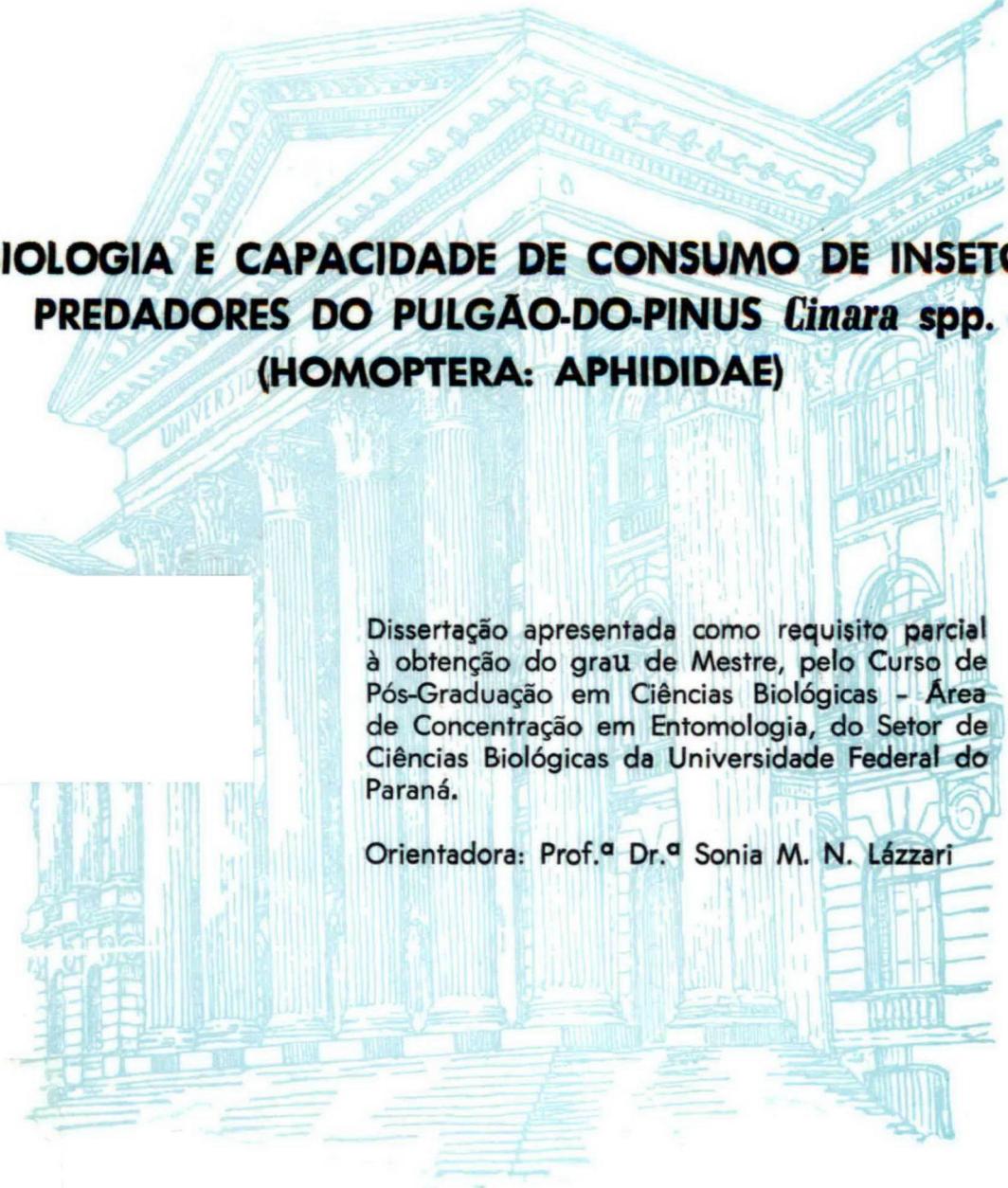


JOSIANE TERESINHA CARDOSO



**BIOLOGIA E CAPACIDADE DE CONSUMO DE INSETOS
PREDADORES DO PULGÃO-DO-PINUS *Cinara* spp.
(HOMOPTERA: APHIDIDAE)**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Área de Concentração em Entomologia, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^ª Dr.^ª Sonia M. N. Lázari

CURITIBA

2001

JOSIANE TERESINHA CARDOSO

**BIOLOGIA E CAPACIDADE DE CONSUMO DE INSETOS
PREDADORES DO PULGÃO-DO-PINUS *Cinara* spp. (HOMOPTERA:
APHIDIDAE)**

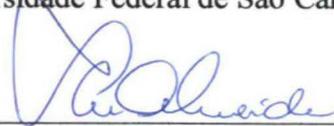
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

ORIENTADORA:



Prof.^a Dr.^a Sonia Maria Noemberg Lazzari
Setor de Ciências Biológicas, UFPR

Prof. Dr. Carlos Roberto Sousa e Silva
Universidade Federal de São Carlos



Prof.^a Dr.^a Lúcia Massuti de Almeida
Universidade Federal do Paraná

Curitiba, 12 de março de 2001

JOSIANE TERESINHA CARDOSO

**BIOLOGIA E CAPACIDADE DE CONSUMO DE INSETOS
PREDADORES DO PULGÃO-DO-PINUS *Cinara* spp.
(HOMOPTERA: APHIDIDAE)**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, pelo Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Área de Concentração em Entomologia, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^ª Dr.^ª Sonia M. N. Lázari

CURITIBA

2001

Dedico, com todo amor

Aos meus pais José e Terezinha

Ao meu namorado Gladston

Aos meus irmãos Giovaní e Leandro

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Sonia M. N. Lázari pela orientação e amizade durante todo o desenvolvimento da dissertação.

Ao Curso de Pós-Graduação em Entomologia nas pessoas de seus professores e coordenadores, pelos ensinamentos e oportunidades.

Ao CNPq pela bolsa fornecida durante o período de execução do curso.

Ao Prof. Sérgio de Freitas da UNESP, Jaboticabal, SP; pela identificação dos crisopídeos e pela oportunidade de estágio em seu laboratório. Um abraço especial aos estudantes Karina, Marina e Alexander, pelo carinho e amizade demonstrados durante o tempo em que estive em Jaboticabal.

À Empresa de Reflorestamento Batistella pela oportunidade de realização do levantamento de crisopídeos em suas propriedades; em especial ao Técnico Zulmar M. da Silva pela realização semanal das coletas.

À EMBRAPA nas pessoas dos pesquisadores Edson Tadeu Iede e Susete R. C. Penteado pela ajuda durante o levantamento realizado em Rio Negro, PR.

À Profª. Dra. Lúcia M. de Almeida pela orientação sobre os coccinelídeos.

À Profª. Dra. Clarice Azevedo pela orientação na execução da análise estatística de do capítulo de consumo da dissertação.

Ao secretário do curso, Jorge L. S. dos Santos, por estar sempre pronto a atender os nossos pedidos.

Às bibliotecárias do Setor de Ciências Biológicas.

À Regina C. Z. de Carvalho pela revisão dos manuscritos, pelo apoio e amizade demonstrados.

Aos colegas de pós-graduação pelo companheirismo durante todo o período do curso: Magda, Favízia, Aldir, Adenomar, Randal, Guilherme, Gisele e Marcelo.

À minha família e ao Gladston pelo amor e pela compreensão ao longo deste período.

À Daniéla e Cristiane pela força e amizade ao longo de todos os anos.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	ii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	vi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPITULO 1: ASPECTOS DA BIOLOGIA DE <i>Chrysoperla externa</i> (HAGEN) (CHRYSOPIDAE: NEUROPTERA) <i>Cycloneda sanguinea</i> (LINNAEUS) e <i>Hippodamia convergens</i> GUÉRIN-MÉNEVILLE (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) ALIMENTADAS COM <i>Cinara</i> spp	4
1.INTRODUÇÃO.....	5
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.1. Obtenção e criação dos insetos.....	8
2.1. Desenvolvimento de <i>Chrysoperla externa</i>	9
2.2.Desenvolvimento de <i>Cycloneda sanguinea</i> e <i>Hippodamia convergens</i>	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
3.1. Desenvolvimento de <i>Chrysoperla externa</i>	11
3.2. Desenvolvimento de <i>Cycloneda sanguinea</i>	15
3.3. Desenvolvimento de <i>Hippodamia convergens</i>	20
CAPÍTULO 2: CONSUMO DE <i>Cinara</i> spp. (HOMOPTERA: APHIDIDAE) POR PREDADORES DAS FAMÍLIAS CHRYSOPIDAE (NEUROPTERA) E COCCINELLIDAE (COLEOPTERA).....	24

1. INTRODUÇÃO.....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
2.1. Obtenção e criação dos insetos.....	29
2.2. Testes de consumo.....	29
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
3.1. Consumo de ninfas de <i>Cinara</i> por larvas de <i>Chrysoperla</i> <i>externa</i>.....	32
3.2. Consumo de ninfas de <i>Cinara</i> por larvas e adultos de <i>Cycloneda</i> <i>sanguinea</i>.....	35
3.3. Consumo de ninfas de <i>Cinara</i> por larvas de <i>Hippodamia</i> <i>convergens</i>.....	38
3.4. Comparação do consumo larval entre as três espécies de predadores.....	41
CAPÍTULO 3: OCORRÊNCIA E FLUTUAÇÃO DE CHRYSOPIDAE (NEUROPTERA) EM ÁREAS DE PLANTIO DE <i>Pinus taeda</i> NO SUL DO PARANÁ.....	43
1. INTRODUÇÃO.....	44
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
CONCLUSÃO GERAL.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

RESUMO

A partir da década de 30, o Brasil implementou o uso de *Pinus* spp. em reflorestamentos visando a obtenção de papel, celulose, madeira serrada, lâminas, chapas de madeira aglomerada e resina, no Sul do País. Recentemente, foi detectada a presença dos afídeos *Cinara pinivora* (Wilson) e *Cinara atlantica* (Wilson) atacando reflorestamentos de *Pinus* spp.. Os principais danos são deformação e queda prematura das acículas, entortamento da fuste, superbrotação devida à destruição do broto apical e redução no desenvolvimento da planta. Por se tratar de espécies recém-introduzidas no Brasil não há nenhum estudo sobre o impacto de inimigos naturais. Em coletas de campo, foram encontradas larvas de crisopídeos e de coccinélidos predando as populações de *Cinara*, apresentando-se as mesmas como agentes potenciais para o controle biológico desses afídeos. Larvas de *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae), *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) e *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville (Coleoptera: Coccinellidae) foram utilizadas em testes de consumo, desenvolvimento e mortalidade em laboratório, visando avaliar sua capacidade para o controle de *Cinara* spp. em diferentes temperaturas. Dez larvas de cada uma das espécies de predadores foram alimentadas com afídeos de tamanho pequeno (ninfas de 1^o e 2^o ínstaes), e 10 com afídeos de tamanho médio (ninfas de 3^o e 4^o ínstaes), mantidas nas temperaturas de 15°C, 20°C e 25°C, com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10. Os indivíduos consumidos eram contados a cada 24 horas e substituídos, de modo que sempre houvesse abundância de alimento. Os testes de consumo mostraram que o consumo total de *Cinara* pelas larvas de *C. externa* diminuiu com o aumento da temperatura: 499,1; 341,7 e 215,1 afídeos, considerando os afídeos pequenos, e 126,4; 105,6 e 67 para os afídeos médios, respectivamente nas temperaturas de 15°C, 20°C e 25°C. O desenvolvimento larval para *C. externa* foi de 59,5 dias; 22,3 dias e 10,9 dias e a taxa de mortalidade foi de 40%, 10% e 10%, respectivamente em 15°C, 20°C e 25°C. Para *C. sanguinea* a média total de consumo em todo o período de desenvolvimento larval foi semelhante nas três temperaturas: 325,5; 322,2 e 324,8 afídeos pequenos e 121,3; 140,4 e 109,9 afídeos médios, respectivamente para as temperaturas de 15°C, 20°C e 25°C. O tempo médio de desenvolvimento larval foi de 33,3; 15,8 e 8,6 dias e a taxa de mortalidade de 20%, 0% e 15% a 15°C, 20°C e 25°C. O consumo por *H. convergens* aumentou com a temperatura, sendo de 444 afídeos na

temperatura de 15°C; 491,3 a 20°C e 513,3 para 25°C, considerando os afídeos pequenos. Para os afídeos médios o consumo foi , respectivamente, de 187,1; 205,1 e 216,6 afídeos para 15°C, 20°C e 25°C. O desenvolvimento larval foi de 41,9 dias a 15°C, com uma taxa de mortalidade de 35%; 19,2 dias a 20°C, com a taxa de mortalidade de 15%, e de 10,9 dias a 25°C não havendo mortalidade larval nesta temperatura. As três espécies mostraram alta capacidade de consumo das espécies de *Cinara*, porém, *C. externa* e *H. convergens* foram as mais afetadas por baixas temperaturas, apresentando uma alta taxa de mortalidade larval. Ao contrário, *C. sanguinea* não foi grandemente influenciada pela temperatura, no que diz respeito ao consumo e mortalidade, mostrando potencialidade para o uso em campo nas condições de baixas temperaturas quando predominam as espécies de *Cinara*. No levantamento de crisopídeos realizado em plantação comercial de *Pinus taeda* em Rio Negro, PR, foram coletados 47 exemplares com três espécies identificadas: *Chrysoperla externa* (Hagen), *Leucochrysa intermedia* (Schneider) e *Leucochrysa vieiriana* (Navás). As espécies ocorreram em baixos números durante o inverno; ao contrário, apresentaram seu pico populacional no período mais quente do ano. Em conclusão, os predadores *C. externa*, *C. sanguinea* e *H. convergens* desenvolveram-se bem quando alimentadas com espécies de *Cinara*, especialmente em temperaturas acima de 20°C, representando importantes agentes de controle natural, com potencial para utilização em programas de controle biológico.

ABSTRACT

Since the decade of the 30's, Brazil has implemented the use of *Pinus* spp. in reforestation for paper milling and sawing, mainly in Southern Brazil. Recent outbreaks of the aphids *Cinara pinivora* (Wilson) and *Cinara atlantica* (Wilson) have been detected on *Pinus* spp.. The main damages are deformation and premature needle shedding, shaft twisting, oversprouting due to destruction of the apical buds, and stunting. There are no studies on the impact of natural enemies on *Cinara* population on Brazil. Lacewing larvae and coccinellids have been observed attacking populations in the field and can be regarded as potential biological control agents. Larvae of *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae), *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) and *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Coleoptera: Coccinellidae) were tested for consumption, development and mortality in laboratory, in order to evaluate their control efficiency at different temperatures. Ten larvae were fed with aphids of small size (nymphs of 1st and 2nd instar), and ten with aphids of medium size (nymphs of 3rd and 4th instar), placed in chambers at 15°C, 20°C and 25°C, with photoperiod L:D 12:12 h and RH 70% \pm 10. The consumed aphids were counted at every 24 hours and replaced, so that there was always plenty of food. The consumption tests showed that the total consumption of *Cinara* by the larvae of *C. externa* decreased with increasing temperatures: 499,1; 341,7 and 215,1 aphids, considering the small aphids, and 126,4; 105,6 and 67 for the medium aphids, respectively of 15°C, 20°C and 25°C. The total larval development time for the species was 59,5 days; 22,3 days and 10,9 days and the mortality rate was 40%, 10% and 10%, respectively for 15°C, 20°C and 25°C. For *C. sanguinea* the average consumption during the larval development was similar in the three temperatures 325,5; 322,2 and 324,8 for small aphids and 121,3; 140,4 and 109,9 for medium aphids, respectively at 15°C, 20°C and 25°C. The average larval development period was 33,3; 15,8 and 8,6 days and the rate of mortality 20%, 0% and 15% at 15°C, 20°C and 25°C respectively. The consumption of *H. convergens* increased with temperature, being of 444 aphids at 15°C; 491,3 at 20°C and 513,3 at 25°C, considering the small aphids. For the medium aphids, the consumption was, respectively, of 187,1; 205,1 and 216,6 for 15°C, 20°C and 25°C. The total time of larval development was 41,9 days at 15°C, with a mortality rate of 35%; 19,2 at 20°C and mortality of 15% and of 10,9 days at 25°C, and 0% mortality at this temperature. The three

species showed high voracity and efficiency in the consumption of *Cinara*. However, *C. externa* and *H. convergens* were more affected by low temperatures, showing high larval mortality. On the other hand, the consumption and mortality of *C. sanguinea* was not influenced by temperature. Thus this species shows higher potential as control agent in conditions of low temperatures as those prevailing during *Cinara*'s population peaks. In a survey of adult lacewing conducted in a commercial plantation of *Pinus taeda* in Rio Negro, PR, 47 specimens were collected, with three species identified: *Chrysoperla externa* (Hagen), *Leucochrysa intermedia* (Schneider) and *Leucochrysa vieiriana* (Navás). The occurrence of these species was negatively influenced by low temperatures on the other hand, the population peak was recorded during the summer. In conclusion, the predators *C. externa*, *C. sanguinea*, and *H. convergens* develop very well when fed on species of *Cinara*, especially at temperatures above 20°C. They represent important natural control agents and show also a high potential for biological control programs.

INTRODUÇÃO GERAL

A Família Pinaceae (Pinophyta) é de grande importância econômica no Brasil devido à utilização das espécies *Pinus taeda* (Linnaeus) e *Pinus elliotti* (Engelm.) desde a década de 30, em áreas de reflorestamento, visando suprir as indústrias de papel, celulose, madeira serrada, lâminas e chapas de madeira aglomerada, além de resina para exportação. Atualmente têm-se uma área de, aproximadamente, 18 milhões de ha plantados, principalmente nos estados da região Sul.

Recentemente foram detectadas duas espécies de *Cinara* (Homoptera: Aphididae) para o Brasil: *Cinara pinivora* (Wilson) e *Cinara atlantica* (Wilson) (IEDE *et al.* 1998; LÁZZARI & CARVALHO 2000) em *Pinus* spp.. As colônias distribuem-se praticamente sobre toda a planta, atacando principalmente árvores jovens (PENTEADO *et al.* 2000) sendo que as plantas atacadas apresentam manchas cloróticas, deformação e queda prematura das acículas, entortamento da fuste, superbrotação devido à destruição do broto apical e redução no desenvolvimento (IEDE *et al.* 1998). Segundo MILLAR (1990), os afídeos-do-pinus do gênero *Cinara* são de origem holártica, ocorrendo predominantemente sobre coníferas, podendo ocorrer colônias mistas de espécies, mas geralmente distribuídas de acordo com áreas de preferência sobre a planta. Cerca de 220 espécies estão descritas para o gênero *Cinara*, sendo 150 nativas da América do Norte (BLACKMAN & EASTOP 1984; MILLAR 1990)

Por se tratar de uma praga exótica, as espécies de *Cinara* apresentam um alto potencial para se tornarem pragas, uma vez que há uma grande extensão de áreas plantadas com *Pinus* no Brasil (PENTEADO *et al.* 2000). Portanto, para o controle de *Cinara* têm-se procurado agentes de controle biológico, pois outras formas de supressão desses afídeos não são ecológica e economicamente viáveis. MILLS (1990) realizou um levantamento de afídeos e seus inimigos naturais em coníferas entre os anos de 1968 e 1986 no sul e no leste da África, observando que *Cinara cupressi* (Buckton), *Eulachmus rileyi* Williams e *Pineus pini* (Macquart) foram introduzidos na região causando danos consideráveis. O autor aborda também a problemática de se controlar pragas exóticas, principalmente em áreas florestais, uma vez que há ausência de inimigos naturais nativos.

Tem-se observado, na região Sul do Brasil, que as espécies de *Cinara* apresentam picos populacionais no período do inverno, ocorrendo principalmente nos meses de maio a outubro, quando a média da temperatura é de aproximadamente 15°C, período este em que

ocorre uma redução no número de predadores em campo. CANARD (1997) afirma que, para que um predador seja eficiente neste período deve, além de estar presente em grande quantidade no local em que ocorre a praga e mostrar interesse em se alimentar dela, não apresentar nenhuma forma de diapausa induzida por dias curtos, além de uma atividade limiar mínima, para que possa mover-se e alimentar-se.

Os predadores, parasitos e patógenos, juntamente com fatores abióticos, desempenham um papel importante na regulação das populações de insetos fitófagos (ILHARCO 1978). Muitas técnicas para estudar o impacto de predadores foram desenvolvidas, avaliando a eficiência, ou seja, a relação entre o número de presas capturadas pelo predador e o número de presas existentes. Conceitos como voracidade, que determina a biomassa máxima ou o número máximo de afídeos consumidos pelo predador, comportamento de procura capaz de determinar seu potencial de eficiência, e a resposta numérica do predador em relação à densidade da presa estão envolvidos e intimamente ligados às condições climáticas (FRAZER 1988).

No Brasil, foram coletadas larvas de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) e coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae) predando as populações de *Cinara* spp., em Curitiba e Rio Negro, PR e Jaboticabal, SP, sendo, portanto, considerados agentes potenciais para o uso no controle biológico desses afídeos.

Os crisopídeos representam um grupo de predadores potencialmente eficientes, principalmente em relação a afídeos, uma vez que apresentam uma alta taxa de fecundidade, longevidade, e um rápido desenvolvimento.

Os coccinelídeos são os mais conhecidos predadores de afídeos. Estudos sobre a biologia deste grupo de predadores são extensos, mas pouco ainda se conhece sobre sua ação na dinâmica populacional dos afídeos. Sua eficiência como predador é muito discutida, porém, depende diretamente de fatores como comportamento de procura, voracidade e temperatura (FRAZER 1988). OBRYCKY & KRING (1998), em uma revisão do grupo, discutem que é difícil determinar a eficiência dos coccinelídeos em sistemas naturais ou de manejo devido à sua mobilidade e polifagia; os autores discutem, ainda, que a avaliação da eficácia do grupo depende de uma amostragem cuidadosa, experimentos de exclusão e riqueza da presa, através de observações diretas e experimentos comportamentais.

Diante dos problemas causados pelas espécies de *Cinara* em plantações comerciais de *Pinus* e da observação de predadores ocorrendo naturalmente em campo, o presente trabalho teve por objetivos: 1. verificar a capacidade de consumo de *Cinara* spp. por três

espécies de predadores: *Chrysoperla externa* (Hagen), *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) e *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, em cada instar larval dos predadores, em três temperaturas; 2. determinar a temperatura mais favorável à predação das três espécies sobre *Cinara* spp.; 3. determinar parâmetros da biologia das três espécies de predadores, alimentadas com *Cinara* spp.; 4. determinar a ocorrência e flutuação de Chrysopidae em plantação comercial de *P. taeda*.

CAPÍTULO 1

**ASPECTOS DA BIOLOGIA DE *Chrysoperla externa* (HAGEN)
(CHRYSOPIDAE: NEUROPTERA), *Cycloneda sanguinea* (LINNAEUS)
e *Hippodamia convergens* GUÉRIN – MENEVILLE
(COCCINELLIDAE: COLEOPTERA) ALIMENTADAS COM NINFAS
DE *Cinara* spp.**

1. INTRODUÇÃO

Os afídeos (Homoptera: Aphididae) compreendem cerca de 4000 espécies descritas, sendo insetos predominantemente fitófagos, capazes de causar danos às plantas cultivadas e silvestres. Recentemente, foram detectados no Sul do Brasil os pulgões-do-pinus: *Cinara pinivora* (Wilson) e *Cinara atlantica* (Wilson) atacando áreas de reflorestamento de *Pinus* spp., com danos severos devido às populações elevadas desses insetos nas plantas (IEDE *et al.* 1998; LÁZZARI & CARVALHO 2000; PENTEADO *et al.* 2000). O controle biológico é a melhor medida para a supressão de insetos em essências florestais, uma vez que, nestas áreas, o controle químico é de difícil aplicação e aumenta a contaminação ambiental. No Brasil, há ausência de informações sobre a bioecologia dos predadores dos afídeos do *Pinus*.

Segundo ILHARCO (1978), os predadores, parasitos e patógenos, juntamente com fatores abióticos, desempenham um papel importante na regulação das populações desses insetos. O desenvolvimento dos predadores é afetado, principalmente, pela alimentação e pela temperatura (CANARD & PRINCIPI 1984; FRAZER 1988; VENZON & CARVALHO 1993; CANARD 1997), sendo que a avaliação da eficiência de um predador para a utilização dentro de um programa de controle biológico deve estar fundamentada no efeito de diferentes temperaturas sobre seu desenvolvimento e taxa de mortalidade em laboratório, antes que trabalhos de campo sejam realizados.

MACK & SMILOWITZ (1982) determinaram um modelo matemático simulando o efeito da temperatura sobre diversas atividades de *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) como sua taxa de manutenção e de procura por larvas e adultos. O modelo demonstrou a influência da temperatura sobre essas atividades do predador.

ORR & OBRYCKI (1990) determinaram a influência de cinco temperaturas no desenvolvimento do coccinelídeo *Hippodamia parenthesis* (Say), encontrando uma variação de 62,1 dias (14°C) a 11,9 dias (30°C). BUTLER E RITCHIE (1970) prevêm um período total de desenvolvimento de *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) de 33,7 dias e 23,6 dias nas temperaturas de 20°C e 25°C, respectivamente. Segundo KUZNETNOVA (1969), *apud* CANARD & PRINCIPI (1984), a temperatura

ideal para o desenvolvimento pupal de *C. carnea*, calculada com base na taxa de mortalidade, é de 25°C.

AUN (1986), em um estudo da biologia do crisopídeo *Chrysoperla externa* (Hagen), encontraram um tempo total de desenvolvimento de 20,8 dias a 25°C, enquanto que a 22°C foi de 29,5 dias. A temperatura basal encontrada foi de 12,1 °C.

VENZON & CARVALHO (1993) estudaram o desenvolvimento de larva a adulto do crisopídeo *Ceraeochrysa cubana* (Hagen), utilizando seis diferentes dietas, contendo ovos de *Anagasta Kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), o afídeo *Toxoptera* spp. e a dieta artificial Aminosteril® com ou sem eletrólitos, as quais foram ministradas separadas ou associadas entre si, nas temperaturas de 20°C, 25°C e 30°C. Os autores encontraram um aumento do tempo de desenvolvimento com a diminuição da temperatura variando de 42,5 a 47, 2 dias, conforme a dieta oferecida, para a temperatura de 20°C; de 26,7 a 30 dias a 25°C e de 18, 2 a 21,2 dias a 30°C. Outro crisopídeo, *Chrysopa lanata* Banks apresentou um período total de desenvolvimento, de ovo até a emergência do adulto, de 25,5 dias sob a temperatura de 26,5°C, umidade relativa de 80% e fotoperíodo de C:E 14:10 h (NGUYEN *et al.* 1975).

Temperaturas extremas podem induzir à diapausa ou provocar uma alta taxa de mortalidade. O coccinelídeo *H. parenthesis* apresentou uma alta taxa de mortalidade (67%) a 14°C (ORR & OBRYCKI 1990), enquanto o crisopídeo *Chrysopa edwardsi* apresentou uma mortalidade de 74% quando submetido à temperatura de 30°C (NEW 1982 *apud* CANARD & PRINCIPI 1984). CANARD (1997), em um estudo sobre a atividade de crisopídeos em baixas temperaturas, afirma que algumas espécies podem ser eficientes para controlar pragas de inverno, porém, devem ser melhor estudadas.

A temperatura influencia, também, a quantidade de presas consumidas. Quando trocada de uma temperatura de 16°C para 21°C, *C. carnea* aumentou em 24% o número de presas atacadas, sendo que o período de desenvolvimento larval foi de 28 e 14,6 dias, respectivamente (SUNDBY 1966). O coccinelídeos *C. maculata* e *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) apresentaram uma diminuição no consumo de 45% e 36%, respectivamente, nas temperaturas de 16°C e 24°C (GURNEY & HUSSEY 1970).

HONEK & KOCOUREK (1988) determinaram o limiar de baixo desenvolvimento e o número de dias necessários para completar o desenvolvimento de ovos e pupas de várias espécies de Chrysopidae e Coccinellidae. Ovos de *C. carnea* apresentaram uma temperatura limiar variando de 3,8°C a 10,3°C, dependendo da região de proveniência, e completaram o desenvolvimento no período de 61,8 a 104,4 dias. As pupas apresentaram

temperatura limiar variando de 6°C a 10,7°C em 83,7 e 130,9 dias, respectivamente. A incubação dos ovos do coccinelídeo *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville variaram (temperatura limiar) de 10,1 a 9,7 dias apresentando um período de incubação de 45,7 e 48,1 dias respectivamente. O tempo de desenvolvimento pupal para a espécie variou de 8,3 a 11,1 dias, com um tempo total de desenvolvimento compreendido entre 77,9 a 62,2 dias.

A qualidade e a quantidade da presa oferecida é fundamental no desenvolvimento dos predadores, uma vez que controlam o seu aumento de peso e crescimento, podendo induzir a diferentes taxas de mortalidade. Assim sendo, apesar dos predadores serem generalistas eles apresentam preferências alimentares por presas que facilitem o seu desenvolvimento, ou que lhes permita completarem o ciclo de vida (CANARD & PRINCIPI 1984).

O coccinelídeo *Scymnus frontalis* (Fabricius) apresentou diferença no tempo de desenvolvimento larval quando alimentado com três espécies diferentes de afídeos: *Diuraphis noxia* (Mordviko), *Schizaphis graminum* (Rondani) e *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (GIBSON *et al.* 1992). MICHELS & BEHLE (1991), estudando o efeito de duas espécies de afídeos sobre *Hippodamia sinuata* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) em sete temperaturas, encontraram diferenças no desenvolvimento nas temperaturas abaixo de 20°C. *H. sinuata* alimentada com o pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) conseguiu completar seu desenvolvimento a 15°C, enquanto que, quando alimentado com *S. graminum* não conseguiu atingir a fase de pupa. XIA *et al.* (1999), estudando o efeito da densidade do pulgão *Aphis gossypii* Glover sobre o desenvolvimento de *Coccinella septempunctata* (Linnaeus), determinaram que o aumento na densidade da presa trouxe uma redução no tempo de desenvolvimento larval e um aumento na sua taxa de sobrevivência.

Com base nas informações apresentadas, pode-se afirmar que o conhecimento de parâmetros biológicos são de extrema importância ao se considerar espécies candidatas a programas de controle biológico, uma vez que estão interligados à sua eficiência de predação. Sendo assim, este capítulo teve por objetivo determinar o período de desenvolvimento dos ínstar e estágios de *C. externa*, *C. sanguinea* e *H. convergens* alimentadas com *Cinara* spp., em diferentes temperaturas, bem como a taxa de mortalidade destas espécies.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção e criação dos insetos

a) ***Cinara* spp.:** para os testes, foram utilizadas as espécies de *C. pinivora* e *C. atlantica* coletadas diretamente no campo, em Curitiba e Rio Negro, PR. Os galhos infestados de *Pinus* spp. foram coletados e levados para o laboratório do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná. Os adultos eram retirados e criados em mudas de *Pinus* spp. para manutenção da população de estoque. As ninfas eram retiradas dos galhos com pincel e usadas diretamente para alimentar os predadores. Para utilização nos experimentos, os afídeos foram separados em dois tamanhos: afídeos pequenos, que correspondiam, aproximadamente, a ninfas de 1^o e 2^o ínstars e afídeos médios, correspondendo a ninfas de 3^o e 4^o ínstars. Não foi feita distinção entre as duas espécies de *Cinara*, devido à sua semelhança de tamanho, comportamento e distribuição na planta.

b) ***Chrysoperla externa*:** para iniciar os experimentos, os ovos e pupas de *C. externa* foram obtidos no laboratório de Controle Biológico da Universidade Estadual Paulista, em Jaboticabal, SP. No laboratório do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, os ovos foram mantidos à temperatura de 25°C até a sua eclosão, retirando-se as larvas para a utilização nos testes. Para a obtenção de novas posturas os adultos foram alimentados com uma solução de mel e lêvedo de cerveja 1:1 (dieta utilizada no laboratório de Controle Biológico da Universidade Estadual Paulista para criação dos crisopídeos) em gaiolas de PVC de 30 cm de altura, mantidas em câmaras do tipo BOD, à temperatura de 25°C, fotoperíodo C:E 12:12 h e umidade relativa de 70% \pm 10.

c) **Coccinellidae:** os adultos de *C. sanguinea* e *H. convergens* foram obtidos diretamente no campo em Curitiba e Rio Negro, PR e criados dentro de recipientes plásticos de 500 ml, nas mesmas condições dos crisopídeos. Para a manutenção, os predadores eram alimentados com afídeos de várias espécies coletados a campo. Após a obtenção dos ovos, estes foram mantidos à temperatura de 25°C até a sua eclosão retirando-se as larvas para a utilização nos testes.

2.2. Desenvolvimento de *Chrysoperla externa*

Os ovos foram recolhidos após a postura, individualizados em recipientes plásticos de 120 ml e mantidos em câmara climatizada (BOD) a 20°C e 25°C, com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10, num total de 20 repetições por temperatura.

Após a eclosão as larvas foram individualizadas em recipientes plásticos transparentes, contendo papel filtro no fundo, colocadas sob as mesmas condições dos ovos, nas temperaturas de 15°C, 20°C e 25°C e mantidas em jejum por um período de cerca de duas horas. Dez larvas foram alimentadas com *C. pinivora* e *C. atlantica* de tamanho pequeno (ninfas de 1^o e 2^o ínstars), outras dez com afídeos de tamanho médio (ninfas de 3^o e 4^o ínstars) em um total de vinte repetições para cada temperatura. Para o estudo do desenvolvimento do predador o tamanho da presa oferecida não foi considerado. Os afídeos eram contados a cada 24 horas, para estimar o consumo e substituídos, de modo que sempre houvesse abundância de alimento.

Após a pupação, os indivíduos foram mantidos nas temperaturas de 20°C e 25°C e observados diariamente até a emergência do adulto. Foram avaliadas as taxas de mortalidade para as larvas nas três temperaturas e para as pupas a 20°C e 25°C. Também foram avaliadas as taxas de viabilidade dos ovos nas temperaturas de 20°C e 25°C. O tempo de incubação dos ovos e o tempo de desenvolvimento pupal a 15°C não foram considerados em função de problemas técnicos com a BOD.

2.2. Desenvolvimento de *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens*

As posturas de *C. sanguinea* foram mantidas em um recipiente plástico nas temperaturas de 15°C, 20°C e 25°C, com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10, num total de 40 repetições para as duas primeiras temperaturas e 30 repetições para 25°C. Duas observações diárias eram feitas, uma pela manhã e outra ao final do dia, de modo a avaliar o número de ovos, o tempo para a eclosão e evitar a sua predação. Para *H. convergens* não foi possível observar o período de incubação dos ovos, por falta de material.

Após a eclosão dos ovos que eram mantidos a 25°C, as larvas das duas espécies foram individualizadas em recipientes plásticos transparentes, contendo papel filtro no fundo, colocadas sob as mesmas condições dos ovos, nas temperaturas de 15°C, 20°C e 25°C. A seguir, 10 larvas foram individualizadas e alimentadas com *C. atlantica* e *C. pinivora* de tamanho pequeno (ninfas de 1^o e 2^o ínstars), e dez larvas com afídeos de

tamanho médio (ninfas de 3^o e 4^o ínstars), para cada temperatura, porém, o tamanho dos afideos não foram considerados para avaliar o desenvolvimento, sendo trabalhados um total de vinte repetições para cada temperatura. Os afideos eram contados a cada 24 horas para estimar o consumo, e substituídos de modo que sempre houvesse abundância de alimento.

Durante a pupação, os indivíduos foram mantidos nas temperaturas de 15°C, 20°C e 25°C e observações diárias foram feitas até a emergência do adulto a fim de determinar a duração do período pupal. Após a emergência dos adultos, apenas os recipientes *com C. sanguinea* a 20°C foram mantidos, sendo os adultos individualizados e alimentados com ninfas e adultos de *Cinara* spp. de modo a verificar sua longevidade e consumo.

A taxa de mortalidade foi avaliada para cada ínstar larval e pupal para as duas espécies. *Para C. sanguinea* foi verificada também a viabilidade dos ovos e sobrevivência dos adultos nas três temperaturas, o que não foi possível para a outra espécie de coccinelídeo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desenvolvimento de *Chrysoperla externa*

a) Incubação dos ovos

O tempo médio de incubação dos ovos a 20°C foi de 9 dias, enquanto que a 25°C durou apenas 4 dias, sendo, portanto, mais rápida na temperatura mais elevada. AUN (1986) determinou que a duração média de incubação dos ovos, para a mesma espécie foi de 7,5 e 4,6 dias, respectivamente às temperaturas de 20°C e 25°C. HONEK & KOCOUREK (1988) encontraram um tempo de incubação para *C. carnea* de 4,9 dias a 24°C e de 10,9 dias a 15°C; BUTLER & RITCHIE (1971), por sua vez, encontraram um tempo de incubação de 13,1 dias a 15°C e de 4,2 dias a 25°C para *C. carnea*, demonstrando a mesma tendência de aumento no tempo de incubação com a diminuição da temperatura.

A viabilidade dos ovos de *C. externa* foi de 80% a 20°C e de 90% a 25°C. AUN (1986) obteve uma viabilidade dos ovos mais elevada do que nesta pesquisa, 91,6% a 20°C e 94,6% a 25°C.

b) Desenvolvimento larval

Analisando os dados da Tab. I, observa-se diferenças estatísticas no período total de desenvolvimento larval e duração de cada ínstar, que foi reduzida com a elevação da temperatura. Pode-se observar, também, que o terceiro ínstar apresentou um tempo de desenvolvimento estatisticamente mais longo a 15°C e 20°C com relação aos demais ínstars, porém, para a temperatura de 25°C o tempo de desenvolvimento do terceiro ínstar não foi estatisticamente diferente do primeiro. Segundo LIAO *et al.* (1985), o terceiro ínstar dos crisopídeos *Chrysopa quadripunctata* (Burmeister), *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister), *Micromus posticus* (Walker), também se diferenciou dos demais ínstars quando criados a 20°C.

O período total de desenvolvimento larval encontrado para *C. externa* a 25°C (10,9 dias) assemelhou-se ao observado para esta espécie alimentada com cinco densidades diferentes de *S. graminum* (10,8 a 12 dias) por FONSECA *et al.* (2000). VENZON & CARVALHO (1993) encontraram um padrão semelhante, com o tempo de desenvolvimento diminuindo com o aumento da temperatura para *C. cubana*. BUTLER &

RITCHIE (1971) também observaram essa tendência, estudando o desenvolvimento de *C. carnea* em temperaturas constantes e flutuantes.

Tabela I: Período de desenvolvimento larval (média e desvio padrão) de *Chrysoperla externa* (em dias) alimentadas com ninfas de *Cinara* spp., em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10 (n = 20).

	15 °C	20 °C	25 °C
	Média + (DP)	Média + (DP)	Média + (DP)
1º ínstar	14,6 Aa	6,8 Ab	4 Ac
2º ínstar	11,8 Aa	6,7 Ab	3 Bc
3º ínstar	33,1 Ba	8,8 Bb	3,9 Ac
Total	59,5	22,3	10,9

Letras maiúsculas nas colunas indicam diferenças entre os ínstar, letras minúsculas nas linhas indicam diferenças entre as temperaturas pelo Teste de Tukey ($p < 0,005$).

A análise de regressão proposta explicou 96% da variação ocorrida no tempo total de desenvolvimento como sendo em virtude da temperatura (Fig. 1), dado este compatível com o que se observa na Tab. I, que mostra diferença significativa entre todos os ínstar nas três temperaturas. O R^2 e a equação da reta encontrados para o desenvolvimento dos 1º, 2º e 3º ínstar em função da temperatura foram, respectivamente 0,769 ($y = 77,854e^{-0,1202x}$); 0,9131 ($y = 92,492e^{-0,1354x}$) e 0,9216 ($y = 654,33e^{-0,2083x}$).

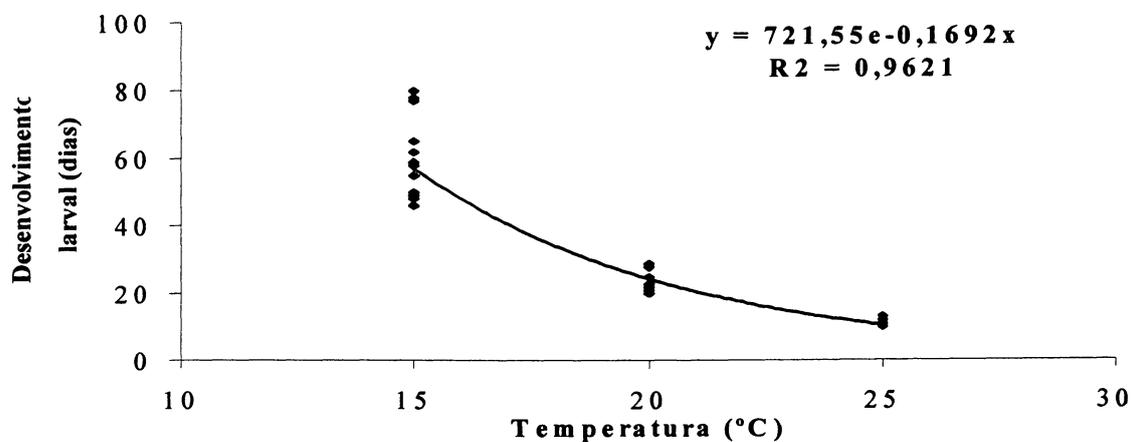


Fig. 1: Modelo de regressão ajustado para o desenvolvimento larval (n = 20) de *Chrysoperla externa* alimentada com ninfas de *Cinara* spp. em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10.

c) Desenvolvimento pupal

A duração média para o período pupal foi estatisticamente diferente nas duas temperaturas, 23,27 dias a 20°C e 11,1 dias a 25°C. AUN (1986) encontrou uma duração média semelhante (10,4 dias) para *C. externa* à temperatura de 25°C.

VENZON & CARVALHO (1993) encontraram um tempo de desenvolvimento pupal para *C. cubana* variando de 20,1 a 22,56 dias à temperatura de 20°C e entre 12,79 a 14,37 dias a 25°C, considerando-se seis diferentes dietas, contendo ovos de *A. Kuehniella*, o afídeo *Toxoptera* spp. e dieta artificial. BUTLER & RITCHIE (1971) encontraram o mesmo padrão de desenvolvimento pupal para machos e fêmeas de *C. carnea* em temperaturas constantes e flutuantes (13,3 a 13,8 dias a 15°C e de 6,6 a 6,9 dias a 25°C).

d) Período total de desenvolvimento

O tempo de desenvolvimento total de ovo a adulto foi de 54,6 dias a 20°C e menos da metade (26 dias) a 25°C (Fig. 2).

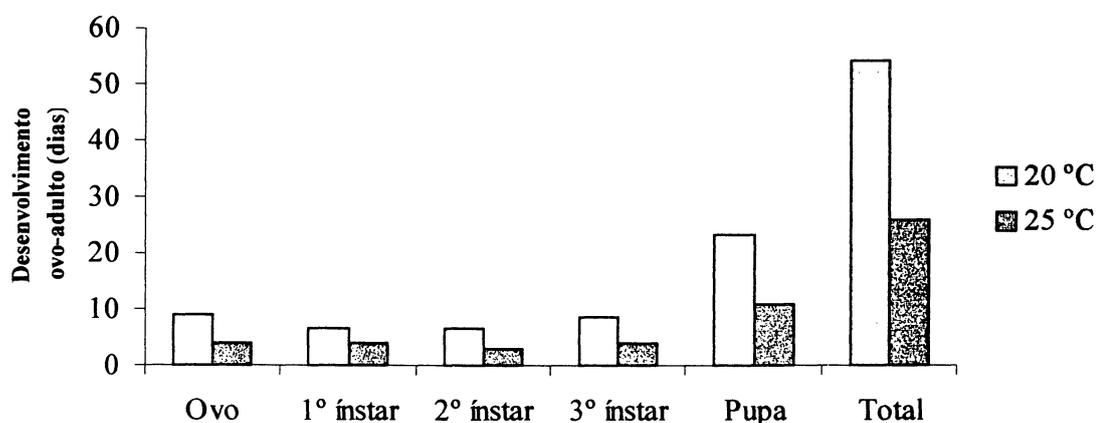


Fig. 2: Período total de desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (em dias), com larvas (n = 20) alimentadas com ninfas de *Cinara* spp em duas temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10.

Esta tendência de redução no ciclo biológico dos crisopídeos com a elevação da temperatura também foi observado por outros autores. AUN (1986) encontrou o tempo total de desenvolvimento (ovo – adulto) para *C. externa* de 25,1 dias a 25°C e 18,6 dias a 30°C, sendo que a 25°C aproxima-se ao encontrado nesta pesquisa. Outras espécies próximas apresentaram valores similares: para *C. carnea* o tempo de desenvolvimento (ovo-adulto) variou de 55,4 a 31,2 dias nas temperaturas de 15°C a 25°C (BUTLER &

RITCHIE 1971); para *C. cubana* o desenvolvimento de larva a adulto, foi de 43,9; 28,5 e 19,2 dias nas temperaturas de 20°C, 25°C e 30°C (VENZON & CARVALHO 1993).

e) Taxa de Mortalidade

A mortalidade na fase de ovo de *C. externa* (Tab. II) foi mais elevada a 20°C (20%) do que a 25°C (10%), porém, os intervalos de confiança mostram que a diferença encontrada não foi significativa. A taxa de mortalidade das larvas foi maior na temperatura de 15°C (40%), particularmente no 1° ínstar. Nas demais temperaturas, a mortalidade larval chegou a 10%, concentrando-se no 1° ínstar a 20°C e distribuída no 1° e 3° instares a 25°C. As pupas apresentaram taxa de mortalidade de 16,6% a 20°C, sendo que os indivíduos morreram como adultos farados, não sendo possível determinar se a temperatura foi responsável pela mortalidade das pupas.

Tabela II: Taxa de mortalidade (intervalo de confiança) de *Chrysoperla externa* (n = 20) alimentada com ninfas de *Cinara* spp., em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% ± 10.

	15°C*	20°C	25°C
Ovos	-	20% (0,03 – 0,37)	10% (0,03 – 0,23)
1°ínstar	20% (0,03 – 0,37)	10% (0,03 – 0,23)	5% (0,04 – 0,14)
2°ínstar	5% (0,04 – 0,14)	0%	0%
3°ínstar	15% (0,02 – 0,28)	0%	5% (0,04 – 0,14)
Pupa	-	16,6% (0,01 – 0,31)	0%
Total	40%	46,6%	20%

* A mortalidade total refere-se apenas ao período larval.

Conforme observações a campo, o pico populacional das espécies de *Cinara* ocorre durante o inverno, quando a temperatura não é propícia para o desenvolvimento de *C. externa*, conforme demonstrado nesta pesquisa e de outras espécies de *Chrysoperla*, como indicado na literatura. CANARD & PRINCIPI (1984) relatam que um dos fatores que mais influencia no desenvolvimento e mortalidade dos crisopídeos é a temperatura. Ensaio em casa de vegetação e campo serão necessários para determinar a viabilidade de utilização dos crisopídeos para o controle de *Cinara* a campo, pois os dados de laboratório com temperatura contínua são limitados e não podem ser aplicados diretamente no campo.

Como a distribuição de *C. atlantica* tem sido observada ao longo do ano, e muitas larvas de crisopídeos estão associadas às colônias do afídeo, não se pode descartar sua utilização em programas de controle biológico ou mesmo como um agente natural de controle, pois apresenta alta capacidade de consumo tanto em temperaturas altas quanto baixas.

3.2. Desenvolvimento de *Cycloneda sanguinea*

a) Incubação dos ovos

O período médio de incubação dos ovos de *C. sanguinea* foi maior a 15°C; 10,5 dias, variando de 10 a 11 dias, e decrescendo com o aumento da temperatura (5 e 4 dias a 20°C e 25°C, respectivamente). ARNT & FAGUNDES (1982), trabalhando com temperaturas entre 22°C e 28°C, encontram um tempo médio de incubação para os ovos de *C. sanguinea* de 3 a 4 dias, valor próximo ao encontrado neste trabalho para as duas temperaturas mais altas. GURNEY & HUSSEY (1970) encontraram o mesmo padrão para os ovos de *C. sanguinea*, com um tempo médio de incubação inferior ao obtido nesta pesquisa (4 dias a 16°C; 3 dias a 21°C e 2 dias a 24°C). A diferença nos valores é notável e pode ser devida a variações genéticas entre as populações trabalhadas. A viabilidade dos ovos a 15°C foi de 92,8%; a 20°C de 78% e a 25°C de 93,3%.

b) Desenvolvimento larval

O tempo médio de desenvolvimento das larvas foi de 33,3 dias a 15°C; 15,8 dias a 20°C e 8,6 dias a 25°C, com uma redução no número de dias de aproximadamente 100% com o aumento de 5°C na temperatura (Tab. III). GURNEY & HUSSEY (1970) encontraram para esta mesma espécie alimentada com o pulgão *Myzus persicae* Sulzer um tempo médio total de desenvolvimento larval de 25 dias a 16°C, 16 dias a 21°C e 15 dias a 24°C. A grande diferença encontrada no tempo de desenvolvimento pelos autores, quando comparados a este trabalho, pode se dar por variações intraespecíficas, ou ainda devido à qualidade da presa utilizada nos dois experimentos, uma vez que a espécie da presa utilizada influencia o desenvolvimento dos predadores. SANTOS & PINTO (1981), avaliando o desenvolvimento de *C. sanguinea* em mudas de mangueira a campo, alimentando-se do afídeo *Toxoptera aurantii* (Boyer de Foscolombe), registraram um período de desenvolvimento larval de 9,3 dias com uma duração média de 2,6 dias para o

primeiro ínstar, 2 dias para o segundo, 1,3 para o terceiro e 3,3 dias para o quarto ínstar, porém, não há informações sobre a temperatura durante o período. ARNT & FAGUNDES (1982), trabalhando com temperatura entre 22°C e 28°C, encontraram um tempo de desenvolvimento larval para *C. sanguinea* de 11,6 dias, quando alimentadas com ninfas de *R. maidis* e *Macrosiphum avenae* (= *Sitobion avenae* Fabricius) em laboratório.

Tabela III: Período de desenvolvimento larval (média e desvio padrão) de *Cycloneda sanguinea* (em dias) alimentada com ninfas de *Cinara* spp, em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10 (n = 20).

	15 °C	20 °C	25 °C
	Média + (DP)	Média + (DP)	Média + (DP)
1° ínstar	10,4 (3,9)Aa	5,0 (0,7) Ab	2,5 (0,5) Ac
2° ínstar	6,4 (1,8) Ba	2,8 (0,3) Bb	1,7 (0,5) Bc
3° ínstar	6,2 (0,9)Ba	3,1(0,3)Bb	1,6 (0,4) Bc
4° ínstar	10,3 (0,8) Aa	4,9 (1,1) Ab	2,8 (0,3) Ac
Total	33,3 (9,7)	15,8 (1,6)	8,6 (2,1)

Letras maiúsculas nas colunas indicam diferenças entre os ínstaes, letras minúsculas nas linhas indicam diferenças entre as temperaturas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Observou-se um tempo maior no desenvolvimento do primeiro e quarto ínstaes, nas três temperaturas avaliadas, porém sem diferença estatística (Tab. III). Dados similares foram obtidos por SANTOS & PINTO (1981) para *C. sanguinea*; NARANJO *et al.* (1990) para *S. frontalis* em quatro temperaturas; e XIA *et al.* (1999) para *C. septempunctata* em duas temperaturas.

O modelo de regressão proposto para o tempo total de desenvolvimento larval explica 95,05% da variação como sendo devida à temperatura (Fig. 3). O R^2 (+ equação da reta) para cada ínstar larval foi: 0,866 ($y = 78,889e^{-0,1382x}$) para o 1° ínstar; 0,803 ($y = 42,225e^{-0,1308x}$) para o 2°; 0,8701 ($y = 49,126e^{-0,138x}$) para o 3° ínstar e 0,905 ($y = 66,259e^{-0,1275x}$) para o último ínstar.

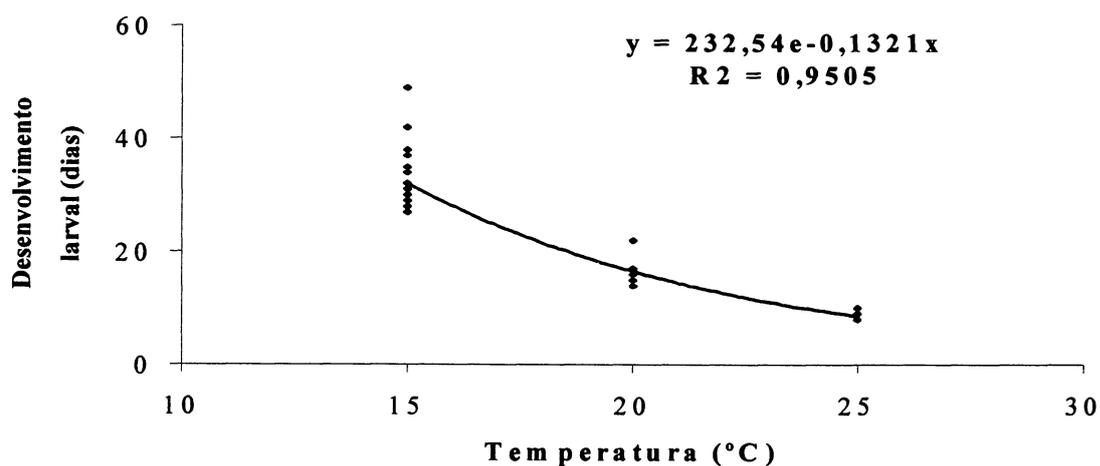


Fig. 3: Modelo de regressão ajustado para o desenvolvimento larval ($n = 20$) de *Cycloneda sanguinea* alimentada com ninfas de *Cinara* spp. em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% + 10.

b) Desenvolvimento pupal

O período médio de desenvolvimento pupal foi significativamente diferente nas três temperaturas: 16,5; 8,2 e 4,7 dias a 15°C, 20°C e 25°C, respectivamente.

Observa-se uma tendência de aumento de aproximadamente 100% no número de dias quando se passa de uma temperatura a outra. SANTOS & PINTO (1981) encontraram um tempo médio de desenvolvimento pupal de 3,4 dias em condições de campo, enquanto GURNEY & HUSSEY (1970) encontraram um tempo médio de 5 dias a 24°C; 6 dias para 21°C e também de 6 dias a 16°C, não havendo uma diferença marcante entre as três temperaturas. ARNT & FAGUNDES (1982) encontraram um tempo de desenvolvimento pupal de 4,2 dias quando a temperatura variava de 22°C a 28°C.

d) Período total de desenvolvimento

O tempo total de desenvolvimento de ovo a adulto foi de 60,3 dias a 15°C, 29 dias a 20°C e 17,23 dias a 25°C. A Fig. 4 mostra que o tempo de desenvolvimento de todos os estágios foi mais longo à temperatura de 15°C, diminuindo com o aumento da temperatura.

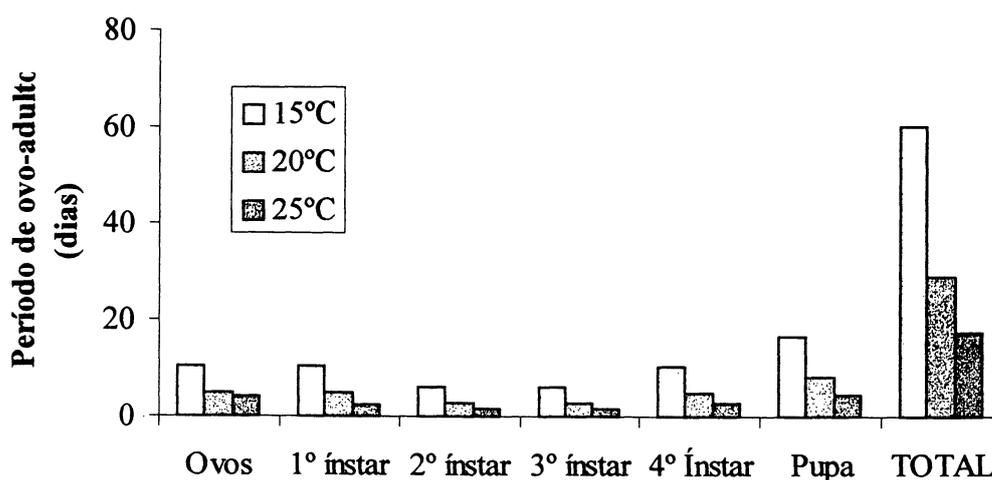


Fig. 4: Período total de desenvolvimento de *Cycloneda sanguinea* (em dias) com larvas (n = 20) alimentadas com ninfas de *Cinara* spp., em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% ± 10.

GURNEY & HUSSEY encontraram o mesmo padrão para três espécies de coccinelídeos: *C. sanguinea* variou de 34 a 22 dias, *C. maculata* de 48 a 22 dias e *Adalia bipunctata* (Linnaeus) que variou de 24 a 16 dias nas temperaturas de 16°C a 24°C. XIA *et al.* (1999) observaram que o período de desenvolvimento de *C. septempunctata* variou de 65,1 a 9,4 dias quando criadas em cinco temperaturas variando de 15°C a 35°C. CHEAH & McCLURE (1998) apresentaram o tempo total de desenvolvimento, respectivamente, de 39,6 e 23,7 dias para *Pseudoscymnus tsugae* Sasaji criado a 20°C e 25°C. NARANJO *et al.* (1990), por sua vez, encontraram uma variação, para *S. frontalis*, de 79,7 a 17,2 dias em quatro temperaturas compreendidas entre 15°C e 30°C. As pequenas variações apresentadas para as mesmas espécies podem ser devidas ao tipo de presa utilizada na alimentação, além de outras variações metodológicas.

e) Longevidade de adultos

Os adultos de *C. sanguinea* apresentaram uma longevidade média de 167,1 dias na temperatura de 20°C. Se este período for acrescentado ao período larval, a capacidade de consumo da espécie aumenta significativamente. SANTOS & PINTO (1981) encontraram uma longevidade média para a espécie de aproximadamente 63 dias em uma temperatura média de 21,9°C, com os adultos sendo alimentados com o pulgão *Toxoptera citricidus*

(Kirkaldy). A diferença encontrada pode se dar pela espécie de presa oferecida aos adultos, assim como por diferenças metodológicas.

f) Taxa de mortalidade

A taxa de mortalidade total para *C. sanguinea* foi de 27% para a temperatura de 15°C e 22% para as temperaturas de 20°C e 25°C. Os ovos a 15°C e 25°C apresentaram uma viabilidade de mais de 90 % , porém, a 20°C houve uma porcentagem alta de ovos inviáveis, o que contradiz com a mortalidade larval, que foi de 0%. A taxa de mortalidade pupal foi de 0% para todas as temperaturas estudadas (Tab. IV).

Tabela IV: Taxa de mortalidade (intervalo de confiança) de *Cycloneda sanguinea* (n = 20) alimentada com ninfas de *Cinara* spp., em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10.

	15°C	20°C	25°C
Ovos	7,2% (0 – 0,14)	22% (0,1 – 0,34)	6,7% (0 – 0,14)
1º instar	10% (0,03 – 0,23)	0%	5% (0,04 – 0,14)
2º instar	0%	0%	10% (0,03 – 0,23)
3º instar	10% (0,03 – 0,23)	0%	0%
4º instar	0%	0%	0%
Pupa	0%	0%	0%
Total	27%	22%	22%

A espécie mostrou-se bem adaptada à baixa temperatura, uma vez que a taxa de mortalidade a 15°C foi semelhante às demais temperaturas, fato esse importante ao se considerar o controle da espécie *C. pinivora* que tem seu pico populacional nos meses de inverno. Foi observada a presença de larvas e adultos de *C. sanguinea* em meio às colônias de *Cinara* no período mais frio do inverno de 1999 e 2000, quando a média da temperatura em Curitiba foi de 15°C. A espécie também pode ser eficiente para o controle de *C. atlantica*, a qual ocorre durante todo o ano, uma vez que *C. sanguinea* apresentou baixas taxas de mortalidade também nas temperaturas mais altas (observações pessoais).

3.3. Desenvolvimento de *Hippodamia convergens*

a) Desenvolvimento larval

A Tab. V mostra que a duração do período larval foi mais longa na temperatura de 15°C, diminuindo com a elevação da temperatura em cerca de 100% a cada 5 °C, semelhante ao que ocorreu com *C. sanguinea*. A espécie apresentou, também, redução no período de desenvolvimento de cada ínstar à medida que aumentou a temperatura. O primeiro e o quarto ínstar apresentaram-se distintos dos demais, com uma duração maior para o último. O segundo e terceiro ínstar não apresentaram diferença significativa em nenhuma das temperaturas trabalhadas.

Tabela V: Período de desenvolvimento larval (média e desvio padrão) de *Hippodamia convergens* (em dias) alimentada com ninfas de *Cinara* spp em três temperaturas com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% ± 10 (n = 20).

	15 °C	20 °C	25 °C
	Média + (DP)	Média + (DP)	Média + (DP)
1° ínstar	10,3 (3,2) Aa	5,1 (0,6) Ab	3 (0,3) Ac
2° ínstar	6,6 (2,1) Ba	3,7 (0,9) Bb	2 (0,0) Bc
3° ínstar	8,7 (1,1)ABa	4,1 (0,5) Bb	1,9 (0,2) Bc
4° ínstar	16,3 (6,2) Ca	6,4 (0,6) Cb	4 (0,3) Cb
Total	41,9 (15,5)	19,25 (1,4)	10,9 (0,3)

Letras maiúsculas nas colunas indicam diferenças entre os ínstar, letras minúsculas nas linhas indicam diferenças entre as temperaturas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

O tempo de desenvolvimento também decresceu com o aumento da temperatura para larvas de *H. parenthesis*, quando submetidas à cinco temperaturas compreendidas entre 14°C a 30°C variando de 38,7 a 7 dias (ORR & OBRYCKI 1990), e para *H. sinuata*, quando submetidas a seis temperaturas entre 10°C a 35°C alimentadas com duas espécies de afídeos (MICHELS & BEHLE 1991).

Segundo o modelo de regressão, a temperatura foi responsável por 94,62% da variação ocorrida no desenvolvimento larval de *H. convergens* (Fig. 5). O R^2 (+ equação da reta) foi, respectivamente: 0,8732 ($y = 59,297e^{-0,1205x}$); 0,657 ($y = 31,997e^{-0,1101x}$); 0,9558 ($y = 81,444e^{-0,1498x}$) e 0,6651 ($y = 87,036e^{-0,1252x}$) para o 1°, 2°, 3° e 4° ínstar.

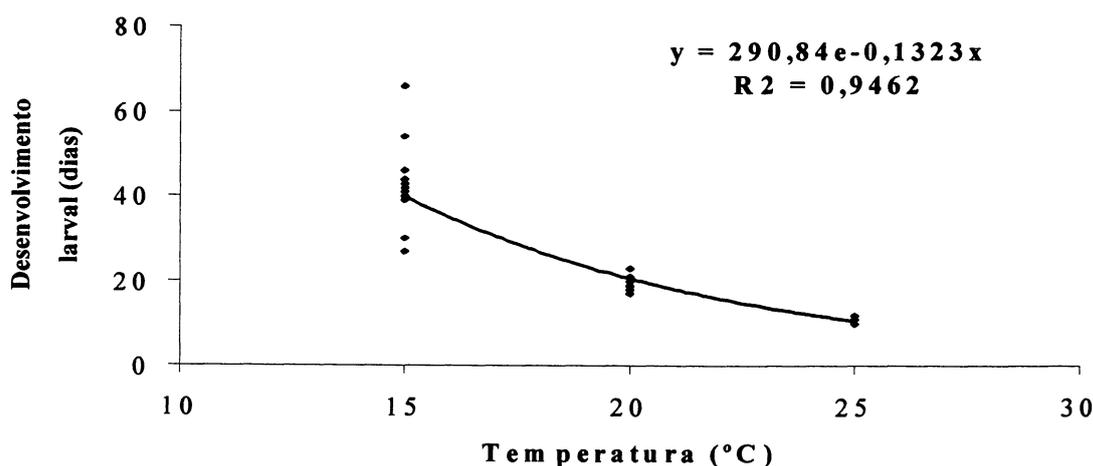


Fig. 5: Modelo de regressão ajustado para o desenvolvimento larval ($n = 20$) de *Hippodamia convergens* alimentada com ninfas de *Cinara* spp. em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10.

b) Desenvolvimento pupal

A temperatura reduziu significativamente o tempo médio de desenvolvimento pupal de *H. convergens*, que foi de 21,8; 11,1 e 6,3 dias a 15°C, 20°C e 25°C, respectivamente, havendo redução na duração do estágio com o aumento da temperatura. O mesmo padrão foi encontrado por MICHELS & BEHLE (1991) para *H. sinuata* e por ORR & OBRYCKI (1990) para *H. parenthesis*, porém, com valores levemente diferentes em função da espécie do predador e das presas utilizadas.

c) Período total de desenvolvimento

A espécie apresentou um tempo total de desenvolvimento (larva a adulto) de 63,7 dias para 15°C; 30,3 dias para 20°C e 17,2 dias para 25°C (Fig. 6). MICHELS & BEHLE (1991) encontraram o mesmo padrão para *H. sinuata*, com o tempo total de desenvolvimento (55,4 dias para 15°C; 18 dias para 20°C e 16,2 dias a 25°C) quando alimentadas com o pulgão *R. maidis*. O desenvolvimento do coccinelídeo *H. parenthesis* foi de 53,6 dias a 14°C; 28,8 para 18 °C; 18,1 dias a 22°C e 13,1 °C a 26°C (ORR & OBRYCKI 1990), mostrando a redução do período inversamente ao aumento da temperatura.

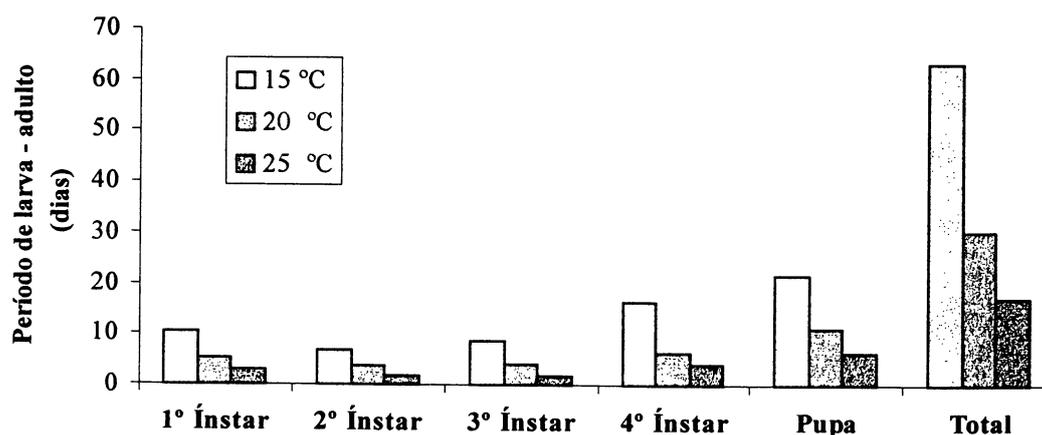


Fig. 6: Período total de desenvolvimento de *Hippodamia convergens* (em dias) com larvas ($n = 20$) alimentadas com ninfas de *Cinara* spp., em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR $70\% \pm 10$.

c) Taxa de mortalidade

A mortalidade larval foi maior na temperatura de 15°C (70%), distribuída em cada ínstar, com exceção do terceiro. A mortalidade foi reduzida a menos da metade a 20°C (15%) e foi nula a 25°C. A mortalidade pupal também foi significativamente mais elevada na temperatura mais baixa (35%), 0% a 20°C e 5 % a 25°C (Tab. VI).

Tabela VI: Taxa de mortalidade (intervalo de confiança) de *Hippodamia convergens* ($n = 20$) alimentada com ninfas de *Cinara* spp., em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR $70\% \pm 10$.

	15°C	20°C	25°C
1°ínstar	10% (0,03 – 0,23)	0%	0%
2°ínstar	15% (0,02 – 0,28)	5% (0 – 0,14)	0%
3°ínstar	0%	5% (0 – 0,14)	0%
4° ínstar	10%(0,03 – 0,23)	5% (0 – 0,14)	0%
Pupa	35% (0,15 – 0,55)	0%	5% (0 – 0,14)
Total	70%	15%	5%

Das três espécies trabalhadas *H. convergens* foi a que se mostrou mais vulnerável à baixa temperatura. ORR & OBRYCKI (1990) encontraram, também, uma alta mortalidade para *H. parenthesis* à temperatura de 14°C (67%), com maior mortalidade no 4° ínstar, a menor mortalidade observada pelos autores deu-se a 22°C (7%). MICHELS & BEHLE

(1991), avaliando o período de desenvolvimento total de *H. sinuata* alimentada com duas espécies diferentes de pulgões determinaram que, quando alimentadas com *S. graminum*, as larvas morreram até o terceiro ínstar, não completando seu desenvolvimento a 15°C.

Hippodamia convergens mostra uma baixa taxa de mortalidade com um rápido desenvolvimento larval a 25°C, apresentando-se adequada para o controle de *C. atlantica*, cuja ocorrência se estende ao longo do ano, incluindo os períodos mais quentes. Para o controle de *C. pinivora*, por outro lado, a utilização desta espécie não seria indicada, pois apresenta alta mortalidade à 15°C (70%), quando esta espécie de pulgão atinge populações mais elevadas.

CAPÍTULO 2

**CONSUMO DE *Cinara* spp. (HOMOPTERA: APHIDIDAE) POR
PREDADORES DAS FAMÍLIAS CHRYSOPIDAE (NEUROPTERA) E
COCCINELLIDAE (COLEOPTERA)**

1. INTRODUÇÃO

Recentemente, duas espécies de afideos *Cinara pinivora* (Wilson) e *Cinara atlantica* (Wilson) (IEDE *et al.* 1998; LÁZZARI & CARVALHO, 2000) (Homoptera: Aphididae) foram detectadas em áreas de reflorestamento com *Pinus* spp. no Sul do Brasil, causando danos consideráveis. Tendo em vista as dificuldades e as conseqüências ecológicas de se controlar quimicamente pragas em essências florestais, o controle biológico apresenta-se como uma alternativa eficiente para a supressão dessas espécies.

A dieta dos predadores pode afetar de maneira significativa seu desenvolvimento, assim, dietas pobres podem resultar em adultos incapazes de se alimentar ou de deixar descendentes. Os fatores que influenciam o processo de alimentação dos predadores e a sua eficiência como agentes de controle biológico são a voracidade (número máximo de presas consumidas pelo predador), a resposta funcional (relação entre número de presas capturadas e número de presas presentes), a resposta numérica (aumento do número de predadores com o aumento da densidade da presa) e a preferência alimentar, além da capacidade de captura da presa pelo predador, todos eles intimamente ligados à temperatura (FRAZER 1988). Assim sendo, pode-se dizer que desenvolvimento, alimentação e temperatura são fatores inseparáveis ao se considerar espécies candidatas a programas de controle biológico e devem ser avaliados em conjunto.

As espécies *Chrysopa nigricornis* Burmenstain e *Chrysopa coloradensis* Banks (Neuroptera: Chrysopidae) foram consideradas as mais efetivas predadoras do afideo *Aphis pomi* DeGeer (Homoptera: Aphididae), em um levantamento feito em pomares jovens de maçã em Washington, USA, onde levantou-se um total de 39 espécies de predadores (CARROL & HOYT 1984). HAGLEY (1989) propõe a utilização do crisopídeo *Chrysoperla carnea* Stephens para controlar o afideo *A. pomi* em campos de maçãs, em programas de manejo em Ontário, Canadá. Ovos foram liberados dois anos consecutivos em campo, havendo uma redução significativa no número de afideos, principalmente no primeiro ano da aplicação, quando as condições climáticas não foram favoráveis ao pulgão. O autor também relatou diferença com relação à densidade presa-predador, a qual foi menor no segundo ano, interferindo na eficiência do controle.

SANTOS & PINTO (1981) consideraram *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) como um predador potencial contra o afideo *Toxoptera*

aurantii (Boyer de Foscolombe), que ataca mangueira, na região de cerrado, uma vez que esta espécie é predadora tanto na fase jovem quanto na fase adulta, além de apresentar um longo período de postura. Em um estudo sobre as espécies de predadores de afídeos associadas a tomateiros, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) e *Myzus persicae* (Sulzer), encontrou-se um total de 78% de coccinelídeos, sendo a maioria adultos de *C. sanguinea*, os quais apresentaram correlações negativas com a densidade de pulgões, mostrando-se como agentes potenciais no controle dessas pragas (MIRANDA *et al.* 1998). TROUVE *et al.* (1997), liberando larvas do coccinelídeo *Harmonia axydiris* (Pallas) em um jardim, na França, para o controle do pulgão *Phorodon humuli* (Schrank) conseguiram uma redução considerável da população dos afídeos, mostrando a eficiência do coccinelídeo em campo.

O efeito da disponibilidade de alimentos sobre o comportamento de procura, taxa de consumo, tempo de desenvolvimento, aumento de peso e sobrevivência larval foi avaliado por BAUMGAERTNER *et al.* (1981) para o crisopídeo *C. carnea* e para o coccinelídeo *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville alimentados com duas espécies de afídeos. As duas espécies de predadores mostraram um aumento no número de visitas quando submetidas a regimes de baixa disponibilidade de alimentos e, contrariamente, uma redução na procura com o aumento da disponibilidade de alimento. O período de desenvolvimento larval foi estendido, assim como as taxas de mortalidade e a perda de peso foram maiores, para ambas as espécies de predadores submetidas a regimes de baixa disponibilidade de alimentos.

Várias publicações demonstram a influência da temperatura na dieta de crisopídeos e coccinelídeos. MACK & SMILOWITZ (1982) propuseram um modelo matemático dependente da temperatura simulando o impacto de *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *M. persicae*, onde foi quantificado o efeito da densidade do pulgão e da temperatura na taxa alimentar do predador, de modo a compreender suas interações em campo. O modelo demonstrou que o impacto de predador sobre a presa é grandemente influenciado pela temperatura e que temperaturas frias podem levar a uma ineficiência do predador em controlar as populações do pulgão.

GURNEY & HUSSEY (1970) avaliaram o efeito de três temperaturas no consumo total de *C. maculata* e *C. sanguinea*, encontrando um consumo maior de *M. persicae* em baixas temperaturas para ambas as espécies, devido, provavelmente, ao período de desenvolvimento mais longo dos predadores em temperaturas mais baixas. O coccinelídeo *Hippodamia sinuata* Mulsant apresentou um aumento no consumo do pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) com o aumento da temperatura de 10°C até 25°C, havendo

uma diminuição gradativa nas temperaturas de 30°C e 35°C. Já, quando alimentado com o pulgão-verde-dos-cereais *Schizaphis graminum* (Rondani), o predador não completou seu desenvolvimento a 10°C e 15°C, e sofreu uma redução até a temperatura de 30°C, voltando a subir o consumo a 35°C (MICHELS & BEHLE 1991).

GYENGE *et al.* (1998) avaliaram o efeito da temperatura e da alimentação sobre a biologia e consumo do coccinelídeo *Eriops connexa* (Germar) alimentado com duas espécies de afídeos, e determinaram um aumento no consumo total com o aumento da quantidade de alimento oferecida, sendo comprovada a influencia da temperatura, havendo para ambas as espécies de afídeos trabalhados, um aumento no consumo com o aumento da densidade da presa e a diminuição da temperatura.

LAVALLEE & SHAW (1969) determinaram a preferência alimentar do crisopídeo *Chrysopa oculata* Say pelo pulgão-da-ervilha *Acyrtosiphon pisum* (Harris) ocorrendo em alfafa. Para os três instares do predador observou-se a preferência quase que exclusiva pelo pulgão em relação aos demais insetos. LUCAS *et al.* (1997) avaliaram a preferência alimentar e a voracidade de dois coccinelídeos: *Coccinella septempunctata* Linnaeus e *H. axydiris* alimentando-se do afídeo *Aphis citricola* van der Goot (= *A. spiraeicola*) e do ácaro *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), onde, as duas espécies de predadores demonstraram preferência pelo pulgão sendo o ácaro considerado uma presa alternativa. *H. axydiris* mostrou-se mais voraz que *C. septempunctata*.

Determinou-se, em laboratório, a voracidade dos crisopídeos *Chrysopa quadripunctata* (Burmeister), *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister) e dos coccinelídeos *Micromus posticus* (Walker) e *Olla v-nigrum* (Mulsant), utilizando-se o afídeo *Monellia caryella* (Fitch), os quais apresentaram um consumo médio de 1333,5 afídeos/dias para *O. v-nigrum* (que possui um instar a mais em relação aos demais) seguido de 907 afídeos/dias para *C. rufilabris*; 739,3 afídeos/dias para *M. posticus* e 270,0 afídeos/dias para *C. quadripunctata*. Dentre os crisopídeos *C. rufilabris* foi o que se mostrou como o predador mais eficiente (LIAO *et al.* 1985). DEBARAJ & SINGH (1998) compararam a eficiência de duas espécies de coccinelídeos em laboratório: *C. septempunctata* e *Menochilus sexmaculatus* alimentados com o pulgão-da-couve *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) e determinaram que o consumo de ambas as espécies foi semelhante.

FONSECA *et al.* (2000) estudaram o efeito de diferentes densidades do pulgão *S. graminum* sobre a resposta funcional do crisopídeo *Chrysoperla externa* (Hagen), e observaram um aumento no consumo com o aumento da densidade de pulgões oferecidos, com uma tendência à estabilização no consumo a partir da densidade média. O

coccinelídeo *H. convergens* também apresentou uma resposta funcional dependente da densidade da presa quando liberado em campos de crisântemo contra o pulgão-do-algodoeiro *Aphis gossypii* Glover. Apesar da alta dispersão, os predadores foram capazes de controlar eficientemente populações com alta densidade (redução de 25 a 82% da população de afídeos), mostrando uma correlação positiva no que se refere a eficiência e densidade dos afídeos (DREISTADT & FLINT 1996).

Como não se tem informações básicas para a adoção de medidas de controle biológico das espécies de *Cinara* no Brasil, esta pesquisa teve por objetivo determinar a capacidade de consumo de ninfas de *Cinara* por três espécies de predadores, *C. externa*, *C. sanguinea* e *H. convergens*, em três temperaturas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção e criação dos insetos

A obtenção e criação de *Cinara* e dos predadores *C. externa*, *C. sanguinea* e *H. convergens* foram realizadas conforme a metodologia descrita no Capítulo 1.

2.2. Testes de consumo

a) Consumo Larval: até 12 h após a emergência, 20 larvas de cada uma das três espécies de predadores foram individualizadas em recipientes plásticos transparentes de 120 ml, contendo um papel filtro no fundo, e cobertas com filme plástico transparente, nos quais eram fornecidos diariamente um número conhecido de ninfas de *Cinara*. Em 10 recipientes as larvas foram alimentadas com afídeos de tamanho pequeno (ninfas de 1^o e 2^o ínstars), e nos outros 10, com afídeos de tamanho médio (ninfas de 3^o e 4^o ínstars). Não foram utilizados os adultos no teste devido à dificuldade de se controlar a deposição contínua de ninfas, as quais poderiam estar sendo consumidas pelos predadores sem possibilidade de se efetuar a contagem. Os recipientes foram colocados, então, nas temperaturas de 15°C, 20°C e 25°C, com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% ± 10 (Fig. 1). Os afídeos eram contados a cada 24 horas, para estimar o consumo e substituídos, de modo que sempre houvesse abundância de alimento, até o completo desenvolvimento do predador. O tempo de desenvolvimento de cada instar larval foi acompanhado individualmente, de modo a avaliar o consumo em cada instar. Os afídeos de tamanho pequeno apresentavam um peso médio de 0,00043 g/indivíduo, enquanto o peso médio dos afídeos de tamanho médios de 0,00087 g/indivíduo. As larvas mortas durante o experimento, ou seja, as que não completaram o desenvolvimento, eram eliminadas e não foram consideradas nas análises.

Uma vez que, em situações de campo os indivíduos de ambos os sexos ocorrem em conjunto em uma proporção de, aproximadamente 1:1, os indivíduos trabalhados não foram sexados, não havendo avaliação neste trabalho da diferença de consumo entre os sexos.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância e análise de regressão linear.

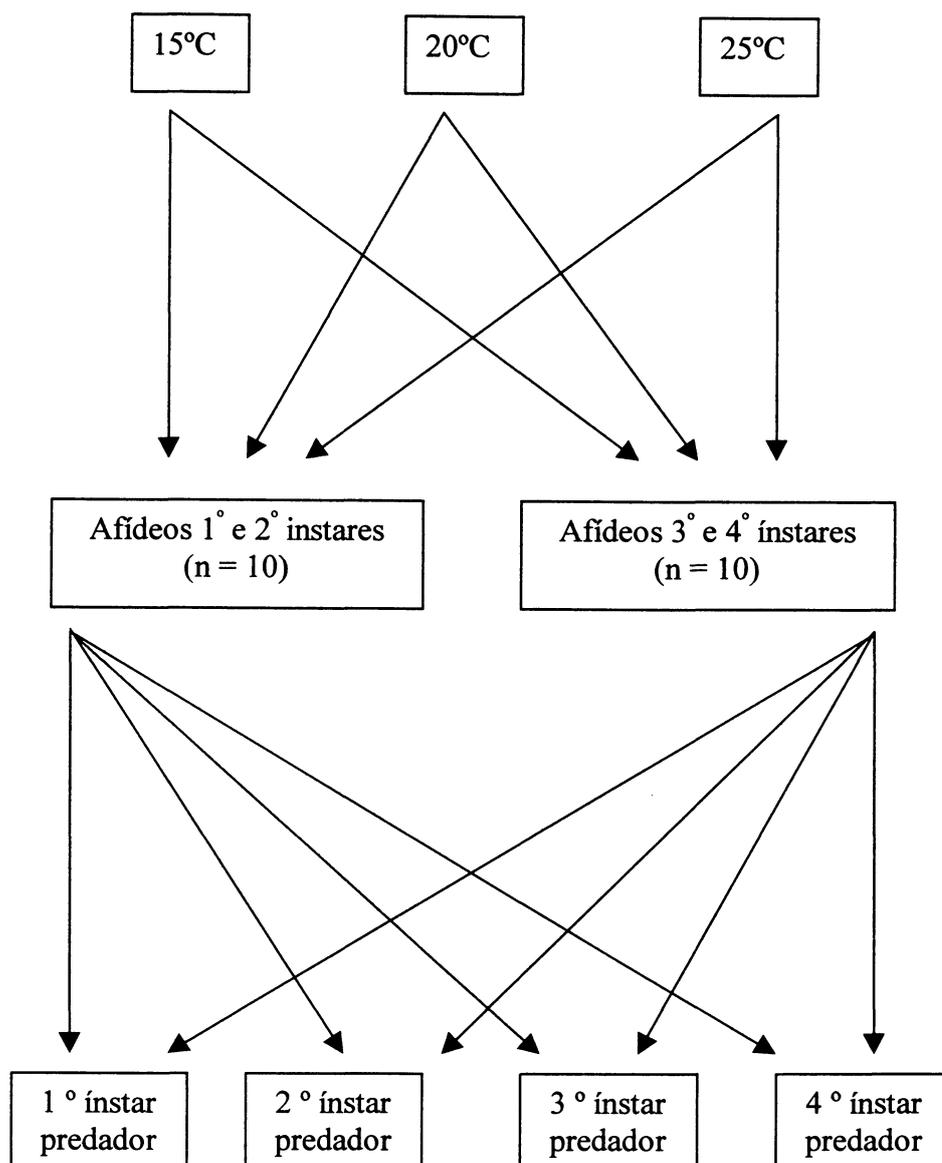


Fig. 1: Esquema dos tratamentos para avaliar o consumo de *Cinara* spp. por larvas de predadores das famílias Chrysopidae (Neuroptera) e Coccinellidae (Coleoptera), em BOD com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR de $70\% \pm 10$.

b) Consumo por adultos de *C. sanguinea*: após a emergência, os adultos desta espécie foram mantidos nas três temperaturas, sendo que 15°C e 25°C testes de consumo foram feitos, durante 30 dias. A 20°C, porém, o consumo foi avaliado durante todo o período de vida dos adultos. Da mesma forma que as larvas, os adultos foram individualizados em recipientes plásticos forrados com papel toalha e cobertos com filme plástico transparente. Cada adulto era alimentado com um número conhecido de afídeos de dos quatros ínstars,

os quais eram contados e substituídos a cada 24 h, a fim de se determinar o consumo. A partir do 31º dia, à temperatura de 20°C, a contagem passou a ser a cada 48 horas, porém, sempre com abundância de alimentos (Fig. 2).

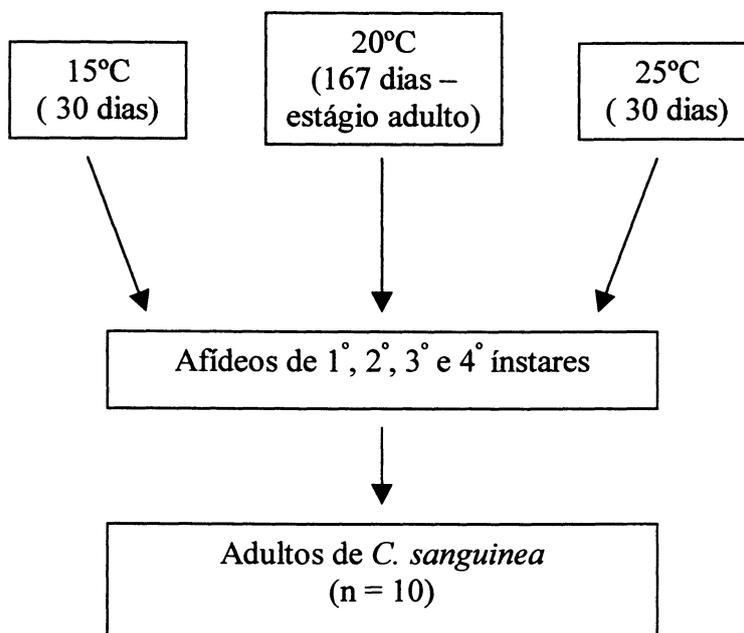


Fig. 2: Esquema dos tratamentos para avaliar o consumo de *Cinara* spp. por adultos de *Cycloneda sanguinea*, em BOD com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR de 70% \pm 10.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Consumo de ninfas de *Cinara* por larvas de *Chrysoperla externa*

O consumo total de afídeos pelas larvas de *C. externa* (Fig. 3) diminuiu com o aumento da temperatura: 499,1; 341,7 e 215,1 respectivamente para as temperaturas de 15°C, 20°C e 25°C, considerando os afídeos pequenos. Para os afídeos médios, o consumo nas três temperaturas foi de 126,4; 105,7 e 67 (Tab. I). Considerando-se que a massa dos afídeos médios é aproximadamente o dobro da massa dos pequenos, observa-se que as larvas do predador consumiram muito mais afídeos pequenos do que médios, provavelmente devido à maior facilidade para atacar as presas menores. É importante considerar, também, que o consumo a 15°C foi significativamente maior em função do tempo prolongado de desenvolvimento nessa temperatura.

A redução do consumo com o aumento da temperatura também foi observado por AUN (1986) para larvas de *C. externa* alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae).



Fig. 3: Larva de 1º ínstar (aproximadamente 3mm) de *Chrysoperla externa* predando ninfa de 2º ínstar de *Cinara* spp. criadas em laboratório, a 20°C, com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% ± 10.

O consumo, como pode-se observar pelos intervalos de confiança da Tab. I, aumentou significativamente do primeiro para o último ínstar nas três temperaturas como era esperado. Os resultados concordam com os obtidos por CANARD & PRINCIPI (1984), que afirmam que os crisopídeos, de modo geral, consomem aproximadamente 80% do total durante o terceiro ínstar, aumentando o consumo com a diminuição da temperatura. Essa

tendência também foi confirmada por FONSECA & SOUZA (2000) para a mesma espécie alimentada com o pulgão-verde-dos-cereais, *S. graminum*, por AUN (1986) para *C. externa* alimentada com ovos de *A. kuehniella* e por LIAO *et al.* (1985) para os crisopídeos *C. quadripunctata* e *C. rufilabris* alimentados com o afídeo *M. caryella*.

Tabela I: Consumo médio total (desvio padrão e intervalo de confiança a 95%) de ninfas de *Cinara* spp. por larvas de *Chrysoperla externa* criadas em três temperaturas, com fotoperíodo C:E 12: 12 h e UR 70% \pm 10.

	AFÍDEOS PEQUENOS (n = 10)			AFÍDEOS MÉDIOS (n = 10)		
	15°C	20°C	25°C	15°C	20°C	25°C
1° Instar	24,7 (3,8) (21,4-27,8)	18,1 (3,2) (15,6-20,6)	16,8 (2,3) (15,1-18,5)	8,0 (2,5) (5,6-10,3)	5,7 (1,9) (4,2-7,3)	5,2 (1,2) (4,3-6,0)
2° Instar	71,3 (7,1) (65,3-77,3)	40,2 (2,6) (38,1-42,2)	31,3 (4,8) (27,6-34,3)	12,5 (4,7) (8,1-16,9)	17,4 (3,8) (14,4-20,4)	12,3 (2,5) (10,4 -14,1)
3° Instar	403,1(43,4) (366,8-439,4)	283,4 (32,7) (258,2-308,6)	167 (26,0) (148,3-185,6)	105,9 (14,8) (92,1-119,6)	82,5 (12,9) (72,5-92,5)	49,5 (11,3) (41,3-57,6)
Total	499,1 (50,2) (457,1-541,1)	341,7 (36,9) (313,3-370,1)	215,1 (25,8) (196,5-233,6)	126,4 (11,9) (115,3-137,4)	105,6 (15,1) (94,1-117,4)	67 (11,8) (58,5-75,4)

Analisando-se os intervalos de confiança na Tab. I, pode-se verificar que nenhuma temperatura se destacou significativamente das demais, havendo sobreposições no consumo do primeiro e segundo instares, principalmente para os afídeos médios.

A análise de regressão revelou que o último instar do predador, considerando-se os dois tamanhos de afídeos, teve sua variação explicada pela temperatura em mais de 80% assim como o segundo instar dos afídeos pequenos. Os valores obtidos foram: $R^2 = 0,5575$ ($y = 0,1041x^2 - 4,9447x + 75,383$) para o 1° instar, $R^2 = 0,9264$ ($y = 0,4386x^2 - 21,582x + 296,42$) para o 2° instar e $R^2 = 0,8991$ ($y = 0,0647x^2 - 26,201x + 781,58$) para o 3° instar, considerando-se os afídeos pequenos. Para os afídeos médios os valores da correlação foram: $R^2 = 0,2916$ ($y = 0,329x^2 - 1,5956x + 24,533$); $R^2 = 0,3209$ ($y = - 0,2003x^2 + 7,9868x - 62,152$) e $R^2 = 0,7809$ ($y = - 0,1951x^2 + 2,1675x + 117,24$), respectivamente para o 1°, 2° e 3° instares larvais. O consumo total (Figs. 4 e 5) foi diferente nas três temperaturas, considerando os afídeos pequenos e médios, mostrando a influência da temperatura no consumo total de afídeos pelas larvas de *C. externa*.

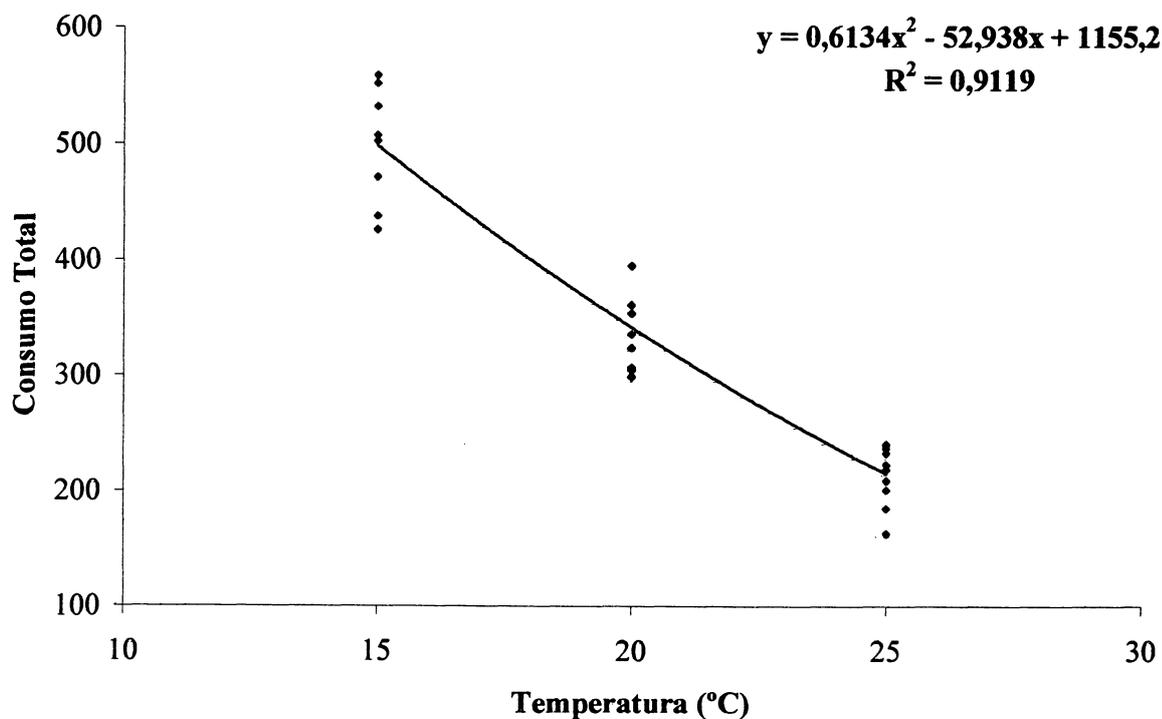


Fig. 4: Modelo de regressão ajustado para o consumo total de larvas de *Chrysoperla externa* alimentadas com ninfas de 1° e 2° instares de *Cinara* spp. em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% ± 10.

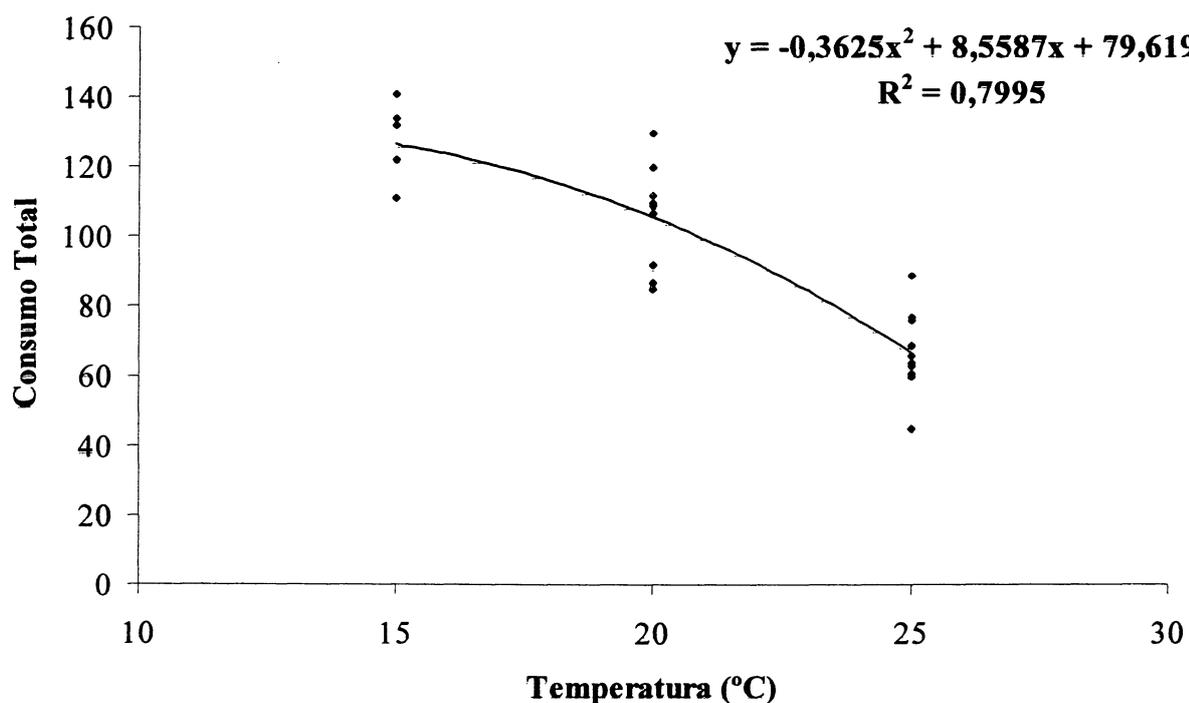


Fig. 5: Modelo de regressão ajustado para o consumo total de larvas de *Chrysoperla externa* alimentadas com ninfas de 3° e 4° instares de *Cinara* spp. em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% ± 10.

3.2. Consumo de ninfas de *Cinara* por larvas e adultos de *Cycloneda sanguinea*

O consumo pelas larvas de *C. sanguinea* (Fig. 6) aumentou significativamente de um ínstar para outro em todas as temperaturas, com relação aos dois grupos de afídeos.

A média total de consumo em todo o período de desenvolvimento larval foi semelhante nas três temperaturas: 325,5 afídeos a 15°C, 322,2 a 20°C e 324,8 a 25°C, considerando-se os afídeos pequenos. Para os afídeos médios foi de 121,3; 140,4 e 109,9 afídeos respectivamente, para 15°C, 20°C e 25°C (Tab. II).



Fig. 6: Larva de 3° ínstar (aproximadamente 6 mm) de *Cycloneda sanguinea* predando ninfa de 3° ínstar de *Cinara* spp. criadas em laboratório, a 20°C, com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% ± 10.

Ao analisar os intervalos de confiança (Tab. II) verifica-se que houve diferença significativa no consumo de cada ínstar em cada temperatura. Porém, ao se comparar as três temperaturas, observa-se que houve sobreposição entre a maioria, sendo que os instares que não apresentaram esta sobreposição tiveram valores muito próximos. Dessa forma, pode-se afirmar que a temperatura não exerceu grande influência sobre o consumo de *C. sanguinea*.

Os modelos de regressão propostos confirmaram estes dados, uma vez que os R^2 obtidos foram baixos: $R^2 = 0,2863$ ($y = 0,1647x^2 - 6,935x + 86,714$) para o 1° ínstar; $R^2 = 0,2921$ ($y = 0,0639x^2 - 0,665x + 24,857$) para o 2°; $R^2 = 0,0471$ ($y = -0,1263x^2 + 4,38x + 25,714$) para o 3° e $R^2 = 0,0273$ ($y = -0,1361x^2 + 4,2375x + 180,68$) para o 4° ínstar larval, considerando-se a predação sobre os afídeos pequenos. Na predação sobre os afídeos médios os R^2 obtidos para os 1°, 2°, 3° e 4° instares dos predadores foram, respectivamente: $R^2 = 0,2063$ ($y = 0,062x^2 - 2,37x + 27,6$); $R^2 = 0,2111$ ($y = -0,1294x^2 + 5,2843x + 39,714$); $R^2 = 0,1633$ ($y = -0,1934x^2 + 8,0043x + 53,114$) e $R^2 = 0,6005$ ($y = -$

$0,7286x^2 + 27,506x + 167,09$). Ao se observar os valores totais verifica-se que apenas o consumo de afídeos médios a 20°C destacou-se dos demais. Nesta temperatura o consumo foi maior e o desvio padrão menor do que a 15°C e 25°C. O modelo de regressão proposto para o consumo total, acompanhou este valor superior a 20°C, aumentando consideravelmente o valor de R^2 para os afídeos médios (Figs 7 e 8).

Tabela II: Consumo médio (desvio padrão e intervalo de confiança 95%) de ninfas de *Cinara* spp. por larvas de *Cycloneda sanguinea* em três temperaturas com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10.

	AFÍDEOS PEQUENOS (n = 10)			AFÍDEOS MÉDIOS (n = 10)		
	15°C	20°C	25°C	15°C	20°C	25°C
1º ínstar	19,7 (3,1) (17,7-22,3)	13,9 (2,9) (11,2-16,5)	16,2 (6,2) (10,5-22,1)	6,0 (2,9) (3,2-8,7)	5 (1,4) (3,9-6,1)	7,1 (1,2) (6,2-7,9)
2º ínstar	29,2 (5,9) (24,2-34,2)	37,1 (5,1) (30,8-43,3)	48,1 (21,4) (40,6-55,6)	10,4 (2,5) (8,4-12,2)	14,2 (4,0) (12,4-15,9)	11,5 (2,7) (9,7-13,2)
3º ínstar	63,0 (9,5) (54,9-71,0)	62,8 (10,9) (54,9-70,6)	56,2 (21,2) (36,6-75,9)	23,4 (4,1) (19,5-27,2)	29,6 (4,1) (26,6-32,5)	26,1 (8,1) (20,3-31,8)
4º ínstar	213,6 (29,3) (189,1-238,1)	211 (26,5) (192,0-229,9)	201,5 (38,5) (165,9-237,2)	81,5 (12,3) (75,2-87,9)	91,6 (6,7) (86,2-96,9)	65,2 (10,4) (59,8-70,5)
Total	325,5 (40,2) (291,6-359,2)	322,2 (26) (306,1-343,4)	324,8 (19,9) (303,8-340,7)	121,3 (15,4) (107,1-135,6)	140,4 (7,7) (134,8-145,9)	109,9 (14,1) (99,8-119,9)

GURNEY & HUSSEY (1970), estudando o efeito da temperatura no consumo de *M. persicae* por *C. sanguinea*, observaram um aumento no consumo em função do aumento da temperatura, diferente do observado neste trabalho. Contudo, estes mesmos autores afirmam que comparações são válidas apenas para condições metodológicas idênticas, além disso, ocorre uma grande variabilidade entre indivíduos da mesma espécie, o que pode ser observado nos valores do desvio padrão para cada grupo trabalhado (Tab. II). ARNT & FAGUNDES (1982) avaliaram o consumo de ninfas dos afídeos *R. maidis* e *Macrosiphum avenae* (= *Sitobion avenae* Fabricius) durante o período larval de *C. sanguinea* em temperaturas de 22°C a 28°C, e encontraram um consumo médio total de 157 pulgões, com um consumo maior ocorrendo nos dois últimos ínstars, como observado neste trabalho.

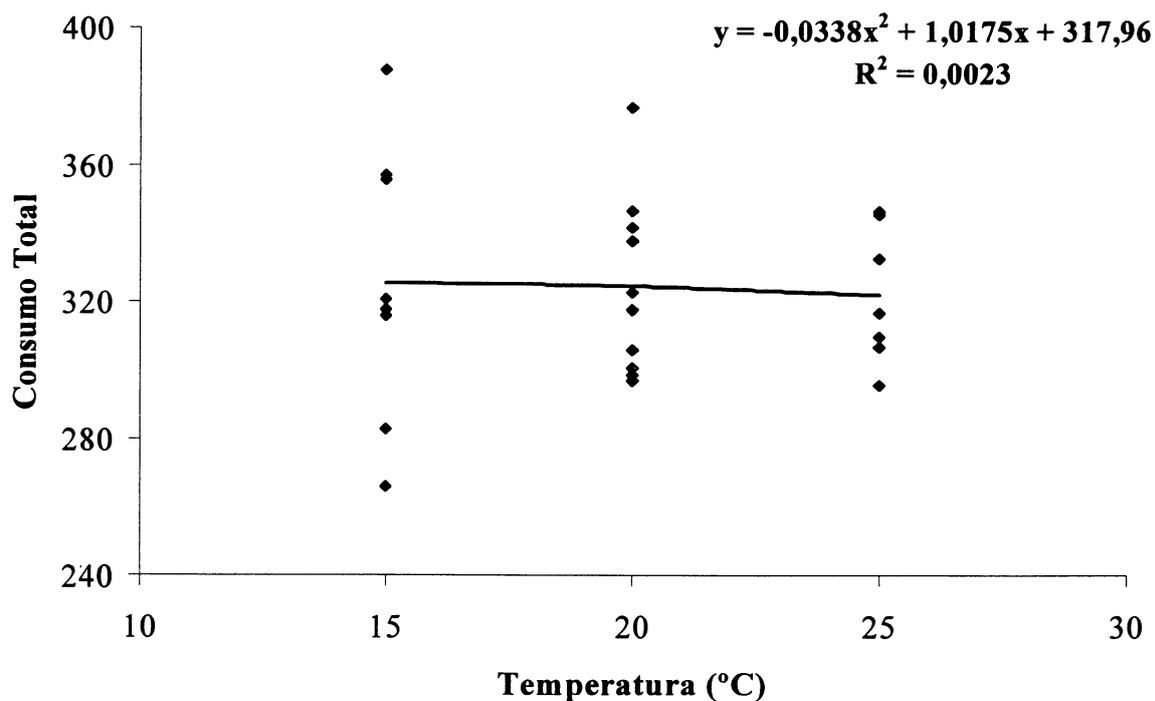


Fig. 7: Modelo de regressão ajustado para o consumo total de larvas de *Cycloneda sanguinea* alimentadas com ninfas de 1^o e 2^o ínstaes de *Cinara* spp. em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10.

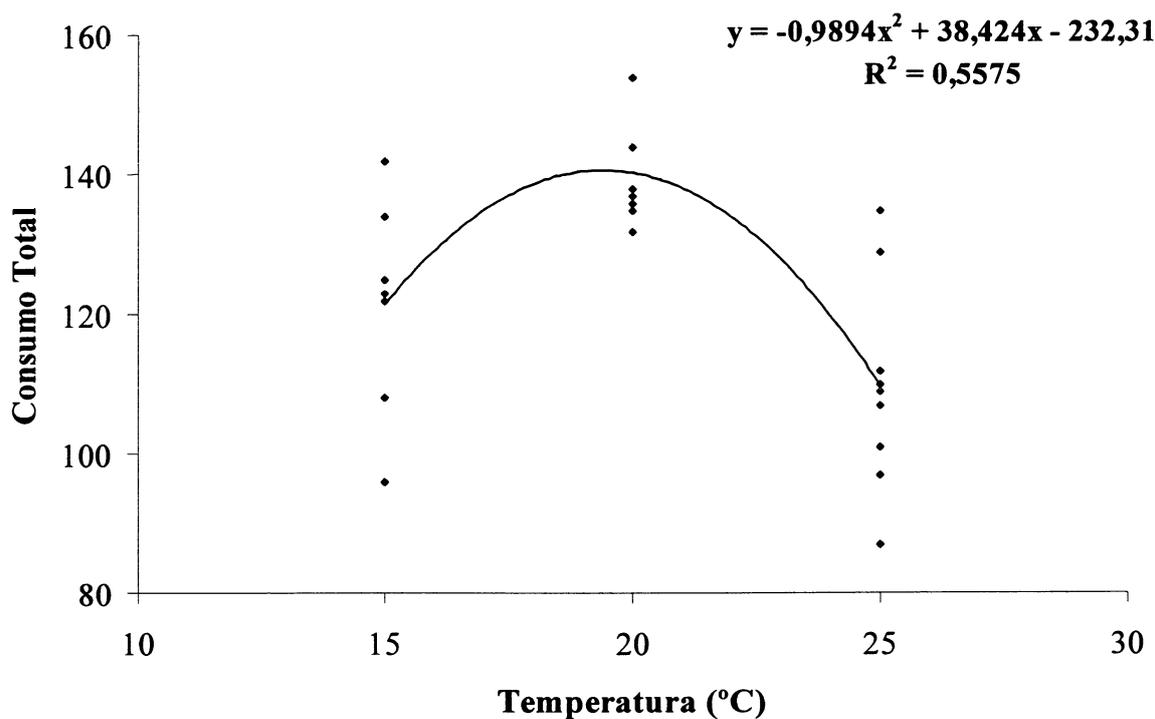


Fig. 8: Modelo de regressão ajustado para o consumo total de larvas de *Cycloneda sanguinea* alimentadas com ninfas de 3^o e 4^o ínstaes de *Cinara* spp. em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10.

Os adultos de *C. sanguinea* apresentaram um consumo médio de 6,6 afídeos/dia na temperatura de 15°C; 17,5 afídeos/dia a 20°C e 32,2 afídeos/dia na temperatura de 25°C, considerando os primeiros 30 dias de vida adulta nas temperaturas de 15°C e 25°C e 167 dias a 20°C. Houve uma tendência de aumento no consumo diário em virtude do aumento da temperatura, porém, como não foi observado o tempo total de desenvolvimento nas três temperaturas, mas apenas a 20°C, não é possível confirmar a influência direta da temperatura sobre o consumo total dos adultos de *C. sanguinea* no campo.

3.3. Consumo de ninfas de *Cinara* por larvas de *Hippodamia convergens*

O consumo de ninfas de *Cinara* por larvas de *H. convergens* (Fig. 9) aumentou significativamente de um ínstar para outro; sendo mais acentuado no último ínstar larval (com mais de 50%) em todas as temperaturas (Tab. III).

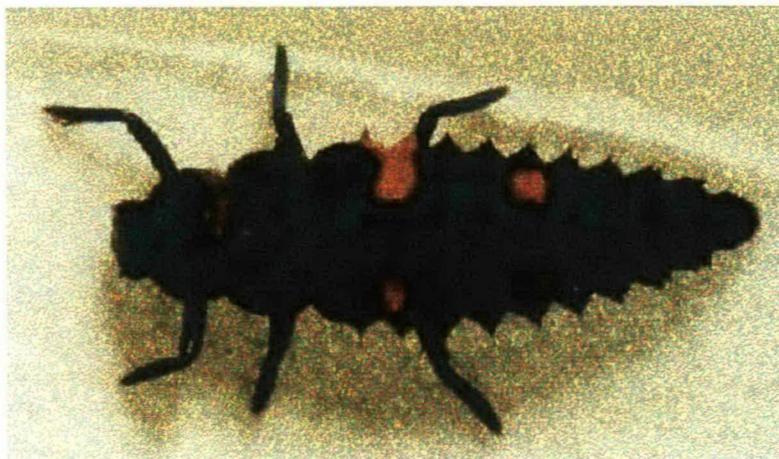


Fig. 9: Larva de 3º ínstar de *Hippodamia convergens* (aproximadamente 7mm) criada em laboratório, a 20°C, com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% ± 10.

A espécie apresentou um alto consumo larval na temperatura de 25°C, diminuindo o consumo a 20°C e 15°C. O consumo total apresentou a mesma tendência, porém, não de forma significativa, sendo o consumo médio total de afídeos pequenos de 444 a 15°C; 491,2 a 20°C e 513,3 a 25°C e para os afídeos médios de 187,1; 205,1 e 216,6, respectivamente, a 15°C, 20°C e 25°C. GURNEY & HUSSEY (1970) também observaram uma tendência à diminuição no consumo de *C. sanguinea* com o aumento da temperatura. Ao contrário, GYENGE, *et al.* (1998) encontraram uma tendência ao aumento do consumo com a diminuição da temperatura para *E. connexa*, alimentada com cinco concentrações diferentes de *A. pisum* e *S. graminum*, porém, essa tendência não foi estatisticamente significativa.

Ao se comparar o consumo dos predadores em cada um dos ínstaras para todas as temperaturas (Tab. III), verifica-se que apenas alguns ínstaras destacaram-se dos demais, havendo sobreposição na maioria dos intervalos de confiança. Verifica-se que as larvas a 15°C, no quarto ínstar, mostraram um consumo significativamente menor que nas demais temperaturas, considerando-se os dois tamanhos de afídeos fornecidos como presa.

Tabela III: Consumo médio total (desvio padrão e intervalo de confiança 95%) de ninfas de *Cinara* spp. por larvas de *Hippodamia convergens* criadas em três temperaturas, com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% ± 10.

	AFÍDEOS PEQUENOS (n = 10)			AFÍDEOS MÉDIOS (n = 10)		
	15°C	20°C	25°C	15°C	20°C	25°C
1° ínstar	25,5 (8,2) (17,9-33,1)	13,7 (2,2) (10,4-16,7)	29,6 (5,3) (26,4-32,7)	9,1 (3,4) (5,9-12,3)	6,3 (1,5) (5,1-7,4)	7 (1,4) (5,7-8,2)
2° ínstar	68,1 (19,6) (49,9-86,3)	39,8 (6,5) (34,3-45,3)	43,7 (6,4) (37,5-49,8)	23,6 (5,3) (18,6-28,4)	19,6 (5,1) (15,6-23,4)	16,2 (2,2) (14,6-17,7)
3° ínstar	104,7 (33,3) (90-111,7)	79,5 (9,4) (71,5-87,4)	70,8 (9,5) (58,6-77,5)	45,6 (10,1) (41,3-49,8)	31,3 (5,7) (27,5-35,1)	30,5 (3,8) (26,9-34)
4° ínstar	245,7 (70,8) (210,9-280,2)	358,2 (46,8) (325,8-390,6)	369,2 (43,7) (340,2-398,1)	108,8 (48,7) (97,9-129,7)	147,9 (16,0) (135,5-160,2)	162,9 (10,7) (155,2-170,5)
Total	444 (54,2) (393,8-494,1)	491,2 (53,2) (446,8-535,9)	513,3 (49,0) (478,2-548,3)	187,1 (47,3) (143,3-230,8)	205,1 (18,8) (190,6-219,5)	216,6 (11,3) (208,4-224,7)

A temperatura não influenciou grandemente o consumo da espécie, fato este confirmado pelos modelos de regressão propostos para cada ínstar. Considerando-se os afídeos pequenos, os valores de R^2 foram: $R^2 = 0,626$ ($y = 0,5584x^2 - 21,934 + 228,94$) para o 1° ínstar, $R^2 = 0,5329$ ($y = 0,54695x^2 - 24,319 + 228,94$) para o 2° ínstar, $R^2 = 0,3695$ ($y = 0,2103x^2 - 11,803 + 234,44$) para o 3° ínstar e $R^2 = 0,5331$ ($y = - 2,0346x^2 + 93,746 - 702,84$) no último ínstar. Considerando os afídeos médios os valores encontrados foram, respectivamente para os 1°, 2°, 3° e 4° ínstaras: $R^2 = 0,3287$ ($y = 0,0822x^2 - 3,5889 + 45,333$); $R^2 = 0,3463$ ($y = 0,0132x^2 + 1,2654 + 39,58$); $R^2 = 0,4133$ ($y = 0,1214x^2 - 6,3643 + 113,71$) e $R^2 = 0,4152$ ($y = - 0,4804x^2 + 24,621 + 152,36$). Ao se observar os modelos de regressão para o consumo total de ninfas de *Cinara* pelas larvas de *H. convergens* (Figs. 10 e 11) pode-se verificar a baixa relação entre o consumo e a temperatura.

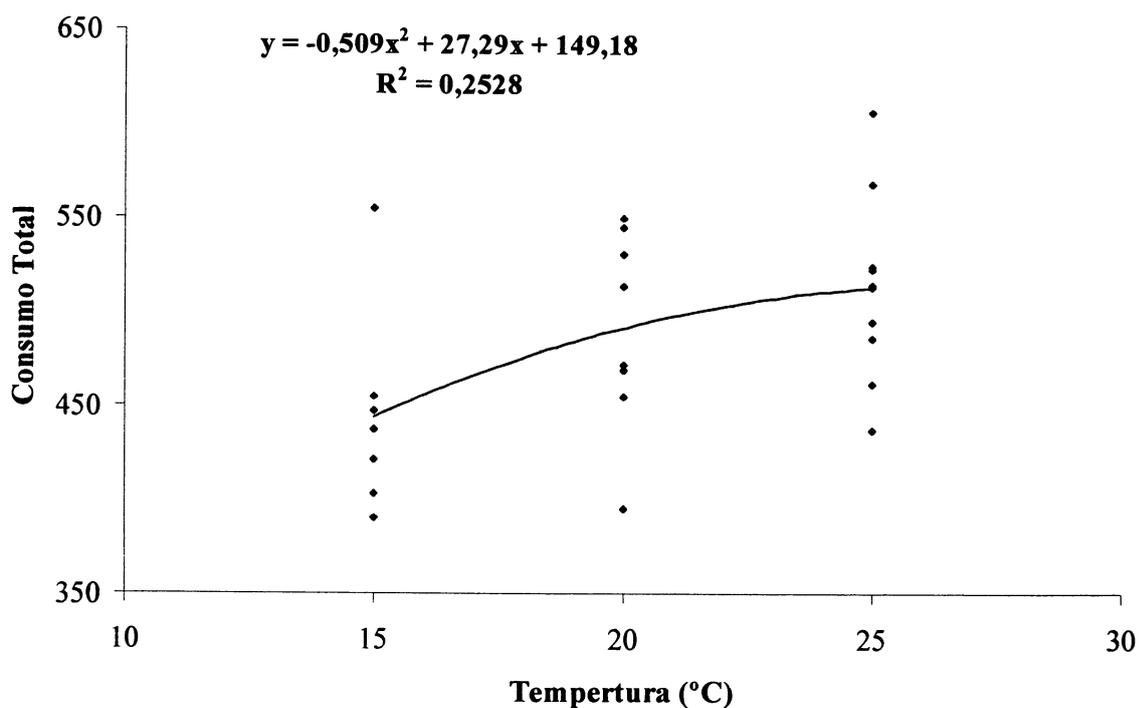


Fig. 10: Modelo de regressão ajustado para o consumo total de larvas de *Hippodamia convergens* alimentadas com ninfas de 1° e 2° instares de *Cinara* spp. em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10.

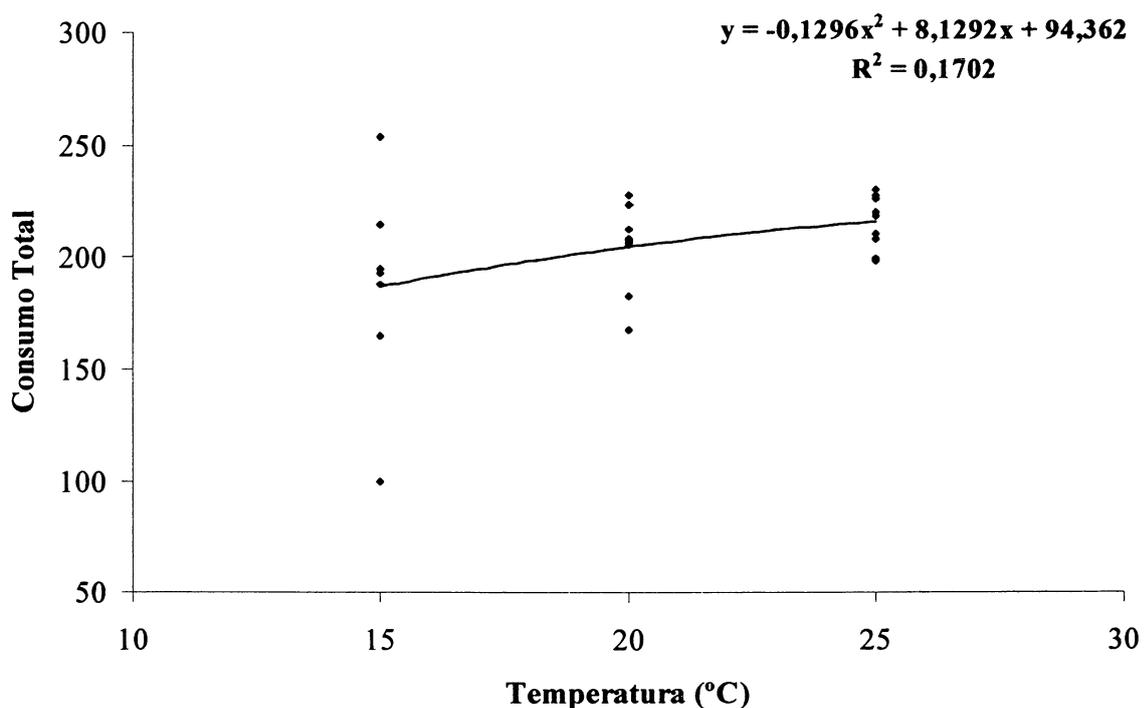


Fig. 11: Modelo de regressão ajustado para o consumo total de larvas de *Hippodamia convergens* alimentadas com ninfas de 3° e 4° instares de *Cinara* spp. em três temperaturas, fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70% \pm 10.

3.4. Comparação do consumo larval entre as três espécies de predadores

Ao comparar o consumo médio total de afídeos pequenos e médios pelas larvas das três espécies de predadores (Figs. 12 e 13), observa-se que todas apresentaram consumo elevado. *C. externa* apresentou uma redução no consumo com o aumento da temperatura; o contrário foi observado para *H. convergens*, enquanto que *C. sanguinea* não apresentou grande variação no consumo em função da temperatura. Porém, considerando-se os totais de consumo, apenas para o crisopídeo essa variação foi significativa.

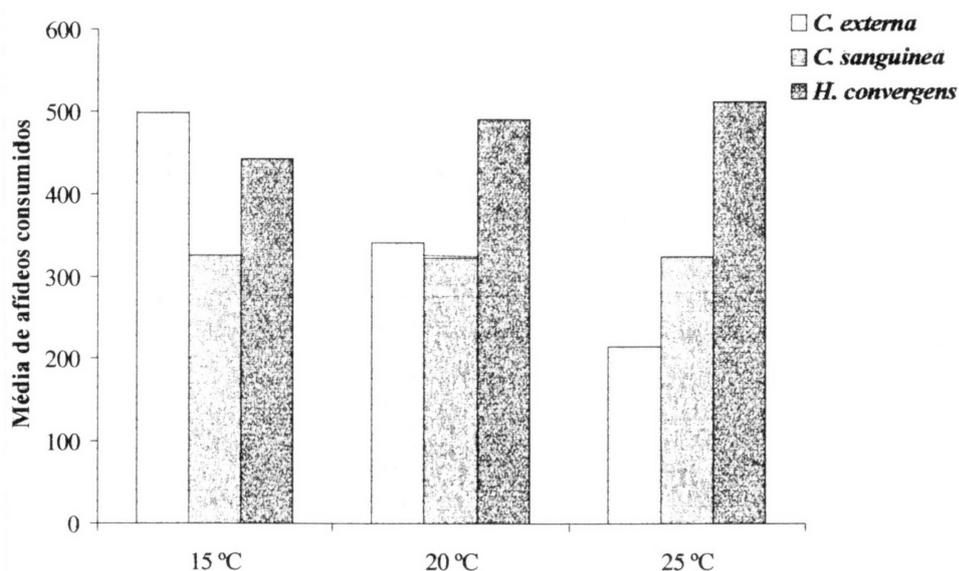


Fig. 12: Consumo total de ninfas pequenas de *Cinara* spp. por larvas de *Chrysoperla externa*, *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens*, criadas em três temperaturas, com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70 % \pm 10.

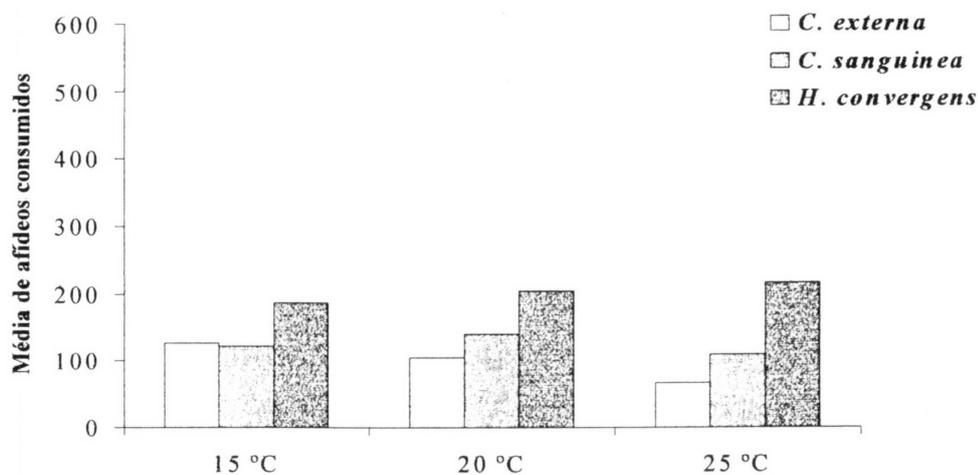


Fig. 13: Consumo total de ninfas médias de *Cinara* spp. por larvas de *Chrysoperla externa*, *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens*, criadas em três temperaturas, com fotoperíodo C:E 12:12 h e UR 70 % \pm 10.

A 15°C o consumo de afídeos pequenos foi maior para *C. externa* (499,1 indivíduos), seguida de *H. convergens* (444) e *C. sanguinea* (325,5) (Fig. 12); porém, sem diferença significativa entre o consumo das duas primeiras espécies. Para os afídeos médios (Fig. 13), *H. convergens* apresentou um consumo maior (187,1) do que *C. externa* (126,4), seguida de *C. sanguinea* (121,3), não havendo diferença significativa no consumo entre as duas últimas espécies. Na temperatura de 20°C, *H. convergens* foi o predador mais eficiente (491,3; 205,1 respectivamente para afídeos pequenos e médios), seguida de *C. sanguinea* (322,2; 140,4) e *C. externa* (341,7; 105,6). Os consumos, nesta temperatura, foram significativamente diferentes, com exceção de *C. externa* e *C. sanguinea*, para os afídeos médios. Na temperatura de 25°C observou-se a mesma tendência, tanto para afídeos pequenos quanto para os médios, com *H. convergens* consumindo mais afídeos (513,3; 216,6), seguida de *C. sanguinea* (324,8; 109,9) e *C. externa* (215,1; 67), sendo todos os valores estatisticamente diferentes.

Para determinar a eficiência de predação de cada espécie deve-se considerar, além do consumo, o desenvolvimento e a mortalidade nas diferentes temperaturas mas, a princípio, pode-se dizer que *H. convergens* e *C. externa* foram mais eficientes na temperatura de 25°C, uma vez que apresentaram um consumo maior. A espécie *C. sanguinea*, por sua vez, mostrou-se mais eficiente na temperatura de 20°C. Considerando-se que as espécies de *Cinara* têm seu pico populacional no período do inverno, a capacidade de consumo a 15°C deve ser considerada, e uma vez que não houve diferença estatística entre o consumo das três espécies nesta temperatura deve-se avaliar a biologia de cada uma com relação à biologia das espécies de *Cinara*. Além disso, deve-se considerar que temperaturas baixas constantes podem limitar a atividade de consumo dos predadores, uma vez que, a campo têm-se uma variação da temperatura, com um período mais quente durante o dia, quando as larvas podem aproveitar para se alimentar, nos meses de inverno, e períodos mais frios durante a noite, quando os predadores podem se abrigar, ou simplesmente cessar a alimentação.

CAPÍTULO 3

**OCORRÊNCIA E FLUTUAÇÃO DE CHRYSOPIDAE
(NEUROPTERA) EM ÁREAS DE PLANTIO DE *Pinus taeda*
(LINNAEUS) (PINACEAE) NO SUL DO PARANÁ**

1. INTRODUÇÃO

A área plantada com *Pinus* spp. no Brasil ocupa aproximadamente 18 milhões de ha, especialmente na Região Sul. Dentre as pragas mais importantes, destacam-se as espécies *Cinara pinivora* (Wilson) e *Cinara atlantica* (Wilson) (IEDE *et al.* 1998; LÁZZARI & CARVALHO 2000) (Homoptera: Aphididae). Larvas de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) tem sido observadas predando populações de *Cinara* em pinus, porém, a literatura não apresenta informações sobre a ocorrência e associação dos dois grupos de insetos.

A família Chrysopidae possui cerca de 2000 espécies descritas e extensamente distribuídas nas regiões temperadas e tropicais. As larvas são predadoras eficientes de afídeos, principalmente em regiões de clima temperado, locais onde as espécies têm sido extensamente estudadas a fim de serem utilizadas em programas de controle biológico. Os adultos de Chrysopidae podem ter hábito predador ou se alimentar de sucos vegetais, pólen ou do honeydew liberado pelos homópteros (NEW 1988; 1991).

Os crisopídeos têm sido pouco estudados nas regiões tropicais, no que diz respeito à sua biologia, a capacidade de consumo e levantamentos faunísticos. ADAMS & PENNY (1985) realizaram um levantamento na Bacia Amazônica visando a subfamília Chrysopinae, e encontraram 33 espécies, sendo 30 registros novos para o local e 19 espécies novas. Do total de Chrysopinae coletados na região, 65% foram no estado do Amazonas; 23,3% no Pará; 8,4% em Rondônia e o restante nos estados de Roraima, Acre, Goiás e Maranhão.

Segundo CANARD & PRINCIPI (1984), NEW (1988), e VENZON & CARVALHO (1993), fatores ambientais como temperatura e fotoperíodo afetam grandemente as populações de crisopídeos. NEW (1988) afirma que os crisopídeos apresentam um limiar de temperatura relativamente alto, quando comparados a membros da família Hemerobiidae. Porém, segundo CANARD (1997), algumas espécies conseguem viver durante períodos de inverno nas regiões temperadas e serem predadores ativos, podendo ser utilizados contra pragas que ocorrem em regiões frias. As espécies do gênero *Chrysopodes* Navás, coletadas por ADAMS & PENNY (1985) na Bacia Amazônica estiveram ausentes durante o período de chuvas na região, apresentado seu pico populacional nos meses de setembro a outubro quando a região se encontra na época seca.

Já as espécies do gênero *Ceraeochrysa* Adams mantiveram uma população estável durante todo o ano, com um pico ocorrendo no mês de novembro.

A utilização de agentes naturais para o controle de pragas, principalmente em áreas de plantio de essências florestais, vem assumindo uma importância cada vez maior. Assim, estudos visando conhecer a fauna regional e a relação pragas-inimigos naturais são necessários. O objetivo desta pesquisa foi realizar o levantamento de crisopídeos em plantação comercial de *Pinus taeda*, em uma localidade no Sul do Paraná, onde ocorrem infestações de *Cinara*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de crisopídeos realizou-se em três áreas de reflorestamento de *P. taeda* no município de Rio Negro, PR, divisa com o estado de Santa Catarina. As coletas foram realizadas semanalmente no período de 01/10/99 a 26/09/00.

Área 1- Fazenda Rio do Veado: no local estavam plantadas mudas de *P. taeda* de aproximadamente um ano de idade (no início do experimento). A área continha várias plantas invasoras entre as árvores (Fig. 1a).

Área 2 – Fazenda Santa Margareta C: no local as árvores de *P. taeda* tinham, aproximadamente dois anos de idade. Muitas gramíneas estavam presentes entre as árvores (Fig. 1b).

Área 3 – Fazenda Santa Margareta A: as árvores tinham aproximadamente três anos de idade, com gramíneas na área (Fig. 1c).

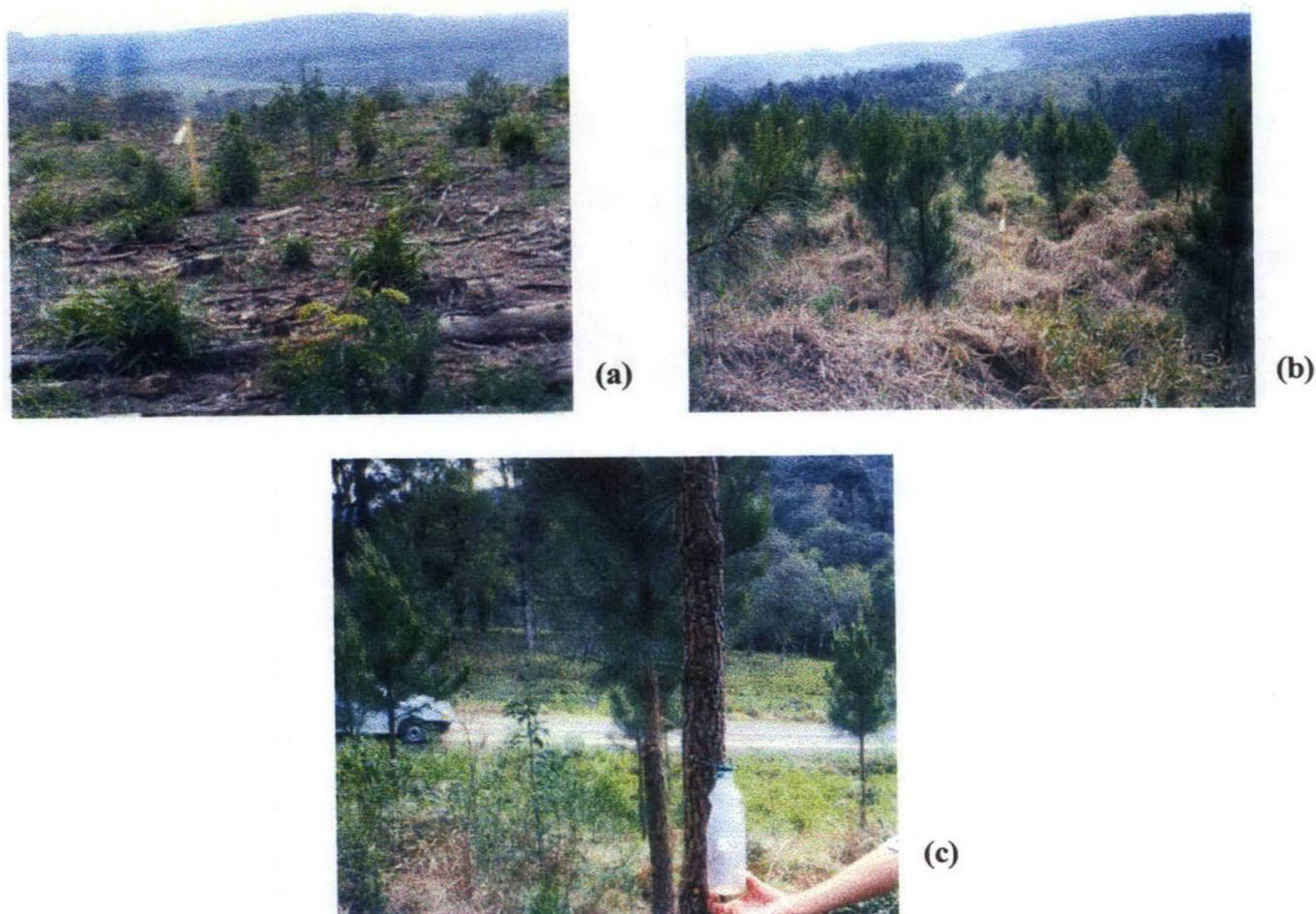


Fig. 1: Vista parcial das áreas de coleta de crisopídeos com armadilhas tipo caça-mosca, no período de 01/10/99 a 26/09/00, em locais de reflorestamento de *Pinus taeda*, Rio Negro, PR. (a) Área 1; (b) Área 2; (c) Área 3.

As armadilhas tipo caça-mosca para coletar os adultos de crisopídeos foram confeccionadas com garrafas plásticas de 500 ml com quatro furos, de aproximadamente 2 cm, posicionados a 10 cm do fundo das garrafas. Nas áreas 1 e 2 as garrafas foram posicionadas em cruz e na área 3 em forma de L (Fig. 2). As armadilhas foram amarradas em estacas de 1 m de altura, num total de 10 armadilhas por área, distantes 3 m uma da outra.

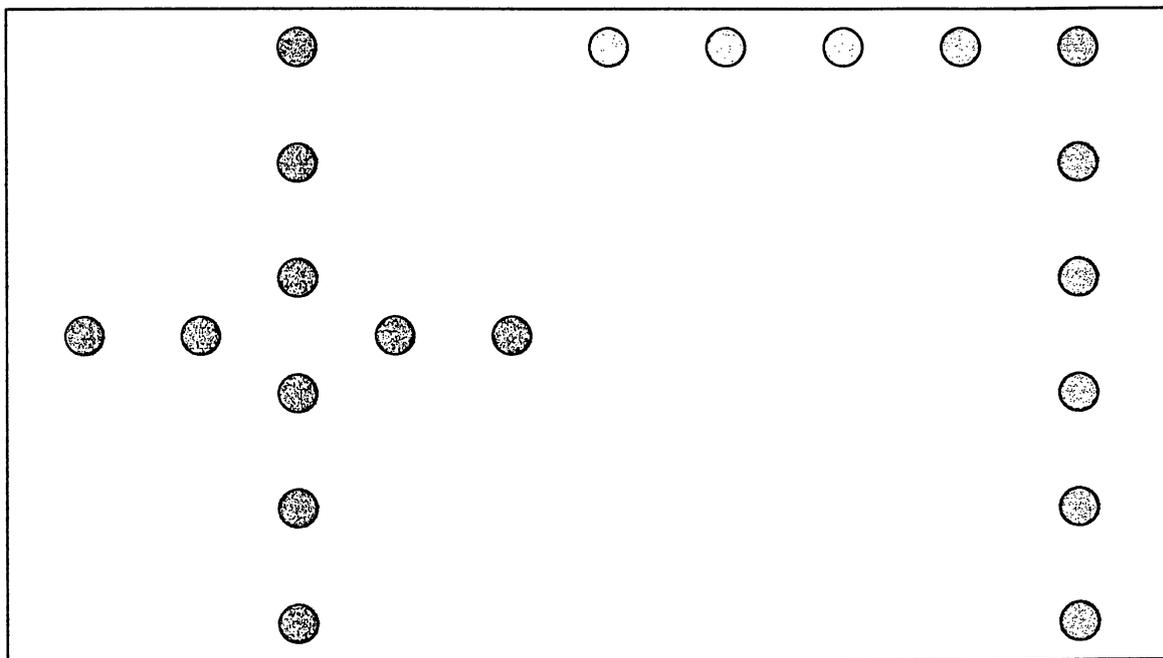


Fig. 2: Disposição de armadilhas tipo caça-mosca para a coleta de crisopídeos (Neuroptera) em áreas de reflorestamento de *Pinus taeda*, Rio Negro, PR. No período de 01/10/99 a 26/09/00 (Área 1 e 2 ●; Área 3 ○)

As armadilhas continham uma solução de 10 ml de melão de cana a 10%, conforme metodologia utilizada no laboratório de Controle Biológico da Universidade Estadual Paulista (comunicação pessoal). A solução era mantida nas armadilhas durante 48h, de modo a evitar a fermentação do material. Após este período, os insetos capturados eram retirados, colocados em álcool etílico a 70% e levados para laboratório. Os crisopídeos eram triados, numerados e colocados em uma nova solução de álcool etílico 70%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados apenas 47 exemplares adultos de crisopídeos nas 52 coletas semanais nas três áreas de reflorestamento de *P. taeda* (Tab. I). Foram identificadas três espécies em dois gêneros: *Chrysoperla externa* (Hagen), *Leucochrysa intermedia* (Schneider) e *Leucochrysa vieiriana* (Navás). Seis exemplares foram identificados apenas ao nível de gênero: *Leucochrysa* sp.; seis outros só foram identificados até família.

Tabela I: Número de crisopídeos adultos capturados com armadilhas caça-mosca em três locais de reflorestamento de *Pinus taeda* em Rio Negro, PR, no período de outubro/1999 a setembro/2000.

Mês	Área 1	Área 2	Área 3	Total
Outubro	3	-	1	4
Novembro	1	-	1	2
Dezembro	16	-	2	18
Janeiro	1	-	-	1
Fevereiro	7	1	2	10
Março	-	1	3	4
Abril	2	-	-	2
Mai	2	-	1	3
Junho	1	-	-	1
Julho	-	-	-	-
Agosto	1	-	-	1
Setembro	1	-	-	1
TOTAL (%)	35 (74,5)	2 (4,2)	10 (21,3)	47

Realizando um levantamento de Chrysopinae na Bacia Amazônica, ADAMS & PENNY (1985) encontraram 33 espécies na região, incluindo *C. externa* que foi coletada neste levantamento. O número de espécies coletadas em monoculturas é geralmente reduzido, como observado nesta pesquisa e também por GRASSWITZ & BURTS (1995), que investigaram o complexo de inimigos naturais em pomares de maçã infestados com o pulgão *Aphis pomi* DeGeer, nos Estados Unidos. Os autores registraram apenas duas espécies de crisopídeos: *Chrysopa nigricornis* Burmeister e *Chrysoperla rufilabris*

Burmeister. CARROL & HOYT (1984), detectaram a presença de quatro espécies de crisopídeos associados a *A. pomi* em pomares de maçã, também nos EUA: *C. nigricornis*, *Chrysopa coloradensis* Banks, *Chrysopa oculata* Say e *Chrysoperla carnea* Stephens.

A Fig. 3 apresenta a flutuação das espécies de crisopídeos nas três áreas ao longo do ano de coleta. A área 1, com árvores de até dois anos ao final das coletas, apresentou a maior porcentagem de indivíduos (74,5%), onde foram coletadas as espécies *C. externa*, *L. vieiriana* e *Leucochrysa* sp.. A área 2 apresentou apenas 4,2 % do total de exemplares e apenas uma espécie, *L. vieiriana*; nesse local as árvores tinham três anos de idade. A área 3, com árvores de quatro anos, apresentou 21,3 % dos exemplares coletados, incluindo *L. intermedia*, *L. vieiriana* e *Leucochrysa* sp.. Não foi possível estabelecer qualquer correlação entre a quantidade de crisopídeos coletados e a idade das árvores. Contudo, a elevada infestação de *Cinara* spp. nas árvores de *Pinus* e a presença de muitas plantas invasoras na área 1 podem ter favorecido o desenvolvimento das populações de predadores. Amostragens simultâneas de afídeos e crisopídeos nas plantas invasoras poderiam sustentar esse fato, mas não foi possível sua realização.

Foi registrado um pico populacional nos meses de novembro e dezembro nas áreas 1 e 3 e outro de fevereiro a abril nos três pontos de coleta, correspondendo, como se pode observar na fig. 2 aos meses mais quentes e de maior pluviosidade durante o ano. Nos meses de inverno, em que a média de temperatura variou entre 10,8 e 15,5 °C não houve registro das espécies *L. vieiriana* e *L. intermedia*, sendo que, *C. externa* ocorreu em baixa porcentagem, durante este período. ADAMS & PENNY (1985), investigando as espécies de Neuroptera da Bacia Amazônica encontraram *C. externa*, em baixas populações, apenas nos meses de maio, julho e setembro.

Os estudos da biologia de *C. externa* em laboratório (Cap. 2) mostraram que o período de desenvolvimento (59,5 dias) e a mortalidade (40%) larval a 15°C foram significativamente maiores, que em temperaturas mais elevadas, corroborando com as observações a campo.

Pelo fato de *C. externa* ter sido a espécie mais comum na área e apresentar-se associada às colônias de *Cinara* spp. e *P. taeda*, deve ser melhor investigada, incluindo o estabelecimento dos limites térmicos, para o seu desenvolvimento. Testes de consumo (Cap. 1) determinaram que a espécie é bastante voraz e eficiente na predação de *Cinara* spp., mesmo a 15°C, apesar da mortalidade elevada nessa temperatura. Estas informações são fundamentais para a utilização da espécie em programas de controle biológico de *Cinara* spp ou mesmo como agentes de controle natural.

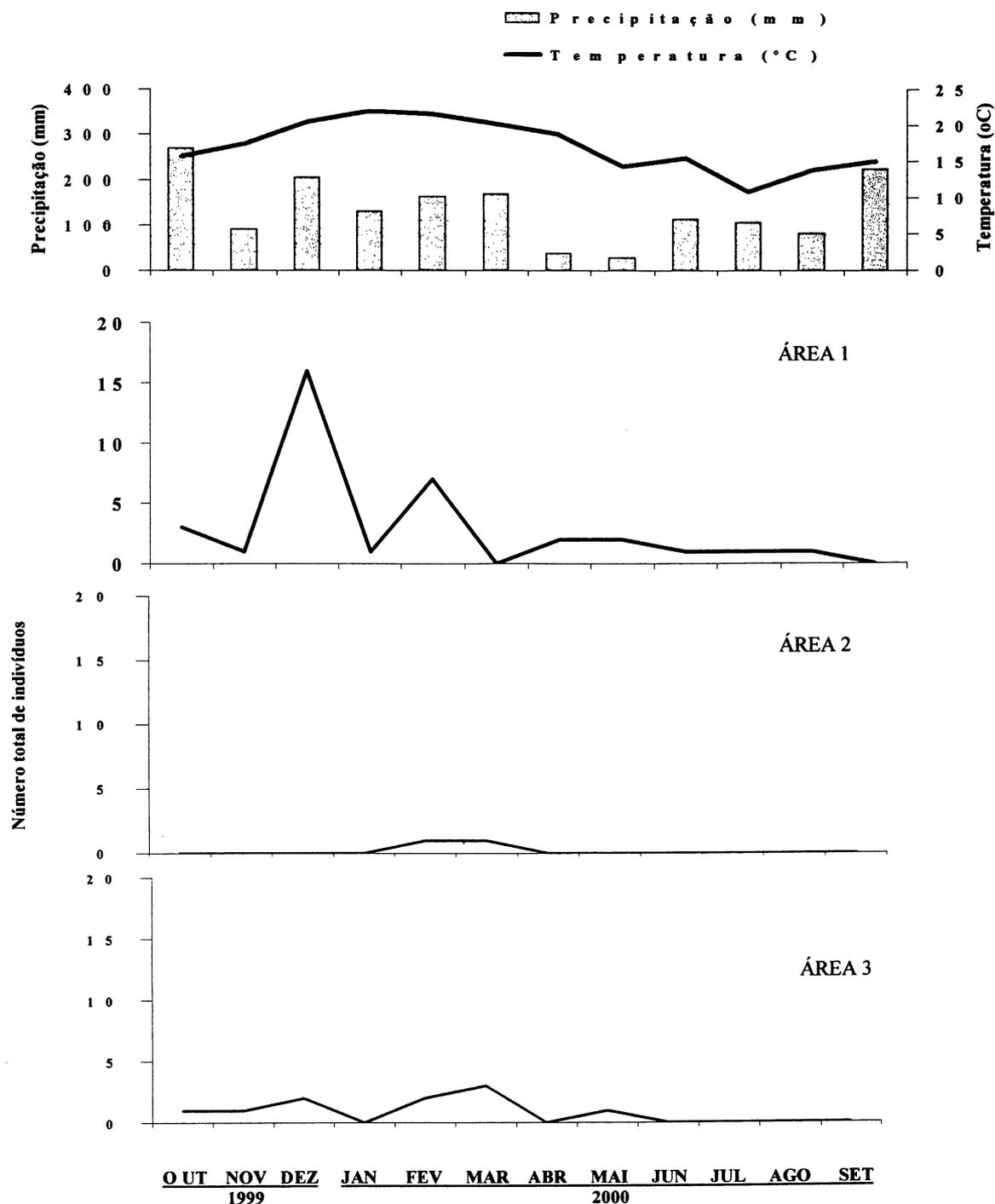


Fig. 3: Flutuação sazonal de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) coletados com armadilhas caça-mosca em três áreas de reflorestamento de *Pinus taeda* e dados meteorológicos em Rio Negro, PR, no período de outubro/1999 a setembro/2000.

CONCLUSÃO GERAL

As larvas dos predadores *Chrysoperla externa*, *Cycloneda sanguinea* e *Hippodamia convergens* apresentaram alta capacidade de consumo de ninfas de *Cinara*.

O consumo larval de *C. externa* foi maior a 15°C, porém, a mortalidade nesta temperatura foi alta em condições de laboratório; além disso, a espécie apresentou uma grande redução na população a campo durante os meses de inverno.

O consumo de *Cinara* pelas larvas de *C. sanguinea* foi semelhante nas três temperaturas trabalhadas, a taxa de mortalidade não foi acentuada, mostrando que a espécie possui um alto potencial para liberação em campo em qualquer época do ano. Ao consumo pelas larvas soma-se o consumo dos adultos que apresentam uma longevidade de aproximadamente 5 a 6 meses.

As larvas de *H. convergens* mostraram um consumo maior que as dos demais predadores em todas as temperaturas, particularmente a 25°C, porém, a espécie mostrou-se extremamente suscetível a baixas temperaturas, com alta taxa de mortalidade larval a 15°C.

A temperatura influenciou o tempo de desenvolvimento e a taxa de mortalidade das três espécies, que aumentaram significativamente a 15°C.

As espécies de crisopídeos, registradas nas áreas de plantio de *Pinus* ocorreram nos meses mais quentes do ano, período em que as espécies de *Cinara* sofrem uma redução na população.

Em suma, as três espécies de predadores mostraram-se eficientes no consumo de *Cinara* em diferentes regimes de temperatura, podendo ser utilizadas em diferentes épocas do ano: *C. externa* e *H. convergens* durante os meses mais quentes, uma vez que foram mais eficientes em altas temperaturas; enquanto *C. sanguinea* pode ser utilizada mesmo nos períodos mais frios do ano, pois a temperatura mais baixa não aumenta a sua mortalidade. Esta pesquisa representa uma contribuição importante e inédita no estabelecimento da base para um programa de controle biológico de *Cinara* no Brasil. Experimentos a campo com os predadores e a possibilidade de se importar parasitóides para auxiliar no controle devem ser considerados em pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, P.A. & N.D. PENNY. 1985. Neuroptera of the amazon basin. Part 11a. introduction and Chrysopini. **Acta Amazonica**. **15**: 413 – 479.
- ARNT, T.A. & A.C. FAGUNDES 1982. Observações sobre a biologia e ação predadora da larva de *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre pulgões. **Trigo e Soja**. **62**: 33 – 35.
- AUN, V. 1986. **Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae)**. Tese de mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, USP. Piracicaba, São Paulo. 65 p.
- BAUMGAERTNER, J.U.; A.P. GUTIERREZ & C.G. SUMMERS 1981. The influence of aphid prey consumption on searching behaviour, weight increase, developmental time and mortality of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) larvae. **Can. Ent.** **113**: 1007 – 1014.
- BLACKMAN, R.L. & V.F. EASTOP. 1984. **Aphids on the world's crops: an identification and information guide**. New York: Wiley, 466 p.
- BUTLER, G.D. & P.L. RITCHIE 1970. Development of *Chrysopa carnea* at constant and fluctuating temperatures. **J. Econ. Entomol.** **63**: 1028-1030.
- CANARD, M. & M.M. PRINCIPI 1984; Development of Chrysopidae. 57 – 75. *In* Canard, M.; Y. Séméria & T.R. New. 1984. **Biology of Chrysopidae**. Dr W. Junk Publ., The Hague, Netherlands. 294 p.
- CANARD, M. 1997. Can lacewings feed on pests in winter? (Neuroptera: Chrysopidae and Hemerobiidae). **Entomophaga** **42**: 113 – 117.
- CHEAH, C.A.S.-J. & M.S. McLURE 1998. Life history and development of *Pseudoscymnus tsugami* (Coleoptera: Coccinellidae), a new predator of the hemlock woolly adelgid (Homoptera: Adelgidae). **Environ. Entomol.** **27**: 1531 – 1536.
- CARROL, D.P. & S.C. HOYT 1984. Natural Enemies and their effects on apple aphid *Aphis pomi* DeGeer (Homoptera: Aphididae), colonies on young apple trees in central Washington. **Environ. Entomol.** **13**: 469 – 481.
- DEBARAJ, Y. & T.K. SINGH 1998. Studies on some aspects of prey-predator interaction with reference to cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) and its predatory insects. **J. Adv. Zool.** **19**: 50 – 54.

- DREISTADT, S.H. & M.L. FLINT 1996. Melon aphid (Homoptera: Aphididae) control by inundative convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae) release on chrysanthemum. **Environ. Entomol.** **25**: 688 – 697.
- FONSECA, A.R.; C.F. CARVALHO & B. SOUZA 2000. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **An. Soc. Entomol. Brasil** **29**: 309 – 317.
- FRAZER, B.D. 1988. Predators. 217-230. *In*: Minks A.K. & P. Harrewijn. Eds. **Aphids, their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier. Vol. 2B. 364p.
- GIBSON, R.L.; N.C. ELLIOTT & P. SCHAEFER 1992. Life history and development of *Scymnus fontalis* (Fabricius) on four species of aphid. **J. of the Kansas Entomol. Soc.** **65**: 410 – 415.
- GRASSWITZ, T.R. & E.C. BURTS 1995. Effect of native natural enemies and augmentative releases of *Chrysoperla rufilabris* Burmeister and *Aphidolestes aphidimyza* (Ronda) on the population dynamics of the apple aphid, *Aphis pomi* De Jeer. **Int. J. Pest Manag.** **41**: 176 – 183.
- GURNEY, B. & N.W. HUSSEY 1970. Evaluation of some coccinellid species for the biological control of aphids in protected cropping. **Ann. Appl. Biol.** **65**: 451 – 458.
- GYENGE, J.E.; J.D.EDELSTEIN & C.E. SALTO 1998. Efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriops connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **An. Soc. Entomol. Brasil** **27**: 345 – 356.
- HAGLEY, E.A.C. 1989. Release of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) for control of the green apple aphid, *Aphis pomi* DeGeer (Homoptera: Aphididae). **Can. Ent.** **121**: 309 – 314.
- HONEK, A. & F. KOCOUREK 1988. Thermal requirements for development of aphidophagous Coccinellidae (Coleoptera), Chrysopidae, Hemerobiidae (Neuroptera), and Syrphidae (Diptera): some general trends. **Oecologia.** **76**: 455 – 460.
- IEDE, E.T.; S.M.N. LÁZZARI; S.R.C. PENTEADO; R.C. ZONTA-DE-CARVALHO; R.F. RODRIGUES-TRENTINI 1998. Ocorrência de *Cinara pinivora* (Homoptera: Aphididae, Lachninae) em reflorestamentos de *Pinus* spp. no Sul do Brasil. **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Zoologia**, p. 141.
- ILHARCO, F. A. 1978. A seccção de equilíbrio biológico de afideos do Departamento de Entomologia da Estação Agrônômica Nacional: objetivos e realizações. **Bol. Soc. Port. Entom.** **32**: 9-23.

- LAVALLEE, A.G. & F.R. SHAW 1969. Preferences of golden-eye lacewing larvae for pea aphids, leafhopper and plant bug nymphs and alfafa weevil larvae. **J. Econ. Entomol.** **62**: 1228 – 1229.
- LÁZZARI, S.M.N. & R.C.Z. CARVALHO 2000. Aphids (Homoptera: Aphididae: Lachninae: Cinarini) on *Pinus* spp. and *Cupressus* sp. in Southern Brazil. **Abstract Book I – XXI International Congress of Entomology**, p.493.
- LIAO, H.T.; M.K. HARRIS & F. MANSOUR 1985. Impact of natural enemies on the blackmargined pecan aphid, *Monellia caryella* (Homoptera: Aphididae). **Environ. Entomol.** **14**: 122 – 126.
- LUCAS, E.; D. CODERRE & C. VINCENT 1997. Voracity and feeding preferences of two aphidophagous coccinellids on *Aphis citricola* and *Tetranychus urticae*. **Entomol. Exper. et Appl.** **85**: 151 – 159.
- MACK, T.P. & Z. SMILOWITZ 1982. CMACSIM, a temperature-dependent predator-prey model simulating the impact of *Coleomegilla maculata* (DeGeer) on green peach aphids on potato plants. **Environ. Entomol.** **11**: 1193 – 1201.
- MICHELS, G.J. & R.W. BEHLE 1991. Effects of two species on the development of *Hippodamia sinuata* (Coleoptera: Coccinellidae) larvae at constant temperatures. **J. Econ. Entomol.** **84**: 1480 – 1484.
- MILLAR, I. M. 1990. The Aphids (Homoptera, Aphididae) of South Africa. An Identification Guide: **Entomology Memoir** **78**: 1-105.
- MILLS, N.J. 1990. Biological control of forest aphid pests in Africa. **Bull. Entomol. Res.** **80**: 31 – 36.
- MIRANDA, M.M.M.; M. PICANÇO; A.L. MATIOLI & A. PALLINI-FILHO 1998. Distribuição na planta e controle biológico de pulgões (Homoptera: Aphididae) em tomateiros. **Rev. Bras. de Entomol.** **42**: 13 – 16.
- NARANJO, S.E.; R.L. GIBSON & D.D. WALGENBACH 1990. Development, survival and reproduction of *Scymnus frontalis* (Coleoptera: Coccinellidae), an imported predator of russian wheat aphid, at four fluctuating temperatures. **Ann. Entomol. Soc. Am.** **83**: 527 – 531.
- NEW, T.R. 1988. Neuroptera. 249 - 258. *In*: Minks A.K. & P. Harrewijn. **Aphids, their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier. Vol. 2B. 364p.
- NEW, T.R. 1991. Neuroptera. 525 – 542. *In*: CSIRO. **The insects of the Australia**. New York: Cornell University. Vol. I. 542 p.

- NGUYEN, R.U.; W.H. WHITCOMB; M. MURPHEY & T.C. CARLYSLE 1975. Biology of *Chrysopa lanata* (Neuroptera: Chrysopidae). **Ann. Entomol. Soc. Am.** **68**: 187 – 190.
- OBRYCKY J. J. & T.J. KRING 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. **Annu. Rev. Entomol.** **43**: 295 – 321.
- ORR, C.J. & J.J. OBRYCKI 1990. Thermal and dietary requirements for development of *Hippodamia parenthesis* (Coleoptera: Coccinellidae). **Environ. Entomol.** **19**: 1523 – 1527.
- PENTEADO, S.R.C.; R.F. TRENTINI; E.T. IEDE & W. REIS-FILHO 2000. Pulgão do Pinus: nova praga florestal. **Série Técnica IPEF** **13**: 97 – 102.
- SANTOS, G.P. & A.C.Q. PINTO 1981. Biologia de *Cycloneda sanguinea* e sua associação com pulgão em mudas de mangueira. **Pesq. Agropec. Bras.** **16**: 473 – 476.
- SUNDBY, R.A. 1966. A comparative study of efficiency of three predatory insects *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae), *Chrysopa carnea* St. (Neuroptera, Chrysopidae) and *Syrphus ribesii* L. (Diptera, Syrphidae) at two different temperatures. **Entomophaga** **11**: 395 – 404.
- TROUVE, C.; S. LEDEE; A. FERRAN & J. BRUN 1997. Biological control of the damson-hop aphid, *Phorodon humuli* (Hom.: Aphididae), using the ladybeetle *Harmonia axydiris* (Col.: Coccinellidae). **Entomophaga** **42**: 57 – 62.
- VENZON, M. & C.F. CARVALHO 1993. Desenvolvimento larval, pré-pupal e pupal de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas e temperaturas. **An. Soc. Entomol. Brasil** **22**: 477 – 483.
- XIA, J.Y.; W.V.D. WERF & R. RABBINGE 1999. Temperature and prey density on bionomics of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) on cotton. **Environ. Entomol.** **28**: 307 – 314.