

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



AVALIAÇÃO DA ACTIVIDADE PREDADORA DA MOSCA TIGRE,
***COENOSIA ATTENUATA STEIN* (DIPTERA:MUSCIDAE)**

Susana Isabel Pilar Viegas Leal

MESTRADO EM ECOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL

2012

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



AVALIAÇÃO DA ACTIVIDADE PREDADORA DA MOSCA TIGRE,
***COENOSIA ATTENUATA STEIN* (DIPTERA:MUSCIDAE)**

Susana Isabel Pilar Viegas Leal

Dissertação orientada por:

Professora Doutora Elisabete Figueiredo (ISA/UTL)

Professora Doutora Teresa Rebelo (FCUL)

MESTRADO EM ECOLOGIA E GESTÃO AMBIENTAL

2012

Índice

	Página
Resumo	1
Abstract	2
Introdução Geral	3
Avaliação da taxa de predação de <i>Coenosia attenuata</i> Stein, sobre <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood e <i>Drosophila melanogaster</i> Meigen	
Resumo	14
Abstract	15
Introdução	16
Materiais e Métodos	18
Criação das presas de <i>Coenosia attenuata</i>	18
Criação de <i>Coenosia attenuata</i>	18
Ensaio de predação em laboratório	19
Resultados	21
Discussão	31
Referências Bibliográficas	34
Influência da presença de muco de <i>Lumbricus terrestris</i> e de esciarídeos nos substratos de desenvolvimento dos estados imaturos de <i>Coenosia attenuata</i> Stein no comportamento de oviposição da mosca tigre.	
Resumo	36
Abstract	37
Introdução	38
Materiais e Métodos	40
Resultados	42
Discussão	44
Referências Bibliográficas	47
Considerações Finais	50
Referências Bibliográficas	53
Agradecimentos	59
Anexos	60

Índice de figuras

- Figura 1.** Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea virgem jovem de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Trialeurodes vaporariorum*. 24
- Figura 2.** Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea virgem velha de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Trialeurodes vaporariorum*. 24
- Figura 3.** Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea acasalada jovem de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Trialeurodes vaporariorum*. 25
- Figura 4.** Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea acasalada velha de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Trialeurodes vaporariorum*. 25
- Figura 5.** Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade machos virgens jovens de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Trialeurodes vaporariorum*. 25
- Figura 6.** Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea virgem jovem de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Drosophila melanogaster*. 29
- Figura 7.** Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea virgem velha de 29

Coenosia attenuata – predação sobre *Drosophila melanogaster*.

Figura 8. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea acasalada jovem de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Drosophila melanogaster*.

30

Figura 9. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea acasalada velhas de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Drosophila melanogaster*.

30

Figura 10. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade machos virgens jovens de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Drosophila melanogaster*.

31

Índice de quadros

Quadro 1. Análise de variância, com valores da estatística do teste (F) e do nível de significância (p), para a comparação da predação de *Trialeurodes vaporariorum* consoante o substrato, cópula e idade.

22

Quadro 2. Proporção número de predados/número de indivíduos colocados de *Trialeurodes vaporariorum* de fêmeas de *Coenosia attenuata* para as diferentes modalidades de cópula e idade.

22

Quadro 3. Análise de variância, com valores da estatística do teste (F) e do nível de significância (p), para a comparação da predação de *Trialeurodes vaporariorum* consoante o sexo e o substrato.

23

Quadro 4. Análise de variância, com valores da estatística do teste (F) e do nível de significância (p), para a comparação da predação de *Drosophila melanogaster* consoante o substrato, cópula e idade.

26

Quadro 5. Proporção número de predados/número de indivíduos colocados de *Drosophila melanogaster* por fêmeas de *Coenosia attenuata* para as modalidades

27

idade.

Quadro 6. Análise estatística dos resultados de predação <i>Drosophila melanogaster</i> utilizando a ANOVA não paramétrica, teste de Kruskal-Wallis.	27
Quadro 7. Análise de variância, com valores da estatística do teste (F) e do nível de significância (p), para a comparação da predação de <i>Drosophila melanogaster</i> modalidade fêmeas virgens jovens e machos virgens jovens de <i>Coenosia attenuata</i> .	28
Quadro 8. Número de extensões do ovipositor e número de ovos postos por <i>Coenosia attenuata</i> com e sem muco de <i>Lumbricus terrestris</i> .	42
Quadro 9. Número de extensões do ovipositor e número de ovos postos por <i>Coenosia attenuata</i> na presença e em ausência de larvas de esciarídeos.	43
Quadro 10. Número de extensões do ovipositor e número de ovos postos por <i>Coenosia attenuata</i> na presença de muco e de larvas de esciarídeos.	44
Quadro 11. Resultados das observações efectuadas nos ensaios de taxas de predação de <i>Coenosia attenuata</i> , sobre <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	61
Quadro 12. Resultados das observações efectuadas nos ensaios de taxas de predação de <i>Coenosia attenuata</i> , sobre <i>Drosophila melanogaster</i>	63
Quadro 13. Resultados das observações efectuadas nos ensaios de influência do muco de <i>Lumbricus terrestris</i> com a oviposição de <i>Coenosia attenuata</i> .	66
Quadro 14. Resultados das observações efectuadas nos ensaios de influência de larvas de esciarídeos no substrato com a oviposição de <i>Coenosia attenuata</i> .	67
Quadro 15. Resultados das observações efectuadas nos ensaios de influência do muco de <i>Lumbricus terrestris</i> e da influência de larvas de esciarídeos na oviposição de <i>Coenosia attenuata</i> .	68

RESUMO

Coenosia attenuata Stein, 1903 (Diptera: Muscidae), espécie pertencente ao grupo “*tigrina*”, é reconhecida por vários autores como predador polífago de importantes pragas agrícolas, tanto no estado larvar como no estado adulto.

O trabalho consistiu em ensaios de laboratório para a avaliação da eficácia desta espécie como agente de luta biológica. Comparou-se a actividade predadora de machos e fêmeas (novas ou velhas, virgens ou que copularam) de *C. attenuata*, sobre *Trialeurodes vaporariorum* e *Drosophila melanogaster*. Na avaliação da taxa de predação de *C. attenuata* sobre *T. vaporariorum*, comparando as diferentes modalidades de fêmeas de *C. attenuata*, verificou-se que a maior taxa de predação ocorreu para fêmeas jovens e para fêmeas que copularam. No que se refere à comparação entre machos e fêmeas não se verificaram diferenças significativas.

Em relação à predação sobre *D. melanogaster*, fêmeas jovens predaram mais presas, mas não se detectaram diferenças significativas entre fêmeas acasaladas e fêmeas virgens e entre fêmeas virgens jovens e machos em termos da predação que exerceram sobre esta presa.

Estudou-se a avaliação da influência da presença de presas na oviposição de *C. attenuata*. Na presença de muco de *Lumbricus terrestris* o número de extensões do ovipositor e o número de ovos postos foram significativamente superiores aos da testemunha, e na presença de larvas de esciarídeos foram superiores à testemunha, mas sem significado estatístico. Colocando à disposição de uma fêmea de mosca tigre, em placa de Petri, muco de *L. terrestris* e substrato com larvas de esciarídeos, o número de extensões do ovipositor e o número de ovos postos na modalidade com muco foram superiores, em média, na metade da caixa de Petri com muco, com significado estatístico no caso do número de extensões e com tendência no caso do número de ovos postos.

Palavras-chave: *Coenosia attenuata*, predação, oviposição.

ABSTRACT

Coenosia attenuata Stein, 1903 (Diptera: Muscidae), a species belonging to the “*tigrina*” group of the *Coenosia* genus, is recognized by many authors as a polifagous predator of important agricultural pests, both in larval and in adult stages.

This study included laboratory tests to evaluate the species efficiency as a biological control agent.

Predation rate of *C. attenuata* males and females (young or old, virgin or mated) on *Trialeurodes vaporariorum* and on *Drosophila melanogaster* was compared.

Comparing the different types of *C. attenuata* females on *Trialeurodes vaporariorum*, it has been found that the higher predation rate occurred on young females. Regarding the copulation, predation rate was higher in mated females, and there were no significant differences comparing males and females.

Regarding predation on *D. melanogaster* significant differences were found between young and old females, but there were no differences between mated and virgin females and between young virgin females and males.

The influence of prey presence on *C. attenuata* oviposition was also studied. When *Lumbricus terrestris* mucus was present the number of extensions of ovipositor and eggs laid were significantly higher than in the control and the number of extensions of the ovipositor and the number of eggs laid in the presence of sciarid larvae were higher than in control modality, although in the last cases without statistical significance. Putting mucus of the earthworm *L. terrestris* and substrate with sciarid larvae in each half of a Petri dish, the number of extensions of the ovipositor and the number of eggs laid by a tiger-fly female were higher in the half with mucus.

Key words: *Coenosia attenuata*, predation, oviposition.

INTRODUÇÃO GERAL

A preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente tem vindo a aumentar, devido a essas pressões o cenário agrícola alterou os sistemas de cultivo para mais sustentáveis e, portanto, menos dependentes do uso de pesticidas (Michereff & Barros, 2001).

A sustentabilidade agrícola baseia-se na resolução dos problemas relacionados com a ocorrência de pragas e doenças nas plantas, com base na conservação dos recursos naturais, na redução no uso de pesticidas e no aumento da produtividade de forma a satisfazer as necessidades humanas das gerações actuais e futuras (Bird *et al.*, 1990; Thurston, 1992).

De acordo com a definição da FAO (Food and Agriculture Organization) das Nações Unidas (1993), o objetivo da agricultura sustentável é o da satisfação contínua das necessidades, não só das gerações actuais, mas também das futuras, conservando o solo, a água e os recursos genéticos vegetais e animais. Para isso, a agricultura não deve degradar o ambiente, mas precisa ser tecnicamente adequada, economicamente viável e socialmente aceitável.

Já Altieri (1994) define a agricultura sustentável como a capacidade de manter o nível de produtividade dos cultivos ao longo do tempo, através do uso de tecnologias de gestão.

Os pesticidas têm sido usados na agricultura para protecção contra pragas. Entretanto, seus efeitos nocivos como a poluição ambiental, a intoxicação do homem e animais e o surgimento de resistências dos patógenos a estes produtos têm estimulado a redução do seu uso e a adopção de métodos menos agressivos (Grigoletti *et al.*, 2000).

A agricultura que tem vindo a ser praticada até aos dias de hoje, visa acima de tudo a produção deixando para segundo plano a preocupação com a conservação do meio ambiente e a respectiva qualidade dos alimentos (Simões, 2007).

Em agricultura, podemos definir praga como sendo todo o organismo animal nocivo para as plantas e doença, como uma perturbação da fisiologia vegetal que ocasiona um efeito desfavorável na actividade da planta (Amaro, 1982). O número de pragas e doenças nas culturas agrícolas tem vindo a aumentar de ano para ano (Ferreira, 2002).

A resistência das pragas e doenças aos pesticidas tem vindo a aumentar. Acontece muitas vezes que a praga, para além de não ser combatida vai acabar por ser favorecida, pois a aplicação destes produtos destróiem os auxiliares que naturalmente poderiam combater essas pragas (Simões, 2007).

Os auxiliares em protecção de plantas têm como função combater as pragas e as doenças, podendo no caso da luta biológica contra pragas, ser predadores, parasitóides ou entomopatogénios (Amaro, 1982).

A luta biológica visa manter um equilíbrio no agroecossistema, de modo que o hospedeiro, na presença do patógeno, não sofra danos significativos (Grigoletti *et al.*, 2000).

O ambiente na estufa geralmente é mais favorável ao crescimento e à produção das plantas. No entanto, mudanças em determinados factores do ambiente como temperatura, humidade relativa do ar, humidade do solo e evapotranspiração, podem causar mudanças na fisiologia e anatomia das plantas podendo torná-las mais predispostas à infecção por patógenos (Vida *et al.*, 2004).

As estufas, enquanto ecossistema agrário, contêm poucas espécies vegetais, que sofrem geralmente numerosas intervenções químicas. Apresentam, frequentemente, preocupantes infestações, particularmente de aleirodídeos, tripses, agromizídeos, afídeos e cochonilhas, cada vez de mais difícil controlo com as substâncias activas habitualmente usadas. Para aumentar equilíbrios ecológicos, as exigências orientam-se no sentido de metodologia de protecção biológica e integrada (Prieto, 2002).

Segundo Amaro (2003) a luta biológica, define-se como a acção de organismos vivos ou de produtos derivados da sua actividade, para reduzir as populações dos inimigos das culturas e, conseqüentemente, os prejuízos sobre as culturas ou produtos agrícolas.

Os inimigos naturais das pragas asseguram a redução das suas populações, podendo em muitos casos evitar a ocorrência de prejuízos (Amaro, 2003).

De acordo com Amaro (2003), é de interesse a manutenção e o aumento das populações dos inimigos naturais. Para isso, deve-se evitar a sua destruição, não utilizando os pesticidas mais tóxicos para os organismos em causa, reduzindo a dose e número de aplicações dos pesticidas empregues e para fomentar o aumento das suas populações, proporcionando-lhes hospedeiros alternativos, alimento suplementar e abrigos.

As larvas e adultos de *Coenosia attenuata* Stein, 1903 (Diptera: Muscidae) são predadores polívoros, alimentando-se de grande variedade de insectos (Sensenbach *et al.*, 2005), entre os quais importantes pragas de culturas hortícolas e ornamentais protegidas (Moreschi & Süss, 1998; Ramírez, 2008).

A origem geográfica de *C. attenuata* não é consensual. Segundo Kühne (2000) é originária da região Paleotropical, mas segundo Pons (2005) teve origem na região paleártica. Contudo, esta espécie existe numa área mais abrangente, que inclui para além da Europa, o norte de África, parte da região Afro-tropical, o extremo Oriente, Ásia, Macronésia e a Australásia (Pont, 1986).

Actualmente, encontra-se presente em todos os continentes, em vários sistemas agrícolas. Encontra-se, por exemplo, em Itália, em tomate e ornamentais (Colombo & Eördegh, 1991); na Alemanha, em hortícolas e plantas ornamentais (Kühne, 1998); na Turquia, em algodão (Pohl, 2003); em Portugal, em pimento, tomate, pepino, meloeiro e alface (Prieto, 2002); em Espanha (Rodríguez & Aguilera, 2003) e ainda nos EUA, Canadá, Equador e Perú, em ornamentais (Sutherland, 2005).

O ciclo de vida de *C. attenuata* inclui os estados de ovo, larva, pupa e adulto; desde a postura dos ovos à emergência dos adultos decorre um período de 40 a 43 dias a uma temperatura de 20°C, mas a 25°C esse período é de 26 a 27 dias (Kühne, 2000).

Os adultos de *Coenosia attenuata* são moscas de 2,5 a 4mm de comprimento e exibem dimorfismo sexual. O macho tem entre 2,5 a 3 mm, é inteiramente acinzentado, sem bandas escuras no abdómen, e as suas antenas são amarelas. As patas são na sua totalidade amarelas (Kühne *et al.*, 1997; Kühne, 2000; Martinez & Cocquempot, 2000).

As fêmeas medem cerca de 3 a 4 mm de comprimento, sendo pois sensivelmente maiores do que os machos. O seu corpo é acinzentado e têm antenas negras. O abdómen apresenta três bandas largas escuras bem visíveis, os fêmures são escuros e as tíbias amarelas (Pohl *et al.*, 2003).

Segundo Kühne (2000), a longevidade da fêmea é de 95 dias, a 25°C e HR de 50-60%, atingindo 102 dias em condições de estufa. As fêmeas apresentaram, sempre, maior longevidade do que os machos.

O ovo de *C. attenuata* é castanho claro (Moreschi & Süß, 1998), e achatado na parte ventral (Kühne *et al.*, 1997). Mede cerca de 0,88 mm de comprimento e 0,30 mm de largura (Kühne, 2000). O período de incubação, verificado por Moreschi & Süß (1998), foi de 4 a 6 dias a 25°C. A duração do desenvolvimento embrionário é influenciada pela temperatura (Moreschi & Süß, 1998), assim como a taxa de eclosão, que aumenta para temperaturas superiores a 21°C (Moreschi & Süß, 1998; Kühne, 2000).

As fêmeas põem os ovos nas microfissuras do terreno, devido ao encurvamento pronunciado do abdómen, que permite postura em interstícios a uma profundidade de cerca de 5mm. A fêmea tenta inserir os ovos à máxima profundidade, continuando a sondar o substrato com o abdómen, procurando espaços vazios determinados pela granulometria do terreno (Moreschi & Süß, 1998).

A larva de *C. attenuata* é translúcida e com dimensões médias de 1,26 mm de comprimento por 0,20 mm de largura. A larva é provida de uma potente armadura bucal trituradora que lhe permite perfurar o tegumento de artrópodes com dois ganchos bucais (Moreschi & Süß, 1998).

Segundo LeRoux & Perron (1960) e Kühne (2000), *C. attenuata*, à semelhança de *Coenosia tigrina* Fab. e de *Coenosia strigipes* Stein, pode eclodir do ovo num terceiro instar larvar, apesar dos primeiros autores não terem conseguido observar exúvias de instares anteriores no interior do ovo. Esta hipótese é também mencionada por Sensenbach (2004) e Ugine *et al.* (2010). Assim sendo, pode-se considerar que ocorre apenas um instar larvar entre a eclosão do ovo e a formação da pupa. O desenvolvimento larvar em condições climáticas óptimas (25°C e 70% HR) tem duração de 10 dias, segundo Kühne *et al.* (1997).

A pupa coartacta de *C. attenuata* mede cerca de 3,00 a 3,27 mm de comprimento e 1,27 mm de largura, apresenta cor amarelo-acastanhada, é fortemente esclerotizada e em forma de barril (Kühne, 2000; Martinez & Cocquempot, 2000). As pupas evidenciam o dimorfismo sexual dos adultos, sendo as das fêmeas maiores que as dos machos (Moreschi & Süss, 1998).

Os conhecimentos sobre reprodução de *C. attenuata* são muito escassos, contudo Morris & Cloutier (1987) realizaram um extenso trabalho sobre o desenvolvimento e reprodução de *Coenosia tigrina*, podendo haver algumas semelhanças com *C. attenuata*. Segundo esses autores, *C. tigrina* não apresenta um comportamento pré-copulatório especial. As fêmeas casualmente recusam os machos mantendo o abdómen curvado. Ocorrem múltiplas cópulas, e podem copular, produzindo descendência viável, 24 horas após a emergência e sem alimento.

Os mesmos autores referem, também, que a fecundidade dos ovos de *C. tigrina* é significativamente afectada por: temperatura a que a fêmea se encontra; temperatura de incubação dos ovos; idade da fêmea; e interacção entre estes três parâmetros.

Segundo Moreschi & Süss (1998), a fêmea de *C. attenuata* faz uma postura de 4 a 6 ovos distanciados uns dos outros, podendo depositar continuamente até 26 ovos, procurando em seguida um novo local para postura. As fêmeas põem os ovos nas microfissuras do terreno devido ao encurvamento do abdómen, até uma profundidade de 5 mm.

Como foi já mencionado, *Coenosia attenuata*, assim como espécies do género *Coenosia* pertencentes ao grupo *tigrina*, são reconhecidas por vários autores como predadora polífaga, tanto no estado larvar como no estado adulto (LeRoux & Perron, 1960; Morris & Cloutier, 1987; Moreschi & Süss, 1998; Kühne, 2000; Téllez & Tapia, 2006). Moreschi & Süss (1998) observaram captura de presas de dimensões inferiores, similares e sensivelmente superiores ao tamanho do predador.

Moreschi & Süss (1998) referem que as larvas são predadoras de larvas de esciarídeos e de minhocas. Schrameyer (1991), ao observar adultos de *C. attenuata* e *C. humilis* em estufas na Alemanha, listou as seguintes espécies como sendo predadas: mosca branca

(Hemiptera:Aleyrodidae); esciarídeos (Diptera: Sciaridae); larva mineira (Diptera: Agromyzidae) e cigarrinha verde (Hemiptera: Cicadellidae).

Os adultos de *C. attenuata* esperam as suas presas, apresentando um comportamento de “sitandwait” (emboscada) entre tentativas de captura, perseguindo apenas presas voadoras (Schrammeyer, 1991). O ataque surge como resposta ao movimento do voo das presas que são interceptadas e capturadas em pleno voo, seguras firmemente entre as patas anteriores que têm função preensora. São bastante hábeis na captura e retorno ao ponto de partida para se alimentar (Morris & Cloutier, 1987). A alimentação faz-se por inserção do probóscis entre a cabeça e o tórax da presa, sugando a hemolinfa, processo que pode demorar de 30 segundos a 30 minutos, dependendo do tamanho da presa (Colombo & Eordegh, 1991; Moreschi & Suss, 1998).

C. attenuata possui instinto de predação que a torna um promissor agente de luta biológica, uma vez que captura e mata numerosas presas sem as consumir (Martinez & Cocquempot, 2000).

Este predador diurno consegue detectar pequenas presas, em ambientes complexos e elaborar um ataque aéreo a elevada velocidade. Estudos recentes demonstram que as características dos olhos de *C. attenuata* podem sugerir o seu peculiar comportamento predatório, referindo que a resolução espacial e a taxa de transferência de informação nos fotoreceptores de *C. attenuata* são três a quatro vezes maiores do que em *Drosophila melanogaster* (Gonzalez-Bellido *et al.*, 2011). As características específicas e a existência de zonas especializadas nos olhos de *C. attenuata* favorecem uma maior resolução e acuidade visual, proporcionando um rápido reconhecimento da presa para que o ataque seja feito com elevada precisão (Gonzalez- Bellido *et al.*, 2011).

Esta espécie parece estar bem adaptada a temperaturas elevadas (Gilioli *et al.*, 2005), encontrando-se por isso bem representada em estufas mediterrânicas, cuja temperatura no Verão geralmente dificulta a acção dos auxiliares na luta biológica de pragas. Esta característica poderá ser uma vantagem face a outros auxiliares com menor tolerância a temperaturas elevadas (Gilioli *et al.*, 2005).

A temperatura influencia a actividade predatória desta espécie: temperaturas inferiores a 15°C ou temperaturas superiores a 30°C diminuem a actividade, o que, segundo

Moreschi & Suss, 1998), explica a sua inactividade durante as horas de maior calor nos meses de Julho e Agosto, em Itália.

Contudo, estudos mais recentes de Gilioli *et al.*, (2005) indicam haver uma boa actividade pradatória a 36°C, apesar de alguma influência negativa na sobrevivência: a 42°C ainda se verificava predação, mas esta temperatura é considerada o limite superior de sobrevivência.

Existem poucos registos sobre a presença de *C. attenuata* em estufas ao longo do ano. Em Itália, a espécie está presente nas estufas praticamente todo o ano, com um pico de abundância de Julho a Outubro, alcançando um máximo de 5 indivíduos/m² (Moreschi, 1999).

Segundo Rodríguez & Lirola (2002), a espécie também foi localizada durante todo o ano em estufas da região de Almeria (Espanha), se bem que nos meses mais frios se observaram menores populações.

Na Alemanha, Kühne (2000) refere que *C. attenuata* coloniza as culturas protegidas a partir do exterior, completando o ciclo de vida no solo das estufas e conseguindo-se estabelecer aí por um largo período de tempo.

Em Portugal, julga-se estar distribuída por todo o continente e ilhas e encontra-se presente nas estufas da região Oeste, durante todo o ano (Prieto *et al.*, 2005; Pinho *et al.*, 2009).

Sutherland (2005) refere que a utilização desta espécie como agente de luta biológica em tomate e plantas ornamentais teve resultados positivos. Também Kuhne (2000) verificou um efeito positivo da largada deste predador na luta biológica de moscas brancas, mineiras e esciarídeos em hortícolas, nomeadamente em pepino.

No que respeita à avaliação dos efeitos de *C. attenuata* e de outras espécies do grupo *tigrina* em estufas, com base na longevidade e taxas de predação, Kühne (2000) seleccionou *C. attenuata* e *C. strigipes* como as espécies deste grupo com maior potencial para luta biológica de pragas em estufa.

Kühne (1998) defende o recurso a sistemas de produção que suportem o aumento do número de moscas tigre nas estufas. Uma vez que as larvas se desenvolvem no solo, um dos pontos críticos do sistema pode residir no aprovisionamento de um substrato, no caso o solo, que mantenha viável a longo prazo, o desenvolvimento das larvas.

Entre 1995 e 1997, a empresa Katz Biotech Services (Welzheim, Alemanha) realizou vários ensaios em que populações de *C. attenuata* e *C. humilis*, produzidas em massa, foram largadas em estufas de diferentes locais da região de Baden-Württemberg (Alemanha). Kühne (2000) apenas refere estes ensaios sem apresentar resultados.

Segundo Prieto (2002), duas das empresas que forneciam *C. attenuata* e *C. strigipes* como agentes de luta biológica na Alemanha abandonaram as linhas de produção uma vez que a criação era difícil e não se justificava economicamente.

Na perspectiva de luta biológica, o fenómeno de canibalismo por parte de *C. attenuata*, deve também ser considerado, uma vez que, num programa de largadas, havendo uma taxa de largada excessiva, pode ocorrer canibalismo. Assim, a introdução deste predador deve ser direccionada para a conservação – limitação natural, com largadas inoculativas, aumentativas ou sazonais (Morris & Cloutier, 1987).

Para além da intensa actividade de predação, que é evidenciada por diversos autores, deve-se ter em conta o seu instinto de predação, que faz reforçar o estatuto de auxiliar em luta biológica, uma vez que, como já foi referido, mata numerosas vítimas sem se alimentar ou alimentando-se parcialmente delas (Martinez & Cocquempot, 2000).

Martinez & Cocquempot (2000) indicam *Dacnusa sibirica* Telenga, *Eretmocerus* sp, *Macrolophus* sp. e *Orius* sp. como compatíveis. Nas experiências levadas a cabo por Kühne (1998) são citados os parasitóides *Encarsia formosa* (Gahan) e *D. sibirica* como compatíveis com a presença deste predador.

Téllez & Tapia (2006) referiram que a presença de populações naturais de mosca tigre nas estufas não interfere nas actividades dos insectos auxiliares que actualmente se utilizam nos programas de luta biológica, se bem, que no caso dos parasitóides, ter-se-á

de prestar maior atenção devido à possibilidade de interferência com as suas populações.

C. attenuata estabelece-se espontaneamente nas estufas, movimenta-se entre o exterior e o interior das mesmas, pousa nos seus plásticos e imediações no exterior, e existe sobretudo em solos descobertos quando a aplicação de produtos químicos é reduzida (Rodríguez *et al.*, 2004).

As larvas desenvolvem-se no solo, predando organismos aí existentes, enquanto os adultos vivem na parte aérea das culturas (Martinez & Cocquempot, 2000).

Assim, os locais dentro da estufa, onde se encontram preferencialmente dependem da boa visibilidade que conseguirem. Na generalidade, encontram-se poisadas no estrato superior das plantas, usualmente sobre os caules e páginas superiores das folhas apicais, mas também sobre fios e tutores das plantas (Colombo & Eördegh, 1991). Refere Pinho (2008) que relativamente à distribuição vertical nas plantas, enquanto *T. vaporariorum* se distribuiu preferencialmente pelo estrato superior (em pepino e tomate) ou inferior (em pimento), *C. attenuata* não se mostrou preferência por nenhum estrato.

C. attenuata encontrava-se preferencialmente na página superior das folhas de pepino e de pimento, e estrategicamente nas estruturas das estufas, geralmente orientado para as plantas. Isto foi bem evidente em tomate, onde o predador parecia evitar a cultura, localizando-se a maior parte das vezes no tutor, acima da planta, com a cabeça virada para baixo (Pinho, 2008).

Segundo Prieto (2005), na cultura de tomate e pimento, *C. attenuata* escolhe preferencialmente o estrato superior, tutor e folhas em detrimento do caule, fruto ou plástico. Refere, ainda, que poderá haver uma maior apetência do predador para a cultura de pimento do que para a cultura do tomate, na região Oeste de Portugal. Esta observação é também verificada por Pinho *et al.*, (2009), que no entanto refere que em comparação com o tomate e pimento, a cultura de pepino apresenta uma maior abundância deste predador.

Pinho (2008) observou que relativamente a um efeito da exposição solar na distribuição de *C. attenuata* e *T. vaporariorum*, nas estufas em que a diferença de exposição solar

das linhas era evidente, verificou que *C. attenuata* prefere as linhas soalheiras, enquanto *T. vaporariorum* se tende a localizar nas linhas ensombradas.

As taxas de predação diárias de *C. attenuata* sobre *Bradysia paupera* Tuomikoski, (Sciaridae) e *Drosophila (Sophophira) melanogaster* Meigen (Drosophilidae), são de 6,9 e 1,5 presas por dia, respectivamente (Kühne, 2000).

O comportamento dos adultos de *C. attenuata*, particularmente a predação acasalamento e oviposição, são relevantes para o seu papel como um agente potencial de luta biológica contra as pragas (Morris & Cloutier, 1987). A variedade de espécies de presas atacadas e o número de presas mortas, como a existência de resposta funcional a presas disponíveis, afecta directamente o impacto que a espécie poderá ter sobre as pragas alvo, bem como sobre as não-alvos.

As moscas brancas (Homoptera: Aleyrodidae) constituem pragas-chave em várias culturas hortícolas de estufa e de ar livre, por todo o mundo. Em Portugal, as duas espécies com maior impacto neste tipo de culturas são *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) (a “mosca branca das estufas”) e *Bemisia tabaci* (Genn.) (a “mosca branca do feijão” ou “da batata-doce”) (Mateus *et al.*, 2008).

Os adultos de mosca branca medem cerca de 1 mm de comprimento e apresentam cor branca, devido à secreção que ocorre logo após a emergência, pelas glândulas abdominais, de um pó ceroso esbranquiçado que cobre as asas transparentes e o corpo amarelo (Rodríguez, 1994).

A mosca branca é polífaga alimentando-se de diferentes plantas cultivadas e infestantes (Mateus *et al.* 2008).

Tendo em conta a sua presença no País e a sua dispersão geográfica, *T. vaporariorum* foi alvo, em Portugal, de um maior número de trabalhos de investigação do que *B. tabaci*. (Mateus *et al.*, 2008).

T.vaporariorum reproduz-se numa ampla gama de plantas hospedeiras, sendo referidas espécies pertencentes a 82 famílias botânicas (Alves *et al.*, 2006). Dentro das plantas cultivadas, destacam-se feijão, tomate, batata, abóbora, aboborinha, batata-doce, pepino, pimento, morango, melancia e ornamentais (Alves *et al.*, 2006).

Os prejuízos nas culturas são causados pela forma como as ninfas e adultos se alimentam. Ambos os estados possuem armadura bucal picadora-sugadora que lhes permite penetrar nos tecidos das folhas e alimentarem-se do floema. Esta forma de alimentação é responsável pela transmissão de vírus (sobretudo crinivírus), que infectam os tecidos associados ao floema e que afectam a produção, causando grandes perdas; pela injeção de toxinas através da saliva durante a sucção da seiva, o que provoca fitotoxicidade na planta; e pelo aparecimento de fumagina (*Cladosporium* sp.) fungo saprófita que aproveita a excreção de melada pelas moscas brancas (Rodríguez, 1994).

Drosophila melanogaster Meigen, 1930 (Diptera: Drosophilidae) foi adicionada à lista de insectos predados por mosca tigre por Moreschi & Süss (1998).

Segundo Roberts (2006) é considerada um organismo modelo em diferentes áreas científicas, como na genética, biologia do desenvolvimento e, mais recentemente, em neurobiologia. Diversas razões fazem desse inseto um modelo animal amplamente empregado em inúmeras linhas de pesquisa, tais como: fácil manipulação; baixo custo de manutenção; ciclo de vida curto; elevadas taxas de fecundidade; homologia em diversos genes e conservação de vias metabólicas e sinalizadoras a nível celular, em relação aos do Homem.

Este trabalho foi desenvolvido no laboratório do Instituto Superior de Agronomia (ISA/UTL) no âmbito do projecto de investigação PTDC/AGR-AAM7099723/2008 – “FLYPRED – Que papel para a mosca-tigre na luta biológica em culturas protegidas?”, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia. O trabalho consistiu em ensaios de laboratório para a avaliação da eficácia de *Coenosia attenuata* como agente de luta biológica, através da avaliação da sua taxa de predação sobre *Trialeurodes vaporariorum* e *Drosophila melanogaster*. Constitui um estudo de: (1) comparação da actividade predadora de machos e fêmeas (virgens ou não, jovens e mais velhas) de *C. attenuata*, sobre *T. vaporariorum* e *D. melanogaster*; (2) avaliação da influência do muco de *Lumbricus terrestris* e de substrato com larvas de escarídeos no comportamento de oviposição de *C. attenuata*.

Avaliação da taxa de predação de *Coenosia attenuata* Stein (Díptera: Muscidae), sobre *Trialeurodes vaporariorum* Westwood e *Drosophila melanogaster* Meigen

Susana Leal ¹, Maria Teresa Rebelo ², Elisabete Figueiredo ³

¹ Rua José Vicente de Brito, nº 34, Poço-Novo, 8135 Almancil Susana_leal@sapo.pt

² Departamento de Biologia Animal. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa / CESAM. R. Ernesto Vasconcelos. Edifício C2. Campo Grande. 1749-016 Lisboa. mtribelo@fc.ul.pt

³ Departamento de Ciências e Engenharia de Biosistemas. Instituto Superior de Agronomia. Tapada da Ajuda. 1349-017 Lisboa. elisalacerda@isa.utl.pt

RESUMO

Coenosia attenuata é uma espécie predadora, nos estados larvar e adulto, de várias espécies praga de hortícolas de estufa.

Realizaram-se ensaios laboratoriais de predação em relação a duas espécies de presas, *Trialeurodes vaporariorum* e *Drosophila melanogaster* com vista a avaliar taxas de predação sobre estas presas. Foram utilizadas como modalidades: fêmeas jovens que não copularam, fêmeas velhas que não copularam, fêmeas jovens que copularam, fêmeas velhas que copularam e machos virgens e jovens de *C. attenuata*. Registou-se o número de insectos predados à 1h, 4h, 7h, 10h e 24h após o início da exposição das presas.

No que se refere à taxa de predação de *C. attenuata* sobre *T. vaporariorum*, comparando as diferentes modalidades de fêmeas de *C. attenuata*, verificou-se que a predação foi mais elevada para fêmeas jovens e para fêmeas que copularam, em relação a fêmeas mais velhas e que não copularam, respectivamente. Comparando machos e fêmeas não se verificaram diferenças significativas.

Detectaram diferenças significativas entre fêmeas jovens e fêmeas mais velhas, mas não entre fêmeas acasaladas e fêmeas virgens e entre fêmeas virgens jovens e machos em termos da predação que exerceram sobre *Drosophila melanogaster*.

A maior taxa de predação horária ocorreu na 1ª hora de exposição e foi decrescendo ao longo do tempo.

Palavras-chave: *Coenosia attenuata*, predação, luta biológica, *Trialeurodes vaporariorum*, *Drosophila melanogaster*.

ABSTRACT

Coenosia attenuata is a predatory species, of several pest species of greenhouse vegetables, both in the larval and adult stages. In the laboratory, predation assays were carried out in relation to two prey species, *Trialeurodes vaporariorum* and *Drosophila melanogaster* in order to evaluate predation rates on these preys. For this purpose it was used as test modalities: young virgin female, old virgin female, young mated female, old mated female and virgin young male of *C. attenuata*. There were records on 1h, 4h, 7h, 10h e 24h after prey exposure.

Comparing predation rate on *Trialeurodes vaporariorum* by the different *C. attenuata* female modalities it was found that the highest predation occurred with young and mated females, comparing with old and mated females, respectively. Comparing males and females, there were no significant differences.

Regarding *C. attenuata* predation rates on *D. melanogaster* significant differences were found comparing young and old females but not between mated and virgin females, and between young virgin females and young virgin males.

Key Words: *Coenosia attenuata*, predation, biological control, *Trialeurodes vaporariorum*, *Drosophila melanogaster*.

INTRODUÇÃO

Coenosia attenuata Stein, a “mosca tigre”, encontra-se presente em todos os continentes, em vários sistemas de culturas hortícolas em estufa. Encontra-se, na Turquia, em culturas de algodão; Itália, em tomate e ornamentais; Portugal, em pimento, tomate, pepino, meloa e alface; em Espanha e na Alemanha, em hortícolas e plantas ornamentais e ainda nos EUA, Canadá, Equador e Peru, em ornamentais (Colombo & Eördegh, 1991; Kühne, 1998; Pohl, 2003; Prieto, 2002; Rodriguez & Aguilera, 2003; Sutherland, 2005).

Coenosia attenuata estabelece-se espontaneamente nas estufas, movimenta-se entre o exterior e o interior das mesmas, pousa nos seus plásticos e em solos de terra descobertos e com reduzida aplicação de produtos químicos (Rodriguez & Aguilera, 2003). Como muitos predadores polífagos, as larvas e adultos são capazes de se alimentar de presas variadas, sendo os principais critérios de escolha o tamanho e a mobilidade das suas presas (Martinez & Cocquempot, 2000).

Os insectos do género *Coenosia* são interessantes do ponto de vista da sua dieta alimentar, pois tanto os adultos como larvas são, desde há muito tempo, conhecidos como predadores de insectos prejudiciais às culturas. *Coenosia* spp. são predadores de adultos de diversos insectos pertencentes, principalmente, às ordens Diptera e Hemiptera (Prieto, 2002).

C. attenuata tem como principais presas moscas brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) e larvas mineiras (Diptera: Agromyzidae) (Martinez & Cocquempot, 2000). As larvas são predadoras de larvas de esciarídeos e, também, de minhocas (Moreschi & Suss, 1998). Kuhne (2000) verificou um efeito positivo da largada da *C. attenuata* na luta biológica de moscas brancas, mineiras e esciarídeos em hortícolas.

Para além destes aspectos, esta espécie parece estar bem adaptada a temperaturas elevadas (Gilioli *et al.*, 2005), encontrando-se bem representada em estufas no mediterrâneo.

É difícil quantificar a taxa de predação diária, pois varia de acordo com as dimensões das vítimas.

Neste trabalho, estudou-se a predação sobre *Drosophila melanogaster* Meigen, porque o sistema de criação de *C. attenuata* usa esta espécie para alimentar os adultos. Como os esciarídeos duram poucos dias e as suas emergências são irregulares, foi indispensável fornecer à criação outra fonte alimentar e as drosófilas fáceis de criar em massa são uma boa presa alternativa. Nos estudos levados a cabo por Moreschi & Suss (1998), uma fêmea de *C. attenuata* alimenta-se de, pelo menos, duas drosófilas por dia, esvaziando-as completamente. O objectivo deste estudo, no que se refere a esta presa, foi perceber as quantidades que é necessário disponibilizar e, por outro lado, comparar com os estudos de outros autores.

Para além de drosófila foi usada uma outra espécie, mosca branca das estufas *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), seleccionada por ser uma das principais presas de mosca tigre em estufa. Pretendeu-se com a avaliação das taxas de predação contribuir para o conhecimento do impacto real que este predador terá, em condições de campo, como agente de luta biológica sobre esta praga.

O elevado potencial biótico da mosca branca das estufas e a sua vasta gama de plantas hospedeiras tem vindo a aumentar a sua distribuição geográfica. A facilidade de aquisição de resistência a pesticidas tem tornado esta espécie uma praga em muitas culturas. Entre as culturas mais atingidas estão tomate, pimento, beringela, batata-doce, pepino, feijão, bem como outras hortícolas cucurbitáceas, solanáceas e leguminosas, além de ornamentais (Guimarães & Louro, 1995; Lopes, 2003).

Assim, neste trabalho, avaliaram-se, em ensaios laboratoriais, as taxas de predação em relação a duas espécies de presa, *T. vaporariorum* e *D. melanogaster*, comparando as taxas de predação, sobre estas espécies presa, de fêmeas jovens que não copularam, fêmeas velhas que não copularam, fêmeas jovens que copularam, fêmeas velhas que copularam e de machos virgens e jovens em relação às fêmeas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A criação de *C. attenuata* e de parte das suas presas foi efectuada na Unidade de Investigação de Protecção de Plantas do Instituto Nacional de Recursos Biológicos (ex-Estação Agronómica Nacional) pela equipa do projecto no âmbito do qual este estudo foi realizado.

Criação das presas de Coenosia attenuata

Foi necessário criar uma cadeia alimentar, em que o primeiro passo foi a criação de esciarídeos (Diptera: Sciaridae). Foram preparadas gaiolas de arame com 58x35x35 cm³, fechadas com tecido branco transparente, “étamine”, que permite a observação directa do seu interior. Cada gaiola continha uma caixa aberta de 9x21x33cm³ com substrato, constituído por uma massa compacta de aveia inoculada com o fungo *Pleurotus ostreatus* (Jacq: Fr.) Kummer, previamente incubado em laboratório (tarefa executada por um outro elemento da equipa do projecto).

Para a alimentação dos adultos de *C. attenuata*, procedeu-se à criação de *D. melanogaster* que eram introduzidas directamente nas gaiolas de criação de mosca tigre. As drosófilas usadas no ensaio de predação foram provenientes desta criação.

Os adultos de *T. vaporariorum* foram capturados em estufas na região Oeste, nomeadamente na cultura de tomate, utilizando um recipiente de plástico transparente, e transportados para a unidade de criação, em vasos de tomateiro em gaiola de “étamine”. Procedeu-se à humedificação dos tomateiros através de um vaporizador manual e manteve-se o substrato húmido até à emergência dos novos indivíduos.

Criação de Coenosia attenuata

Para dar início à criação da espécie predadora, foram capturados machos e fêmeas de *C. attenuata* durante algumas visitas a estufas comerciais na região Oeste. A captura foi realizada directamente sobre os órgãos das plantas, principalmente folhas, mas também em estruturas das estufas onde o predador se encontrava pousado, utilizando um tubo de rolo fotográfico transparente, em culturas protegidas de pepino e aboborinha.

Os adultos capturados foram transportados para a unidade de criação e, em seguida, introduzidos em gaiolas na câmara de criação juntamente com os esciarídeos. *C. attenuata* foi criada e mantida nas gaiolas de laboratório de criação de esciarídeos; cada

gaiola continha uma caixa aberta pequena com capacidade para 788cm³ de substrato proveniente da criação de esciarídeos e, portanto, infestado com ovos, larvas e pupas destas presas e, também, uma armação em ferro a servir de “poleiro”. Procedeu-se à humedificação do substrato com água através de um vaporizador manual no período inicial de criação para manter o substrato húmido para as larvas de *C. attenuata*.

Ensaio de Predação em laboratório

Os ensaios laboratoriais foram desenvolvidos no Insectário localizado no Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Para avaliação de taxas de predação foram utilizadas como modalidades: fêmeas de *C. attenuata* jovens virgens, fêmeas velhas virgens, fêmeas jovens que copularam, fêmeas velhas que copularam e machos jovens virgens. Considerou-se como jovem *C. attenuata* com 48 horas de idade após emergência e velha com 12 dias após emergência.

Foram escolhidas as modalidades acima referidas, porque as fêmeas são mais activas, logo têm maiores necessidades energéticas e maior agressividade na sua predação, como observado por Pinho (2008). Outro critério que se considerou importante, na comparação entre as modalidades, foi a “idade”, pois quanto mais velhos forem os exemplares, menos predam, por perderem as suas capacidades motoras, como velocidade e precisão na predação, sendo tal facto confirmado pelas observações de Moreschi & Suss (1998). Por último, o factor “cópula” foi seleccionado porque as fêmeas ficam com mais necessidade de alimento devido ao gasto de energia que têm durante a produção e oviposição.

Após a emergência dos adultos de mosca tigre, estes foram colocados em gaiolas acrílicas de 30x30x40 cm³. Dentro de cada gaiola foi colocada uma caixa de plástico com um volume de 864 cm³, parcialmente cheia com substrato de criação. Colocou-se, também, um arame de cor branca, com 56 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro para servir de poleiro.

A caixa com substrato de criação foi introduzida quer nas gaiolas de fêmeas virgens quer nas das fêmeas que copularam. Nas gaiolas de machos virgens não se colocou substrato. O número de machos e fêmeas introduzidas nas gaiolas para acasalamento esteve dependente do número de adultos recentemente emergidos de que se dispunha.

Para obtenção de adultos de *C. attenuata* para os ensaios foram usados substratos de criação em que não se conseguiu controlar a disponibilidade alimentar para as larvas (densidades de larvas de esciarídeos eventualmente diferentes) o que poderia influenciar a dimensão dos adultos de *C. attenuata* e, porventura, a sua voracidade e a sua capacidade de predação.

Assim, os adultos provenientes de cada repetição do substrato de criação foram usados num mesmo bloco de modalidades de mosca tigre, isto é, consideraram-se as mosca-tigre provenientes de cada gaiola de criação como um bloco.

As gaiolas com as diferentes modalidades foram mantidas à temperatura de 21 ± 3 °C, $60 \pm 10\%$ HR e um fotoperíodo de 14 h D: 10 h N.

Em cada ensaio, utilizaram-se caixas de plástico branco semi-transparente cilíndricas com 24,5 cm de altura e 17 cm de diâmetro, nas quais foram abertas duas janelas, uma no topo da caixa e outra na lateral, tapadas com tecido fino para arejamento e maior entrada de luz. Dentro da caixa foi colocado um poleiro.

Em cada caixa, nas várias repetições de cada modalidade, foram colocados 15 adultos de *T. vaporariorum* ou de drosófila e um indivíduo predador que foi submetido previamente a jejum durante 12 h.

Uma hora após da exposição das presas e do predador retiraram-se as presas mortas com pincel e observaram-se à lupa binocular de modo a verificar a ocorrência ou não de orifícios de predação entre a cabeça e tórax da presa, deixado pelo probóscis do predador (Gilioli *et al.*, 2005), para contabilizar o número de indivíduos efectivamente predados e o número de indivíduos mortos mas não predados.

Este processo repetiu-se às 4h, 7h, 10h e 24h após o início da exposição das presas a *C. attenuata*. Após terminar o período de observação (24h) utilizou-se um aspirador entomológico para retirar as presas vivas da gaiola de ensaio. Foram realizadas 81 repetições no conjunto das cinco modalidades.

As gaiolas de ensaio foram mantidas em câmara climatizada com $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $80 \pm 5\%$ HR e 14hD:10hN durante as 24 h de observação.

Análise estatística

No caso da avaliação das taxas de predação sobre *T. vaporariorum*, como foi difícil utilizar exactamente 15 adultos presa, foi calculada a proporção de insectos usados em relação aos colocados nas gaiolas, para que as diversas repetições e modalidades pudessem ser comparáveis. O mesmo se efectuou no caso da comparação entre as quatro modalidades de fêmeas de drosófilas, pois numa das repetições foram usadas apenas 14 drosófilas. A análise das taxas de predação foi efectuada, quer para as moscas brancas quer para as drosófilas, em duas partes: (1) comparação das diferentes modalidades de fêmeas; e (2) comparação de fêmeas virgens jovens com machos virgens jovens. Para a análise estatística dos resultados obtidos nos ensaios de avaliação de taxas de predação de *C. attenuata* sobre *T. vaporariorum* e sobre *D. melanogaster* foi, em primeiro lugar testada a normalidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk). Quando não se rejeitava, a análise estatística foi efectuada recorrendo a ANOVA a três factores (idade, cópula e substrato, considerando este último como bloco), no caso da comparação entre fêmeas e ANOVA a dois factores (sexo e substrato, considerado como bloco) no caso das comparações entre fêmea virgem jovem e macho virgem jovem. Quando a normalidade foi rejeitada tentou-se normalizar os dados por transformação, nomeadamente a transformação angular, mas, também, através de logaritmização ou cálculo de raízes quadradas. Quando mesmo após transformação não se conseguiu a normalização, recorreu-se ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis para cada um dos dois factores, em separado, na análise de comparação das taxas de predação das diferentes modalidades de fêmeas sobre drosófila. A análise estatística foi realizada usando o programa estatístico IBM SPSS versão 19.

RESULTADOS

Avaliação da taxa de predação de *Coenosia attenuata* sobre *Trialeurodes vaporariorum*

Dos 81 indivíduos de *C. attenuata* observados, 15 eram fêmeas virgens novas, 13 fêmeas virgens velhas, 18 fêmeas acasaladas novas, 19 fêmeas acasaladas velhas e 16 eram machos (Quadro 11, Anexo I). O consumo médio de moscas brancas, por fêmea e por período de 24 horas, foi de 10,66. Comparando as diferentes modalidades de fêmeas de *C. attenuata* (ANOVA, dois factores (idade, cópula), em blocos – substrato) (Quadro 1), verificou-se a existência de diferenças significativas para a variável “cópula”

($F=4,323$; g.l.=1; $p=0,042$) ou seja houve diferenças entre fêmeas acasaladas e virgens em termos da predação que exerceram sobre *T. vaporariorum*, sendo que as fêmeas acasaladas predam, em média, mais moscas brancas (Quadro 2).

Quadro 1. Análise de variância, com valores da estatística do teste (F) e do nível de significância (p), para a comparação da predação de *Trialeurodes vaporariorum* consoante o substrato, cópula e idade.

<i>Fonte</i>	<i>Tipo III soma de quadrados</i>	<i>g.l.</i>	<i>Quadrado médio</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Modelo corrigido	1,365 ^a	10	0,137	2,833	0,007
Intercepção	53,030	1	53,030	1100,477	0,000
Substrato	1,229	7	0,176	3,644	0,003
Cópula	0,208	1	0,208	4,323	0,042
Idade	0,278	1	0,278	5,767	0,020
Idade*cópula	0,092	1	0,092	1,904	0,173
Erro	2,602	54	0,048		
Total	79,550	65			
Total corrigido	3,967	64			

O “substrato” influenciou o consumo de presas pelas fêmeas ($F=3,644$; g.l.=7; $p=0,003$) (Quadro 1). Também se verificaram diferenças significativas entre fêmeas jovens e fêmeas velhas em termos da predação ($F=5,767$; g.l.=1; $p=0,020$) (Quadro 1), sendo que as fêmeas jovens predam, em média, mais (Quadro 2).

Quadro 2. Proporção número de predados/número de indivíduos colocados de *Trialeurodes vaporariorum* de fêmeas de *Coenosia attenuata*. para as diferentes modalidades de cópula e idade.

	<i>Cópula</i>		<i>Idade</i>	
	<i>Virgens</i>	<i>Acasaladas</i>	<i>Jovens</i>	<i>Velhas</i>
<i>Média + SE⁽¹⁾</i>	0,73 + 0,03	0,74 + 0,03	0,77 + 0,03	0,71 + 0,03
N	28	37	33	32

¹ Erro padrão da média

Comparando as modalidades de fêmeas virgens jovens e machos virgens jovens de *C. attenuata* (Quadro 3) não se verificaram diferenças significativas na predação ($F=0,059$; g.l.=1; $p=0,811$), nem entre “substratos” ($F=0,945$; g.l.6; $p=0,483$), o que indica que as diferenças de condições em cada substrato não foram suficientes para induzir alterações o consumo de presas pelas fêmeas e machos.

Quadro 3. Análise de variância, com valores da estatística do teste (F) e do nível de significância (p), para a comparação da predação de *Trialeurodes vaporariorum* consoante o sexo e o substrato.

<i>Fonte</i>	<i>Tipo III soma de quadrados</i>	<i>g.l.</i>	<i>Quadrado médio</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Modelo corrigido	0,309 ^a	7	0,044	0,843	0,564
Intercepção	32,289	1	32,289	616,742	0,000
Sexo	0,003	1	0,003	0,059	0,811
Substrato	0,297	6	0,049	0,945	0,483
Erro	1,204	23	0,052		
Total	37,565	31			
Total corrigido	1,513	30			

Analizou-se a variação no número de adultos de *T. vaporariorum* predados ao longo do tempo na predação por *C. attenuata* (Fig. 1 a 5), modalidade a modalidade fêmeas virgens jovens – Fig. 1; fêmeas virgens velhas – Fig. 2; fêmeas jovens que copularam – Fig. 3; fêmeas velhas que copularam – Fig. 4; e machos virgens jovens – Fig. 5) e em cada período de observação (0-1h, 1-4h, 4-7h, 7-10h e 10-24h). Em cada Figura indicam-se: o número de insectos predados em relação os número de presas disponíveis no início de cada período de observação (A); o número de insectos predados no período (B); e o número de insectos predados por hora (C).

Relativamente à modalidade fêmea virgem jovem (Fig. 1), observa-se que foi na 1ª hora que *C. attenuata* predou mais indivíduos de *T. vaporariorum* e que o consumo foi diminuindo ao longo dos períodos de observação (Fig.1C), embora sobretudo no último dos períodos (10h-24h) o número de predados tenha correspondido ao número de presas disponíveis (Fig.1 A).

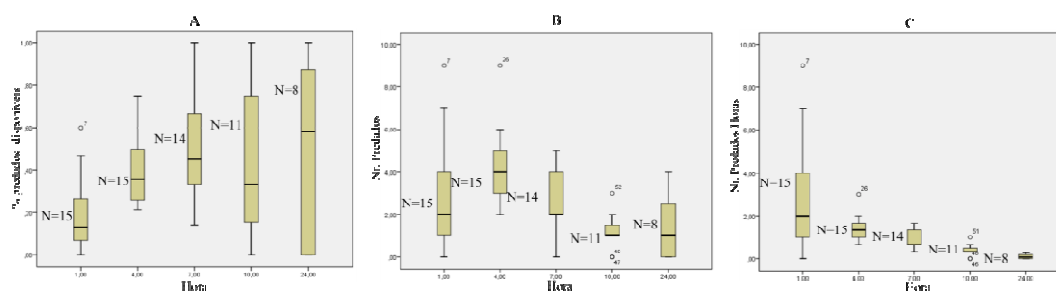


Figura 1. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea virgem jovem de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Trialeurodes vaporariorum*.

No caso das fêmeas virgens velhas (Fig. 2), verificou-se que o número de predados se manteve estável no período das 4h-7h (Fig. 2 B) e que tal como se observou na modalidade anterior, estas fêmeas apresentam uma maior taxa de predação na primeira hora de ensaio (Fig. 2C). Ao longo das 24 horas foram consumindo cada vez menos presas por hora (Fig.2C), mas em alguns dos casos consumiram todas as presas (Fig. 2A).

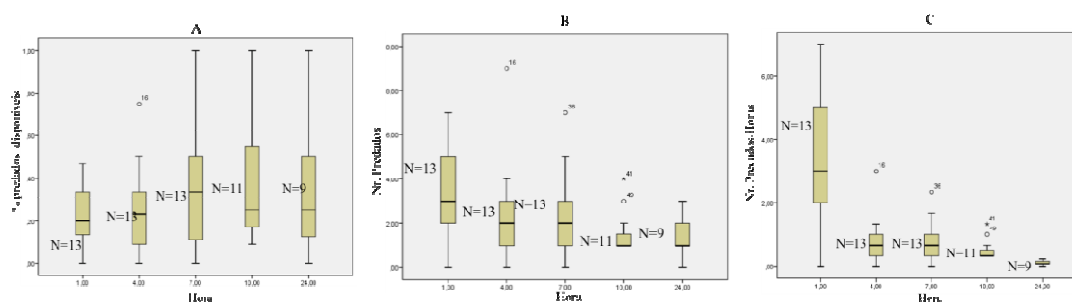


Figura 2. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea virgem velha de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Trialeurodes vaporariorum*.

Em relação a fêmeas acasaladas jovens (Fig. 3), verificou-se que o número de predados se manteve estável nas três primeiras horas (Fig. 3B) e que tal como se observou nas modalidades anteriores, estas fêmeas apresentaram uma maior taxa de predação na primeira hora de ensaio (Fig.3C). Ao longo das 24 horas foram consumindo cada vez menos presas por hora (Fig.3C). Maioritariamente, foram predadas todas as presas disponíveis no final do ensaio (Fig. 3A).

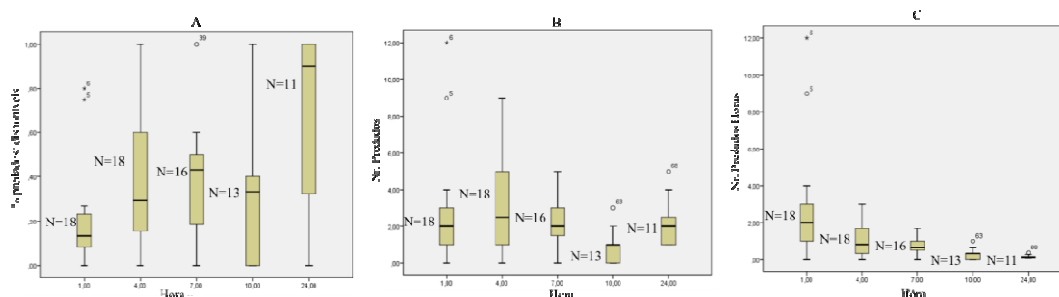


Figura 3. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea acasalada jovem de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Trialeurodes vaporariorum*.

As fêmeas acasaladas velhas (Fig. 4) nas duas primeiras horas apresentaram um maior consumo de presas (Fig. 4B), embora nesses períodos já existissem poucas presas disponíveis (Fig. 4A). A taxa de predação/hora também diminuiu da 1ª para a última hora de observação (Fig. 4C). Na maioria das repetições as presas foram predadas na totalidade no final das 24h (Fig. 4A).

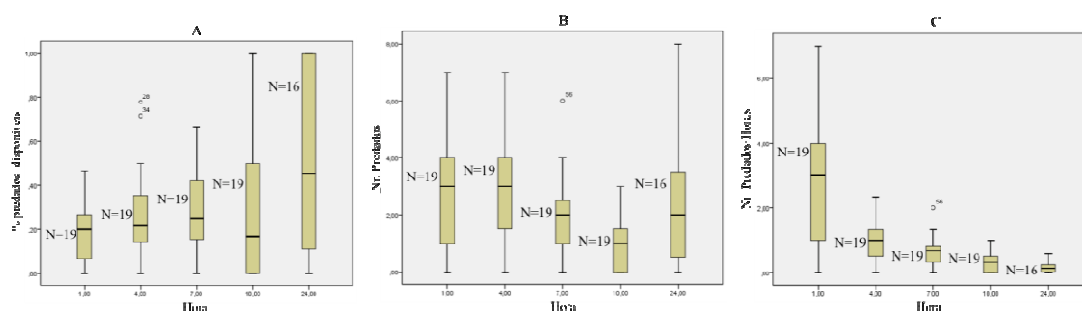


Figura 4. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea acasalada velha de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Trialeurodes vaporariorum*.

Na modalidade machos virgens jovens (Fig. 5), verificou-se que é da 1ª à 4ª hora que houve um maior consumo de presas (Fig. 5B), mesmo havendo um menor número de presas disponíveis (Fig. 5A), mas o consumo/hora é maior também na 1ª hora.

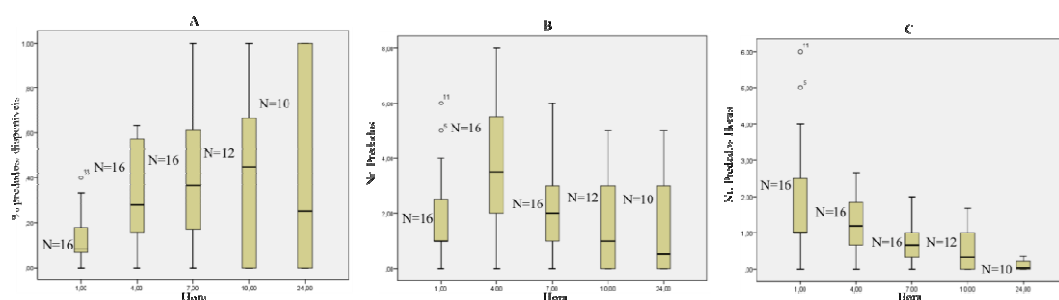


Figura 5. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade machos virgens jovens de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Trialeurodes vaporariorum*.

Avaliação da taxa de predação de *Coenosia attenuata* sobre *Drosophila melanogaster*

Dos 126 indivíduos de *C. attenuata* testados, 23 eram fêmeas virgens novas, 22 fêmeas virgens velhas, 32 fêmeas acasaladas novas, 27 fêmeas acasaladas velhas e 22 eram machos (Quadro 12 do Anexo I). O consumo médio, por fêmea e no período de 24 horas, foi de 5,68 drosófilas.

Para comparar as diferentes modalidades de fêmeas de *C. attenuata*, uma vez que os dados iniciais não cumpriam os pressupostos da ANOVA, tentou-se a sua normalização através de transformações, sem sucesso. Como os testes não paramétricos não permitiriam a análise considerando os dois factores em estudo e os blocos e como a ANOVA é considerada bastante robusta para suportar desvios à normalidade (Cadima, 2008/09) apresentam-se os resultados da ANOVA a dois factores (idade, cópula), considerando o substrato como blocos (Quadro 4). Não se verificou a existência de diferenças significativas para a variável “cópula” ($F=1,281$; g.l.=1; $p=0,261$) o que indica que não houve diferenças entre fêmeas acasaladas e virgens em termos da predação que exerceram sobre *D. melanogaster*, quase se verificaram diferenças significativas para a variável “idade” ($F=3,776$; g.l.=1; $p=0,055$) sendo que as fêmeas jovens tenderam a predar, em média, mais drosófilas (Quadro 5). O substrato influenciou a predação ($F=2,608$; g.l.=9; $p=0,010$) (Quadro 4).

Quadro 4. Análise de variância, com valores da estatística do teste (F) e do nível de significância (p), para a comparação da predação de *Drosophila melanogaster* consoante o substrato, cópula e idade.

<i>Fonte</i>	<i>Tipo III soma de quadrados</i>	<i>g.l.</i>	<i>Quadrado médio</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Modelo corrigido	0,375 ^a	12	0,031	3,472	0,000
Intercepção	7,320	1	7,320	812,814	0,000
Substrato	0,211	9	0,023	2,608	0,010
Cópula	0,012	1	0,012	1,281	0,261
Idade	0,034	1	0,034	3,776	0,055

Idade*cópula	0,054	1	0,054	6,011	0,016
Erro	0,774	86	0,009		
Total	14,776	99			
Total corrigido	1,150	98			

Quadro 5. Proporção número de predados/número de indivíduos colocados de *Drosophila melanogaster* por fêmeas de *Coenosia attenuata* para as modalidades idade.

	<i>Idade</i>	
	<i>Jovens</i>	<i>Velhas</i>
<i>Média + SE⁽¹⁾</i>	0,40 + 0,02	0,34 + 0,01
N	55	49

¹SE = Erro padrão da média

Contudo, no (Quadro 6) apresentam-se os resultados da análise recorrendo ao teste não paramétrico Kruskal-Wallis para os dois factores em separado, “cópula” e “idade”. Analisando os dados estatisticamente, verificou-se a existência de diferenças significativas no que se refere aos dois factores.

Quadro 6. Análise estatística dos resultados de predação *Drosophila melanogaster* utilizando a ANOVA não paramétrica, teste de Kruskal-Wallis.

	Cópula	Idade
Qui-quadrado	7,315	5,761
Grau Liberdade	1	1
p	0,007	0,016

Comparando as diferentes modalidades de fêmeas virgens jovens e machos virgens jovens de *C. attenuata* com dois factores (sexo e substrato, este último encarado como bloco) (Quadro 7) não se detectaram diferenças significativas para a variável “sexo” ($F=1,734$; g.l.=1; $p=0,196$). Não se detectou influência do bloco, ou seja, as diferenças de condições em cada substrato não foram suficientes para fazer variar o consumo de presas nas fêmeas virgens jovens e machos virgens jovens.

Quadro 7. Análise de variância, com valores da estatística do teste (F) e do nível de significância (p), para a comparação da predação de *Drosophila melanogaster* modalidade fêmeas virgens jovens e machos virgens jovens de *Coenosia attenuata*.

<i>Fonte</i>	<i>Tipo III soma de quadrados</i>	<i>g.l.</i>	<i>Quadrado médio</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Modelo corrigido	55,833 ^a	8	6,979	1,476	0,200
Intercepção	864,673	1	864,673	182,927	0,000
Sexo	8,198	1	8,198	1,734	0,196
Substrato	55,823	7	7,975	1,687	0,143
Erro	170,167	36	4,727		
Total	1506,000	45			
Total corrigido	226,000	44			

Analizou-se a variação no número de adultos de *D. melanogaster* predados ao longo do tempo na predação por *C. attenuata* (Fig. 6 a 10), modalidade a modalidade (fêmeas virgens jovens – Fig. 6; fêmeas virgens velhas – Fig. 7; fêmeas que copularam jovens – Fig. 8; fêmeas que copularam velhas – Fig. 9; e machos virgens jovens – Fig. 10) e em cada período de observação (0-1h, 1-4h, 4-7h, 7-10h e 10-24h), tal como foi realizado para a presa *T. vaporariorum*. Em cada figura indica-se: o número de insectos predados em relação os número de presas disponíveis no início de cada período de observação (A); o número de insectos predados no período (B); e o número de insectos predados por hora (C).

No caso das fêmeas virgens jovens (Fig. 6), verificou-se que o número de predados se mantém estável durante as 24 horas (Fig. 6B). Observou-se que foi durante a 1^a hora de exposição que as fêmeas virgens jovens predaram mais *D.melanogaster* (em termos de taxa de consumo/hora) e que o consumo foi diminuindo ao longo dos períodos de observação (Fig. 6C). Só numa repetição ocorreu predação de todas as presas no final das 24 horas (Fig. 6A).

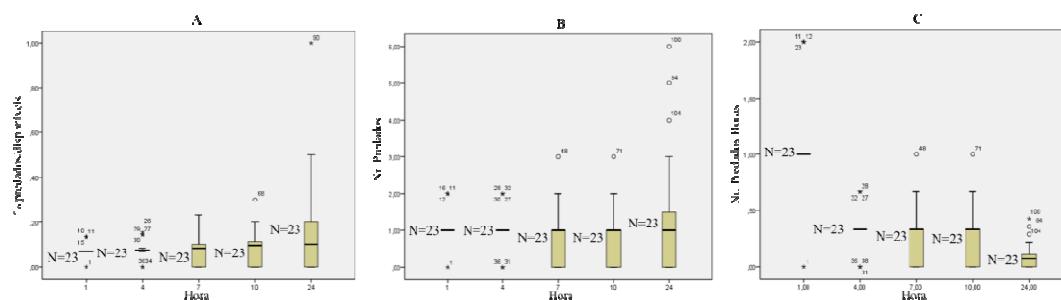


Figura 6. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea virgem jovem de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Drosophila melanogaster*.

Relativamente à modalidade fêmeas virgens velhas verificou-se que embora tenha ocorrida na primeira hora um maior número de presas disponíveis neste período verificou-se um menor consumo de *D. melanogaster* em relação à disponibilidade (Fig. 7A), sendo que nos dois últimos períodos de observação se registaram umas repetições com um maior número de insectos predados (Fig. 7B), mesmo com menos presas disponíveis. Tal como se observou no caso anterior, estas fêmeas apresentam um maior número de taxa de predação na primeira hora do ensaio. Ao longo das 24 horas vão consumindo cada vez menos presas por hora (Fig. 7C).

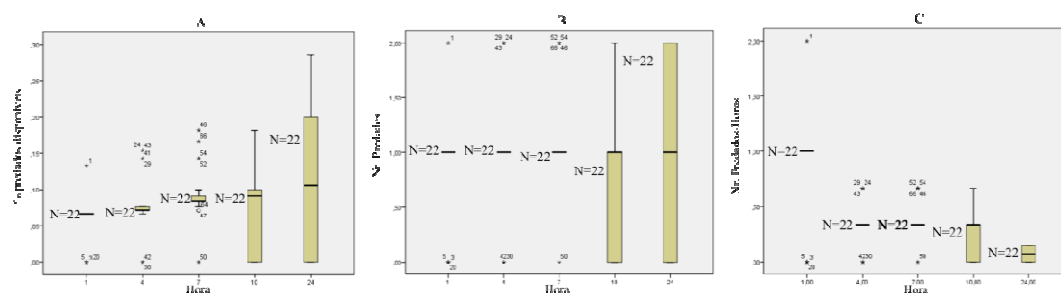


Figura 7. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea virgem velha de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Drosophila melanogaster*.

No caso das fêmeas acasaladas jovens (Fig. 8), verifica-se que foi no último período de observação que se registaram os valores mais elevados de consumo (Fig. 8B), mesmo com menos presas disponíveis. Observou-se, também neste caso, que as fêmeas apresentaram uma maior taxa de predação na primeira hora do ensaio. A taxa de consumo horário também foi superior nos primeiros períodos (Fig. 8C) e só numa repetição ocorreu consumo de todas as presas disponibilizadas (Fig. 8A).

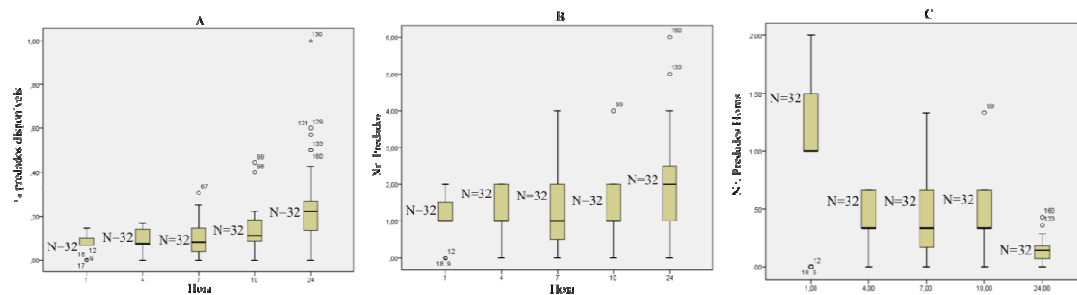


Figura 8. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea acasalada jovem de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Drosophila melanogaster*.

No caso das fêmeas acasaladas velhas, o período com maior consumo de *D. melanogaster* foi o 2º e 3º, ou seja da 1ª à 7ª hora de observação, mesmo com menor número de presas disponíveis (Fig. 9B). Tal como se observou nos casos anteriores, as fêmeas acasaladas velhas apresentam um maior número de insectos predados/hora na primeira hora do ensaio. Ao longo das 24 horas vão consumindo cada vez menos presas por hora (Fig.9 C).

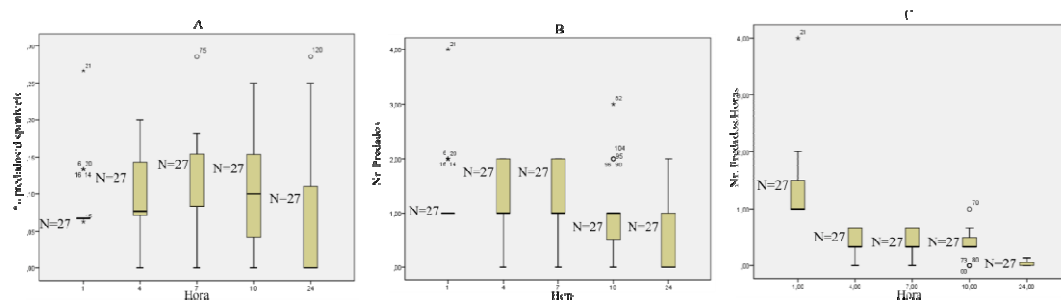


Figura 9. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade fêmea acasalada velhas de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Drosophila melanogaster*.

No caso dos machos virgens jovens (Fig. 10), verifica-se que foi nos períodos da 7ª à 24ª hora de observação que ocorreu um maior consumo de presas em número absoluto (Fig. 10B), mesmo havendo um menor número de presas disponíveis (Fig.10A), mas, também nesta modalidade, a taxa de predação horária foi maior na 1ª hora, diminuindo depois este valor (Fig. 10C).

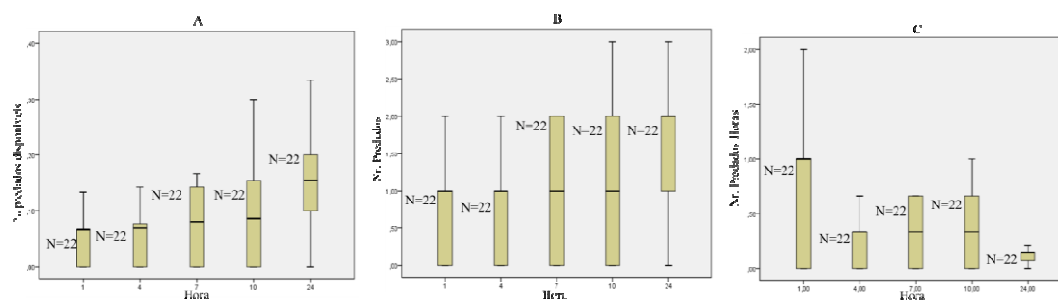


Figura 10. Distribuição dos valores de proporção de insectos predados/disponíveis (A), do número de insectos predados (B) e do número de insectos predados/hora (durante as 24 horas do ensaio) (C), para a modalidade machos virgens jovens de *Coenosia attenuata* – predação sobre *Drosophila melanogaster*.

DISCUSSÃO

Para obter adultos de *C. attenuata* para estes ensaios foram usados substratos de criação em que não se conseguiu controlar a disponibilidade alimentar para as larvas (densidades de larvas de esciarídeos eventualmente diferentes), o que poderia influenciar a dimensão dos adultos de *C. attenuata* e, porventura, a sua voracidade e a sua capacidade de predação. Assim, os adultos provenientes de cada substrato de criação foram usados num mesmo bloco de modalidades de mosca tigre, isto é, consideraram-se as moscas tigre provenientes de cada substrato de criação como um bloco. E de facto, verificou-se que o substrato influenciou a predação para as duas presas estudadas.

Em estufa, Pinho (2008) observou mais fêmeas do que machos e verificou que estas são mais activas, “mais inquietas” permanecendo menos tempo em repouso entre os voos não provocados. Também Kaviani *et al.*, (2010) estudaram o potencial de predação de *C. attenuata*, tendo verificado que as fêmeas consumiam maior número de presas e apresentavam maior longevidade do que os machos.

A idade das fêmeas escolhidas para as modalidades teve em conta a longevidade média observada nas gaiolas de criação (aproximadamente 40 dias a temperaturas entre 21 e 26 °C) e os valores indicados na bibliografia (Kühne, 2000). Foi considerado, também, que aos 12 dias as fêmeas já teriam idade suficientemente elevada para que se conseguisse detectar diferenças na predação. O que vai de encontro com os resultados obtidos.

Como se mencionou, as fêmeas consumiram 5,7 drosófilas por fêmea e por 24 horas em média, um valor muito mais elevado do que o mencionado na bibliografia: Moreschi & Süss (1998) observaram uma fêmea de *C. attenuata* a alimentar-se de, pelo menos, 2 drosófilas por dia e Kuhne (2000) verificou um consumo de 1,5 drosófilas por dia. A diferença entre estes valores poderá ser explicada pelo facto de que além da predação para alimentar-se esta espécie mata muitas presas sem as consumir e estando as presas tão próximas na gaiola, ao longo do tempo de ensaio, a mosca tigre poder ter morto sem consumir inteiramente algumas das drosófilas predadas.

Quanto ao consumo de *T. vaporariorum*, o consumo observado de, em média, 10,7 moscas brancas por fêmea e por dia, um valor muito mais elevado do que o mencionado na bibliografia: Téllez *et al.* (2009) verificaram um consumo de 8,9 de moscas brancas. A diferença entre estes valores poderá ser explicada pelo facto da densidade de presas utilizadas nos estudos laboratoriais e pelo menor tamanho e menor peso da presa.

Neste trabalho observou-se que as fêmeas jovens predam mais, em média, do que as fêmeas velhas. Alguns autores (Moreschi & Süss 1998; Martinez & Cocquempot, 2000) indicam que a idade interfere na actividade de predação e que indivíduos mais velhos alimentam-se menos, tornam-se lentos e falham muitas vezes a presa que tentam capturar. Contudo, provavelmente o número de dias de diferença entre a modalidade fêmea jovem e fêmea velha consideradas neste trabalho, e tendo em conta a longevidade média do predador não será suficiente para que as estas diferenças, decorram apenas do facto de serem mais lentos e de falharem a captura da presa mais frequentemente.

Verificou-se que as fêmeas acasaladas predaram em média, mais moscas brancas do que as fêmeas virgens, enquanto para *D.melanogaster* não se verificaram diferenças significativas, embora sem considerar o efeito substracto se verifiquem diferenças através do teste não paramétrico. Estas diferenças poderão ser explicadas pelo facto de as fêmeas acasaladas passarem por um período de postura activa, conforme observações de Morris & Cloutier (1987), e para isso terem maiores necessidades energéticas para formarem os ovos, no caso de a espécie ser sinovigénica (a produção de ovos dependeria nesse caso da nutrição proteica da fêmea adulta), o que conduziria a um comportamento mais agressivo.

Morris & Cloutier (1987) referem que a predação dos machos é menor do que a das fêmeas de *C. tigrina*, o que não se verificou neste trabalho. Na comparação de fêmeas virgens e machos virgens jovens não se observaram diferenças na proporção de presas predadas.

É de salientar que tanto sobre *T. vaporariorum* como sobre *D.melanogaster* foi na 1ª hora de observação que ocorreu uma maior taxa horária de consumo de presas em qualquer das modalidades, o que poderá ser devido à imposição de jejum prévio a que cada predador foi sujeito antes do início de cada ensaio. Ao longo das 24 horas estas taxas foram diminuindo e este facto pode estar dependente da menor disponibilidade de presas. Como o erro padrão da média vai geralmente diminuindo do primeiro para o último período de observação a taxa de predação vai sendo mais homogénea ao longo do tempo.

A realização de um maior número de repetições dos ensaios de predação poderia permitir a observação de diferenças mais acentuadas entre as modalidades. Contudo, tendo em conta os objectivos e o tempo disponibilizado para a realização do estudo, foi realizado o maior número de repetições possíveis.

O facto de *C. attenuata* preda *T. vaporariorum* e de apresentar taxas de predação relativamente elevadas poderá ser muito importante para a luta biológica desta espécie praga em estufa, e constitui um forte incentivo para a continuação do estudo deste díptero predador e da sua conservação neste ecossistema agrícola, através da selecção criteriosa dos pesticidas e de um menor número de aplicações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cadima, J., 2008/9. Apontamentos de Estatística e Delineamento. ISA/UTL, Lisboa
<http://www.isa.utl.pt/dm/estdel/08-09/slides281a287.pdf> (acedido em Outubro 2011)

Colombo, M., Eördegh, F. R., 1991. Ritrovamento di *Coenosia attenuata*, attivo predatore di aleirodidi, in colture protette in Liguria e Lombardia. *Informatore Agrario* 47: 187-189.

Gilioli, G., Baumgärtner, J., Vacante, V., 2005. Temperature influences on functional response of *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) individuals. *Journal of Economic Entomology*, 98 (5): 1524-1530.

Guimarães, J. M., Louro, D., 1995. O grave problema posto pela expansão da mosca branca *Bemisia tabaci* e das viroses por ela transmitidas. Lisboa. *CNPPA, CPA/DI – PPA (ID)*. 47/95, 8pp.

Kühne, S., 1998. Open rearing of generalist predators: a strategy for improvement of biological pest control in greenhouses. *Phytoparasitica* 26(4): 277-281.

Kühne, S., 2000. Räuberische Fliegen der Gattung *Coenosia* Meigen, 1826 (Diptera: Muscidae) und die Möglichkeit ihres Einsatzes bei der biologischen Schädlingsbekämpfung. *Studia Dipterologica*, Supplement 9. 78 pp. (cit in: Prieto, R., 2002. Dípteros predadores do género *Coenosia* Meigen em culturas hortícolas protegidas na região Oeste. *Trabalho Fim Curso*, ISA/UTL, Lisboa, 64 pp.).

Lopes, A., 2003. Distribución y dinámica poblacional de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) en cultivos de tomate de Portugal: relación com la incidência del virus TYLCV. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Espanha, 333 pp.

Martinez, M., Cocquempot, C., 2000. La mouche *Coenosia attenuata* nouvel auxiliaire prometteur en culture protégée. *PHM-Revue Horticole*, 414: 50-52.

Moreschi, I., Süss, L., 1998.Osservazioni biologiche ed etologiche su *Coenosia attenuata* Stein e *Coenosia strigipes* Stein (Diptera : Muscidae). Boletim ZoologyAgráriaBachi., Ser. II 30: 185-197.

Pohl, D., Uygur, F. N., Sauerborn, J., 2003.Fluctuations in population of the first recorded predatory fly *Coenosia attenuata* in cotton fields in Turkey. *Phytoparasitica*, 31(5): 446-449.

Pinho, V., 2008.Distribuição espacial e comportamento predatório de *coenosia attenuata* (Díptera: Muscidae) em hortícolas de estufa, na região Oeste. Tese de Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Prieto, R., 2002. Dípteros predadores do género *Coenosia* Meigen em culturas hortícolas protegidas na região Oeste. *Trabalho Fim Curso*, Instituto Superior Agronomia /Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 64 pp.

Rodriguez, M. D., Aguilera, A. M., 2003.A useful new natural enemy. *European Whitefly Studies Network Newsletter*,16: 3.

Sutherland, A., 2005. Old world predatory flies may help control various adult insect pests for the California gerbera industry. *Gerbera Pest Management Alliance*, 5, 3pp. <http://entomology.ucdavis.edu/faculty/parrella/gpma/file/newsletter5.pdf> (acedido em Janeiro de 2010)

Téllez, M., Tapia, G., Gamez, M., Cabello, T., Emden, H., 2009. Predation of *Bradysia* sp. (Diptera: Sciaridae), *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) by *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) in greenhouse crops. Eur. J. Entomol. 106: 199:20.

Influência da presença de muco de *Lumbricus terrestris* e de esciarídeos nos substratos de desenvolvimento dos estados imaturos de *Coenosia attenuata* Stein no comportamento de oviposição da mosca tigre.

Susana Leal ¹, Maria Teresa Rebelo ², Elisabete Figueiredo ³

¹ Rua José Vicente de Brito, nº 34, Poço-Novo, 8135 Almancil Susana_leal@sapo.pt

² Departamento de Biologia Animal. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa / CESAM. R. Ernesto Vasconcelos. Edifício C2. Campo Grande. 1749-016 Lisboa. mtrebelo@fc.ul.pt

³ Departamento de Ciências e Engenharia de Biosistemas. Instituto Superior de Agronomia. Tapada da Ajuda. 1349-017 Lisboa. elisalacerda@isa.utl.pt

RESUMO

Estudou-se a avaliação da influência do muco de *Lumbricus terrestris* de larvas de esciarídeos na oviposição de *Coenosia attenuata*. Na avaliação da influência de muco, cada fêmea foi introduzida individualmente em caixas de Petri, com papel de filtro impregnado com muco de minhoca ou com substrato com larvas de esciarídeos (teste) ou com papel filtro saturado com água destilada ou substrato sem larvas de esciarídeos (testemunha). Registou-se o número de extensões do ovipositor e o número de ovos postos pela fêmea de *C. attenuata*. O número de extensões do ovipositor e o número de ovos postos na presença de muco foram significativamente superiores aos da testemunha. A média do número de extensões do ovipositor e a média do número de ovos postos na presença de larvas de esciarídeos foram superiores às respectivas médias da modalidade testemunha, em qualquer dos casos sem significado estatístico.

Colocando à disposição de uma fêmea de mosca tigre, em placa de Petri, muco de *Lumbricus terrestris* e substrato com larvas de esciarídeos, o número de extensões do ovipositor e o número de ovos postos na modalidade com muco foram superiores, em média, na metade da caixa de Petri com muco (estaticamente significativo para o primeiro dos parâmetros).

Palavras-chave: *Coenosia attenuata*, oviposição, *Lumbricus terrestris*, esciarídeos

ABSTRACT

The influence of *Lumbricus terrestris* mucus and sciarid larvae upon *Coenosia attenuata* oviposition was evaluated. To study the influence of mucus, each female was placed in Petri dishes, with filter paper impregnated with mucus of the earthworm (test) or with filter paper full of distilled water (control). For the sciarid tests, each female was placed in a Petri dish with substrate infested with (test) or without (control) sciarid larvae. The number of extensions of the ovipositor made and the number of eggs laid by the female of *C. attenuata* were registered. The number of extensions of the ovipositor and the number of eggs laid in the presence of mucus were significantly higher than the control. The average of the number of extensions to the ovipositor and the number of eggs laid in the presence of larvae of sciarideos were higher than the in the control, in both cases without statistical significance.

Placing mucus of earthworm *L. terrestris* and the substrate with sciarids larvae in each half of a Petri dish, the number of extensions of the ovipositor and the number of eggs laid in the in half of the Petri dish with mucus were higher than in the half containing the sciarids (statistically significant for the former parameter).

Key Words: *Coenosia attenuata*, oviposition, *Lumbricus terrestris*, sciarideos

INTRODUÇÃO

Coenosia attenuata Stein (Diptera: Muscidae: Coenosiini) pertence a um género conhecido em todas as regiões geográficas (Couri & Pont 2000). A espécie é, também, referida como tendo uma distribuição bastante mais alargada que inclui Norte da África e Macaronésia, parte da região Afrotropical, região Orientale região da Australásia (Pont, 1986). O primeiro relato de *C. attenuata* em estufas foi feito por Freidberg & Gijswijt (1983) na sequência de um levantamento de inimigos naturais de *Liriomyza trifolii* (Burgess) em Israel.

Moreschi & Suss (1998) relataram populações de *C. attenuata*, bem como *C. tigrina* Fab. *C. humilis* Meigen e *C. strigipes* Stein em estufas, na Lombardia, Itália.

As fêmeas põem os ovos nas microfissuras do terreno, pois o encurvamento pronunciado do abdómen permite postura em interstícios a uma profundidade de cerca de 5 mm. A fêmea tenta inserir os ovos no máximo desta profundidade, continuando a sondar o substrato com o abdómen, procurando espaços vazios provocados pela granulometria do terreno (Moreschi & Suss, 1998).

Moreschi & Suss (1998) verificaram que, em condições de laboratoriais, a postura decorreu preferencialmente em dobras do substrato constituído por papel molhado, em relação à superfície deste. O ovipositor que se suja em o contacto com o terreno, é limpo, muito frequentemente, por meios das patas posteriores, ao longo do abdómen, que são esfregadas uma contra a outra.

Edwards & Lofty (1977) verificaram que espécies do género *Coenosia* ovipositam perto de larvas de minhoca, garantindo, assim, alimento para as suas larvas.

No entanto, as minhocas são negativamente fototáticas (Edwards & Lofty, 1977) e observações de Morris & Pivnick (1991) indicam que *Coenosia* spp. oviposita, principalmente, durante as últimas três horas do dia. A oviposição por *Coenosia* spp. no final do dia pode estar relacionada com condições ambientais favoráveis, ou outros factores (Morris & Pivnick, 1991). Assim, a hipótese de as fêmeas *C. tigrina* ovipositarem em resposta à presença de produtos químicos produzido pelas minhocas que assinalem a presença de presas para as larvas deste predador foi levantada por diversos autores (Arthur *et al.*, 1972; Bouchard & Cloutier, 1984; Nettles & Burke, 1975).

Bradysia difformis Frey, 1948 (Diptera: Sciaridae) é um insecto considerado praga em culturas protegidas, por ser responsável pela transmissão de doenças nas raízes e pela redução da qualidade estética das culturas ornamentais (Ferguson *et al.*, 2006). As larvas de esciarídeos alimentam-se de matéria vegetal em decomposição e podem causar prejuízos directos, penetrando e alimentando-se de tecido radicular e do caule, ou indirectos, por criarem orifícios durante a alimentação, que permitem a entrada de fungos e bactérias. Nas estufas, os adultos realizam a postura junto à estrutura micelial de fungos existentes nos substratos ou no solo, contribuindo para a sua disseminação, devido à aderência dos esporos ao seu corpo (Kühne & Heller, 2010).

O desenvolvimento de *C. attenuata* depende da presença de esciarídeos. Estudos realizados por Tapia *et al.*, (2005) confirmam o papel importante de *C. attenuata* na luta biológica desta praga.

Neste trabalho, avaliou-se: (1) a influência do muco de *Lumbricus terrestris* na oviposição de *Coenosia attenuata*; (2) a influência de larvas de esciarídeos no substrato de desenvolvimento dos estados imaturos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Ensaios de avaliação da influência do muco de *Lumbricus terrestris* na oviposição de *Coenosia attenuata*

Os ensaios laboratoriais foram desenvolvidos no Insectário localizado no Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Após a emergência, adultos de *C. attenuata* foram colocados em gaiolas de acrílico (de 30x30x40cm³) à temperatura de 21 ± 3 °C, $60 \pm 10\%$ HR e um fotoperíodo de 14 h. Para assegurar o acasalamento, cada fêmea teve acesso a um macho recém emergido, entre 24 a 48 horas. Neste período foram alimentadas com adultos de drosófila. Estes adultos não entraram em contacto com *L. terrestris* nem com o seu muco antes da realização do ensaio. Para obter o muco de *L. terrestris* para os ensaios, foram recolhidas várias minhocas desta espécie de um compostor e colocadas num recipiente com 17 cm de comprimento e 12 cm de largura com terra com matéria orgânica em decomposição no interior. A caixa foi mantida no insectário a uma temperatura de $21^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Procedeu-se à humedificação periódica do substrato com água, através de um vaporizador manual.

Cerca de uma hora antes da realização dos ensaios, colocavam-se 5 minhocas em cada caixa de Petri de vidro de 9 cm de diâmetro, contendo um disco de algodão no seu interior sob um disco de papel de filtro branco húmido. Grandes quantidades de muco foram produzidas nestas condições. Foram utilizadas fêmeas de *C. attenuata* que copularam previamente com 10 a 12 dias de idade. Para a modalidade muco, cada fêmea foi introduzida, individualmente, nas caixas de Petri com o papel de filtro com muco de minhoca, preparadas como descrito atrás; as fêmeas da modalidade testemunha foram colocadas em caixas de Petri com disco de algodão sob um disco de papel filtro saturado com água destilada. Os ensaios foram executados a uma temperatura ambiente entre 20°C e 25°C.

Os ensaios foram realizados durante as últimas três horas do dia (com um fotoperíodo de 14h), executando-se cada par Muco-Testemunha consecutivamente. Cada repetição Muco-Testemunha teve uma duração total de 30 minutos, 10 minutos de observação mais 5 minutos de preparação para cada um dos testes do par.

Foram realizadas 40 repetições de cada modalidade. As fêmeas de *C. attenuata* utilizadas para cada uma das modalidades, em cada par, provinham do mesmo substrato. Dentro de um período de 10 minutos registou-se o número de extensões do ovipositor e o número de ovos postos pela fêmea de *C. attenuata*.

Ensaio de avaliação da influência de larvas de esciarídeos no substrato sobre a oviposição de *Coenosia attenuata*

As fêmeas adultas de *Coenosia attenuata* foram obtidas como referido nos ensaios para avaliar a influência de muco na oviposição.

Para estes ensaios usou-se substrato composto por uma mistura de terra vegetal, fibra de coco e aveia inoculada com fungo *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr.) Kummer infestado com larvas de esciarídeos, fornecido pela equipa do projecto de investigação onde este trabalho está inserido. Foram utilizadas fêmeas que copularam, com 10 a 12 dias de idade de *C. attenuata*. Cada fêmea da modalidade esciarídeos foi introduzida individualmente em caixa de Petri com 9cm de diâmetro, contendo substrato com larvas de esciarídeo, coberto com disco de papel de toalhete saturado de água destilada; as fêmeas da modalidade testemunha foram colocadas em caixa de Petri com substrato similar, mas sem infestação, coberto com disco de papel toalhete saturado de água destilada.

Os ensaios foram realizados durante as últimas três horas do dia (com um fotoperíodo 14h) da mesma forma que foi descrito para os ensaios de avaliação da influência do muco. Foram, também, efectuadas 40 repetições.

Ensaio de comparação de muco de *Lumbricus terrestris* e larvas de esciarídeos na oviposição de *Coenosia attenuata*

As fêmeas adultas de *Coenosia attenuata* foram obtidas como referido nos ensaios para avaliar a influência de muco e da influência de larvas de esciarídeos na oviposição.

Para estes ensaios usou-se substrato infestado com larvas de esciarídeos obtido de forma semelhante ao utilizado para estudar a influência da presença de larvas de esciarídeos e de muco de *L. terrestris* na oviposição, disponibilizando para cada fêmea e simultaneamente estes dois substratos para postura. Foram utilizadas fêmeas de *C. attenuata* que copularam, com 10 a 12 dias de idade. Cada fêmea foi introduzida

individualmente em caixa de Petri com 9cm de diâmetro, contendo metade da área com substrato com esciarídeos coberto com disco de papel de toalhete saturado de água destilada e a outra metade com papel filtro saturado de muco. Foram registados o número de extensões de ovipositor e de ovos postos pelas fêmeas de *C. attenuata* em cada uma das metades da caixa de Petri, num período de 10 minutos.

Os ensaios foram também realizados durante as últimas três horas do fotoperíodo. Foram, também efectuadas 40 repetições.

Análise estatística

Para a análise estatística dos dados recorreu-se aos programas estatísticos SPSS versão 17 e IBM SPSS versão 19. Em primeiro lugar, procedeu-se à análise da normalidade dos dados (teste de Kolmogorov-Smirnov). Quando não se rejeitou a normalidade, procedeu-se à comparação entre as duas modalidades (muco *versus* testemunha, esciarídeos *versus* testemunha; muco *versus* esciarídeos) através do teste t-student para amostras emparelhadas; quando a normalidade foi rejeitada, procedeu-se à análise através de testes não paramétricos para análise de amostras dependentes: teste de Wilcoxon, quando se assumiam os seus pressupostos (e.g. simetria da população de diferenças), ou teste de Friedman ou teste dos sinais, em caso contrário. Em qualquer dos casos, rejeitou-se a hipótese nula, de semelhança de médias ou de medianas, para nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

Os resultados obtidos nos ensaios da influência do muco de *L. terrestris* na oviposição de *C. attenuata* (Quadro 13, Anexo II), no que se refere ao número de extensões do ovipositor observado e do número de ovos postos, estão indicados no Quadro 8.

Quadro 8. Número de extensões do ovipositor e número de ovos postos por *Coenosia attenuata* com e sem muco de *Lumbricus terrestris*.

	<i>Extensão de ovipositor (n°)</i>		<i>Ovos postos (n°)</i>	
	<i>Média + SE⁽¹⁾</i>	<i>Mediana</i>	<i>Média + SE⁽¹⁾</i>	<i>Mediana</i>
Muco	3,82 ± 0,80	1,00	1,90 ± 0,46	0,00
Testemunha	3,00 ± 0,11	0,00	0,20 ± 0,09	0,00

¹SE = Erro padrão da média

Verificou-se que o número de extensões do ovipositor e o número de ovos postos na presença de muco foram significativamente superiores aos da testemunha (número de extensões - teste de Wilcoxon: $Z = -3,796$; $p < 0,001$; número de ovos – teste dos sinais: $p = 0,012$).

Os resultados obtidos nos ensaios de avaliação da influência de larvas de esciarídeos na oviposição de *C. attenuata* (Quadro 14, Anexo II), estão indicados no Quadro 9.

Quadro 9. Número de extensões do ovipositor e número de ovos postos por *Coenosia attenuatana* presença e em ausência de larvas de esciarídeos.

	<i>Extensão de ovipositor (n°)</i>		<i>Ovos postos (n°)</i>	
	<i>Média + SE⁽¹⁾</i>	<i>Mediana</i>	<i>Média + SE⁽¹⁾</i>	<i>Mediana</i>
Esciarídeos	1,50 ± 0,40	0,00	0,75 ± 0,25	0,00
Testemunha	0,25 ± 0,10	0,00	0,10 ± 0,05	0,00

¹SE = Erro padrão da média

Verificou-se que a média do número de extensões do ovipositor e a média do número de ovos postos na presença de larvas de esciarídeos foram superiores às médias respectivas da modalidade testemunha. Contudo, não se detectaram diferenças significativas para qualquer das variáveis estudadas (número de extensões - teste de Friedman: $\chi^2 = 1,600$; $p = 0,206$; número de ovos – teste de Wilcoxon: $Z = -1,499$; $p = 0,134$).

No caso da análise do número de extensões do ovipositor, apesar de se terem efectuado várias transformações dos dados a normalidade dos dados foi sempre rejeitada, assim como os pressupostos do teste de Wilcoxon, pelo que a análise foi efectuada recorrendo ao teste de Friedman, muito menos potente. Contudo, e apenas para a análise de tendências, foi efectuado um teste de t-student para amostras emparelhadas que revela haver tendência para diferenças entre as modalidades com larvas de esciarídeos e testemunha em relação ao número de vezes em que se observou a extensão do ovipositor ($t = 2,136$; $gl = 39$; $p = 0,039$).

Os resultados obtidos nos ensaios com muco de *L. terrestris* e larvas de esciarídeos (Quadro 15, Anexo II), na mesma placa de Petri estão indicados no Quadro 10.

Quadro 10. Número de extensões do ovipositor e número de ovos postos por *Coenosia attenuatana* presença de muco e de larvas de esciarídeos.

	<i>Extensão de ovipositor (n°)</i>		<i>Ovos postos (n°)</i>	
	<i>Média + SE(1)</i>	<i>Mediana</i>	<i>Média + SE(1)</i>	<i>Mediana</i>
Muco	1,00 ± 0,23	0,00	0,38 ± 0,10	0,00
Esciarídeos	0,33 ± 0,10	0,00	0,15 ± 0,05	0,00

¹SE = Erro padrão da média

Verificou-se que a média do número de extensões do ovipositor e a média do número de ovos postos na modalidade com muco foram superiores ao da modalidade larvas de esciarídeos, embora só se tenham detectado diferenças significativas no caso do número de extensões do ovipositor (número de extensões - teste Friedman: N=40; gl=1; p =0,005; número de ovos - teste Friedman: N=40; gl=1; p =0,083.

Contudo, neste último caso, detectou-se, também, tendência para maior número de ovos postos na modalidade muco, significativas se considerarmos um nível de confiança de 90%, como sucede hoje em muitos estudos biológicos.

Nos ensaios laboratoriais observou-se, que a postura decorria preferencialmente em dobras do substrato constituído por papel molhado, do que à superfície deste.

DISCUSSÃO

Os indivíduos de *C.attenuata* selecionados para os ensaios foram fêmeas sujeitas a cópula e de 10 a 12 dias de idade, pois de acordo com Morris & Cloutier (1987) as fêmeas de *C.tigrina* realizavam a postura uma a três semanas após a emergência do adulto. A idade escolhida para as modalidades de fêmeas teve em conta a longevidade média observada nas gaiolas de criação (aproximadamente 40 dias a temperaturas entre 21 e 26 °C) e os valores indicados na bibliografia (Kühne, 2000).

Nos ensaios laboratoriais observou-se, tal como em Moreschi & Suss (1998) que a postura decorria preferencialmente em dobras do substrato constituído por papel molhado, do que à superfície deste. Esta observação poderá estar relacionada com o facto das fêmeas tentarem inserir os ovos à máxima profundidade.

Nos ensaios laboratoriais, verificou-se que o número de extensões do ovipositor e o número de ovos postos na presença de muco foram significativamente superiores aos da testemunha. Diversos autores, como Arthur *et al.*, (1972), Bouchard & Cloutier (1984), Nettles & Burke (1975) e Vison (1976), colocaram a hipótese de as fêmeas *C. tigrina* ovipositarem em resposta a presença de produtos químicos produzidos pelas minhocas que assinalem a presença de presas para as larvas deste predador. Este estudo confirmou que o muco de *Lumbricus terrestris* tem influência na oviposição de *C. attenuata*.

A média do número de extensões do ovipositor e a média do número de ovos postos na presença de larvas de esciarídeos foram superiores às respectivas médias da modalidade testemunha, em qualquer dos casos sem significado estatístico. A diferença na presença de esciarídeos poderá ser devido ao facto de as larvas de espécies do gén. *Coenosia* predarem larvas de esciarídeos (Moreschi & Suss, 1998), possivelmente, tal como as minhocas, estas libertam alguma substância química que é atractiva para *C. attenuata*.

Relativamente à comparação muco de *Lumbricus terrestris* esubstrato com larvas de esciarídeos, o número de extensões do ovipositor e o número de ovos postos na modalidade com muco foram superiores. Estes resultados indicam que o muco de *L. terrestris* estimulou mais a extensão do ovipositor e a postura de *C. attenuata*. *L. terrestris* afecta as propriedades físicas do solo, como a densidade, estrutura, aerificação, humidade e propriedades químicas tais como o pH, disponibilidade de nutrientes e podem retirar metais pesados (Edwards & Lofty, 1977). Assim, a presença de minhocas torna o solo mais adequado ao desenvolvimento de larvas de *C. attenuata*. Contudo, a disponibilidade de alimento para as larvas deverá ser o principal estímulo para uma maior postura em locais com muco de *L. terrestris*, pois sabe-se que as larvas de outras espécies do gén. *Coenosia* parecem alimentar-se de minhocas (Edwards & Lofty, 1977).

A realização de um maior número de repetições dos ensaios poderia permitir a observação de diferenças mais acentuadas entre as modalidades, até pela maior probabilidade de normalizar os dados com amostras de maiores dimensões. Contudo, tendo em conta os objectivos e o tempo disponibilizado para a realização do estudo, foi realizado o maior número de repetições possível.

O facto de *C. attenuata* ser influenciada pelo muco de *L. terrestris* poderá ser muito importante para a criação desta espécie em culturas protegidas, uma vez que se poderá realizar uma criação em sistema “open rearing system” recorrendo a *L. terrestris* em vez de larvas de esciarídeos. Esta observação constitui incentivo para o aprofundamento do estudo sobre a influência das minhocas numa possível criação deste díptero em culturas protegidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arthur, A. P., Hegdekar, B. M., Batsch, W. W., 1972. A chemically defined synthetic medium that induces oviposition in the parasite, *Itopectis conquisitor* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Canadian Entomologist* 104:1251-1258 (cit in: Morris, D. E., Pivnick, K. A., 1991. Earthworm Mucus Stimulates Oviposition in a predatory fly (Diptera: Anthomyiidae). *Jornal of Chemical Ecology*, 17 (11): 2045-2052)
- Bouchard, Y., Cloutier, C., 1984. Honeydew as a source of host-searching kairomones for the aphid parasitoid *Aphidius nigripes* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Canadian Journal of Zoology* 62:1513- 1520 (cit in: Morris, D. E., Pivnick, K. A., 1991. Earthworm Mucus Stimulates Oviposition in a predatory fly (Diptera: Anthomyiidae). *Jornal of Chemical Ecology*, 17 (11): 2045-2052).
- Couri, M., Pont, A.C., 2000. Cladistic analysis of Coenosiini (Diptera: Muscidae: Coenosiinae). *Systematic Entomology*, 25: 373-392.
- Edwards, C. A., Lofty, J. R., 1977. Biology of earthworms. Chapman and Hall, London, 333pp.
- Ferguson, G., Murphy, G., Shipp, L., 2006. Fungus gnat and shoreflies in greenhouse crops. Factsheet, 8 pp.
- Freidberg, A., Gijswijt, M. J., 1983. A list and preliminary observations on natural enemies of the leafminer, *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) in Israel. *Israel Journal Entomology*, 17: 115-116. (cit in: Sensenbach, E. J., 2004. *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae): a predatory fly in North American greenhouses. M.S. thesis, Cornell University, Ithaca, NY.)
- Kühne, S., Schiller, K., Dahl, U., 1997. Beitrag zur Lebensweise, Morphologie und Entwicklungsdauer der räuberische Fliege *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae). *Gesunde Pflanzen*, 49: 100-106 (cit in: Prieto, R., 2002. Dípteros predadores do género *Coenosia* Meigen em culturas hortícolas protegidas na região Oeste. *Trabalho Fim Curso*, ISA/UTL, Lisboa, 64 pp.).

- Moreschi, I., Süß, L., 1998. Osservazioni biologiche ed etologiche su *Coenosia attenuata* Stein e *Coenosia strigipes* Stein (Diptera: Muscidae). *Boletín Zoology Agrario Bachi.*, Ser. II 30:185-197.
- Kühne, S., Heller, K., 2010. Sciarid fly larvae in growing media - Biology occurrence, substrate and environmental effects and biological control measures: Peat in Horticulture – Life in growing media by G Schmilewski) International Peat Society, Amsterdam, 95-102.
- Morris, D. E., Pivnick, K. A., 1991. Earthworm mucus stimulates oviposition in a predatory fly (Diptera: Anthomyiidae). *Journal of Chemical Ecology*, 17 (11): 2045-2052.
- Nettles, W. C., Burke, M. L., 1975. A substance of *Heliothis virescens* larvae stimulating larviposition by females of the tachinid, *Archytas marmoratus*. *Journal of Insect Physiology* 21:965-978 (cit in: Morris, D. E., Pivnick, K. A., 1991. Earthworm Mucus Stimulates Oviposition in a predatory fly (Diptera: Anthomyiidae). *Journal of Chemical Ecology*, 17 (11): 2045-2052).
- Pont, A. C., 1986. Family: Muscidae. In: Soós, A. & L. Papp Catalogue of the Palearctic Diptera Budapest, Hungarian Natural History Museum. 11:57-215. (cit in: Sensenbach, E. J., 2004. *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae): a predatory fly in North American greenhouses. *M.S. thesis*, Cornell University, Ithaca, NY.).
- Schrameyer, K., 1991. The dipteran predators (*Coenosia attenuata*, *Coenosia humilis*) an important factor biological pest control. *Gesunde Pflazen*, 43: 398-400.
- Sensenbach, E. J., 2004. *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae): a predatory fly in North American greenhouses. *M.S. thesis*, Cornell University, Ithaca, NY.
- Tapia, G., Cabello, T., Gamez, M., Téllez, Navarro MM 2005. Modelo depredador-presa y aplicación al control biológico de esciáridos (*Bradysia* sp.) (Diptera: Sciaridae),

y mosca blanca (*Bemisia tabaci*) (Gennadius) (Hom.: Aleyrodidae) por la mosca tigre (*Coenosia attenuata* Stein) (Diptera: Muscidae): IV Congresso Nacional de Entomologia Aplicada. Bragança, Portugal (Abstract).

Vison, S. B., 1976. Host selection by insect parasitoids. *Annual Review of Entomology* 21:109-132 (*cit in*: Morris, D. E., Pivnick, K. A., 1991. Earthworm Mucus Stimulates Oviposition in a predatory fly (Diptera: Anthomyiidae). *Jornal of Chemical Ecology*, 17 (11): 2045-2052).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram aumentar alguns conhecimentos sobre um promissor agente de luta biológica.

Foi confirmada por observação visual a actividade predatória de adultos de *Coenosia attenuata* Stein sobre adultos *Trialeurodes vaporariorum* Westwood e de *Drosophila melanogaster* Meigen. É importante referir que *C. attenuata* é o único agente de limitação natural do estado adulto desta espécie, referido até ao momento em culturas protegidas. É, contudo, muito difícil quantificar o seu contributo para o combate efectivo das pragas.

Em condições laboratoriais verificou-se que o consumo médio de mosca branca, por fêmea e por período de 24 horas, foi de 10,66, um consumo médio superior a *D. melanogaster* que foi de 5,68. Este consumo poderá ser explicado pelo seu menor tamanho, menor volume do corpo e peso da presa. Com os resultados obtidos *C. attenuata* indicia ser um promissor agente na luta biológica de pragas em estufa. Contudo, há que ter em conta que o instinto predatório conduz a que *C. attenuata* agrida e mate numerosas vítimas para se alimentar apenas parcialmente, característica de muitos predadores. Este comportamento revela-se muito interessante para um agente de luta biológica.

Os resultados obtidos neste trabalho, referentes a drosófila, permitiram quantificar as quantidades que é necessário disponibilizar e, por outro lado, comparar com os estudos de outros autores.

Neste trabalho observou-se que as fêmeas jovens predam mais em média do que as fêmeas velhas, o que permitiu verificar que a idade interfere na actividade de predação, tal facto confirmado por alguns autores (Moreschi & Süss 1998; Martinez & Cocquempot, 2000).

Relativamente à comparação de fêmeas virgens e machos virgens jovens, observou-se que os machos e as fêmeas não diferiram na predação das espécies estudadas.

Quanto à análise do consumo sobre *T. vaporariorum* como sobre *D. melanogaster* por *C. attenuata* em cada hora de observação, verificou-se que todas as fêmeas realizaram um consumo maior na primeira hora, o que poderá dever-se ao facto de ter havido uma

imposição de jejum prévio. O número de predados por hora ao longo das 24 horas diminuiu.

A realização de um maior número de repetições dos ensaios de predação poderia permitir a observação de diferenças mais acentuadas entre as modalidades. Contudo, tendo em conta os objectivos e o tempo disponibilizado para a realização do estudo, foi realizado o maior número de repetições possíveis.

Relativamente à influência do muco de *Lumbricus terrestris* na oviposição de *C. attenuata*, verificou-se que tanto o número de extensões do ovipositor como o número de ovos postos foram superiores aos da testemunha. Quanto à influência na presença de larvas de esciarídeos, estes apresentaram uma média superior à modalidade testemunha. Este facto é igualmente interessante como agente de limitação natural de pragas, pois a larva de *Coenosia* sp. exerce acção predatória no solo.

Quanto ao muco de *L. terrestris* e de substrato com larvas de esciarídeos, o número de extensões do ovipositor e o número de ovos postos na modalidade com muco foram superiores, em média. O pré-requisito para o estabelecimento com sucesso do predador é um substrato solo favorável à postura e ao desenvolvimento larval. As condições necessárias para que tal aconteça poderão implicar a presença de *L. terrestris* no solo, pois afectam as propriedades físicas do solo.

Assim, a presença de minhocas torna o solo mais adequado ao desenvolvimento de larvas de *C. attenuata*. Contudo, a disponibilidade de alimento para as larvas deverá ser o principal estímulo para uma maior postura em locais com muco de *L. terrestris* pois sabe-se que as larvas de outras espécies do gén. *Coenosia* parecem alimentar-se de minhocas.

Vários factores concorrem para que *C. attenuata* assuma um papel de particular importância como auxiliar no combate a diversos fitófagos de culturas protegidas: o facto de ser compatível com auxiliares e ser predador polífago, tanto em estado larvar como no estado adulto.

Quanto ao facto de ser influenciada pelo muco de *L. terrestris* poderá ser muito importante para a criação desta espécie em culturas protegidas, uma vez que se poderá

realizar uma criação em sistema “open rearing system” recorrendo a *L. terrestris* em vez de larvas de esciarídeos.

O facto de *C. attenuata* preda *Trialeurodes vaporariorum* e de apresentar taxas de predação relativamente elevadas poderá ser muito importante para a luta biológica desta espécie praga em estufa.

Existem ainda poucos trabalhos experimentais, no campo, sobre a eficiência deste predador e sobre a influência das minhocas numa possível criação deste díptero em culturas protegidas. É difícil demonstrar que um inimigo natural é eficiente no combate a pragas, pois isso requer um estudo mais profundo sobre a sua biologia e seu comportamento e da forma como reage a factores ambientais e à densidade das presas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M. A., 1994. Base agroecológicas para una producción agrícola sustentable. *Agricultura Técnica* 54, 4: 371-386.
- Arthur, A. P., Hegdekar, B. M., Batsch, W. W., 1972. A chemically defined synthetic medium that induces oviposition in the parasite, *Itopectis conquisitor* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Canadian Entomologist* 104:1251-1258 (cit in: Morris, D. E., Pivnick, K. A., 1991. Earthworm Mucus Stimulates Oviposition in a predatory fly (Diptera: Anthomyiidae). *Jornal of Chemical Ecology*, 17 (11): 2045-2052).
- Alves, A. C., Lourenção, A.L., Melo, A. M. T., Matos, A. S., 2006. Atratividade e preferência para oviposição de *Trialeurodes vaporariorum* em genótipos de aboboreira. *Horticultura Brasileira* 24: 446-449.
- Amaro, P. H; Audemard.; M., Baggiolini.; J. P. Bassino.; C. Banassy; L. Brader; H. G. Milaire; M. Loudes, B; A. M. P. Lavadinho, G.; Magalhães, S., 1982. *Introdução à Protecção Integrada*, Volume I, Amaro, P. & Baggiolini, M. (Ed.), Lisboa
- Amaro, P., 2003. *A protecção Integrada*. ISA/ Press, Lisboa
- Bird, G. W., Edens, T., Drummond, F., Groden, E., 1990. Design of pest management systems for sustainable agriculture. In: Francis, C.A. Flora, C.B.; King, L.D. (Eds.) *Sustainable agriculture in temperate zones*. New York. John Wiley & Sons. pp. 55-110
- Bouchard, Y., Cloutier, C., 1984. Honeydew as a source of host-searching kairomones for the aphid parasitoid *Aphidius nigripes* (Hymenoptera: Aphidiidae). *Canadian Journal of Zoology* 62:1513- 1520 (cit in: Morris, D. E., Pivnick, K. A., 1991. Earthworm Mucus Stimulates Oviposition in a predatory fly (Diptera: Anthomyiidae). *Jornal of Chemical Ecology*, 17 (11): 2045-2052).
- Colombo, M., Eördegh, F. R., 1991. Ritrovamento di *Coenosia attenuata*, attivo predatore di aleirodidi, in colture protette in Liguria e Lombardia. *Informatore Agrário* 47: 187-189.

Edwards, C. A., Lofty, J. R., 1977. Biology of earthworms. Chapman and Hall, London, 333pp (cit in: Morris, D. E., Pivnick, K. A., 1991. Earthworm Mucus Stimulates Oviposition in a predatory fly (Diptera: Anthomyiidae). *Jornal of Chemical Ecology*, 17 (11): 2045-2052).

FAO., 1993. *FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management*. FAO, Roma, 85 pp. (World Soil Resources Reports, n. ° 73).<http://www.fao.org/docrep/T1079E/t1079e02.htm#issues> of sustainable land management.(Acedido em 01 de Dezembro de 2011).

Ferreira, J. C., Strecht, António; Ribeiro, J. Raul; Soeiro, Ana; Cotrim, Guilhermina., 2002. *Manual de Agricultura Biológica Fertilização e Protecção das Plantas para uma Agricultura Sustentável*, AGROBIO, 3ª Edição

Gilioli, G., Baumgärtner, J., Vacante, V., 2005. Temperature influences on functional response of *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) individuals. *Journal of Economic Entomology*, 98 (5): 1524-1530.

Grigoletti, J. A., Santos, A. F., Auer, C.G., 2000. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. *Revista Floresta*, v.30, p.155-165.

Gonzalez-Bellido, P. T., Wardill, T. J., Juusola, M., 2011. Compound eyes and retinal information processing in miniature dipteran species match their specific ecological demands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108: 4224-4229.

Kaviani, M. H., Shirazo, J., Rezapanah, M., Shojae, M., 2010. Evaluation of the predation and feeding potential of *Coenosia attenuata* Stein on its three major hosts: 19th Iranian Plant Protection Congress, Irão. (Abstract)

Kühne, S., Schiller, K., Dahl, U., 1997. Beitrag zur Lebensweise, Morphologie und Entwicklungsdauer der räuberische Fliege *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae). *Gesunde Pflanzen* 49: 100-106 (cit in: Prieto, R., 2002. Dípteros predadores do género *Coenosia* Meigen em culturas hortícolas protegidas na região Oeste. *Trabalho Fim Curso*, ISA/UTL, Lisboa, 64 pp.).

Kühne, S., 1998. Open rearing of generalist predators: a strategy for improvement of biological pest control in greenhouses. *Phytoparasitica* 26(4): 277-281.

Kühne, S., 2000. Räuberische Fliegen der Gattung *Coenosia* Meigen, 1826 (Diptera: Muscidae) und die Möglichkeit ihres Einsatzes bei der biologischen Schädlingsbekämpfung. *Studia Dipterologica Supplement* 9. 78 pp. (cit in: Prieto, R., 2002. Dípteros predadores do género *Coenosia* Meigen em culturas hortícolas protegidas na região Oeste. *Trabalho Fim Curso*, ISA/UTL, Lisboa, 64 pp.).

LeRoux, E. J., Perron, J. P., 1960. Descriptions of immature stages of *Coenosia tigrina* (F.) (Diptera: Anthomyiidae), with notes on hibernation of larvae and predation by adults. *Canadian Entomologist*, 92: 284-296.

Mateus, C., Amaro, F., Louro, D., 2008. Presença e impacto de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) em culturas hortícolas em Portugal. *Revista de Ciências Agrárias*, 31,(1):163-172.

Martinez, M., Cocquempot, C., 2000. La mouche *Coenosia attenuata* nouvel auxiliaire prometteur en culture protégée. *PHM-Revue Horticole*, 414: 50-52.

Michereff, S. J., Barros, R., 2001. *Protecção de plantas na agricultura sustentável*. Recife, UFRPE (imprensa Universitária), 368p.

Moreschi, I., Süss, L., 1998. Osservazioni biologiche ed etologiche su *Coenosia attenuata* Stein e *Coenosia strigipes* Stein (Diptera : Muscidae). *Bolletín Zoology Agrário Bachi.*, Ser. II 30: 185-197.

Moreschi I (1999) Predatori del genere *Coenosia* in serre della Lombardia. *L'Informatore Agrario*, 15: 109-112.

Morris, D. E., Cloutier, C., 1987. Biology of the predatory fly *Coenosia tigrina* (Fab.) (Diptera: Anthomyiidae): reproduction, development, and larval feeding on earthworms in the laboratory. *Canadian Entomologist*, 119: 381-393.

Nettles, W. C., Burke, M. L., 1975. A substance of *Heliothis virescens* larvae stimulating larviposition by females of the tachinid, *Archytas marmoratus*. *Journal of Insect Physiology* 21:965-978 (cit in: Morris, D. E., Pivnick, K. A., 1991. Earthworm Mucus Stimulates Oviposition in a predatory fly (Diptera: Anthomyiidae). *Journal of Chemical Ecology*, 17 (11): 2045-2052).

Pinho, V., 2008. Distribuição espacial e comportamento predatório de *coenosia attenuata* (Díptera: Muscidae) em hortícolas de estufa, na região Oeste. Tese de mestrado em ecologia e gestão ambiental. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Pinho, V., Mateus, C., Rebelo, M. T. Kühne, S., 2009. Distribuição espacial de *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) e das suas presas em estufas de hortícolas na região Oeste, Portugal. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 35: 231-238.

Pont, A. C., 1986. Muscidae, pp. 57-215. In Á. Soós and L. Papp, eds. Catalogue of Palaearctic Diptera. Vol. 11 (Scathophagidae –Hypodermatidae). Elsevier Science Publishing Co., Budapest, Hungary. (cit in: Sensenbach, E. J., 2004. *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae): a predatory fly in North American greenhouses. M.S. thesis, Cornell University, Ithaca, NY.)

Pohl, D., Uygur, F. N., Sauerborn, J., 2003. Fluctuations in population of the first recorded predatory fly *Coenosia attenuata* in cotton fields in Turkey. *Phytoparasitica*, 31 (5): 446-449.

Pons, L., 2005. Greenhouse pests beware: Old World Hunter Fly Now in North America. *Agricultural Research*, 53: 7.

Prieto, R., 2002. Dípteros predadores do género *Coenosia* Meigen em culturas hortícolas protegidas na região Oeste. *Trabalho Fim Curso*, ISA/UTL, Lisboa, 64 pp.

Prieto, R., Figueiredo, E., Miranda, C., Mexia, A., 2005. *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae): prospecção e actividade em culturas protegidas em Portugal. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 31: 39-45.

Roberts, D. B., 2006. *Drosophila melanogaster*: the model organism. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. Vol. 121, pp. 93 – 103.

Rodríguez, M. D., 1994. Aleuródidos: Sanidad Vegetal en la Horticultura Protegida by HF López & RMM Fernández) Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla, 123-153 pp.

Rodríguez, M. D., Lirola, A. M. A. 2002. *Coenosia attenuata*, una nueva mosca a considerar en el control biológico de las plagas hortícolas. *Phytoma España*, 141: 27-34.

Rodriguez, M. D., Aguilera, A. M., 2003. A useful new natural enemy. *European Whitefly Studies Network Newsletter* 16: 3.

Rodríguez, M. D., Gómez-Ramos, M., Lirola, A. M. A., Kühne, S., 2004. Resultados preliminares en el estudio de conservación y mantenimiento de la mosca tigre, *Coenosia attenuata* Stein, en los cultivos hortícolas protegidos almerienses. *Phytoma España*, 163: 40-44.

Robledo, F. P. E & Martins, L. V., 1981. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Madrid. Mundi-Prensa.

Simões, M., 2007. *A tecnologia como auxiliar na agricultura biológica em estufa*. Tese mestrado em Tecnologias das Engenharias. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Trás-os-Montes. 133 pp

Sensenbach, E. J., 2004. *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae): a predatory fly in North American greenhouses. *M.S. thesis*, Cornell University, Ithaca, NY

Schrameyer, K., 1991. The dipteran predators (*Coenosia attenuata*, *Coenosia humilis*) an important factor biological pest control. *Gesunde Pflazen*, 43: 398-400.

Sutherland, A., 2005. Old world predatory flies may help control various adult insect pests for the California gerbera industry. *Gerbera Pest Management Alliance*, 5, 3pp.

Acedido a 01 de Janeiro de 2010,
<<http://entomology.ucdavis.edu/faculty/parrella/gpma/file/newsletter5.pdf>

Téllez, M., Tapia, G., 2006. Acción depredadora de *Coenosia attenuata* Stein (Diptera: Muscidae) sobre los otros enemigos naturales en condiciones de laboratorio. *Boletim de Sanidad Vegetal Plagas*, 32:491-498.

Thurston, H.D., 1992. *Sustainable practices for plant disease management in traditional farming systems*. Boulder: Westview Press. 263pp.

Ugine, T. A., Sensenbach, E. J., Sanderson, J. P., Wraight, S. P., 2010. Biology and feeding requirements of larval hunter flies *Coenosia attenuata* (Diptera: Muscidae) reared on larvae of the fungus gnat *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Journal of Economic Entomology*, 103: 1149-1158.

Vida, J. B., L. Zambolim., D. J. Tessmann., J. U. T. Brandão Filho., J. R. Verzignassi., J. R. Caixeta., 2004. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. *Fitopatologia Brasileira* 29:355-372. 2004.

Vison, S. B., 1976. Host selection by insect parasitoids. *Annual Review of Entomology* 21: 109-132 (cit in: Morris, D. E., Pivnick, K. A., 1991. Earthworm Mucus Stimulates Oviposition in a predatory fly (Diptera: Anthomyiidae). *Jornal of Chemical Ecology*, 17 (11): 2045-2052).

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, que sempre foi e será a impulsionadora da minha vida, que me transmitiu força de vontade em todo o percurso académico, o qual foi essencial e importante para eu terminar esta fase da minha vida.

Ao pai, pelo apoio, momentos de escuta activa e paciência com que sempre me escutou.

À irmã, a minha alegria, a presença em todos os momentos e a paciência com que sempre me escutou.

Todas as pessoas que passaram na minha vida nestes últimos anos, àqueles que contribuíram, directa ou indirectamente, para que a realização desta dissertação fosse possível, deixando aqui o meu agradecimento.

À Professora Doutora Teresa Rebelo, por todo o apoio, disponibilidade, boa disposição, entusiasmo, frontalidade e paciência desde o início.

Agradeço à professora Doutora Elisabete Figueiredo por todo o auxílio e orientação prestados durante toda a realização do projecto, bem como a todos os meus colegas de trabalho: Joana Martins, Joana Marcelino, Cíntia Domingos, Raquel Nunes e André Garcia, por todo o apoio e cooperação desde o primeiro dia.

Ao agricultor Sr. José Firmino, pela simpatia e disponibilização das suas estufas.

ANEXOS

Anexo I. Dados laboratoriais relativos a avaliação de taxas de predação de *Coenosia attenuata*, sobre *Trialeurodes vaporariorum* e *Drosophila melanogaster*

Quadro 11. Resultados das observações efectuadas nos ensaios de taxas de predação de *Coenosia attenuata*, sobre *Trialeurodes vaporariorum*

<i>Gaiola</i> <i>Criação</i>	<i>Sexo</i>	<i>Idade</i>	<i>Acasalada</i>	<i>1h</i>	<i>4h</i>	<i>7h</i>	<i>10h</i>	<i>24h</i>	<i>Total</i>	<i>Predados</i>	<i>Mortos não</i> <i>predados</i>	<i>vivas</i>
Sub.80	F	3 a 4 dias	Sim	8	5	2	0	0	15	7	8	0
Sub.80	F	3 a 4 dias	Sim	2	1	3	2	1	9	5	4	6
Sub.80	M	3 a 4 dias	Não	1	5	1	2	5	14	7	7	1
Sub.80	F	12 dias	Sim	0	7	2	1	0	10	8	2	5
Sub.80	F	12 dias	Sim	1	1	2	0	4	8	7	1	7
Sub.80	F	12 dias	Sim	1	1	4	0	4	10	5	5	5
Sub.80	F	12 dias	Sim	3	1	2	3	6	15	9	6	0
Sub.80	F	12 dias	Sim	3	3	4	1	1	12	10	2	3
Sub.80	M	3 a 4 dias	Não	1	5	3	1	1	11	4	7	4
Sub.80	F	48 horas	Não	1	3	4	2	4	14	13	1	0
Sub.81	F	48 horas	Não	1	6	4	0	3	14	10	4	1
Sub.81	F	48 horas	Não	1	6	7	1	0	15	11	4	0
Sub.81	M	3 a 4 dias	Não	2	3	2	4	1	12	11	1	1
Sub.81	F	3 a 4 dias	Sim	0	1	5	0	0	6	6	0	0
Sub.81	M	3 a 4 dias	Não	1	8	3	0	0	12	11	1	3
Sub.81	F	3 a 4 dias	Sim	3	7	3	1	0	14	13	1	0
Sub.81	F	12 dias	Sim	1	3	3	0	3	10	6	4	5
Sub.81	F	12 dias	Sim	2	2	0	0	8	12	10	2	3
Sub.81	F	3 a 4 dias	Sim	9	3	0	0	0	12	12	0	0
Sub.81	F	3 a 4 dias	Sim	12	3	0	0	0	15	15	0	0
Sub.81	F	12 dias	Sim	6	4	1	0	0	11	8	3	4
Sub.81	F	12 dias	Sim	7	7	1	1	0	16	14	2	0
Sub.85	F	3 a 4 dias	Sim	1	5	0	0	5	11	7	4	0
Sub.85	F	48 horas	Não	4	5	2	0	2	13	8	5	2
Sub.85	F	48 horas	Não	0	6	2	4	1	13	8	5	0
Sub.85	F	3 a 4 dias	Sim	0	5	3	2	1	11	7	4	0
Sub.85	F	48 horas	Não	3	5	6	0	0	14	10	4	0
Sub.85	F	3 a 4 dias	Sim	0	8	5	0	0	13	8	5	0
Sub.85	M	3 a 4 dias	Não	5	7	2	1	0	15	13	3	0
Sub.85	M	3 a 4 dias	Não	1	2	7	2	3	15	14	1	0
Sub.85	F	12 dias	Sim	3	2	4	2	3	14	14	0	1
Sub.85	F	12 dias	Sim	7	3	1	0	0	11	11	0	4
Sub.86	F	48 horas	Não	11	3	1	0	0	15	13	2	0
Sub.86	M	3 a 4 dias	Não	1	8	4	1	0	14	6	8	1
Sub.86	M	3 a 4 dias	Não	1	9	5	0	0	15	11	4	0
Sub.86	F	3 a 4 dias	Sim	2	1	4	0	6	13	10	3	2
Sub.86	F	12 dias	Sim	0	6	2	1	3	12	12	0	0
Sub.86	F	12 dias	Sim	1	2	5	1	6	15	13	2	0
Sub.93	F	48 horas	Não	8	2	5	0	0	15	14	1	0

Sub.93	F	48 horas	Não	2	6	1	2	0	11	9	2	4
Sub.93	F	3 a 4 dias	Sim	2	4	3	1	2	12	11	1	0
Sub.93	F	3 a 4 dias	Sim	3	7	3	0	2	15	14	1	0
Sub.93	M	3 a 4 dias	Não	4	9	2	0	0	15	12	3	0
Sub.93	M	3 a 4 dias	Não	3	7	0	2	1	13	11	2	0
Sub.93	F	12 dias	Não	4	2	4	1	3	14	9	5	1
Sub.93	F	12 dias	Não	3	2	1	4	2	12	12	0	2
Sub.93	F	12 dias	Não	3	10	0	1	1	15	14	1	0
Sub.93	F	12 dias	Não	2	4	5	1	0	12	11	1	3
Sub.93	M	3 a 4 dias	Não	7	7	1	0	0	15	12	3	0
Sub.93	M	3 a 4 dias	Não	4	4	7	0	0	15	13	2	0
Sub.93	F	12 dias	Sim	4	6	3	2	0	15	14	1	0
Sub.93	F	12 dias	Não	11	2	1	1	0	15	11	4	0
Sub.93	F	12 dias	Não	6	4	3	2	0	15	13	2	0
Sub.93	F	12 dias	Sim	8	5	1	1	0	15	13	2	0
sub.94	F	48 horas	Não	4	6	2	3	0	15	15	0	0
sub.94	F	48 horas	Não	1	9	2	1	0	13	13	0	2
sub.94	F	3 a 4 dias	Sim	3	6	2	1	1	13	11	2	0
sub.94	F	3 a 4 dias	Sim	3	9	0	0	1	13	13	0	0
sub.94	F	12 dias	Não	3	3	2	1	3	12	11	1	3
sub.94	F	12 dias	Não	1	2	1	1	6	11	6	5	4
sub.94	F	12 dias	Não	2	2	6	1	0	11	9	2	4
sub.94	F	12 dias	Não	6	2	7	0	0	15	14	1	0
sub.94	M	3 a 4 dias	Não	1	4	6	4	0	15	12	3	0
sub.94	M	3 a 4 dias	Não	1	5	6	1	0	13	11	2	2
sub.94	F	12 dias	Sim	8	1	2	2	2	15	12	3	0
sub.94	F	12 dias	Sim	3	3	4	3	2	15	13	2	0
sub.94	F	12 dias	Não	6	7	2	0	0	15	11	4	0
sub.94	F	12 dias	Não	2	3	5	3	2	15	12	3	0
Sub.99	F	48 horas	Não	4	11	0	0	0	15	9	6	0
Sub.99	F	48 horas	Não	5	7	2	1	0	15	13	2	0
Sub.99	F	48 horas	Não	2	4	2	1	6	15	13	2	0
Sub.99	F	48 horas	Não	3	6	4	1	1	15	11	4	0
Sub.99	F	3 a 4 dias	Sim	2	2	6	2	3	15	13	2	0
Sub.99	F	3 a 4 dias	Sim	2	3	2	3	2	12	10	2	3
Sub.99	F	3 a 4 dias	Sim	2	0	4	1	3	10	9	1	5
Sub.99	F	3 a 4 dias	Sim	5	6	2	1	1	15	11	4	0
Sub.99	M	3 a 4 dias	Não	3	3	1	0	7	14	10	4	1
Sub.99	M	3 a 4 dias	Não	1	0	1	5	3	10	10	0	0
Sub.111	F	12 dias	Não	0	1	4	2	2	9	4	5	6
Sub.111	F	12 dias	Sim	6	0	7	1	1	15	12	3	0
Sub.111	F	12 dias	Sim	1	4	0	2	8	15	13	2	0

Quadro 12. Resultados das observações efectuadas nos ensaios de taxas de predação de *Coenosia attenuata*, sobre *Drosophila melanogaster*

<i>Gaiola</i> <i>Criação</i>	<i>Sexo</i>	<i>Idade</i>	<i>Acasalada</i>	<i>1h</i>	<i>4h</i>	<i>7h</i>	<i>10h</i>	<i>24h</i>	<i>Nº</i> <i>Mortos</i>	<i>Nº</i> <i>Predados</i>	<i>Nº Mortos não</i> <i>predados</i>	<i>Vivas</i>
Sub.101	F	3 a 4 dias	Sim	2	1	3	2	4	12	12	0	3
Sub.101	F	3 a 4 dias	Sim	3	3	4	3	2	15	8	7	0
Sub.101	F	3 a 4 dias	Sim	0	2	4	4	5	15	12	3	0
Sub.101	F	3 a 4 dias	Sim	2	1	1	2	0	6	6	0	9
Sub.101	F	12 dias	Sim	2	0	0	3	2	7	6	1	8
Sub.101	F	48 horas	Não	0	1	2	0	0	3	3	0	12
Sub.101	F	48 horas	Não	1	1	3	5	5	15	13	2	0
Sub.101	F	48 horas	Não	1	2	3	3	1	10	6	4	5
Sub.101	M	3 a 4 dias	Não	1	1	0	2	2	6	6	0	9
Sub.101	M	3 a 4 dias	Não	1	1	2	3	2	9	9	0	6
Sub.121	M	3 a 4 dias	Não	1	0	0	2	2	5	4	1	10
Sub.121	M	3 a 4 dias	Não	0	1	1	1	1	4	2	2	11
Sub.121	F	3 a 4 dias	Sim	3	2	0	0	6	11	7	4	4
Sub.121	F	48 horas	Não	2	2	1	1	5	11	9	2	4
Sub.121	F	12 dias	Não	2	2	1	2	1	8	6	2	7
Sub.121	F	12 dias	Não	2	2	3	1	2	10	6	4	5
Sub.121	F	12 dias	Não	0	1	1	2	1	5	3	2	10
Sub.121	F	12 dias	Sim	3	4	0	0	1	8	4	4	7
Sub.121	F	12 dias	Não	1	2	2	0	3	8	4	4	7
Sub.121	F	12 dias	Não	0	2	1	2	3	8	6	2	7
Sub.121	F	12 dias	Sim	1	2	2	1	0	6	5	6	9
Sub.122	F	3 a 4 dias	Sim	0	2	1	3	4	10	7	3	5
Sub.122	F	3 a 4 dias	Sim	0	2	3	2	4	11	7	4	4
Sub.122	F	3 a 4 dias	Sim	1	2	0	3	4	10	7	3	5
Sub.122	F	3 a 4 dias	Sim	0	2	1	2	3	8	7	1	7
Sub.122	F	3 a 4 dias	Sim	1	3	2	2	2	10	7	3	5
Sub.122	F	3 a 4 dias	Sim	1	2	3	2	1	9	6	3	6
Sub.122	F	3 a 4 dias	Sim	0	2	3	2	1	8	7	1	7
Sub.122	F	3 a 4 dias	Sim	1	1	2	3	4	11	7	4	4
Sub.122	M	3 a 4 dias	Não	0	1	2	2	2	7	5	2	8
Sub.122	M	3 a 4 dias	Não	1	2	2	3	4	12	8	4	3
Sub.122	F	12 dias	Sim	1	2	2	0	0	5	3	2	10
Sub.122	F	12 dias	Sim	1	2	2	1	2	8	6	2	7
Sub.122	F	12 dias	Sim	2	2	1	2	3	10	7	3	5
Sub.122	F	12 dias	Sim	1	2	1	2	0	6	5	1	9
Sub.122	F	12 dias	Sim	1	1	3	1	0	6	5	1	9
Sub.122	F	12 dias	Sim	2	3	2	3	1	11	6	5	4
Sub.122	F	12 dias	Sim	1	2	1	2	0	6	4	2	9
Sub.122	F	12 dias	Sim	1	1	0	0	0	2	2	0	13
Sub.124	F	48 horas	Não	1	3	1	0	1	6	5	1	9
Sub.124	F	48 horas	Não	1	2	1	0	0	4	3	1	11
Sub.124	F	3 a 4 dias	Sim	2	4	2	0	1	9	5	4	6

Sub.124	F	3 a 4 dias	Sim	1	4	1	2	0	8	4	4	7
Sub.124	F	48 horas	Não	1	3	1	0	1	6	5	6	9
Sub.124	F	3 a 4 dias	Sim	2	3	2	2	1	10	7	3	5
Sub.124	F	12 dias	Não	1	2	1	0	3	7	3	4	8
Sub.124	F	12 dias	Não	1	3	2	0	4	10	6	4	5
Sub.124	F	12 dias	Não	1	0	3	4	2	10	6	4	5
Sub.124	F	3 a 4 dias	Sim	0	1	2	2	2	7	5	2	8
Sub.124	F	3 a 4 dias	Sim	0	1	3	2	4	10	7	3	5
Sub.124	F	12 dias	Sim	1	2	3	2	3	11	7	4	4
Sub.124	F	12 dias	Sim	2	1	2	1	2	8	5	3	7
Sub.124	M	3 a 4 dias	Não	1	2	3	2	1	9	7	2	6
Sub.124	M	3 a 4 dias	Não	1	0	2	1	3	7	5	2	8
Sub.126	F	12 dias	Sim	3	1	2	3	2	11	8	3	4
Sub.126	F	12 dias	Sim	1	3	2	2	1	9	8	1	7
Sub.126	F	12 dias	Sim	2	4	1	1	0	8	6	2	7
Sub.126	F	12 dias	Sim	1	3	2	0	1	7	6	1	8
Sub.126	F	12 dias	Sim	1	1	2	1	1	6	6	0	9
Sub.126	F	12 dias	Sim	1	1	2	1	2	7	4	3	8
Sub.126	F	12 dias	Sim	2	3	1	1	0	7	6	1	8
Sub.126	F	12 dias	Sim	5	3	3	1	0	12	9	3	3
Sub.126	F	12 dias	Sim	1	1	2	1	0	5	5	0	10
Sub.126	F	12 dias	Sim	1	1	2	3	1	8	7	1	7
Sub.126	M	3 a 4 dias	Não	1	1	3	4	3	12	8	4	3
Sub.126	M	3 a 4 dias	Não	1	0	4	5	2	12	7	5	3
Sub.130	M	3 a 4 dias	Não	1	2	2	1	2	8	6	2	7
Sub.130	M	3 a 4 dias	Não	1	2	1	2	3	9	6	3	6
Sub.130	F	12 dias	Não	1	1	2	0	0	4	3	1	11
Sub.130	F	12 dias	Não	1	1	2	0	0	4	3	1	11
Sub.130	F	12 dias	Não	1	2	1	1	1	6	5	1	9
Sub.130	F	12 dias	Não	1	2	1	1	0	5	4	1	10
Sub.130	F	12 dias	Sim	1	2	1	0	0	4	3	1	11
Sub.130	F	12 dias	Sim	1	2	0	0	0	3	3	0	12
Sub.130	F	12 dias	Sim	1	2	0	2	0	5	4	1	10
Sub.130	F	12 dias	Sim	1	2	1	1	0	5	4	1	10
Sub.132	F	3 a 4 dias	Sim	1	3	2	2	4	12	7	5	3
Sub.132	F	3 a 4 dias	Sim	1	1	3	2	4	11	7	4	4
Sub.132	F	3 a 4 dias	Sim	1	1	3	2	4	11	7	4	4
Sub.132	F	3 a 4 dias	Sim	1	0	2	3	3	9	7	2	6
Sub.133	F	3 a 4 dias	Sim	2	2	1	1	1	7	6	1	7
Sub.133	F	3 a 4 dias	Sim	1	2	2	3	2	10	6	4	5
Sub.133	F	3 a 4 dias	Sim	2	1	2	1	1	7	5	2	8
Sub.133	F	3 a 4 dias	Sim	1	1	0	0	0	2	2	0	13
Sub.133	F	3 a 4 dias	Sim	1	2	1	1	0	5	4	1	10
Sub.134	M	3 a 4 dias	Não	1	0	0	0	2	3	3	0	12
Sub.134	M	3 a 4 dias	Não	3	0	1	0	3	7	5	2	8
Sub.134	M	3 a 4 dias	Não	0	2	0	0	4	6	3	3	9

Sub.134	M	3 a 4 dias	Não	1	0	1	2	4	8	7	1	7
Sub.134	F	48 horas	Não	1	0	0	0	8	9	7	2	6
Sub.134	F	3 a 4 dias	Sim	2	1	0	0	4	7	6	1	8
Sub.134	F	3 a 4 dias	Sim	2	0	0	0	3	5	5	0	10
Sub.134	F	3 a 4 dias	Sim	3	3	0	2	3	11	9	2	4
Sub.134	F	3 a 4 dias	Sim	2	1	0	0	3	6	6	0	9
Sub.134	F	3 a 4 dias	Sim	1	1	1	0	7	10	9	1	5
Sub.134	M	3 a 4 dias	Não	0	2	3	2	1	8	7	1	7
Sub.134	M	3 a 4 dias	Não	0	2	1	1	1	5	5	0	10
Sub.175	F	48 horas	Não	1	2	0	1	0	4	4	0	11
Sub.175	F	48 horas	Não	1	1	0	1	0	3	3	0	12
Sub.175	F	48 horas	Não	3	2	3	2	2	12	6	6	3
Sub.175	F	48 horas	Não	2	1	2	2	6	13	9	4	2
Sub.175	F	48 horas	Não	2	1	3	2	4	12	6	6	3
Sub.175	F	48 horas	Não	1	2	2	3	2	10	6	4	5
Sub.175	F	48 horas	Não	1	0	0	0	0	1	1	0	14
Sub.175	F	48 horas	Não	2	1	2	1	0	6	5	1	9
Sub.175	F	48 horas	Não	1	1	0	1	1	4	3	1	11
Sub.175	F	48 horas	Não	1	2	1	2	0	6	4	2	9
Sub.175	F	48 horas	Não	1	1	0	0	2	4	3	1	11
Sub.175	F	48 horas	Não	2	1	0	1	1	5	4	1	10
Sub.175	F	48 horas	Não	1	2	2	1	1	7	5	2	8
Sub.175	F	48 horas	Não	1	2	3	1	1	8	6	2	7
Sub.175	F	48 horas	Não	2	1	2	1	3	9	7	2	6
Sub.175	M	3 a 4 dias	Não	1	0	1	0	0	2	2	0	13
Sub.175	M	3 a 4 dias	Não	2	1	0	1	1	5	4	1	10
Sub.175	M	3 a 4 dias	Não	1	2	1	0	1	5	4	1	10
Sub.175	M	3 a 4 dias	Não	1	0	1	0	2	4	4	0	11
Sub.175	F	12 dias	Não	1	2	1	3	1	8	6	2	7
Sub.175	F	12 dias	Não	1	2	1	2	0	6	4	2	9
Sub.175	F	12 dias	Não	1	2	1	2	1	7	5	2	8
Sub.175	F	12 dias	Não	2	2	1	2	1	8	4	4	7
Sub.175	F	12 dias	Não	1	2	1	2	0	6	4	2	9
Sub.175	F	12 dias	Não	2	2	1	2	3	10	6	4	5
Sub.175	F	12 dias	Não	1	2	1	1	3	8	7	1	7
Sub.175	F	12 dias	Não	1	0	2	1	1	5	5	0	10
Sub.175	F	12 dias	Não	2	3	1	2	2	10	7	3	5
Sub.175	F	12 dias	Não	1	2	2	1	3	9	7	2	6

Anexo II. Dados laboratoriais relativos a influência do muco de *Lumbricus terrestris* e influência de larvas de esciarídeos no substrato com a oviposição de *Coenosia attenuata*

Quadro 13. Resultados das observações efectuadas nos ensaios de influência do muco de *Lumbricus terrestris* com a oviposição de *Coenosia attenuata*.

<i>Nº Ensaios</i>	<i>Muco - nº ovos</i>	<i>Muco - nº extensão</i>	<i>Teste-nº ovos</i>	<i>Test - extensão</i>
1	2	2	1	1
2	2	3	3	3
3	5	5	0	0
4	1	1	1	1
5	0	4	1	1
6	1	1	0	2
7	0	0	0	0
8	7	16	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	1	0	0
12	0	2	0	0
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	10	13	0	0
16	2	2	0	0
17	8	12	0	0
18	4	18	0	0
19	2	5	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	1	8	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	1	2
26	0	0	0	0
27	7	9	0	0
28	2	9	0	0
29	0	0	0	0
30	1	9	0	0
31	6	9	0	0
32	0	0	1	1
33	0	0	0	0
34	0	1	0	0
35	8	10	0	0
36	0	0	0	0
37	0	1	0	1
38	0	2	0	0
39	7	10	0	0
40	0	0	0	0
Total	76	153	8	12

Quadro 14. Resultados das observações efectuadas nos ensaios de influência de larvas de esciarídeos no substrato com a oviposição de *Coenosia attenuata*.

<i>Nº Ensaio</i>	<i>Escirídeos nº ovos</i>	<i>Escirídeos - nº extensão</i>	<i>Teste-nº ovos</i>	<i>Test - extensão</i>
1	0	0	0	0
2	5	6	0	0
3	0	0	1	2
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	5	6	0	0
7	0	2	1	2
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	5	7	0	0
12	0	0	0	0
13	0	3	0	0
14	0	0	0	0
15	0	0	0	0
16	6	10	0	0
17	0	0	1	2
18	0	1	0	0
19	0	2	0	0
20	1	1	0	0
21	0	1	0	0
22	1	3	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	0	1	2
32	0	5	0	0
33	0	0	0	0
34	0	0	0	0
35	2	3	0	0
36	1	2	0	0
37	0	0	0	1
38	1	3	0	0
39	1	2	0	0
40	2	3	0	1
Total	30	60	4	10

Quadro 15. Resultados das observações efectuadas nos ensaios de influência do muco de *Lumbricus terrestris* e da influência de larvas de esciarídeos na oviposição de *Coenosia attenuata*.

<i>Nº Ensaios</i>	<i>Lumbricus nº ovos</i>	<i>Lumbricus - nº extensão</i>	<i>Esciarídeos nº ovos</i>	<i>Esciarídeos - nº extensão</i>
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	1	1	2
5	0	2	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	1	0	0
9	0	0	1	2
10	0	0	0	0
11	1	1	0	0
12	0	0	0	1
13	1	2	0	0
14	0	0	0	0
15	2	2	0	0
16	0	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	1	2	1	1
21	1	1	0	0
22	2	7	0	0
23	0	0	0	0
24	1	2	0	1
25	2	3	0	0
26	0	1	0	0
27	0	2	0	0
28	1	2	0	0
29	0	0	0	0
30	0	0	0	0
31	0	4	0	1
32	0	0	0	0
33	2	3	1	1
34	0	2	1	2
35	0	0	0	0
36	0	0	0	0
37	1	2	1	2
38	0	0	0	0
39	0	0	0	0
40	0	0	0	0
Total	15	40	6	13