

## RESPOSTA FUNCIONAL DA JOANINHA *CRYPTOLAEMUS* PREDANDO COCHONILHA BRANCA EM DIFERENTES TEMPERATURAS E SUBSTRATOS VEGETAIS<sup>1</sup>

SERGIO ANTONIO DE BORTOLI<sup>2\*</sup>, ADRIANA ROSSINI GRAVENA<sup>2</sup>, ALESSANDRA MARIELI VACARI<sup>2</sup>, VALÉRIA LUCAS DE LAURENTIS<sup>2</sup> CAROLINE PLACIDI DE BORTOLI<sup>2</sup>

**RESUMO** – O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta funcional de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com *Planococcus citri* Risso, 1813 (Hemiptera: Pseudococcidae) criada em abóbora cabotcha (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moscata*) (Cucurbitaceae), mudas de limão cravo (*Citrus limonia*) (Rutaceae) e batata (*Solanum tuberosum*) (Solanaceae). A taxa de predação de *C. montrouzieri* foi medida utilizando-se 1, 2, 4, 8, 16 e 24 adultos de *P. citri* em placas de Petri (15 cm de diâmetro) contendo uma larva de terceiro estágio, uma de quarto estágio e um adulto recém emergido e sem distinção de sexo. O estudo foi conduzido em câmaras climatizadas com temperaturas de 25 e 30°C e fotofase de 12 horas. A taxa de predação foi avaliada com 24 horas de exposição do predador à presa, verificando-se o número de presas presentes nos diferentes tratamentos e no controle. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos x 6 subparcelas com 7 repetições, nas duas temperaturas estudadas. Os valores obtidos foram submetidos a análise de variância, visando comparar o número de cochonilhas predadas pelas larvas e adulto da joaninha criadas nos diferentes substratos. Tanto para as larvas quanto para os adultos de *C. montrouzieri*, a quantidade de adultos de *P. citri* predados aumentou com o incremento da densidade da presa até atingir um platô (resposta funcional do Tipo II). De forma geral o número de cochonilhas predadas pelas larvas e adultos de *C. montrouzieri* foi maior quando esse predador desenvolveu-se sobre os talos de batata e na temperatura de 30°C.

**Palavras-chave:** *Cryptolaemus montrouzieri*. *Planococcus citri*. Batata. Abóbora. Citros.

## FUNCTIONAL RESPONSE OF MEALYBUG DESTROYER PREYING CITRUS MEALYBUG UNDER DIFFERENT TEMPERATURES AND VEGETABLE SUBSTRATES

**ABSTRACT** – This work was carried out to evaluate the functional response of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae) fed with *Planococcus citri* Risso, 1813 (Hemiptera: Pseudococcidae) reared on a pumpkin hybrid (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moscata*) (Cucurbitaceae), seedlings of Rangpur lime (*Citrus limonia*) Rutaceae and potato (*Solanum tuberosum*) (Solanaceae) at two temperatures. The predation rate of *C. montrouzieri* was measured using Petri dishes of 15 cm diameter with 1, 2, 4, 8, 16 and 24 adults of *P. Citri*. One third instar larva, one fourth instar and one newly emerged adult (without differentiation of sex) of *C. montrouzieri* were added to each plate. The study was conducted in climatic chambers at temperatures of 25 and 30 ° C and photophase of 12 hours. The predation rate was evaluated after 24 hours of prey exposure to the predator, by counting the number of preys trapped in the different treatments and control. The statistical design was completely randomized with four treatments x 6 subplots with 7 repetitions, the two temperatures. The values obtained were subjected to analysis of variance, to relate the number of scales preyed by larvae and adults of *C. montrouzieri* set up in different substrates. The amount of prey consumed by larvae and adults of the predator increased with increasing the prey density until it reaches a plateau, characterizing functional response type II. In general, the number of scales preyed by larvae and adults of *C. montrouzieri* was higher on potato and under temperature of 30 °C.

**Keywords:** *Cryptolaemus montrouzieri*. *Planococcus citri*. Pumpkin hybrid. Rangpur lime. Potato.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 13/05/2012; aceito em 05/06/2014.

<sup>2</sup>Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Fitossanidade, UNESP, 14884-900, Jaboticabal, SP; bortoli@fcav.unesp.br.

## INTRODUÇÃO

Dentre as pragas que atacam a cultura dos citros, o grupo das cochonilhas é considerado de grande importância econômica, podendo causar sérios prejuízos, até mesmo, em muitos casos, comprometer a produção. Ao se alimentarem na superfície das folhas, esses insetos, causam pontuações cloróticas e posterior queda. Em frutos jovens provocam ferimentos na casca, impedindo seu desenvolvimento. Em frutos maduros tornam-os de aspecto pouco atrativo e de classificação inferior, prejudicando sua comercialização. Esses insetos atacam os frutos e as folhas, podendo ocorrer ocasionalmente também em ramos novos. Os danos provocados pelas cochonilhas são devidos à injeção de enzimas, por ocasião da alimentação, as quais possuem ação tóxica, e à queda na taxa fotossintética das folhas, devido ao murchamento ocasionado pelas picadas dos insetos (GRAVENA, 2003).

A cochonilha *Planococcus citri* Risso, 1813 (Hemiptera: Pseudococcidae), por ser um inseto polífago, é tida como uma das pragas mais comuns no mundo, sendo considerada uma das mais importantes da cultura do citros, em videira e plantas cultivadas em casas de vegetação, sendo também encontrada em outras frutíferas e em várias plantas ornamentais. Essa praga pode ser controlada por meio da utilização conjunta de inseticidas químicos e agentes de controle biológico, como o parasitoide *Leptomastix dactylopii* Howard, 1885 (Hymenoptera: Encyrtidae) (SIMMONDS et al., 2000; CHONG; OETTING, 2007).

Dentre os controladores biológicos predadores de cochonilhas, os coccinelídeos estão entre os mais conhecidos. *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae) é nativo da Austrália e tem sido utilizada comercialmente em muitos programas de controle biológico clássico de várias espécies de cochonilhas, principalmente *P. citri*, afídeos e alguns psílídeos em todo o mundo (PLUKE et al., 2005; GUTIERREZ et al., 2008; MANI; KRISHNAMOORTHY, 2008; ROCHA et al., 2010; ROCHA et al., 2011; SANCHES; CARVALHO, 2011).

Com o avanço do manejo integrado de pragas visando agregação de qualidade de origem aos alimentos, fibras e bebidas, tanto para o consumo interno como para exportação, e com o crescimento contínuo de áreas de cultivo orgânico, a necessidade do uso desses agentes de controle biológico está cada vez mais real. Estudos sobre a eficiência do predador *C. montrouzieri*, criado em condições de laboratório, para controle da cochonilha branca *P. citri* na cultura do citros, são necessários para um melhor entendimento da relação entre presa – predador, sendo este o objetivo do presente trabalho.

## MATERIAL E MÉTODOS

As criações de *C. montrouzieri* e de *P. citri* foram mantidas e os experimentos realizados nos Laboratórios de Biologia e Criação de Insetos do Departamento de Fitossanidade da UNESP – Jaboticabal, SP, e da Gavena Manecol Ltda., em condições controladas de temperatura e umidade relativa.

**Criação em abóboras** - As abóboras cabotcha (Cucurbitaceae) antes de serem infestadas por cochonilhas foram lavadas com água e sabão e posteriormente mergulhadas em uma solução de hipoclorito de sódio ( $\pm$  50 mL de hipoclorito para 20L de água) e deixadas sobre bancada para secarem naturalmente. Após 24 h, as abóboras foram diretamente infestadas colocando-se adultos e ninfas de *P. citri*, retirados do hospedeiro originário (abóbora) com o auxílio de um pincel número zero. Uma vez estabelecida a colônia inicial de *P. citri*, o processo de multiplicação foi iniciado. Após o período de 28 dias, as abóboras estavam totalmente infestadas e foram utilizadas como fonte de multiplicação da colônia (colônia – mãe) ou como substrato alimentar para *C. montrouzieri*. Uma ou duas abóboras infestadas com *P. citri* foram colocadas em recipientes plásticos com 50 cm de diâmetro e 20 cm de altura, fechados na parte superior com tampa de vidro e abertura lateral preenchida por tecido tipo voile para permitir a ventilação. Dentro desses recipientes foram introduzidos adultos (machos e fêmeas sexualmente maduros) de *C. montrouzieri* para alimentação e oviposição. Os adultos foram recolhidos uma semana após sua introdução e transferidos para outra sala, sendo as condições ambientais sempre com temperatura de 25°C, umidade relativa de 60% e 12 horas de fotofase.

**Criação em batata** - Tubérculos de batata (Solanaceae) da variedade Monalisa foram cultivados em bandejas de plástico (38 x 38 cm de comprimento com 9 cm de altura) com substrato vegetal (Plantmax). As bandejas foram acondicionadas em sala climatizada com temperatura de 25°C e umidade relativa de 60%, sem iluminação. As batatas foram irrigadas uma vez por semana. Após o período de 20 dias, os talos das plantas se encontravam com tamanho e espessura ideais para serem infestados por cochonilhas. A infestação foi realizada com auxílio de um pincel número zero, sendo as cochonilhas retiradas da abóbora e colocadas uma a uma nos talos de batata. Após 15 dias os talos de batata estavam completamente infestados por cochonilhas e em boas condições para serem expostos ao predador *C. montrouzieri*. Cerca de três bandejas por semana foram infestadas por cochonilha, para que não houvesse escassez de alimento para a joaninha. Adultos da joaninha

(machos e fêmeas sexualmente maduros) foram colocados sobre os talos de batata para alimentação e oviposição. Esses adultos foram recolhidos uma semana após sua introdução e transferidos para outra sala com as condições ambientais já citadas.

**Criação em mudas de citros** - Mudas de limão (*Rutaceae*) com três meses de idade foram plantadas em vasos plásticos de 15 x 17,5 cm contendo substrato indicado para citros. Esses vasos foram acondicionados em casa de vegetação e irrigados diariamente visando um melhor desenvolvimento das mudas. Após 45 dias, com as mudas em tamanho ideal (cerca de 50 cm de altura), foram levadas para o laboratório e infestadas naturalmente por cochonilhas, sendo expostas em prateleiras imediatamente abaixo daquela com abóboras infestadas. Após 10 dias de exposição as mudas encontravam-se bem infestadas por cochonilhas e foram levadas para sala de criação. Adultos da joaninha *C. montrouzieri* (machos e fêmeas sexualmente maduros) foram colocados sobre as mudas de citros infestadas por cochonilhas para alimentação e oviposição, sendo esses adultos retirados uma semana após sua introdução e transferidos para outra sala com as condições ambientais já relatadas.

**Taxa de predação** - A taxa de predação de *C. Montrouzieri*, criada sobre os três substratos vegetais, foi medida utilizando-se placas de Petri com 15 cm de diâmetro. Em cada placa foi colocado um papel filtro onde foi acondicionada uma única folha de citros contendo um pequeno chumaço de algodão umedecido, com propósito de se evitar o ressecamento das folhas. As folhas foram infestadas com 1, 2, 4, 8, 16 e 24 adultos de *P. citri*. As cochonilhas foram adicionadas nas folhas 24 horas antes da introdução do predador. Uma larva do terceiro estágio, uma do quarto estágio e um adulto recém-emergido e sem distinção sexual, respectivamente, foram individualizados em placas de Petri descartáveis. Esses insetos foram retirados de cada criação massal 24 horas antes de serem expostos às cochonilhas, permanecendo durante esse período sem alimentação. O estudo foi conduzido em câmaras climatizadas com temperaturas de 25°C e 30°C e fotofase de 12 horas. Um grupo controle, somente com a cochonilha, foi utilizado para se avaliar a sobrevivência das mesmas na ausência do predador.

A taxa de predação foi avaliada após um período de 24 horas de exposição da presa ao predador, verificando-se o número de presas presentes nos diferentes tratamentos e no controle. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (2 estádios larvais e o estágio adulto do predador + testemunha) x 6 subparcelas (densidades diferentes) com 7 repetições (10 indivíduos por repetição), perfazendo um total de

168 subparcelas para cada uma das duas temperaturas estudadas. Os valores obtidos foram submetidos a análises de variância (ANOVA) SigmaPlot 4.0, visando relacionar as duas temperaturas estudadas, bem como o número de cochonilhas predadas em cada fase de desenvolvimento. Os valores médios obtidos foram ajustados por regressão não linear, de acordo com equação proposta por Holling (1959), que é:  $N_a = aTN \times (1 + aT_h N)^{-1}$ , onde:  $N_a$  corresponde ao número de presas atacadas pelo predador em uma determinada área,  $T$  é o tempo de exposição do predador a presa,  $N$  é a densidade de presas,  $a$  corresponde à eficiência de procura da presa e  $T_h$  é o tempo gasto pelo predador para manipular cada presa capturada, que envolve o encontro, morte e ingestão da presa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de cochonilhas *P. citri* predadas durante o período de 24 horas de exposição à larvas do terceiro, quarto estágio de desenvolvimento e adultos de *C. montrouzieri* criadas nos diferentes substratos vegetais (abóbora, citros e batata) diferiu estatisticamente entre si a 5% nas duas temperaturas avaliadas. Na temperatura de 25°C o número de cochonilhas predadas pelas larvas no terceiro estágio de desenvolvimento, criada na abóbora, citros e batata foi de 5,04 ( $F = 40,86$ , g.l. = 5 e  $P < 0,05$ ), 6,09 ( $F = 62,85$ , g. l. = 5 e  $P < 0,05$ ) e 22,44 ( $F = 233,94$ , g.l.= 5  $P < 0,05$ ). Para temperatura de 30°C os valores obtidos foram 7,63 cochonilhas ( $F = 85,93$ , g.l. = 5 e  $P < 0,05$ ), 8,47 ( $F = 166,97$ , g.l.=5 e  $P < 0,05$ ) e 20,82 ( $F = 1405,04$ , g.l.= 5 e  $P < 0,01$ ), respectivamente, para as larvas do terceiro estágio, criada em abóbora, citros e batata. Observou-se que os números de cochonilhas predadas por larvas do quarto estágio de desenvolvimento de *C. montrouzieri* criada sobre abóbora, citros e batata foram 3,11 ( $F=17,45$ , g.l.= 5 e  $P \leq 0,05$ ), 3,86 ( $F=1256$ , g.l.= 5 e  $P < 0,0001$ ) e 9,58 ( $F= 1049,93$ , g.l.= 5 e  $P < 0,0001$ ), respectivamente, na temperatura de 25°C. Na temperatura de 30°C os números de cochonilhas consumidas pelas larvas de quarto estágio criada nos diferentes substratos (abóbora, citros e batata) foram 10,73 ( $F= 41$ , 15, g.l.= 5 e  $P \leq 0,05$ ), 5,97 ( $F= 321,39$ , g.l.= 5 e  $P < 0,0001$ ) e 21,56 ( $F = 163,82$ , g.l.= 5 e  $P \leq 0,05$ ). Para os adultos criados sobre abóbora, citros e batata, o número de cochonilhas consumidas na temperatura de 25°C foi de 4,96 ( $F= 54,28$ , g.l = 5 e  $P \leq 0,05$ ), 6,61 ( $F = 163,78$ , g.l. = 5 e  $P \leq 0,05$ ) e 16,30 ( $F = 119,12$ , g.l. = 5 e  $P \leq 0,05$ ). Na temperatura de 30°C os valores observados foram 5,07 ( $F = 46,29$ , g.l. = 5,  $P \leq 0,05$ ), 8,10 ( $F = 481, 67$ , g.l.= 5 e  $P < 0,0001$ ) e 25,34 ( $F = 908,72$ , g.l. = 5 e  $P < 0,0001$ ) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Parâmetros das equações de resposta funcional, obtidos em função dos substratos vegetais, temperaturas e estágios de desenvolvimento de *Cryptolaemus montrouzieri*.

3º ínstar										
Substrato	Th	T/Th	a	R <sup>2</sup>	F	Th	T/Th	a	R <sup>2</sup>	F
25°C					30°C					
Abóbora	4,76	5,04	0,04	0,95	37,6**	3,14	7,63	0,03	0,97	85,2**
Citros	3,62	6,63	0,03	0,99	203,1**	2,83	8,47	0,03	0,98	167,9**
Batata	1,06	22,44	0,02	0,99	233,9**	1,15	20,82	0,03	0,99	140,5**

4º ínstar										
Substrato	Th	T/Th	a	R <sup>2</sup>	F	Th	T/Th	a	R <sup>2</sup>	F
25°C					30°C					
Abóbora	6,98	3,44	0,03	0,83	9,5**	2,25	10,66	0,01	0,95	39,0**
Citros	6,36	3,77	0,04	0,99	448,9**	4,01	5,97	0,04	0,99	321,4**
Batata	2,50	9,58	0,04	0,99	104,9**	1,11	21,56	0,03	0,98	163,8**

Adulto										
Substrato	Th	T/Th	a	R <sup>2</sup>	F	Th	T/Th	a	R <sup>2</sup>	F
25°C					30°C					
Abóbora	7,61	3,15	0,03	0,82	8,7**	3,36	7,12	0,01	0,97	84,5**
Citros	3,62	6,61	0,03	0,98	163,8**	2,96	8,10	0,05	0,99	481,7**
Batata	1,47	16,3	0,03	0,98	119,1**	0,94	25,34	0,03	0,99	908,7**

\*\*P>1%

Th = tempo de manipulação da presa

T/Th = média de cochonilhas predadas durante o tempo de exposição da presa ao predador (24 horas)

a = eficiência de procura

O número de cochonilhas predadas pelas larvas e adultos de *C. montrouzieri* foi maior nos talos de batata, seguido por aqueles criados em citros e posteriormente os criados em abóbora. Neste caso, pode-se inferir que a qualidade nutricional do hospedeiro alimentado em cada substrato afetou diretamente a qualidade do predador, melhorando alguns aspectos da sua biologia, como a capacidade de predação, devendo-se também salientar a possibilidade de o inseto poder suplementar sua dieta com alimento não presa, não avaliado neste trabalho, como discutido por Lundgren (2009). Serrano e Lapointe (2002), avaliando o efeito de diferentes substratos vegetais (abobrinha, chuchu, cactos, abóbora japonesa e batata) e uma dieta na criação da cochonilha *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre o parasitoide *Anagyrus khamli* Moursi, 1948 (Hymenoptera: Encyrtidae), verificaram que sobre a abobrinha, abóbora japonesa e a batata o parasitoide desenvolveu-se normalmente e manteve suas características biológicas para ser utilizado como agente de biocontrole no campo. Em cactos o tempo de desenvolvimento desse parasitoide foi maior e na dieta artificial ele perdeu sua capacidade de parasitar.

De modo geral a abundância e a qualidade do alimento afeta, além da reprodução, a sobrevivência das larvas de coccinélidos predadores, sendo que os adultos tendem a permanecer nos habitats se há alimento suficiente, normalmente com alta abundância de presas (SEAGRAVES, 2009). Alguns autores mencionam que as plantas influenciam a qualidade da presa (alimento) e, conseqüentemente, o desenvolvimento de insetos predadores. De acordo com Garcia e O'neil (2000), o estudo do efeito das

plantas sobre esses insetos pode ser usado para prever o potencial desses organismos em programas de controle biológico.

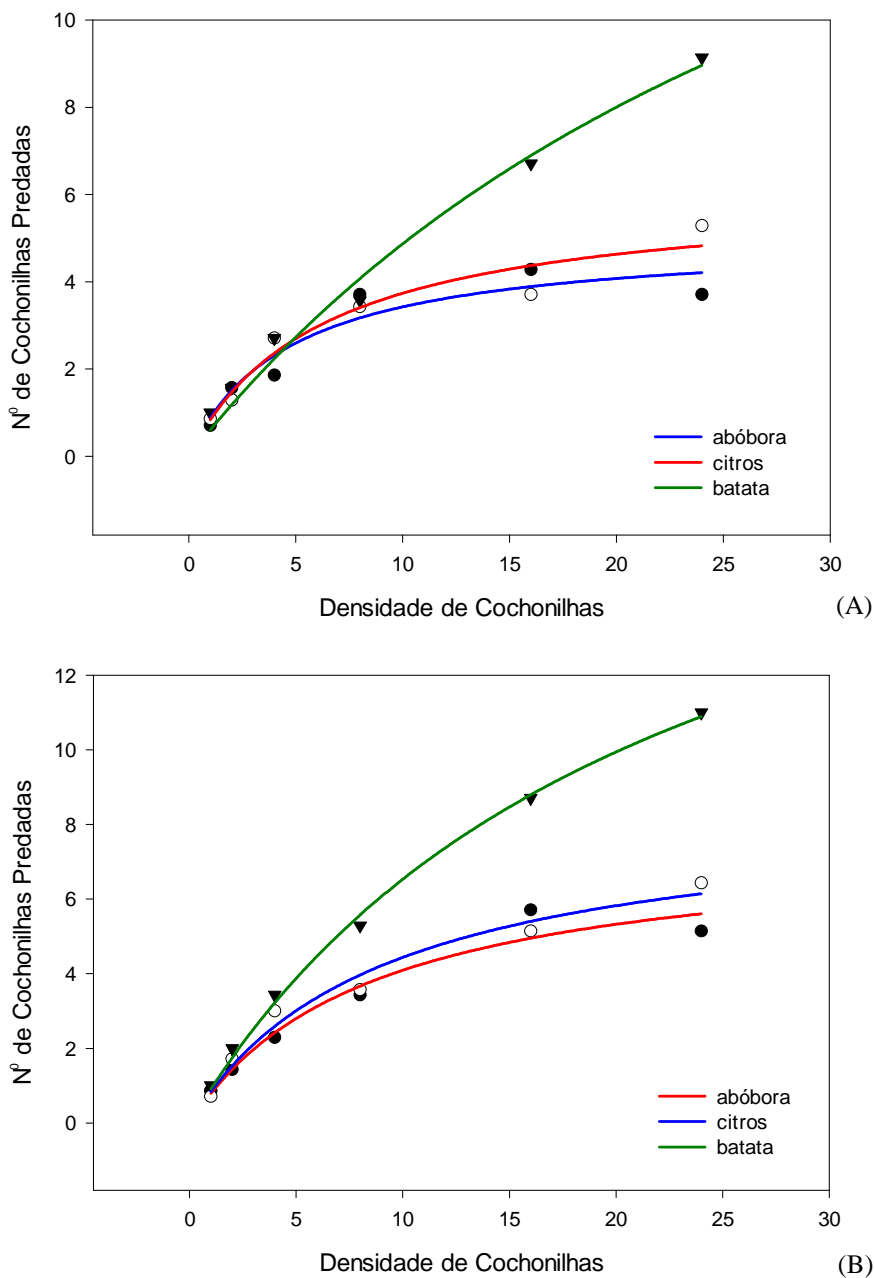
Verificou-se também neste trabalho que a taxa de predação de cochonilhas pelas larvas e adultos de *C. montrouzieri* é dependente das condições abióticas, como relataram Gutierrez et al. (2008), sendo elevada na temperatura de 30°C, corroborando a citação de Babu e Azam (1987). Mack e Smilowitz (1982) constataram que a taxa de predação por larvas de terceiro estágio e adultos de *Coleomegilla maculata* (DeGeer, 1775) (Coleoptera: Coccinellidae) para afídeos em plantas de batata aumentou quando houve um aumento da temperatura. Groden et al. (1990) observaram que taxa de consumo diário de ovos de *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) por adultos de *C. maculata* aumentou com o aumento da temperatura de 10 para 30°C.

Milonas, Kontodimas e Martinou (2011), trabalhando com *Nephus includens* (Kirshi, 1870) (Coleoptera: Coccinellidae) predando *P. citri* e *P. ficus* (Signoret, 1875) (Hemiptera: Pseudococcidae) analisaram o efeito do tamanho e do número de insetos (predador e presa) na resposta funcional, verificando que todas as combinações produziram resposta funcional tipo II, sendo que a máxima taxa de predação foi obtida para predadores grandes e presas pequenas. Observaram também que o tempo de manipulação para predadores de maior tamanho aumenta com o tamanho da presa, enquanto que para predadores menores o tempo de manipulação é constante, provavelmente devido ao fato de os predadores menores consumirem a presa parcialmente.

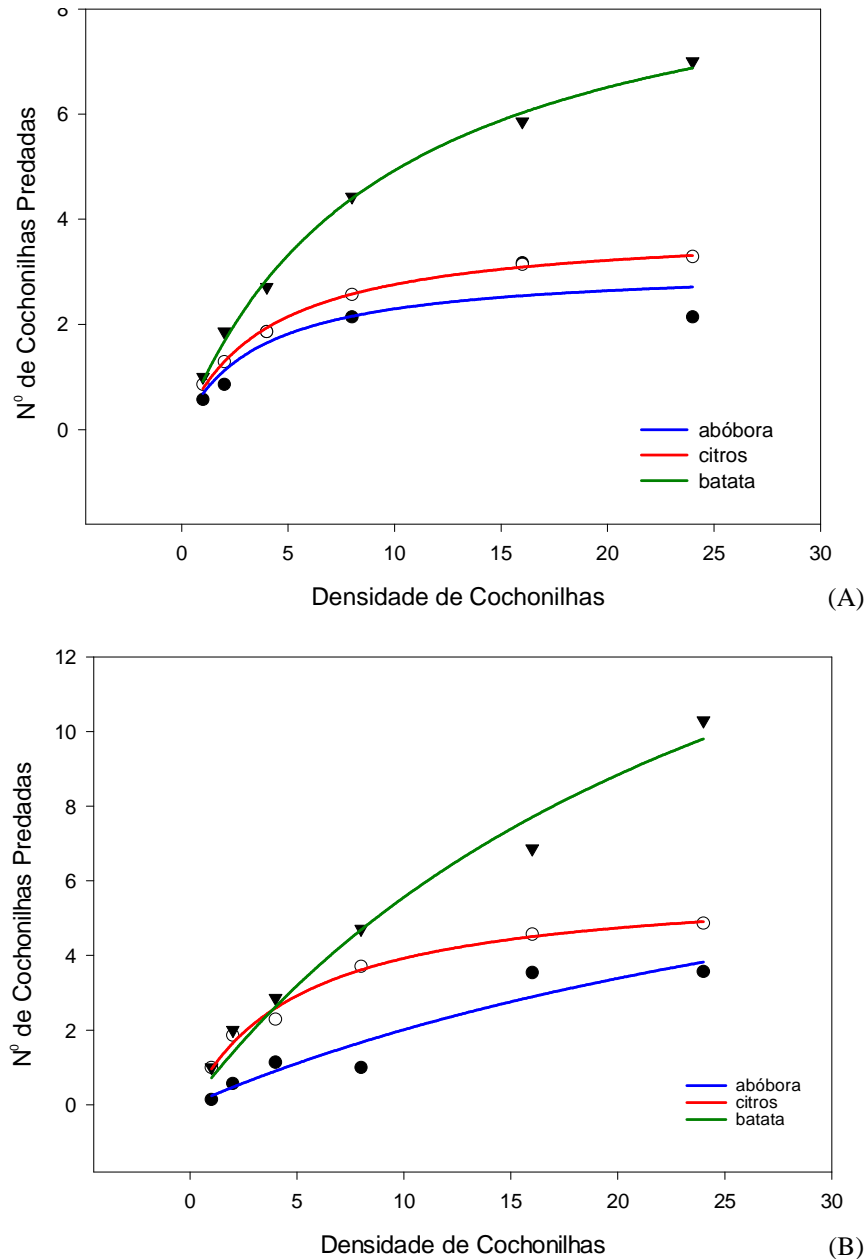
A temperatura é considerada um dos principais fatores abióticos que interferem nos processos fisiológicos dos insetos. Nesse sentido, Ramesh Babu e Azam (1987) observaram que o tempo de duração do ciclo de desenvolvimento de *C. montrouzieri* foi menor, 19 dias, na temperatura de 31°C. Na temperatura de 25°C o ciclo de desenvolvimento se estendeu até 47 dias, sendo que, o menor tempo de duração do ciclo de desenvolvimento desse predador na temperatura de 30°C, associado ao aumento no metabolismo do inseto, pode estar relacionado a uma maior taxa de consumo (predação) do predador.

Nessas mesmas condições, observou-se uma tendência de aumento da predação pelas larvas de

terceiro e quarto estádios e adultos de *C. montrouzieri*, desenvolvida em todos os substratos (abóbora, citros e batata) em relação ao aumento da densidade da presa, evidenciando uma resposta funcional do Tipo II (Figuras 1, 2 e 3; Tabela 1) aproximando-se dos resultados relatados por Trexler et al. (1988). A maioria dos resultados obtidos com resposta funcional levam à ajuste curvilíneo (resposta tipo II), onde muitos predadores consomem a maioria das presas em baixa densidade e apresenta diminuição na taxa de predação em altas densidades da presa (DONNELLY; PHILLIPS, 2001; SABAGHI et al., 2011).



**Figura 1.** Curvas representativas do número médio de cochonilhas *Planococcus citri* predadas por larvas de terceiro estágio de *Cryptolaemus montrouzieri*, criadas sobre os diferentes substratos vegetais nas temperaturas de 25°C (A) e 30°C (B).



**Figura 2.** Curvas representativas do número médio de cochonilhas *Planococcus citri* predadas por larvas do quarto estágio de *Cryptolaemus montrouzieri*, criadas sobre os diferentes substratos vegetais nas temperaturas de 25°C (A) e 30°C (B).

Um importante fator para o estabelecimento de inimigos naturais no ambiente está relacionado com a densidade e o tipo da sua presa, sendo que a eficiência de controle de *C. montrouzieri* pode ser restrita a altas densidades da sua presa e ao grupo a que pertence (MAGRO et al., 2002). Nesse caso, verifica-se uma tendência de aumento da taxa de predação pelas larvas e adulto de *C. montrouzieri*, em relação ao aumento da densidade da presa ao passar da densidade de 16 para 24, principalmente para as larvas de terceiro e quarto estádios de desenvolvimento e adultos criados sobre substrato vegetal batata, quando comparado com as larvas de terceiro e quarto estádios de desenvolvimento e adultos desse predador criados sobre os substratos citros e abóbora (Figuras 1, 2 e 3). Nesse sentido, pode-se supor que a

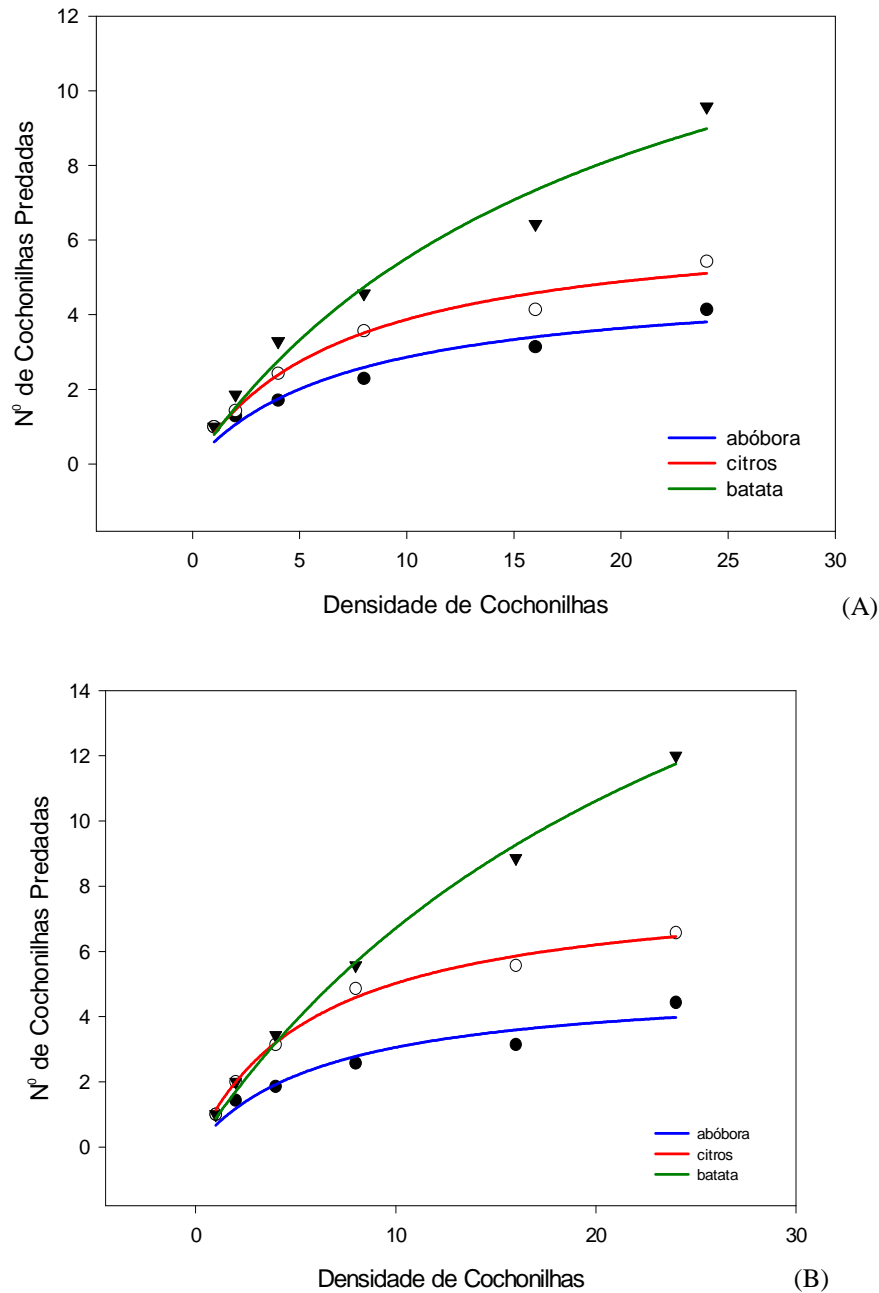
eficiência do predador para controle da cochonilha em citros está condicionada a áreas com a presença de altas infestações da praga.

Poucos estudos têm sido realizados no sentido de se avaliar o efeito da variação planta-hospedeiro sobre insetos predadores (COLL; RIDGWAY, 1995). Porém, os efeitos das plantas na resposta funcional de predadores são provavelmente comuns, até mesmo em estudos de laboratório (RYOO, 1996).

Messina e Hanks (1998) avaliaram o efeito da arquitetura das folhas de *Oryzopsis hymenoides* (Poaceae) e *Agropyron desertorum* (Poaceae) sobre a resposta do predador *Propylea quatuordecimpunctata* (L., 1758) (Coleoptera: Coccinellidae) para várias densidades do afídeo *Diuraphis noxia* (Kurdjumov, 1913) (Hemiptera: Aphididae) e verificaram que

sobre as plantas de *O. hymenoides* esse predador mostrou uma resposta funcional do tipo II e sobre as plantas de *A. desertorum* do tipo III. Nesse caso, a

diferença na arquitetura das plantas influenciou o estabelecimento da dinâmica presa-predador.



**Figura 3.** Curvas representativas do número médio de cochonilhas *Planococcus citri* predadas por adultos de *Cryptolaemus montrouzieri*, criados sobre os diferentes substratos vegetais nas temperaturas de 25°C (A) e 30°C (B).

Em relação à temperatura, essa tendência de aumento da taxa de predação pelas larvas e adultos de *C. montrouzieri* também foi mais importante na temperatura mais elevada (30°C) (Figuras 1, 2 e 3).

O tipo de resposta obtido para *C. montrouzieri* criada sobre os diferentes substratos vegetais corroboram, em parte, com os obtidos por Garcia, Zapata e Bel (1975) para larvas do terceiro e quarto estádios de desenvolvimento de *Scymnus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae). São também coerentes com os citados por Ofuya e Akingbohunge (1988),

onde o predador *Cheilomenes lunata* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Coccinellidae), alimentando-se da presa *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae), apresentou resposta funcional do tipo II. Vieira et al. (1997) constataram para larvas de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) resposta funcional do tipo II. O coccinélido *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) (Coleoptera: Coccinellidae), com exceção do segundo estágio de desenvolvimento, também apresenta resposta do tipo II para afídeos *Schizaphis gra-*

*minum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) (SANTA-CECÍLIA et al., 2001). A resposta funcional tipo II verificada para *C. montrouzieri* se ajusta aos modelos observados em outros predadores da mesma família (VIEIRA et al., 1997; SANTA-CECÍLIA et al., 2001). O tipo de resposta funcional apresentada é fundamental e pode determinar a eficiência do predador no controle da presa, bem como indicar o número de predadores necessários para a liberação em programas de controle biológico.

## CONCLUSÕES

A resposta funcional para *C. montrouzieri* predando *P. citri* criada em abóbora, citros e batata é do tipo II;

A batata é melhor para o desenvolvimento de *P. citri* e posterior alimentação de *C. montrouzieri*;

A temperatura de 30°C fornece os melhores resultados para predação por *C. montrouzieri*.

## REFERÊNCIAS

- CHONG, J. H.; OETTING, R. D. Intraguild predation and interference by the mealybug predator *Cryptolaemus montrouzieri* on the parasitoid *Leptomastix dactylopii*. **Biocontrol Science and Technology**, Colchester, v. 17, n. 9, p. 933-944, 2007.
- COLL, M.; RIDGWAY, R. L. Functional and numerical responses of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthoridae) to its prey in different vegetable crops. **Annals of the Entomological Society of America**, Lanham, v. 88, p. 732-738, 1995.
- DONNELLY, B. E.; PHILLIPS, T. W. Functional response of *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthoridae): Effects of prey species and habitat. **Environmental Entomology**, Maryland Heights, v. 30, n. 3, p. 617-624, 2001.
- GARCIA, U. B.; ZAPATA, M. T.; BEL, A. N. Resposta funcional y numérica de *Scymnus* sp. a diferentes densidades de *Aphis gossypii* Glover. **Revista Peruana de Entomologia**, Lima, v. 18, p. 53-58, 1975.
- GARCIA, J. F.; O'NEIL, R. Effect of coleus size and variegation on attack rates, searching strategy, and selected life history characteristics of *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**, Maryland Heights, v. 18, p. 225-234, 2000.
- GRAVENA, S. Manejo ecológico da cochonilha branca, com ênfase no controle biológico pela joaninha *Cryptolaemus montrouzieri*. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1, p. 71-82, 2003.
- GRODEN, E. et al. *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae): Its predation upon the Colorado beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) and its incidence in potatoes and surrounding crops. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, p. 1306-1315, 1990.
- GUTIERREZ, P. G. et al. Prospective evaluation of biological control of vine mealybug: refuge and climate. **Journal of Applied Biology**, Oxford, v. 45, p. 524-536, 2008.
- HOLLING, C. S. The components of predation as revealed by a study of small – mammal predation of the European pine sawfly. **The Canadian Entomologist**, New York, v. 91, p. 293-320, 1959.
- LUNDGREN, J.G. Nutritional aspects of non-prey foods in the life histories of predaceous Coccinellidae. **Biological Control**, Maryland Heights, v. 51, p. 294-305, 2009.
- MACK, T. P.; SMILOWITZ, Z. Using temperature – mediated functional response models to predict the impact of *Coleomegilla maculata* (DeGeer) adults and third instar larvae on green peach aphids. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 11, p. 46-52, 1982.
- MAGRO, A. et al. Does the satiation hypothesis account for the differences in efficacy of coccidophagous and aphidophagous ladybird beetles in biological control? A test with *Adalia bipunctata* and *Cryptolaemus montrouzieri*. **BioControl**, Dordrecht, v. 47, p. 537-543, 2002.
- MANI, M; KRISHNAMOORTHY, A. Biological suppression of mealybugs *Planococcus citi* (Risso), *Ferrisia virgate* (Cockerell) and *Nipaecoccus viridis* (Newstead) on pumelo with *Cryptolaemus Montrouzieri* Mulsant in India. **Journal of Biological Control**, Bangalore, v. 22, n. 1, p. 169-172, 2008.
- MESSINA, F. J.; HANKS, J. B. Host plants alters the shape of the functional response of a aphid predator (Coleoptera: Coccinellidae). **Environmental Entomology**, Lanham, v. 27, n. 5, p. 1196-1202, 1998.
- MILONAS, P. G.; KONTODIMAS, D. C.; MARTINO, A. F. A predator's functional response: influence of prey species and size. **Biological Control**, Maryland Heights, v. 59, p. 141-146, 2011.
- OFUYA, T. I.; AKINGBOHUNGBE, A. E. Functional and numerical response of *Cheilomenes lunata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae). **Insect Science and its Application**, Cambridge, v. 9, p. 543-546, 1988.



- PLUKE, R. W. H. et al. Potential impact of lady beetles on *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae) in Puerto Rico. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 88, n. 2, p. 123-128, 2005.
- RAMESH BABU, T.; AZAM, K. M. Biology of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae: Coleoptera) in relation with temperature. **Entomophaga**, Dordrecht, v. 34, n. 4, p. 381-386, 1987.
- ROCHA, L. C. D. et al. Seletividade fisiológica de inseticidas utilizados em cultura cafeeira sobre ovos e adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 1, p. 119-127, 2010.
- ROCHA, L. C. D. et al. Seletividade de inseticidas utilizados em cultura cafeeira para larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 939-946, 2011.
- RYOO, M. I. Influence of the spatial distribution pattern of prey among patches and spatial coincidence of the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina, Phytoseiidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 120, p. 187 – 192, 1996.
- SABAGHI, R.; SAHRAGARD, A.; HOSSEINI, R. Functional and numerical responses of *Scymnus syriacus* Marseul (Coleoptera: Coccinellidae) to the black bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli (Homoptera: Aphididae) under laboratory conditions. **Journal of Plant Protection Research**, Poznan, v. 51, n. 4, p. 423-428, 2011.
- SANCHES, N. F.; CARVALHO, R. S. Multiplicação do predador exótico *Cryptolaemus montrouzieri* como alternativa de controle biológico clássico para o controle da cochonilha exótica *Maconellicoccus hirsutus*. **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C. et al. Aspectos biológicos e consumo alimentar de larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1273-1278, 2001.
- SEAGRAVES, H. P. Lady beetle oviposition habitat behaviour in response to the trophic environment. **Biological Control**, Maryland Heights, v. 51, n. 2, p. 393-322, 2009.
- SERRANO, M. S.; LAPOINTE, S. L. Evaluation of host plants and meridic diet for rearing *Maconellicoccus hirsutus* (Homoptera:Pseudococcidae) and its parasitoid *Anagrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 83, n. 3, p. 417-425, 2002.
- SIMMONDS, M. S. J. et al. Effect of botanical insecticides on the foraging and feeding behavior of the coccinellid predator *Cryptolaemus montrouzieri*. **Phytoparasitica**, Dordrecht, v. 28, n. 2, p. 99-107, 2000.
- TREXLER, J. C.; McCULLOCH, C. E.; TRAVIS, J. How can the functional response best be determined? **Oecologia**, Heidelberg, v. 76, p. 206-214, 1988.
- VIEIRA, G. F.; BUENO, V. H. P.; AUAD, A. M. Resposta funcional de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) a diferentes densidades do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade de Entomologia do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 495-502, 1997.