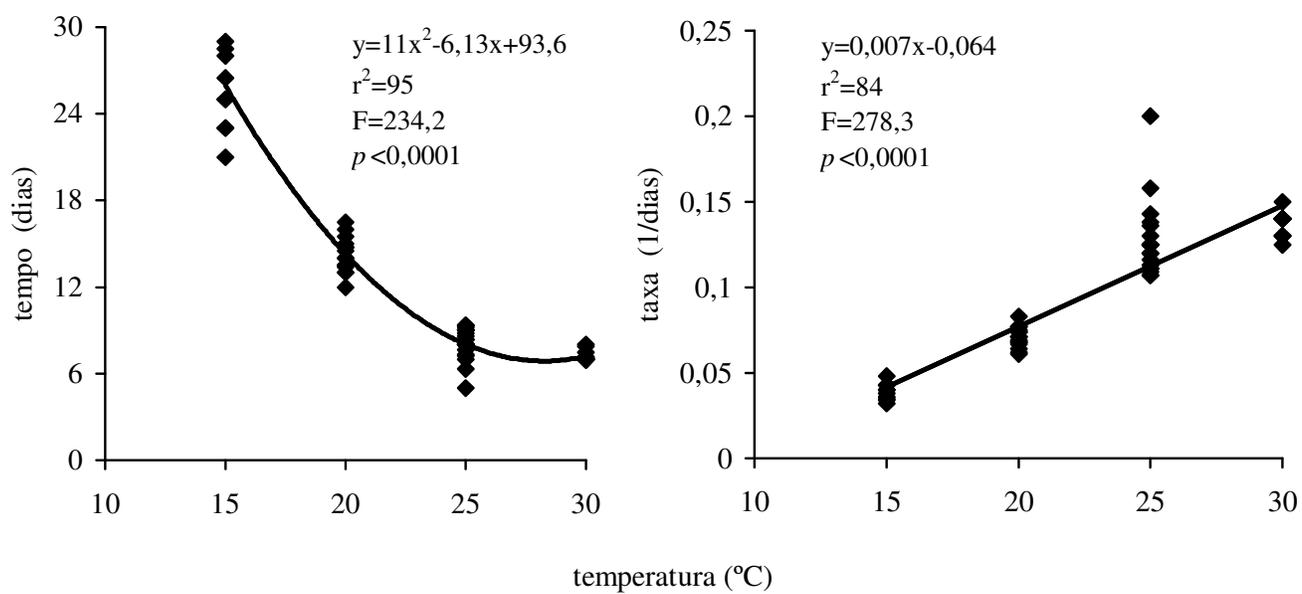


Figura 9. Tempo e taxas de desenvolvimento do estágio de pupa de *D. junio junio*, em diferentes temperaturas.

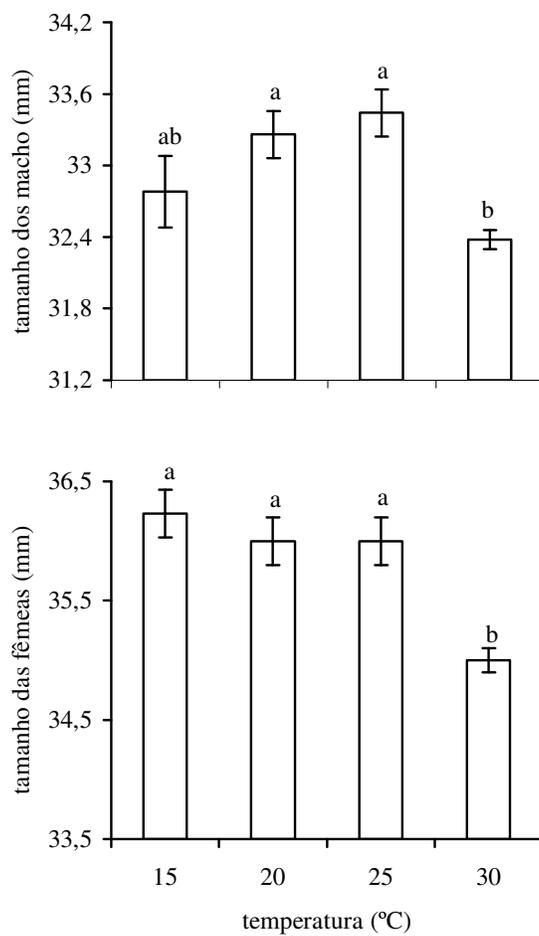


Figura 10. Tamanho dos adultos (machos e fêmeas) de *D. juno juno* em diferentes temperaturas. Colunas seguidas de letras distintas diferem significativamente (Anova, um fator, $F= 5,884$, $p=0,0013$, para as fêmeas e $F=6,043$, $p=0,0012$ para os machos; testes múltiplos de Tukey, alfa = 0,05).

O cultivo de maracujá no Rio Grande do Sul é quase inexistente (Kist *et al.*,1995). O consumo ocorre principalmente através de suco concentrado industrializado em outros estados, sendo pequeno o consumo de frutos **in natura**. No entanto, o Estado apresenta regiões propícias ao seu cultivo, como constatado no presente trabalho, acrescentado-se a Região do Vale do Rio Uruguai, relatada por Kist *et al.*(1995). A pouca desfolha observada durante as vistorias, mesmo durante o maior pico populacional, gera questionamentos quanto ao potencial de praga de *D. juno juno*. Nos picos, predominaram larvas dos ínstaes iniciais, as quais consomem menores quantidades de área foliar. Do ponto de vista agrônômico, cabe salientar, em consequência, a necessidade de conduzir estudos relativos a determinação do seu real potencial de dano econômico.

Os dados referentes às temperaturas bases e as constantes térmicas estimadas neste trabalho devem ser aplicados apenas para criações em laboratório. Para fazer estimativas de números de gerações e prever picos populacionais, deve-se levar em consideração a insolação (Bryant *et al.*, 1998), uma vez que *D. juno juno* é um inseto que apresenta capacidade de termorregulação (Bianchi & Moreira submetido). Caso contrário, o número de gerações estimadas podem ser menos que as que realmente possam ocorrer.

Agradecimentos

À administração da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, Eldorado do Sul, em especial a Paulo Vitor Dutra de Souza, pelo apoio logístico em relação ao cultivo comercial de *Passiflora edulis*. Ao Denis Santos da Silva (UFRGS), pelo auxílio em relação ao desenho esquemático do ramo de *P. edulis*. Agradecemos, também à CAPES, pela Bolsa de Doutorado concedida à V. Bianchi.

Literatura Citada

- Andrade, C. S. F. & M. E. M. Habib. 1984.** Natural occurrence of baculoviruses in populations of some Heliconiini (Lepidoptera: Nymphalidae) with symptomatological notes. Rev. Bras. de Zool. 2: 55-62.
- Bianchi, V. & G. R. P. Moreira.** (submetido). Termorregulação e termoconformação em resposta a agregação larval de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae).
- Bavaresco, A., M. S. Garcia, A. D. Grützmacher, J. Foresti & R. Ringenberg. 2002.** Biologia e exigências térmicas de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae). Neotrop. Entomol. 31: 049-054.
- Boiça Jr., A. L., F. M. Lara & J. C. Oliveira. 1999.** Flutuação populacional de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) em maracujazeiros (*Passiflora* spp.), método de amostragem e resistência de genótipos. Sci. Agr. 2: 437-441.
- Bryant, S. R., J. S. Bale & C. D. Thomas. 1998.** Modification of the triangle method of degree-day accumulation to allow for behavioural thermoregulation in insects. Journal Appl. Ecol. 35: 921-927.
- Campbell, A., B. D. Frazer, N. Gilbert, A. P. Gutierrez & M. Mackauer. 1974.** Temperature requirements of some aphids and their parasites. J. Appl. Ecol. 11: 431-438.
- Haddad, M. L. & J. R. P. Parra. 1984.** Métodos para estimar os limites térmicos e a faixa ótima de desenvolvimento das diferentes fases do ciclo evolutivo de insetos. FEALQ, Piracicaba, 12p. (Série Agricultura e Desenvolvimento).
- Ipagro, 1989.** Atlas agroclimático: rede meteorológica do Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura, RS. Vol. 1., 600p.
- Kist, H. G. K., I. Manica & J. A. Boaro. 1995.** Efeito de seis espaçamentos de plantio na produção do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Deg.) em Porto Lucena/RS. Pesq. Agrop.Gaúcha 1: 21-26.

- Lara, F. M., A. L. Boiça Jr. & J. C. Barbosa. 1999.** Preferência alimentar de *Dione juno juno* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Nymphalidae) por genótipos de maracujazeiros e avaliação do uso de extratos aquosos. *Sci. Agr.* 56: 665-671.
- Lordello, L. G. E. 1956.** Insetos que vivem sobre o maracujazeiro. III – Notas acerca de *Dione juno* (Cramer) (Lep., Nymphalidae) e relação de alguns outros insetos habitualmente coligidos de *Passiflora* spp. *Rev. Agr.* 29: 23-29.
- Manica, I. 1981.** Fruticultura tropical: 1. Maracujá. Agronômica Ceres, São Paulo, 151p.
- Messenger, P. S. 1959.** Bioclimatic studies with. *Ann. Rev. Entomol.* 4: 183-206.
- Milanez, J. M., Parra, J. R. P & S. Silveira Neto. 1983.** Estimativa da constante térmica das cigarrinhas das pastagens *Zulia (Notozulia) entrreiana* (Berg, 1879) e *Deois (Acanthodeois) flavopicta* (Stal, 1854) (Homoptera: Cercopidae) em condições de campo. *An. Soc. Entomol. Brasil* 12: 151-163.
- Mugrabi-Oliveira, E. & G. R. P. Moreira. 1996.** Size of and damage on shoots of *Passiflora suberosa* (Passifloraceae) influence oviposition site selection of *Heliconius erato phyllis* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Revta. Brasil. Zool.* 13: 939-953.
- Parra, J. R. P., P. S. M. Botelho, B. S. Corrêa-Ferreira & J. M. S. Bento. 2002.** Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. Manole, São Paulo, 635p.
- Rodrigues, D. & G. R. P. Moreira. 2002.** Geographical variation in larval host-plant use by *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae) and consequences for adult life history. *Braz. J. Biol.* 62: 321-332.
- Rodrigues, D. & G. R. P. Moreira. 2004.** Seasonal variation in larval host-plants and consequences for *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae) adult body size. *Austral Ecol.* 29: 437-445.
- Silveira Neto, S., O. Nakano, D. Barbin & N. A. Vilanova. 1976.** Manual de ecologia dos insetos. Agronômica Ceres, São Paulo, 419p.

- Tavares, M., L. A. Kaminski & G. R. P. Moreira. 2002.** Morfologia externa dos estágios imaturos de heliconíneos neotropicais. II. *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae, Heliconiinae). Revta. Bras. Zool. 19: 961-976.
- Tauber, M. J., C. A. Tauber & S. Masaki. 1986.** Sazonal adaptation of insects. Oxford Univ. Press, Oxford, 411p.
- Vanderplank, J. 1991.** Passion flowers and passion fruit. MIT, Cambridge, 176p.
- Wolda, H. 1988.** Insect sazonalidade: why? Ann. Rev. Ecol. Syst. 19: 1-18.
- Zar, J. H. 1999.** Biostatistical analysis. 4. ed., Prentice-Hall, New Jersey, 663p.

CAPÍTULO 6

Considerações finais

A espécie de planta hospedeira e a densidade larval afetam a sobrevivência de *D. juno juno*. Diversas das espécies de passifloráceas que ocorrerem no Rio Grande do Sul inviabilizaram o desenvolvimento deste inseto, e as que lhe permitiram sobrevivência interferiram de forma diferenciada no tempo de desenvolvimento e no tamanho dos adultos. A preferência alimentar das larvas nem sempre é pela planta que lhe confere melhor performance.

Em relação às plantas hospedeiras de *D. juno juno*, concluiu-se que poucas espécies de passifloráceas, além de *P. edulis*, podem constituir-se em hospedeiras potenciais. Numa perspectiva ecológica, no entanto, muitas destas hospedeiras alternativas apresentam limitações a respeito de sua adequabilidade, tamanho ou abundância da planta.

Dessa forma, o uso potencial de espécies nativas de maracujás como hospedeiras alternativas de *D. juno juno*, seja eliminando tais plantas, nas bordas dos pomares, com vistas a reduzir suas populações ou ainda utilizando-as como plantas armadilhas, visando o controle localizado, terá limitado sucesso no contexto prático do manejo desta praga no RS. Porém, testes de escolha quanto a preferência de oviposição de *D. juno juno*, tanto em condições de insetário, quanto em campo, necessitam ser realizados frente a tais espécies de maracujás.

As larvas de *D. juno juno* apresentam capacidade de termorregulação e termoconformação. O menor tempo de desenvolvimento obtido quando criadas em grupo de dez, na temperatura de 15°C, pode estar relacionado a esta capacidade. Outro fator, é

o aumento da temperatura corporal, quando as larvas foram expostas ao sol. Esta vantagem proporcionada pela agregação pronuncia-se apenas em baixas temperaturas e em relação ao tempo de desenvolvimento. Para o inseto em estudo se este efeito estiver ocorrendo, pode ser tanto pelo seu hábito gregário, que lhe permite retenção de calor, quanto em função de sua coloração tegumentar, o que precisa ser também investigado.

A sobrevivência foi maior quando alimentadas em grupo em uma dada temperatura. Assim, a facilitação alimentar proporcionada pela ajuda no rompimento das barreiras físicas da planta hospedeira, também é um fator positivo da agregação. As larvas em grupos ingeriram maior área foliar **per capita** e a frequência de larvas que se alimentaram em 24 horas foi maior em larvas agrupadas. Resta investigar mecanismos envolvidos na facilitação alimentar.

Os dados referentes à variação sazonal, revelam a presença de imaturos de *D. juno juno* no pomar de maracujás em quase todos os meses do ano, sendo que as larvas mantêm o estilo agregado durante todas as estações. Este fato pode estar indicando que esta é uma espécie bem adaptada no que diz respeito às variações de temperatura, uma vez que o estado do Rio Grande do Sul, por estar localizado em uma zona de transição climática, possui considerável oscilação de temperatura entre as estações do ano.

Da mesma forma, nas localidades onde *D. juno juno* teria limitações de desenvolvimento, devido a baixas temperaturas, as espécies de maracujás utilizadas em plantios comerciais também teriam limitações para tal. Porém, investimentos no sentido de selecionar variedades de maracujás resistentes ao frio, podem ser promissores, para as localidades onde as temperaturas médias mínimas são registradas abaixo do limiar térmico do inseto.

Para fazer estimativas de números de gerações e prever picos populacionais, deve-se levar em consideração a insolação uma vez que *D. juno juno* é um inseto que

apresenta capacidade de termorregulação. Caso contrário o número de gerações estimadas pode ser menor do que aquele que realmente pode ocorrer.

Anexos

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

INFORMAÇÕES GERAIS

A Revista Brasileira de Zoologia (RBZ), órgão da Sociedade Brasileira de Zoologia (SBZ), destina-se a publicar artigos científicos originais em Zoologia de sócios quites com a tesouraria.

Artigos redigidos em outro idioma que não o português, inglês ou espanhol poderão ser aceitos, a critério da Comissão Editorial.

MANUSCRITOS

Os artigos devem ser enviados em três vias impressas, incluindo as figuras e tabelas. O texto deverá estar na terceira pessoa do singular e digitado em espaço duplo, com margens largas, alinhado à esquerda e suas páginas devidamente numeradas. A página de rosto deve conter: 1) título do artigo, mencionando o(s) nome(s) da(s) categoria(s) superior(es) à qual o(s) animal(ais) pertence(m); 2) nome(s) do(s) autor(es) com endereço(s) completo(s) e com respectivos algarismos arábicos para remissões; 3) resumo em inglês, incluindo o título do artigo se o mesmo for em outro idioma; 4) palavras chaves em inglês, no máximo cinco, em ordem alfabética e diferentes daquelas utilizadas no título; 5) resumo e palavras chaves na mesma língua do artigo, ou em português se o artigo for em inglês, e equivalentes às do resumo em inglês.

Os nomes de gênero(s) e espécie(s) são os únicos do texto em *italico*. A primeira citação de um taxa no texto, deve vir acompanhada do nome científico por extenso, com autor e data (de vegetais, se possível), e família.

Citações bibliográficas devem ser feitas em caixa alta reduzida (VERSALETE) e da seguinte forma: SMITH (1990), SMITH (1990: 128), LENT & JURBERG (1965), GUIMARÃES *et al.* (1983), artigos de um mesmo autor devem ser citados em ordem cronológica.

ILUSTRAÇÕES E TABELAS

Fotografias, desenhos, gráficos e mapas serão denominados figuras. Desenhos e mapas devem ser feitos a traço de nanquim ou similar. Fotografias devem ser nítidas e contrastadas e não misturadas com desenhos. A relação de tamanho da figura, quando necessária, deve ser apresentada em escala vertical ou horizontal.

As figuras devem estar numeradas com algarismos arábicos, no canto inferior direito e chamadas no texto em ordem crescente, montadas em cartolina branca, devidamente identificadas no verso, obedecendo a proporcionalidade do espelho (17,0 x 21,0 cm) ou da coluna (8,3 x 21,0 cm) com reserva para a legenda.

Legendas de figuras e tabelas devem ser digitadas em folha à parte, sendo para cada conjunto um parágrafo distinto.

Gráficos gerados por programas de computador, devem ser inseridos como figura no final do texto, após as tabelas, ou enviados em arquivo em separado, sem a utilização de caixas de texto.

Tabelas devem ser geradas a partir dos recursos de tabela do editor de texto utilizado, numeradas com algarismos romanos e inseridas após a última referência bibliográfica da seção Referências Bibliográficas ou em arquivo em separado.

Figuras coloridas poderão ser publicadas com a diferença

dos encargos custeada pelo(s) autor(es).

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos, indicações de financiamento e menções de vínculos institucionais devem ser relacionados antes do item Referências Bibliográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

As Referências Bibliográficas, mencionadas no texto, devem ser arroladas no final do trabalho, como nos exemplos abaixo.

Periódicos devem ser citados com o nome completo, por extenso, indicando a cidade onde foi editado.

Não serão aceitas referências de artigos não publicados (ICZN, Art. 9).

Periódicos

NOGUEIRA, M.R.; A.L. PERACCHI & A. POL. 2002. Notes on the lesser white-lined bat, *Saccopteryx leptura* (Schreber) (Chiroptera, Emballonuridae), from southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 19 (4): 1123-1130.

LENT, H. & J. JURBERG. 1980. Comentários sobre a genitália externa masculina em *Triatoma* Laporte, 1832 (Hemiptera, Reduviidae). *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, 40 (3): 611-627.

SMITH, D.R. 1990. A synopsis of the sawflies (Hymenoptera, Symphita) of America South of the United States: Pergidae. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, 34 (1): 7-200.

Livros

HENNIG, W. 1981. *Insect phylogeny*. Chichester, John Wiley, XX+514p.

Capítulo de livro

HULL, D.L. 1974. Darwinism and historiography, p. 388-402. In: T.F. GLICK (Ed.). *The comparative reception of Darwinism*. Austin, University of Texas, IV+505p.

ENCAMINHAMENTO

Os artigos enviados à RBZ serão protocolados e encaminhados para consultores. As cópias do artigo, com os pareceres emitidos serão devolvidos ao autor correspondente para considerar as sugestões. Estas cópias juntamente com a versão corrigida do artigo impressa e o respectivo disquete, devidamente identificado, deverão retornar à RBZ. Alterações ou acréscimos aos artigos após esta fase poderão ser recusados. Provas serão enviadas eletronicamente ao autor correspondente.

SEPARATAS

Todos os artigos serão reproduzidos em 50 separatas, e enviadas gratuitamente ao autor correspondente. Tiragem maior poderá ser atendida, mediante prévio acerto de custos com o editor.

EXEMPLARES TESTEMUNHA

Quando apropriado, o manuscrito deve mencionar a coleção da instituição onde podem ser encontrados os exemplares que documentam a identificação taxonômica.

RESPONSABILIDADE

O teor gramatical, independente de idioma, e científico dos artigos é de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Instruções aos Autores

Artigos originais, que representem contribuição significativa para o conhecimento da Entomologia podem ser aceitos, desde que não estejam publicados ou submetidos a outra revista. Os manuscritos podem ser encaminhados em inglês, português ou espanhol, sendo que o emprego de outros idiomas ficará a critério da Comissão Editorial. A decisão do aceite do manuscrito para publicação se pautará nas recomendações dos editores-adjuntos e revisores *ad hoc*.

Na elaboração do trabalho siga as seguintes normas:

1. Faça duas páginas de rosto. Na primeira, indique no canto direito superior o nome e endereço completos do autor a quem enviar a correspondência. Abaixo coloque o título do trabalho em letras minúsculas (apenas a inicial de cada palavra maiúscula); nomes científicos deverão ser em minúsculas e itálico. Use apenas o nome do autor classificador do inseto e não use o ano. Acrescente a ordem e a família para as espécies de artrópodos. Abaixo do título, nome do(s) autor(es) do trabalho em maiúsculas pequenas (*small capitals*), usando apenas o primeiro nome e o sobrenome de cada autor por extenso. Abaixo do nome dos autores, mencione a instituição e endereço completo de cada autor com chamada numérica. Na segunda página de rosto, coloque somente o título do trabalho.

2. Se o artigo for em inglês, inicie a página 3 com o **Resumo**. Em primeiro lugar coloque o título do trabalho em português ou espanhol em letras minúsculas, com as iniciais em maiúsculas. Abaixo coloque a palavra **RESUMO** em maiúsculas. Abaixo coloque a palavra **RESUMO** em maiúsculas. Abaixo coloque a palavra **RESUMO** em maiúsculas. Use no máximo cinco palavras-chave, diferentes das palavras usadas no título do trabalho, separadas por vírgulas.

3. Inicie a página 4 com a palavra **ABSTRACT** em maiúsculas junto à margem esquerda seguida de hífen, continuando com o texto em parágrafo único. Não repita o título do trabalho. No final do **Abstract**, deixe espaço, e mencione as **KEYWORDS**, seguindo as instruções mencionadas para o **Resumo**.

4. Se o artigo for em português ou espanhol, inicie a página 3 com o **Abstract**, incluindo o título em inglês e inicie a página 4 com o **Resumo** ou **Resumen**, sem incluir o título. As demais orientações que constam nos dois itens anteriores também se aplicam.

5. Da página 5 em diante, inicie com a **Introdução** sem colocar a palavra introdução. Seguir com **Material e Métodos** e **Resultados e Discussão** (os dois últimos itens podem aparecer juntos ou de forma independente). Os títulos devem ser escritos em minúsculas, com as iniciais em maiúsculas, centralizados e negritados. Evite incluir o item **Conclusões** em separado. As conclusões devem ser mencionadas dentro do item **Resultados e Discussão**. Em seguida coloque o item **Agradecimentos**, se houver. Inicie página nova para mencionar a **Literatura Citada**.

Nota: Escreva o(s) nome(s) científico(s) por extenso, seguido do autor descritor, quando mencionados pela primeira

vez no Resumo, Abstract e na Introdução. Ex.: *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). No restante do trabalho e nas legendas das figuras e cabeçalhos das tabelas, use o nome genérico abreviado. Ex.: *S. frugiperda*.

6. Referências. Ao longo do trabalho mencione os autores das referências bibliográficas em minúsculas seguido do ano, observando a ordem cronológica e, em caso de artigos de mesmo ano, a ordem alfabética. P. ex.: (Martins 1986, Soares 1987, Garcia 1990, Rhode 1990). Para dois autores use o símbolo &. P. ex.: Robinson & Smith (1982). Para mais de dois autores use *et al.* em itálico. P. ex.: Almeida *et al.* (1981). Em **Literatura Citada**, as referências devem seguir ordem alfabética usando o(s) nome(s) do(s) autor(es) em minúsculas, em negrito. Também em negrito o ano da referência. Cite apenas o número do volume. Não use o número do fascículo. Use vírgula para separar os nomes dos autores e não use ponto e vírgula. Cite o primeiro autor pelo sobrenome e após as iniciais dos nomes. Do segundo autor em diante use primeiro as iniciais do nome e após o sobrenome por extenso. Use o símbolo & antes de citar o último autor. Abrevie os títulos das fontes bibliográficas, sempre iniciando com letras maiúsculas. Optou-se pelo padrão de abreviaturas conforme lista publicada em Current Contents - Journal Coverage as of January 1995. Por não contarmos com uma lista oficial dos títulos nacionais, estes deverão ser abreviados conforme indicado no respectivo periódico.

Evite citar teses e não cite resumos. Veja exemplos de citação de artigo, livro e capítulo de livro.

Lomônaco, C. & E. Germanos. 2001. Phenotypic variation of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) as a response to larval competition for food. Neotrop. Entomol. 30: 223-231.

Clarke, G.M., B.P. Oldroyd & P. Hunt. 1992. The genetic basis of developmental stability in *Apis mellifera*: heterogosity versus genetic balance. Evolution 46: 753-762.

Price, P.W., T.M. Lewinson, G.W. Fernandes & W.N. Benson. 1992. (eds.) Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions. New York, Willey, 639p.

Zucchi, R.A. & R.C. Monteiro. 1997. O gênero *Trichogramma* na América do Sul, p. 41-66. In J.R.P. Parra & R.A. Zucchi (eds.), *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.

7. Após a lista de referências bibliográficas, inicie página nova com as tabelas. Coloque uma tabela por página. Cada tabela deverá ser numerada com algarismo arábico, seguido de ponto. P. ex.:

Tabela 1. Médias (\pm EP) de duração e sobrevivência das fases larval e pupal de *T. absoluta* mantida em folhas de diferentes genótipos de tomateiro. Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: 70% e fotofase: 14h.

As notas de rodapé nas tabelas deverão ter chamada numérica. Não use letras ou asteriscos.

8. Após as tabelas, inicie página nova com a lista de legendas das figuras. Escreva a palavra Figura, apenas com inicial maiúscula, seguida do número da figura e ponto. P. ex.:

Figura 3. Total de ninhos fundados pelas abelhas solitárias em ninhos-armadilha, nas dunas de Abaeté, Salvador, BA.

ATENÇÃO: As referências às figuras no texto devem se abreviadas. P. ex.: Fig.1. As referências às tabelas devem ser por extenso. P. ex.: Tabela 1. Nas Tabelas e Figuras utilizar a fonte Times New Roman e, quando se referir a valores médios, incluir o erro padrão da média e o n (número de observações), usando para a média uma casa decimal e para o erro padrão duas. Após as legendas das figuras inclua as figuras originais (preferencialmente impressas a laser ou desenhadas em papel cartão branco), uma por página, indicando no canto superior direito o número da figura e o sobrenome do primeiro autor, a lápis. Limite o tamanho da figura a duas vezes o tamanho que ela dever ser publicada. Faça o mesmo na cópia das figuras que acompanham a segunda e terceira vias do trabalho. Evite o uso de fotografias.

9. Nas **Comunicações Científicas** inclua o **Abstract** e o **Resumo** seguidos das **KEY WORDS** e **PALAVRAS-CHAVE**. Faça o texto corrido sem dividí-lo em Introdução, Material e Métodos, etc.

10. **Seção Fórum.** Revisões extensivas ou artigos sobre tópicos atuais em Entomologia são publicados nesta seção, a convite. Artigos controversos são bem-vindos, porém o texto deve explicitar as opiniões controversas e referir a versão

comumente aceita. A Neotropical Entomology e seus editores não assumem responsabilidade pelas opiniões expressas pelos autores dos artigos da Seção Fórum.

Os trabalhos devem ser escritos em fonte Times New Roman em páginas de tamanho A4, com margem esquerda 2,5 cm e direita de 1,5 cm, em espaço duplo. Podem ser enviados por e-mail ou impressos em papel (três vias). Envie os trabalhos em disquete somente após a revisão final, quando solicitado. Use o programa Word 97 para o texto e preferencialmente o programa Excel para gráficos.

Será cobrada a taxa de R\$15,00 (quinze reais) por página impressa para sócios da SEB e R\$20,00 (vinte reais) para não sócios. Figuras coloridas poderão ser aceitas, quando necessárias, sendo cobrados, adicionalmente, R\$50,00 (cinquenta reais) por página colorida. Artigos em português podem ser traduzidos para o inglês, havendo para isso, um acréscimo de R\$ 12,00 (doze reais) por página do texto original. Os autores receberão gratuitamente 50 separatas.

Enviar manuscrito para:
Neotropical Entomology / Editora Chefe
Sueli Souza Martinez
IAPAR – Área de Proteção de Plantas
Caixa postal 481
86001-970 Londrina, PR
Telefone/Fax: (43) 3342-3987 e (43) 3376-2262
E-mail: suemart@sercomtel.com.br