



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**EFEITO DO NIM (*Azadirachta indica*) NA
MOSCA-DAS-FRUTAS *Ceratitis capitata*
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) E SEU
PARASITÓIDE *Diachasmimorpha longicaudata*
(HYMENOPTERA: BRACONIDAE)**

WESLEY MOTA FRANÇA

2008

WESLEY MOTA FRANÇA

**EFEITO DO NIM (*Azadirachta indica*) NA MOSCA-DAS-FRUTAS
Ceratitis capitata (DIPTERA: TEPHRITIDAE) E SEU PARASITÓIDE
Diachasmimorpha longicaudata (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

Orientadora
Prof^ª. D.Sc. Clarice Diniz Alvarenga Corsato

JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca Setorial do Campus Avançado de Janaúba - Unimontes

França, Wesley Mota

F814e Efeito do nim (*Azadirachta indica*) na mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) e seu parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) / Wesley Mota França. - Janaúba, MG: Unimontes, 2008.
61f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido, Universidade Estadual de Montes Claros.

“Orientador Profa. Dra. Clarice Diniz Alvarenga Corsato”

1. Mosca-do-Mediterrâneo - *Diachasmimorpha longicaudata* - Parasitismo 2. Nim - Efeito - Repelência. 3. Nim - Azadiractina.
I. Universidade Estadual de Montes Claros. II. Título.

CDD-632.7

WESLEY MOTA FRANÇA

**EFEITO DO NIM (*Azadirachta indica*) NA MOSCA-DAS-FRUTAS
Ceratitis capitata (DIPTERA: TEPHRITIDAE) E SEU PARASITÓIDE
Diachasmimorpha longicaudata (HYMENOPTERA: BRACONIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

APROVADA em 27 de maio de 2008.

Profª D.Sc. Teresinha Augusta Giustolin – UNIMONTES

Profª D.Sc. Adélica Aparecida Xavier – UNIMONTES

D.Sc. Beatriz Aguiar Jordão Paranhos – EMBRAPA SEMI-ÁRIDO

Profª D.Sc. Clarice Diniz Alvarenga Corsato
UNIMONTES
(Orientadora)

**JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL**

A Deus,

AGRADEÇO

Aos meus pais, Humberto e Eunicy,

Aos meus irmãos, Bergson, Anny e Humberto,

À minha noiva Rosana

Pelo apoio e incentivo,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, professora Dr^a. Clarice Diniz Alvarenga Corsato, pela orientação, confiança, incentivo e disponibilidade. Serei sempre grato.

Aos professores José Ermelino Alves Damasceno e Teresinha Augusta Giustolin, por todo o apoio na realização dos trabalhos estatísticos.

A todos os companheiros e estagiários do Laboratório de Entomologia, em especial a Gleidyane, Elisângela, Heliselle, Patrícia Ribeiro, Patrícia Leite, Paulo Barbosa, Márcio, Paulo Espínola e Luiz, que muito me auxiliaram na execução dos experimentos.

À FAPEMIG, pela bolsa concedida no início do curso e apoio financeiro para realização desta pesquisa.

A todos os professores do Departamento de Ciências Agrárias da UNIMONTES pelos ensinamentos a mim transmitidos.

Aos colegas de mestrado, João, Ildeu, Layrton, Maria Rosilene, Virgílio, Edmar, Lize, Célia, Ellen, Elaine, Allan, Hudson, Ricardo e Solange, pela amizade e companheirismo durante todo o curso.

Aos colegas e amigos de trabalho do IGAM, que sempre me incentivaram e apoiaram.

A todos que, direta ou indiretamente, me acompanharam nesta importante etapa de minha vida acadêmica.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Moscas-das-frutas.....	3
2.1.1 Aspectos gerais.....	3
2.1.2 Importância econômica.....	4
2.1.3 Moca-do-mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i>).....	5
2.2 Controle.....	8
2.2.1 Controle biológico.....	10
2.2.1.1 <i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	13
2.2.2 Plantas inseticidas.....	15
2.2.2.1 Ação do nim sobre os insetos-praga.....	17
2.2.2.2 Ação do nim no terceiro nível trófico.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Ação do parasitóide em larvas tratadas com nim.....	24
3.1.1 Teste sem livre escolha.....	25
3.1.2 Teste com livre escolha.....	26
3.2 Adição de torta de nim à vermiculita e sua ação sobre larvas de <i>C. capitata</i> e o parasitóide.....	26
3.3 Análise dos resultados.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 Ação do parasitóide em larvas tratadas com nim.....	29
4.1.1 Teste sem livre escolha.....	29
4.1.2 Teste com livre escolha.....	36
4.2 Adição de torta de nim à vermiculita e sua ação sobre larvas de <i>C. capitata</i> e o parasitóide.....	42
5 CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

RESUMO

FRANÇA, Wesley Mota. **Efeito do nim (*Azadirachta indica*) na mosca-das-frutas *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) e seu parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae)**. 2008. 61 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semi-Árido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Este trabalho teve como objetivo avaliar a ação do inseticida botânico nim no parasitismo de *Ceratitis capitata* por *Diachasmimorpha longicaudata*, em condições de laboratório. Pretendeu-se desta forma, avaliar a sobrevivência do parasitóide *D. longicaudata* a partir de larvas de *C. capitata* previamente parasitadas e posteriormente expostas à ação do nim, o efeito repelente do nim sobre o parasitóide e o efeito do nim no índice de parasitismo de *D. longicaudata*. Visando a constatar uma possível repelência, foram realizados dois experimentos, com e sem livre escolha. Para isso, as larvas foram mergulhadas por 30 segundos em uma solução de nim, nas concentrações de 0,5%, 1% e 1,5% de um produto comercial composto de óleo de nim a 0,37% (3.686 ppm), além da testemunha mergulhada apenas em água destilada. Em seguida foram expostas ao parasitismo de *D. longicaudata* por um período de 2 horas e 30 minutos. No experimento sem chance de escolha, uma única “unidade de parasitismo” por tratamento foi pendurada no interior da gaiola. No experimento com livre escolha, as “unidades de parasitismo” foram penduradas no interior de uma mesma gaiola, de forma que os parasitóides tivessem livre acesso a todos os tratamentos. No teste sem livre escolha, foi constatado que o aumento da concentração de nim em que as larvas foram mergulhadas afetou diminuindo a atração das fêmeas, o número de fêmeas que realizaram postura e o índice de parasitismo, enquanto que a emergência de parasitóides não foi afetada. No teste com livre escolha as maiores concentrações do produto comercial prejudicaram a emergência dos parasitóides e o índice de parasitismo. Apesar da emergência de moscas não ter sido afetada em razão das concentrações de nim, quando as larvas foram também expostas ao parasitismo, observou-se uma menor emergência de adultos da mosca, reforçando a efetividade do controle biológico. Em outro experimento, visando a avaliar a sobrevivência do parasitóide *D. longicaudata*, foram adicionadas diferentes quantidades de torta de nim (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% e 30%) à vermiculita que posteriormente receberam as larvas de *C. capitata* previamente parasitadas. Os resultados mostraram que, em todos os tratamentos contendo

¹ Comitê Orientador: Prof^ª. Clarice Diniz Alvarenga Corsato – DCA/UNIMONTES (Orientadora).

torta de nim, a emergência de parasitóides e o índice de parasitismo foram afetados negativamente de acordo com o aumento da proporção. A emergência de moscas, quando as larvas foram apenas expostas às diferentes proporções de torta de nim, reduziu de forma significativa na medida em que houve aumento da proporção. Entretanto, apesar da emergência de moscas não ter sido afetada quando as larvas foram previamente parasitadas, neste, o uso integrado do controle biológico com a torta de nim resultou em uma menor emergência de adultos da mosca. O nim possui ação de repelência e de contato ao parasitóide afetando o índice de parasitismo, entretanto, seu uso associado ao controle biológico proporciona redução na emergência de *C. capitata*.

ABSTRACT

FRANÇA, Wesley Mota. **Effect of the neem (*Azadirachta indica*) on the fruit-fly *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) and its parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae)**. 2008. 61 p. Dissertation (Master in Crop Science) – State University of Montes Claros, Janaúba, MG.¹

The purpose of this work was to evaluate the action of the neem botanic insecticide on the parasitism of *Ceratitis capitata* by *Diachasmimorpha longicaudata*, under laboratory conditions. It was evaluated the survival *D. longicaudata* from larvae of *C. capitata* previously parasitized and later exposed to neem action, its repellent effect on the parasitoid and its effect on the rate of *D. longicaudata* parasitism. Seeking to ascertain a possible repellency, two experiments were carried out, with and without free choice. For that, the larvae were immersed for 30 seconds in a neem solution, in the concentrations of 0.5%, 1% and 1.5% of a commercial product composed by neem oil to 0,37% (3.686 ppm), besides the control just immersed in distilled water. Soon afterwards they were exposed to the *D. longicaudata* parasitism for 2 hours and 30 minutes. In the no-choice experiment, a single "parasitism unit" for treatment was hung inside a cage. In the experiment with free choice, the "parasitism units" were hung inside another cage, so that the parasitoid had free access to all of treatments. In the no-choice treatment, it was ascertained that the increase of the neem concentration in which the larvae were immersed decreased the attraction of the females, the number of females that lay and the parasitism rate, while the parasitoid emergency was not affected. In the test with free choice, the largest concentrations of the commercial product harmed the parasitoid emergency and the parasitism rate. In spite of the emergency of flies has not been affected by neem concentrations, when the larvae were exposed also to the parasitism, a smaller emergency of adults of the fly was observed, reinforcing the biological control effectiveness. In another experiment, seeking to evaluate the survival of the *D. longicaudata* parasitoid, different quantities of neem cake were added (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30%) to the vermiculite that later received larvae of *C. capitata* previously parasitized. The results showed that in all of the treatments with neem cake, the parasitoids emergency and the parasitism rate were affected negatively in accordance with the increase of the proportion. The emergency of flies, when the larvae were exposed just to the different neem cake

¹ Guidance committee: Prof^a. Clarice Diniz Alvarenga Corsato – DCA/UNIMONTES (Adviser).

proportions, reduced in a significant way in the measure in that there was increase of the proportion. However, although the emergency of flies has not been affected when the larvae were previously parasitized, in this, the biological control integrated use with the neem cake resulted in a smaller emergency of adults of the fly. Neem possesses repellency action and of contact to the parasitoid affecting the parasitism rate, however, its use associated to the biological control provides reduction in the emergency of *C. capitata*.

1 INTRODUÇÃO

As moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são consideradas as principais pragas da fruticultura mundial (HICKEL, 2002) e um dos entraves para a exportação de frutas. A incidência dessas moscas é um fator de preocupação, acarretando aumentos nos custos de produção em razão das freqüentes aplicações de inseticidas para o seu controle, causando ainda perdas na produção. É uma praga de grande importância não só pelos danos diretos que causam às frutas, como também pela limitação às exportações devido a restrições quarentenárias (NORA *et al.*, 2000; BITTENCOURT *et al.*, 2006).

A densidade populacional das moscas-das-frutas está diretamente relacionada à disponibilidade de frutos de seus hospedeiros (NASCIMENTO e CARVALHO, 2000a; CARVALHO, 2003), fato este que dificulta em muito o seu controle, já que as moscas possuem uma vasta gama de hospedeiros, que são muitas vezes nativos. Estes hospedeiros proporcionam maiores condições de sobrevivência aos tefritídeos durante todo o ano, podendo inclusive ocorrer gerações superpostas (VELOSO *et al.*, 2000). Além disso, algumas espécies possuem elevado potencial biótico, o que as torna dominantes em sua área de ocorrência (CANAL, 1997), causando grandes prejuízos à fruticultura local e levando o produtor a se utilizar do controle químico. A importância econômica pode variar segundo o país, região, hospedeiro e época do ano, sendo que em algumas regiões elas podem comprometer até 100% da produção de frutos e infestar mais de 400 espécies de frutas (CARVALHO, 2006).

Tradicionalmente, o controle das moscas tem sido feito por meio de iscas tóxicas compostas de proteína hidrolisada associada a um inseticida e também pelo uso de produtos químicos aplicados em cobertura (CARVALHO, 2004). No entanto, diante das exigências do mercado consumidor, os produtores têm adotado uma série de medidas que visam à redução do controle químico, tais

como: práticas de cultivo, monitoramento dos pomares, ensacamento dos frutos e utilização de inimigos naturais, sejam liberando massalmente ou preservando-os por meio da utilização de produtos químicos seletivos e/ou alternativos, tais como os botânicos (LEMOS *et al.*, 2002). Os programas de manejo integrado de pragas têm incentivado o uso de todas estas medidas, principalmente a do uso de inimigos naturais e de técnicas que favoreçam o aumento de suas populações, minimizando, desta forma, o desequilíbrio ecológico verificado nos agroecossistemas (ALVARENGA *et al.*, 2006).

Levando-se em consideração que nenhuma das estratégias de manejo deve ser utilizada como único meio de controle de pragas, pretendeu-se, com esta pesquisa, avaliar as possibilidades de utilização conjunta do controle biológico por meio do parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead, 1905) e do inseticida botânico nim, visando a uma ação sinérgica entre esses dois métodos de controle. Estas ações conjuntas poderiam levar a uma redução no uso de agroquímicos convencionais pelos agricultores, diminuindo, desta forma, a contaminação do meio ambiente e aumentando a qualidade dos frutos produzidos e a sua competitividade no mercado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação do inseticida botânico nim no parasitismo de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) por *D. longicaudata*, em condições de laboratório. Pretendeu-se, desta forma, avaliar a sobrevivência do parasitóide *D. longicaudata* a partir de larvas de *C. capitata* previamente parasitadas e posteriormente expostas à ação do nim, o efeito repelente do nim sobre o parasitóide e o efeito do nim no índice de parasitismo de *D. longicaudata*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Moscas-das-frutas

2.1.1 Aspectos gerais

As moscas-das-frutas pertencem à família Tephritidae, uma das maiores e economicamente mais importantes da ordem Diptera, composta por 500 gêneros e mais de 4.000 espécies descritas, sendo que 35% delas atacam frutos (RODRIGUES *et al.*, 2006). As espécies de importância econômica pertencem aos gêneros *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis*, *Dacus*, *Rhagoletis* e *Toxotrypana* (ZUCCHI, 2000).

As moscas-das-frutas têm distribuição geográfica mundial e, no Brasil, existem dois gêneros da família Tephritidae com importância econômica: *Anastrepha*, com 95 espécies registradas (ZUCCHI, 2004), representando um dos táxons neotropicais nativos mais importantes, tanto por sua diversidade de espécies como por possuir uma ecologia complexa, comportamento e *status* de praga agrícola (ALUJA, 1993); e *Ceratitis*, constituído por aproximadamente 65 espécies que ocorrem principalmente na África tropical, sendo representado no Brasil por uma única espécie, *C. capitata* (ZUCCHI, 2001).

As espécies de moscas-das-frutas de importância econômica representam uma grande preocupação para a maioria dos países (MALAVASI, 2000). A introdução de espécies exóticas dessas moscas, às vezes, se dá pela dispersão natural, mas fundamentalmente por meio do transporte de frutos *in natura* de uma região para outra. Estágios imaturos do inseto são facilmente transportados a longas distâncias em curto espaço de tempo (Carey e Dowell, 1989, citados por DUARTE e MALAVASI, 2000). Landolt *et al.* (1984) também citados por Duarte e Malavasi (2000), discutem que o risco de uma espécie exótica de

moscas-das-frutas ser introduzida em outro país, via fruto infestado, deve ser baseado na probabilidade de um casal da praga sobreviver ao empacotamento, embarque, transporte e na possibilidade de se reproduzir no local de destino do fruto.

Atualmente, a principal forma de dispersão das moscas-das-frutas é o transporte de frutas infestadas feito por passageiros em viagens (aéreas, terrestres e marítimas) e de frutos hospedeiros que não passaram pela inspeção fitossanitária oficial (CARVALHO, 2005b).

2.1.2 Importância econômica

A importância econômica das moscas-das-frutas deve-se aos danos diretos causados à produção e às exigências quarentenárias impostas pelos países importadores de frutas *in natura* (NASCIMENTO e CARVALHO, 2000a). Por estarem envolvidas em infestações de uma grande variedade de frutas e hortaliças de considerável valor econômico, as moscas-das-frutas estão entre as principais pragas do mundo (WHITE e ÉLSON-HARRIS, 1992). Para produtos de exportação, a tolerância de dano é zero e, em muitos casos, por ser considerada praga quarentenária, a exportação é embargada pela simples presença da mosca na região de produção ou até mesmo no país exportador (WALDER, 2002).

As moscas-das-frutas são responsáveis por grandes perdas na produção agrícola devido ao seu alto potencial biótico, ampla distribuição geográfica e a utilização de um grande número de plantas hospedeiras (VELOSO, 1997). De acordo com Hernandez-Ortiz e Aluja (1993), o status de praga das espécies de importância econômica pode variar de país para país e em um mesmo país segundo o hospedeiro, a região ou a época do ano.

Os danos das moscas-das-frutas são causados pelas fêmeas adultas e pelas larvas, unicamente em frutos (SALLES, 1995) e são de grande proporção a vários tipos de pomares. As larvas podem destruir totalmente a polpa dos frutos, tornando-os imprestáveis ao consumo. O número de moscas é enorme, e é comum encontrá-las pousando sobre os frutos, de asas distendidas e o abdome abaixado para fazer a postura, de preferência nas frutas expostas ao sol. No orifício feito pelo ovipositor ocorre apodrecimento, resultando em queda do fruto. Em frutos verdes causam mancha parda, que também provoca sua queda (GALLO *et al.*, 2002).

No Oriente médio (Israel, territórios palestinos, Jordânia, Líbano e Síria) estima-se que a mosca *C. capitata* ocasiona perdas por danos diretos de 125,2 milhões de dólares anuais e de 165,7 milhões por danos indiretos (ENKERLIN e MUMFORD, 1997).

Segundo Enkerlin *et al.* (1989), em algumas regiões do Brasil, dependendo das condições climáticas e da presença de plantas hospedeiras, essa praga pode comprometer até 100% da produção.

No sul do Brasil, o gasto anual com inseticidas para o controle de moscas-das-frutas nos pomares de macieira é estimado em dois milhões de dólares, ou o equivalente a 100 mil litros de fentiom (o inseticida mais empregado), isto para uma área de aproximadamente 20.000 ha, aplicando-se de 4 a 5 tratamentos por ano (HICKEL, 2002). De acordo com Canal (1997), na Califórnia a introdução de moscas-das-frutas pode custar 910 milhões em perdas, além de 290 milhões para o seu controle.

2.1.3 Mosca-do-mediterrâneo (*Ceratitis capitata*)

A mosca-do-mediterrâneo, *C. capitata*, é considerada a mais prejudicial, cosmopolita e invasora dentre todos os tefritídeos, causando mais danos à

agricultura do que qualquer outra. Este gênero, de origem sub-Saariana, tem outras espécies cuja distribuição está limitada ao continente africano. *C. capitata* só não é encontrada em regiões muito frias ou onde programas ativos de detecção e erradicação impedem seu estabelecimento, como no México, Chile e EUA (Califórnia e Flórida), onde focos são encontrados frequentemente (MALAVASI *et al.*, 2000).

C. capitata é originária de países do Mediterrâneo que cultivam laranjas, maçãs, pêssegos entre outras, daí o nome mosca-do-mediterrâneo. É a única espécie do gênero que ocorre no Brasil (RAGA *et al.*, 1996), sendo sua presença constatada pela primeira vez em 1901, por Ihering, citado por Mariconi e Iba (1955).

Sua ocorrência no Brasil relaciona-se principalmente aos hospedeiros exóticos, infestando também frutos tropicais. Segundo Zucchi (2001), *C. capitata* ataca mais de 58 espécies de hospedeiros, das quais vinte são nativos (frutas e hortaliças), o que demonstra a sua capacidade de adaptação.

C. capitata apresenta pequena variabilidade genética no Brasil, que segundo Silva (2000) pode ser resultado de introduções a partir de um pequeno número de indivíduos. Uma única introdução poderia ter estabelecido a população no sudeste, a região onde a espécie foi registrada pela primeira vez no país, com expansão subsequente para outras regiões do Brasil por meio de eventos secundários de colonização.

Segundo Raga *et al.* (1996), em vista de sua facilidade adaptativa a climas bastante diferentes, grande diversidade de hospedeiros, alta capacidade reprodutiva e facilidade de dispersão, a mosca-do-mediterrâneo é encontrada nos cinco continentes. Está amplamente distribuída na América do Sul, sendo que no Brasil ocorre desde o Estado do Ceará até o Rio Grande do Sul. Por causa desses fatores, a mosca-do-mediterrâneo tem grande importância quarentenária no comércio internacional de frutas frescas.

A sua adaptação a novos ambientes deve, fundamentalmente, depender de dois fatores importantes: a possibilidade de obter respostas imediatas às novas condições, representadas por ambientes que passem a ser explorados pela espécie, ou por modificações ambientais causadas, muitas vezes, pelo próprio homem; e a oportunidade de constatar que populações naturais possuem variabilidade (SOUZA e MARIOLI, 1988).

O desenvolvimento de *C. capitata* passa por quatro estágios: ovo, larva, pupa e adulto, e o desempenho do seu ciclo de vida está condicionado, basicamente, a dois componentes do meio onde vivem, o clima e o hospedeiro (SALLES, 2000).

A espécie *C. capitata*, por apresentar o ovipositor mais curto em relação a outras espécies de moscas-das-frutas, ataca apenas os frutos em estágio de maturação mais avançado (frutos maduros) (GALLO *et al.*, 2002).

A fêmea, ao realizar a punctura e introdução do ovipositor no interior do fruto, percebe se as condições são propícias para o desenvolvimento da sua prole, sendo este fator determinante para a realização da postura (SALLES, 1995). A punctura por si só, sem a postura do ovo, já configura o dano, pois perfura a epiderme deformando o fruto.

As larvas eclodidas consomem a polpa dos frutos, não exibindo um padrão de deslocamento no interior dos mesmos, embora elas sejam mais frequentemente encontradas na parte central da polpa (SALLES, 1995).

C. capitata assume grande importância porque pode ocorrer durante todo o ano, devido à grande diversidade de frutíferas que ataca, apresentando o que normalmente é chamado de “sucessão de hospedeiros”, ou seja, ela passa de uma frutífera para outra, à medida que estas forem frutificando em diferentes épocas do ano (AZEVEDO JUNIOR *et al.*, 1998).

De acordo com Malvasi *et al.* (1980), haveria um aumento da frequência de *C. capitata* com o aumento de plantações extensas de hospedeiros

no nordeste brasileiro. Isto tem sido observado no município de Livramento de Brumado-BA, região onde a fruticultura está em expansão, e de acordo com Nascimento e Carvalho (2000b) há um predomínio de *C. capitata* (99,39%). Araújo *et al.* (2005) em levantamentos realizados em Mossoró e Assu, Rio Grande do Norte, registraram maior quantidade de *C. capitata* (82,3%) em relação às espécies de *Anastrepha* (17,7%).

2.2 Controle

O controle das moscas-das-frutas, dentre outros fatores, é grandemente dificultado pela vasta gama de hospedeiros, principalmente nativos, que propiciam condições de sobrevivência durante todo o ano, além de proporcionar a ocorrência de gerações superpostas (VELOSO *et al.*, 2000).

A distribuição das moscas-das-frutas está diretamente relacionada aos seus hospedeiros (MORGANTE, 1991). Entretanto, algumas espécies possuem maior potencial biótico e tornam-se dominantes na área (CANAL, 1997), provocando grandes prejuízos à fruticultura local e levando o produtor a utilizar o controle químico. Considerando o número elevado de espécies de moscas-das-frutas, o grande número de hospedeiros cultivados e silvestres e as peculiaridades regionais e locais, torna-se muito difícil estabelecer um programa geral de controle (CARVALHO, 1988).

Diversos países já executaram ou estão executando programas de erradicação de *C. capitata*, em parte ou no total de seu território. Em países que convivem com a praga, a exportação de vegetais hospedeiros de *C. capitata* para os Estados Unidos e Japão só tem ocorrido por meio da formação de zonas livres ou com a aplicação de um tratamento quarentenário (RAGA *et al.*, 1996).

O controle químico por meio de aplicações de iscas tóxicas e pulverizações em cobertura é o método mais amplamente usado (SUGAYAMA,

2000). Esse método é usado em aspersão sobre a planta através do uso de brocha, trincha, pulverizador costal ou pistola de pulverização (CARVALHO, 1988). É um método que apresenta as vantagens de ser rápido e prevenir o ataque das fêmeas e o desenvolvimento larval, entretanto os custos ecológicos associados são elevados (SUGAYAMA, 2000). O uso indiscriminado de agrotóxicos pode contribuir para causar efeitos maléficos como contaminações do solo e água, destruição de insetos benéficos à vida selvagem, envenenamento do homem e animais domésticos, além de acarretar problemas de resíduos aos produtos agrícolas e desenvolver resistência de pragas (NEVES e NOGUEIRA, 1996; OLIVEIRA, 2005; TRINDADE, 2005).

Neste contexto, a nova tendência do mercado mundial por produtos de qualidade tem exigido dos países exportadores de frutas frescas menores níveis de resíduos de agrotóxicos, o que tem obrigado a busca de alternativas para equacionar este problema (CARVALHO *et al.*, 2000).

Dentro da filosofia do manejo integrado de pragas, o uso de agrotóxicos somente deve ser feito quando estes apresentarem algum tipo de seletividade (MEDINA *et al.*, 2001; MEDINA *et al.*, 2003).

Os programas de manejo integrado de pragas em fruticultura têm incentivado o uso de vários métodos e táticas de controle, como métodos culturais, uso de atrativos, resistência varietal e controle biológico (CARVALHO *et al.*, 2000). O uso de extratos vegetais também tem surgido como uma alternativa para o controle de insetos nocivos às plantas (GONÇALVES-GERVÁSIO e VENDRAMIM, 2004).

O controle biológico de moscas-das-frutas está se espalhando pelo Brasil, seja por meio de liberação inoculativa ou inundativa. Em virtude de sua eficácia e da rápida expansão da população de *C. capitata* nos pólos de fruticultura do Nordeste do Brasil, está sendo implantada e iniciando o funcionamento de uma Biofábrica destinada à produção comercial de

parasitóides e de macho estéril de *C. capitata* no país (CARVALHO e NASCIMENTO, 2002).

O controle biológico é uma alternativa viável que pode ser usado isoladamente ou integrado a outros métodos como os inseticidas naturais de origem vegetal (MARQUES *et al.*, 2004), pois a maioria dos trabalhos referentes ao controle de insetos com produtos botânicos destaca essa compatibilidade (GONÇALVES-GERVÁSIO e VENDRAMIM, 2004).

A associação do controle biológico utilizando o parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* e extratos de nim, para o controle de moscas-das-frutas, é uma possibilidade recente e promissora, podendo resultar em sinergismo entre os dois, sendo porém pouco estudada.

2.2.1 Controle biológico

O controle biológico é um fenômeno natural que consiste na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, os quais se constituem nos agentes de mortalidade biótica (PARRA *et al.*, 2002).

Segundo Bosch *et al.* (1982), o controle biológico é um fenômeno dinâmico que sofre influência de fatores climáticos, da disponibilidade de alimentos e da competição, assim como de aspectos independentes e dependentes da densidade.

A tendência do controle biológico de moscas-das-frutas é tornar-se parte integrante e fundamental dos programas de manejo integrado. O uso desse método de controle é, do ponto de vista ecológico, muito importante, pois tem como premissa o aumento das populações de inimigos naturais das moscas-das-frutas nos pomares de frutíferas. O uso de agentes de controle biológico reduz a necessidade de agrotóxicos e os níveis de resíduos nos frutos, aumentando a

qualidade do produto e a competitividade no mercado de frutos *in natura* (ALVARENGA *et al.*, 2006).

Os estudos de parasitóides de moscas-das-frutas iniciaram-se em 1902. Desde essa data um grande número de programas de controle biológico de tefritídeos tem sido conduzido em muitos países (WHARTON, 1989). Dentre esses programas alguns foram bem sucedidos, porém, para a maioria deles não existem dados para avaliar a sua eficiência e alguns não foram eficientes (CLAUSEN, 1978). O sucesso dessa estratégia depende, em muito, do conhecimento de aspectos ecológicos e comportamentais da praga-alvo e de seus inimigos naturais (AGUIAR-MENEZES e MENEZES, 2001).

Dentre os organismos que atuam no controle biológico natural das moscas-das-frutas, como vírus, bactérias, fungos, nematóides, predadores e parasitóides, estes últimos têm-se destacado como os mais efetivos e, entre eles, os braconídeos destacam-se como os mais utilizados em programas de controle biológico de moscas-das-frutas (BARANOWSKI *et al.*, 1993). A habilidade dos parasitóides encontrarem a planta hospedeira das larvas da mosca e a própria larva hospedeira dentro dos frutos está entre os fatores que são normalmente analisados indicando o sucesso no parasitismo desse inseto (HICKEL, 2002).

As frutíferas são localizadas pelo parasitóide por meio de substâncias voláteis produzidas pelos frutos maduros e deteriorados (MESSING e JANG, 1992). A ação do parasitóide tem início com a localização da larva no interior do fruto, através das vibrações que esta produz ao se alimentar, as quais são identificadas pelo parasitóide através de suas antenas. A fêmea do parasitóide, ao localizar a larva da mosca, introduz o ovipositor no interior do fruto e realiza a postura dentro do corpo da larva. Os ovos, se fecundados, darão origem a machos e fêmeas; se não fecundados, originarão somente machos através da reprodução partenogênica do tipo arrenótoca. O desenvolvimento do parasitóide ocorre no interior da larva da mosca até que, ao entrar na fase de pupa no solo, o

conteúdo corporal dessa fase é consumido pela larva do parasitóide. No final de seu ciclo, emerge, em vez de um adulto de uma mosca, um parasitóide, que continuará o mesmo processo que o gerou (CARVALHO e NASCIMENTO, 2002).

Os parasitóides da família Braconidae podem pertencer à subfamília Opiinae, a mais comum, como à Alysinae. São endoparasitóides coinobiontes de Diptera Cyclorrhapha, isto é, a fêmea do parasitóide oviposita nos ovos ou larvas de seu hospedeiro, o qual permanece vivo até a fase de pupa, para o completo desenvolvimento do parasitóide (WHARTON, 1997). Os opiíneos apresentam especificidade hospedeira para a família Tephritidae; portanto, são os mais usados nos programas de controle biológico de moscas-das-frutas (CLAUSEN, 1940). Todas as espécies registradas nos gêneros *Utetes*, *Doryctobracon* e a maioria das espécies do gênero *Diachasmimorpha* são parasitóides de Tephritidae (WHARTON, 1997).

O êxito no controle biológico clássico dentro do contexto da produção agrícola comercial é limitado, visto que requer certa estabilidade ambiental e alta biodiversidade, as quais são encontradas apenas em alguns ecossistemas perenes. Nestes habitats, a taxa de parasitismo natural de espécies introduzidas e/ou endêmicas não são, muitas vezes, suficientemente elevadas para exercerem, por si só, o controle adequado. Nesses casos, deve-se optar pelo controle biológico aumentativo (SIVINSKY, 1996). Assim, em locais com baixos índices naturais de parasitismo de moscas-das-frutas, as liberações inundativas de inimigos naturais são de grande valia para o manejo integrado (CANAL e ZUCCHI, 2000).

2.2.1.1 *Diachasmimorpha longicaudata*

O braconídeo *D. longicaudata* é um endoparasitóide coinobionte que oviposita no último ínstar larval das moscas-das-frutas (Tephritidae) e que completa seu desenvolvimento no pupário do hospedeiro. Sua máxima capacidade de parasitismo acontece no período compreendido entre 4 e 13 dias de idade (SUGAYAMA, 2000). Todas as espécies de *Diachasmimorpha* atacam moscas-das-frutas da família Tephritidae, não sendo conhecido seu desenvolvimento em outro inseto (CARVALHO e NASCIMENTO, 2002).

D. longicaudata é o parasitóide de moscas-das-frutas mais intensamente estudado. Essa grande quantidade de estudos está relacionada à facilidade com que esse parasitóide é criado em laboratório, à intensa atividade de forrageamento em frutos caídos no solo que ele apresenta (PURCELL *et al.*, 1994) e à alta atividade de exploração de recursos disponíveis pelas fêmeas (SIVINSKI *et al.*, 1998).

D. longicaudata é nativo da região Indo-Filipina e foi originalmente recuperado de espécies de *Bactrocera* (CLAUSEN *et al.*, 1965). Introduzido na Flórida para o controle da mosca-do-caribe, este se estabeleceu rapidamente (CANCINO, 1992). Com sua introdução, as populações de *Anastrepha suspensa* (Loew) foram reduzidas a 40% (BARANOWSKI *et al.*, 1993), respondendo ainda por 95% do parasitismo de *A. suspensa* no sul da Flórida (SIVINSKI, 1991).

No Brasil, a Embrapa Mandioca e Fruticultura solicitou a introdução de *D. longicaudata* proveniente da Flórida (CARVALHO *et al.*, 1995), visando a fornecer ao Manejo Integrado de Pragas mais uma alternativa para o controle de moscas-das-frutas neotropicais do gênero *Anastrepha* e da espécie *C. capitata*, existindo, atualmente, colônias desse parasitóide estabelecidas em vários laboratórios no país (ALVARENGA *et al.*, 2006).

Na região do Recôncavo Baiano, onde liberações inoculativas foram realizadas, *D. longicaudata* foi recuperado 17 meses após a suspensão das liberações, em julho de 1996 (CARVALHO, 2005a). Todavia, durante as safras de 2004 e 2005 não se coletou nenhum espécime do parasitóide exótico. Apesar disso, o autor sugere que *D. longicaudata* conseguiu manter-se no agroecossistema, o que reforça a sua capacidade de adaptação, sobrevivendo e mantendo-se por várias gerações nas condições desse ambiente tropical.

Em liberações sucessivas de *D. longicaudata*, realizadas em pomares comerciais de goiaba na região norte de Minas Gerais, observou-se baixa taxa de parasitismo natural. No entanto, este fato pode vir a ser vantagem do ponto de vista do manejo, pois, pode-se considerar a possibilidade de ações de controle biológico inundativo, já que o parasitóide exótico conseguiu completar o ciclo nessas condições, não afetando a população do parasitóide nativo (ALVARENGA *et al.*, 2005).

Montoya (2000) propõe que as liberações inundativas de parasitóides podem sinergizar-se com liberações de moscas estéreis no desenvolvimento de programas de erradicação. Na Flórida, com a combinação *A. suspensa* e *D. longicaudata*, sugeriu-se que com a relação de densidade parasitóide/mosca de 4:1 (equivalente à liberação de 30.000 parasitóides/Km² com densidade populacional da mosca de 7.500/Km²) na terceira geração se poderia alcançar parasitismos superiores a 98%. No México, em pomares de manga, Montoya *et al.* (2000) observaram redução de 2,7 vezes a população de *Anastrepha* spp. após liberações aumentativas de *D. longicaudata* com densidade de cerca de 1.000 parasitóides/ha/semana. Esse trabalho foi realizado em área de 1.600 ha durante dois anos, com 38 semanas de liberação por ano. Os resultados também reportaram parasitismos acima de 80% e indicaram que o controle biológico por aumento pode ser boa opção contra moscas-das-frutas, sempre que se leve em

conta a complexidade ecológica da região, a densidade e os tipos de hospedeiros de moscas-das-frutas existentes.

Na Bahia, cerca de 50.000 espécimes de *D. longicaudata* foram liberados em campo no município de Conceição do Almeida, entre setembro/95 até setembro/96, sendo recuperados 104 indivíduos em goiaba (*Psidium guajava*), carambola (*Averroa carambola*), pitanga (*Eugenia brasiliensis*) e manga (*Mangifera indica*). Além de *D. longicaudata*, foram obtidas as espécies *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti), *Utetes anastrephae* (Viereck), *Opius* spp, *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes). O parasitóide exótico foi capaz de parasitar larvas das moscas-das-frutas em todas as fruteiras observadas, demonstrando ser capaz de localizar as larvas de moscas-das-frutas neotropicais e participar do controle biológico desta praga, complementando a ação dos parasitóides nativos (CARVALHO *et al.*, 2000).

Aguiar-Menezes (2000), estudando a influência da morfologia de frutos e do tempo de sua permanência no solo após abscisão sobre o parasitismo de Opiinae em *Anastrepha* spp., observou que as espécies nativas de opiíneos presentes no município de Seropédica demonstraram preferência em procurar larvas hospedeiras em frutos ainda presos à planta, enquanto *D. longicaudata* prefere larvas maduras e as procuram, principalmente, nos frutos em decomposição caídos ao solo. Este fato demonstra a possibilidade do *D. longicaudata* se estabelecer sem comprometer as relações tritróficas preexistentes (AGUIAR-MENEZES e MENEZES, 2001).

2.2.2 Plantas inseticidas

A utilização de plantas inseticidas vem conquistando o mercado e a preferência dos produtores e consumidores, não apenas pela redução do uso de agrotóxicos, como também pela necessidade de adoção de práticas de menor

impacto ao meio ambiente. Não é uma técnica recente, já que o seu uso no controle de pragas foi bastante comum em países tropicais antes do advento dos inseticidas sintéticos (BOGORNI e VENDRAMIM, 2001).

Os primeiros inseticidas botânicos utilizados foram a nicotina, extraída do fumo *Nicotiana tabacum* (Solanaceae); a piretrina, extraída do piretro *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae); a rotenona, extraída de *Derris* spp. e *Lonchocarpus* spp. (Fabaceae); a sabadina e outros alcalóides extraídos da sabadila *Schoenocaulon officinale* (Liliaceae); e a rianodina, extraída de *Rhynchospora speciosa* (Flacourtiaceae). Estes inseticidas praticamente deixaram de ser usados com o surgimento dos inseticidas organossintéticos, que se mostraram mais eficientes e baratos (VENDRAMIM e CASTIGLIONI, 2000).

O ressurgimento dos estudos com inseticidas botânicos deveu-se à necessidade de se dispor de novos compostos para uso no controle de pragas sem os problemas de contaminação ambiental, resíduos nos alimentos, efeitos prejudiciais sobre os organismos benéficos e o aparecimento de insetos resistentes. Essas características normalmente estão presentes nos inseticidas vegetais, reforçando o interesse na busca de alternativas representadas por substâncias tóxicas de origem vegetal (GALLO *et al.*, 2002; VENDRAMIM e CASTIGLIONI, 2000).

As pesquisas com inseticidas botânicos são realizadas basicamente com dois objetivos: descoberta de novos princípios ativos que tenham atividade contra o inseto e a obtenção de inseticidas naturais através do princípio ativo detectado para uso direto no controle das pragas (COSTA *et al.*, 2007).

Quando se utilizam produtos vegetais com atividade inseticida, os seguintes efeitos sobre os insetos podem ser observados: repelência, inibição da oviposição, inibição da alimentação, inibição do crescimento, alterações do sistema hormonal, alterações morfogênicas, alterações no comportamento sexual, esterilização dos adultos, mortalidade na fase imatura ou adulta, dentre

outros. O objetivo principal deve ser reduzir ou, se possível, impedir a oviposição e alimentação do inseto e, conseqüentemente, o crescimento da população da praga (VENDRAMIM e CASTIGLIONI, 2000).

2.2.2.1 Ação do nim sobre os insetos-praga

Azadirachta indica A. Juss. ou “neem tree”, popularmente denominada nim no Brasil, tem sido muito estudada quanto às suas propriedades e quanto ao seu potencial como inseticida botânico, sendo que seus extratos têm se revelado tão potentes quanto os inseticidas comerciais (PRATES *et al.*, 2003).

O nim é uma árvore pertencente à família Meliaceae, de origem asiática, mais especificamente de Burma e de regiões áridas da Índia (CIOCIOLA JUNIOR e MARTINEZ, 2002). É usada há séculos, principalmente na Índia, como planta medicinal, em especial como anti-séptico, curativo ou como vermífugo, em sabões medicinais, pastas dentais e outros (MARTINEZ, 2001). É encontrado em abundância no sudeste asiático e na África Ocidental (MARTINEZ, 2002) e recentemente disseminou-se para outras regiões tropicais e subtropicais do mundo onde é bastante cultivado, como Austrália, Ilhas do Pacífico e Américas. As primeiras introduções da planta no Brasil, para estudo como planta inseticida, foram feitas pelo IAPAR, em 1986, dando início a pesquisas de adaptação da espécie em diversos locais do Paraná e de São Paulo (MARTINEZ, 2001).

A planta de nim possui mais de 50 compostos terpenóides, a maioria com ação sobre os insetos. Todas as partes da planta possuem esses compostos, porém, é no fruto que se encontra a maior concentração. Esses compostos são solúveis em água e podem ser preparados de maneira simples e barata por pequenos e médios produtores (MARTINEZ, 2001).

A azadiractina constitui-se o mais importante princípio ativo do ponto de vista entomológico (JACOBSON, 1989), afetando o desenvolvimento dos insetos de diferentes modos. Por ser estruturalmente similar ao hormônio chamado “ecdisonio”, que controla o processo de metamorfose das diversas fases da vida dos insetos (larva, pupa e inseto adulto), esta substância bloqueia a produção e a liberação desse hormônio vital para os insetos e com isso afeta a mudança de uma fase para outra, interferindo no seu ciclo de vida. Em altas concentrações, além de poder impedir a ecdise, causa a morte do inseto. Por essa razão, as formas jovens de insetos são mais fáceis de controlar (CIOCIOLA JUNIOR e MARTINEZ, 2002).

Segundo Ciociola Junior e Martinez (2002), a morte não é imediata, dado o seu efeito fisiológico, porém, além de afetar a ecdise, reduz o consumo de alimentos, retarda o desenvolvimento, repele os adultos e reduz a postura nas áreas tratadas e afeta a fertilidade dos ovos. Também tem maior ação por ingestão do que por contato, de modo que os insetos mastigadores são mais facilmente afetados.

A azadiractina é solúvel em água e em álcool, muito sensível aos raios ultravioletas e aos meios ácidos ou básicos, apresentando rápida biodegradação, mantendo o efeito anti-alimentar por no máximo duas semanas (CARVALHO e FERREIRA, 1990).

Com relação ao consumo alimentar, a azadiractina torna o alimento impalatável aos insetos por ação direta, como demonstrado em gafanhotos e lepidópteros, interferindo diretamente nos quimiorreceptores de larvas, pela estimulação de células “deterrentes” específicas situadas nos palpos maxilares e na probólide (Blaney *et al.*, 1990, citado por MARTINEZ, 2002). Como consequência, o consumo alimentar e a utilização de nutrientes são também prejudicados. Assim, a eficiência de conversão de alimento ingerido e digerido e

a atividade das enzimas do intestino são reduzidas (Ayyangar e Rao, 1989, citado por MARTINEZ, 2002).

Considerando o complexo mecanismo da ação dos hormônios envolvidos na muda dos insetos, os efeitos da azadiractina vão depender também de quais eventos fisiológicos estão em andamento no inseto no momento em que o composto é aplicado. Pode haver completa inibição da muda e esta não se iniciar, pode ainda ser interrompida, ou ser incompleta, produzindo, em caso de transformação de larva para pupa, indivíduos com características intermediárias presentes em ambos os estádios referidos (MARTINEZ, 2002). Muitas outras funções fisiológicas diferentes nos insetos também podem ser controladas pela ação hormonal, incluindo a síntese de proteínas, a diapausa e o próprio comportamento; desta forma, estes podem sofrer indiretamente a ação da azadiractina, além de efeitos tóxicos diretos nos diferentes tecidos e células (Hori *et al.*, 1984, citado por MARTINEZ, 2002).

Os insetos em geral, quando tratados com extratos de nim, sofrem desequilíbrio no acasalamento devido à impotência do macho e uma redução considerável nos feromônios das fêmeas (SCHUMUTTERER, 1990).

Martinez e Emden (2001), avaliando o efeito da alimentação de larvas de terceiro ínstar de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) em dieta artificial tratada com azadiractina (de 0,01 ppm a 1 ppm p/v), por dois dias, transferidas posteriormente para dieta pura, verificaram uma redução na taxa média de crescimento relativo, alongamento dos ínstars larvais, anormalidades morfológicas, impedimento da ecdise e mortalidade dependente da dose.

Em ensaio visando ao controle de moscas-das-frutas, Nakano (2001) estudou o efeito esterilizante do nim e concluiu que a azadiractina, na forma comercial Nim 4000 EEC na dosagem de 30 ppm, pode ser empregada no controle de *C. capitata* causando efeito de esterilidade, obtendo até 100% de eficiência.

Stark *et al.* (1990), avaliando os efeitos da azadiractina na metamorfose, longevidade e reprodução de *C. capitata*, *Dacus dorsalis* Hendel e *D. curcubita* Coquillett, observaram que ao se exporem larvas de terceiro ínstar e pupas das moscas à azadiractina, na dosagem de 14 ppm, foi inibida a emergência dos adultos de *C. capitata* e *D. dorsalis*, observando o mesmo resultado para *D. curcubita* com 10 ppm. Dez dias após a emergência dos adultos, 75% de *D. dorsalis* e 64% de *C. capitata* morreram quando as larvas e pupas foram expostas a 4,66 ppm de azadiractina. Em *D. curcubita* exposta a 2,77 ppm, 24% das moscas morreram aos dez dias após a emergência.

Silva *et al.* (2003), estudando o efeito do óleo de nim como componente de isca tóxica em diferentes concentrações (0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,30; 0,50 e 0,70 %), visando ao controle de *C. capitata* em condições de laboratório, registraram mortalidade significativa nas diferentes concentrações e constataram efeito repelente em concentrações superiores a 0,10%.

Di Ilio *et al.* (1999), ao avaliarem os efeitos de diferentes concentrações de uma formulação comercial de nim adicionado à dieta dos adultos de *C. capitata*, observaram uma redução significativa no número de ovos depositados com o aumento das concentrações e esterilidade das fêmeas, além de uma leve redução na longevidade.

2.2.2.2 Ação do nim no terceiro nível trófico

Para os inimigos naturais, os resultados indicam que os efeitos do nim são menos prejudiciais, estando esta menor suscetibilidade mais relacionada ao comportamento dos insetos do que a sua fisiologia (MARTINEZ, 2002). A azadiractina é menos eficiente por contato do que por ingestão e assim os predadores que não se alimentam das plantas tratadas são menos afetados. Além disso, como os insetos excretam cerca de 90% do composto no período de 7 a 24

horas, é provável que as pragas tratadas com azadiractina possuam no seu corpo concentrações bem reduzidas da substância no momento em que forem consumidas por predadores (CIOCIOLA JUNIOR e MARTINEZ, 2002).

Alguns trabalhos mostram a menor toxicidade do nim sobre espécies de predadores, reforçando as afirmações anteriores. Na Alemanha, pulverizações sobre pulgões mumificados (parasitados) não afetaram larvas e pupas, ou a emergência de adultos de parasitóides da família Braconidae como *Diaeretiella rapae* (McIntosh) e *Aphidius cerasicola* (Stary) (SCHMUTTERER, 1990).

No Brasil, estudos foram realizados com o predador *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus), onde pulverizações foram feitas sobre larvas e adultos. Os adultos pulverizados com o óleo emulsionável de nim a 5 mL/L (dose recomendada) não foram afetados; já as larvas de segundo ínstar foram atingidas na mesma concentração. No entanto, com a metade da dose não houve mortalidade, e a capacidade predatória das larvas não foi afetada. Os adultos emergidos das larvas tratadas não sofreram alterações na razão sexual, longevidade, período de pré-oviposição, oviposição e número de ovos ou percentagem de eclosão (SILVA *et al.*, 2001).

Stark *et al.* (1992), avaliando a sobrevivência, longevidade e reprodução de parasitóides de moscas-das-frutas a partir de larvas de 3º ínstar de *D. dorsalis* e *C. capitata* parasitadas e expostas a areia tratada com diferentes concentrações de azadiractina (1, 5, 10, 20, 50 e 100 ppm), verificaram que os parasitóides *D. longicaudata* e *D. tryoni* (Cameron) não foram afetados pela ação do nim. Esses parasitóides foram capazes de emergir das larvas que tinham sido expostas à maior concentração de azadiractina (100 ppm), concentração 10 vezes maior que a necessária para inibir a emergência das moscas.

Vacari *et al.* (2004), testando a seletividade do extrato de óleo de nim sobre o percevejo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas), constataram que a pulverização nos adultos com as concentrações 0,6; 0,8; 1,0; 1,5 e 2,0 % do

extrato vegetal não foram tóxicas e não afetaram os parâmetros reprodutivos do predador. Contudo, com exceção da concentração 0,6%, todas as outras causaram mortalidade de *Plutella xylostella* Linnaeus, a traça-das-crucíferas, comprovando para este caso a possibilidade do uso conjunto do controle biológico e do nim.

De acordo com Ciociola Junior e Martinez (2002), os trabalhos ainda são insuficientes para avaliar a real dimensão dos efeitos do nim sobre inimigos naturais, em especial parasitóides, merecendo essa área especial atenção, para que se possa integrar o uso do nim com o controle biológico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

As criações de *Ceratitis capitata* e de *Diachasmimorpha longicaudata* para os experimentos foram mantidas no Laboratório de Criação de Insetos da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Campus de Janaúba/MG, sob condições controladas (temperatura de $26 \pm 1^\circ \text{C}$, umidade relativa de $65 \pm 10\%$ e fotofase de 14 h).

A dieta dos adultos de *C. capitata* foi constituída basicamente de hidrolisado de proteína e açúcar. A gaiola foi construída de modo que uma das laterais apresentasse uma inclinação de aproximadamente 10%, no qual foi utilizado um tecido tipo “voil”, onde as fêmeas depositavam seus ovos. Esta inclinação permitiu que os ovos caíssem numa bandeja contendo água destilada, colocada externamente ao lado da gaiola. A cada 24 horas os ovos foram recolhidos com o auxílio de uma peneira forrada com tecido “voil”, lavados com água destilada e, em seguida, com o auxílio de um pincel, distribuídos em recipientes plásticos de 24 x 17 x 6,5 cm contendo dieta artificial (CARVALHO *et al.*, 1998) e fechados com filme plástico. Estes recipientes foram mantidos em câmara BOD, com temperatura de $27 \pm 1^\circ \text{C}$ e fotofase de 14 horas, até que o desenvolvimento das larvas atingisse o terceiro estágio (ínstar).

O parasitóide, *D. longicaudata*, foi criado utilizando-se larvas de terceiro estágio de *C. capitata* como hospedeiro. Placas de Petri, fechadas com tecido fino tipo “voil”, que simulavam frutos infestados por moscas-das-frutas, contendo de 1.600 a 1.700 larvas de *C. capitata*, foram apoiadas no exterior de uma gaiola retangular telada (25 cm x 20 cm), contendo entre 400 e 600 casais do parasitóide sexualmente maduros, de forma que a face telada (aberta) ficasse em contato com a tela da gaiola. Aos parasitóides foram oferecidas dieta artificial (CARVALHO *et al.*, 1998) e água. Cada placa foi exposta durante uma hora ao parasitismo de *D. longicaudata*. Em seguida, as larvas parasitadas foram

acondiçionadas em frascos com vermiculita, fechados com “voil” e presos com elástico, de onde emergiram adultos do parasitóide a partir do 14º dia. À medida que emergiram, os parasitóides eram transferidos às gaiolas para se alimentarem e acasalarem.

Em todos os experimentos foi utilizado um produto comercial à base de nim.

3.1 Ação do parasitóide em larvas tratadas com nim

Visando a avaliar uma possível repelência do parasitóide *D. longicaudata* às larvas de *C. capitata*, após estas serem previamente expostas ao nim, foram realizados dois experimentos, com e sem livre escolha. Para tanto, em ambos foram construídas "unidades de parasitismo", que simulavam os frutos infestados por moscas-das-frutas. As unidades foram confeccionadas a partir de um tecido fino do tipo “voil”, que foi utilizado para envolver um lote de 100 larvas nuas de *C. capitata*.

Nos dois experimentos, essas unidades foram mergulhadas por 30 segundos em uma solução de nim, nas concentrações de 0,5%, 1% e 1,5% de um produto comercial composto de óleo de nim a 0,37% (3.686 ppm). Na testemunha as “unidades de parasitismo” foram mergulhadas apenas em água destilada. Após a exposição das “unidades de parasitismo” nas soluções-tratamento, elas foram colocadas para secar por 5 minutos e expostas ao parasitismo de *D. longicaudata* por um período de 2 horas e 30 minutos. As gaiolas nas quais as “unidades de parasitismo” foram expostas ao parasitismo foram confeccionadas a partir de potes modelo turquesa de 2200 mL, contendo 10 fêmeas e três machos do parasitóide, e dispostas casualmente em uma estante de aço do Laboratório de Criação de Insetos. Finalizado o tempo de exposição, as larvas contidas em cada “unidade de parasitismo” foram transferidas para

copos descartáveis contendo vermiculita. Esses copos foram fechados com “voil” e presos com elástico, e em seguida acondicionados na BOD regulada a $27 \pm 1^\circ \text{C}$ e fotofase de 14 horas.

3.1.1 Teste sem livre escolha

No experimento sem chance de escolha, uma única “unidade de parasitismo” por tratamento foi pendurada no interior da gaiola, conforme citado anteriormente. Esse procedimento foi repetido por três dias consecutivos, ocasião em que os adultos do parasitóide estavam com 10, 11 e 12 dias após a emergência. O experimento constou de quatro tratamentos (concentração das soluções de nim mais a testemunha) com seis repetições cada, sendo que, cada parcela foi constituída por uma gaiola contendo uma “unidade de parasitismo” exposta a uma determinada solução-tratamento.

Esse experimento foi repetido, porém, a exposição ocorreu apenas quando os parasitóides estavam com 6 dias após a emergência. Larvas desse mesmo lote, que foram sensibilizadas nas soluções-tratamento, também foram acondicionadas em frascos contendo vermiculita sem o prévio parasitismo, para avaliação do nim sobre a emergência da mosca *C. capitata*.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foram avaliadas a atratividade das larvas ao parasitóide; o número de fêmeas que ovipositaram; o número de parasitóides e moscas emergidos; e o índice de parasitismo (IP). Para avaliar a atratividade e o número de fêmeas que ovipositaram, foi realizada a contagem por gaiola, respectivamente, do número de fêmeas que apenas visitaram a “unidade de parasitismo” e daquelas que introduziram o ovipositor nas larvas pelo menos uma vez, no período de uma hora. O índice de parasitismo (IP) foi calculado conforme Matrangolo *et al.* (1998) e Carvalho (2003):

$$IP = \frac{\text{n}^\circ \text{ parasit\u00f3ides emergidos}}{\text{n}^\circ \text{ de moscas emergidas} + \text{n}^\circ \text{ parasit\u00f3ides emergidos}} \times 100$$

3.1.2 Teste com livre escolha

Nesse experimento, quatro “unidades de parasitismo” tratadas cada qual com uma diferente solu\u00e7\u00e3o de nim mais a testemunha foram penduradas no interior de uma mesma gaiola, de forma que as f\u00eamas dos parasit\u00f3ides, com 5 dias de emerg\u00eancia, tivessem livre acesso a todas as unidades de parasitismo (tratamentos). Esse experimento constou de quatro tratamentos com seis repeti\u00e7\u00f5es, sendo que, cada parcela foi constitu\u00edda por uma gaiola contendo quatro “unidades de parasitismo” com os diferentes tratamentos.

Assim como realizado no teste sem livre escolha, larvas desse mesmo lote, que foram sensibilizadas nas solu\u00e7\u00f5es-tratamento, tamb\u00e9m foram acondicionadas em frascos contendo vermiculita sem o pr\u00e9vio parasitismo para avalia\u00e7\u00e3o do nim sobre a emerg\u00eancia da mosca *C. capitata*.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e foram avaliados o n\u00famero de parasit\u00f3ides e moscas emergidos e o \u00edndice de parasitismo (IP) (conforme descrito em 3.1.1).

3.2 Adi\u00e7\u00e3o de torta de nim \u00e0 vermiculita e sua a\u00e7\u00e3o sobre larvas de *C. capitata* e o parasit\u00f3ide

O experimento foi realizado visando a avaliar a sobreviv\u00eancia do parasit\u00f3ide *D. longicaudata* a partir de larvas de *C. capitata* previamente parasitadas e posteriormente expostas \u00e0 a\u00e7\u00e3o da torta de nim. Para tanto, foram adicionadas diferentes quantidades de torta \u00e0 vermiculita que posteriormente receberam as larvas de *C. capitata* previamente parasitadas. Larvas de 3\u00b0 \u00ednstar

de *C. capitata*, obtidas a partir da criação estoque mantida no Laboratório de Criação de Insetos, foram envolvidas em “unidades de parasitismo” (conforme descrito em 3.1) e apoiadas no interior de uma gaiola retangular telada (25 cm x 20 cm), contendo entre 400 e 600 casais do parasitóide sexualmente maduros (com cinco dias após a emergência). As larvas ficaram expostas ao parasitismo de *D. longicaudata* pelo período de uma hora e em seguida foram transferidas para copos descartáveis contendo os seguintes tratamentos: Tratamento 1 (testemunha, contendo 100% vermiculita); Tratamento 2 (contendo 95% vermiculita e 5% torta de nim); Tratamento 3 (contendo 90% vermiculita e 10% torta de nim); Tratamento 4 (contendo 85% vermiculita e 15% torta de nim); Tratamento 5 (contendo 80% vermiculita e 20% torta de nim); Tratamento 6 (contendo 75% vermiculita e 25% torta de nim); e Tratamento 7 (contendo 70% vermiculita e 30% torta de nim). Em cada um dos recipientes-tratamentos foram inoculadas 100 larvas. Em seguida, os copos descartáveis foram fechados com “voil” e presos com elástico, e acondicionados na BOD regulada a $27 \pm 1^\circ \text{C}$ e fotofase de 14 horas.

O experimento constou de sete tratamentos (proporções de torta de nim mais testemunha) com quatro repetições, sendo que cada parcela foi constituída por um recipiente contendo 100 larvas previamente parasitadas e expostas às diferentes proporções de torta de nim. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foram avaliados o número de adultos emergidos (moscas e/ou parasitóides), e o índice de parasitismo (conforme descrito em 3.1.1).

Larvas de *C. capitata*, do mesmo lote utilizado, ainda foram inoculadas nos recipientes-tratamentos (proporções) sem o prévio parasitismo para avaliar a sua emergência.

3.3 Análises dos resultados

Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000), e quando necessário, os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$. Em todos os resultados foram apresentadas as médias originais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ação do parasitóide em larvas tratadas com nim

4.1.1 Teste sem livre escolha

A atração de fêmeas de *Diachasmimorpha longicaudata* às larvas de *Ceratitis capitata* previamente mergulhadas em soluções com diferentes concentrações de nim não foi afetada quando os parasitóides estavam com 10 dias de idade, variando, em média, de 1,33 (tratamento 1,5%) a 3,00 (Testemunha) fêmeas atraídas por “unidade de parasitismo” (Figura 1).

Quando esses mesmos parasitóides estavam com 11 e 12 dias de idade, em todos os tratamentos eles foram mais atraídos pelas “unidades de parasitismo” do que quando estavam com 10 dias. Entretanto, quanto maior a concentração da solução de nim em que as larvas de *C. capitata* foram mergulhadas, menor foi o número de fêmeas atraídas. Pôde-se constatar que entre a testemunha de quando os parasitóides estavam com 10 dias e as testemunhas de quando estavam com 11 e 12 dias, houve um aumento na atração de cerca de 1,6 vezes (166,7% e 155,7%, respectivamente). Quando se compara o outro grupo de parasitóides utilizados (com 6 dias de idade), com aqueles com 10 dias, também não houve diferença entre o número de fêmeas atraídas (Figura 1).

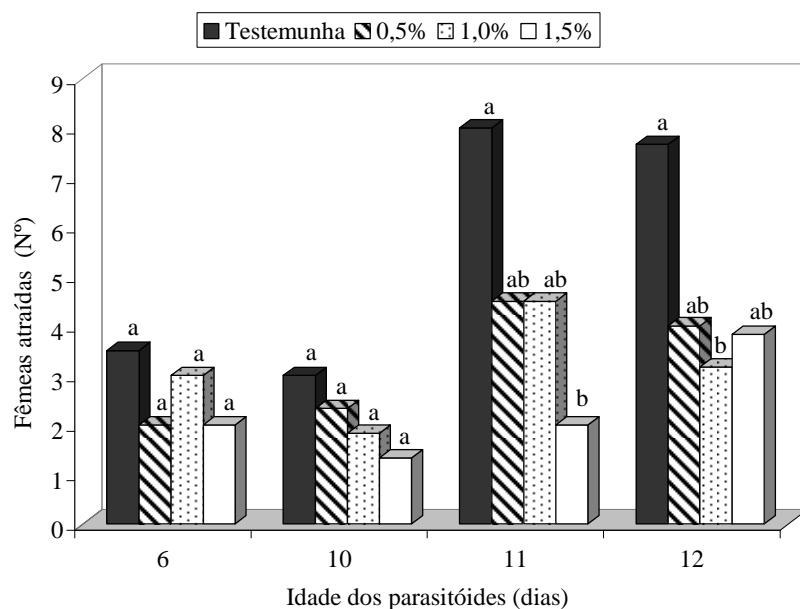


FIGURA 1. Fêmeas de *Diachasmimorpha longicaudata* atraídas às larvas de *Ceratitis capitata* previamente submetidas a diferentes concentrações de nim. Médias seguidas pela mesma letra, na mesma idade, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

De forma semelhante ao ocorrido na atratividade, não houve diferença entre o número de fêmeas que ovipositaram em larvas de *C. capitata* mergulhadas em soluções contendo diferentes concentrações de nim nos grupos de parasitóides com 6 e 10 dias de idade. No entanto, quando o grupo de parasitóides de 10 dias estava com 11 e 12 dias, apesar do aumento do número de parasitóides que ovipositaram em todos os tratamentos, houve uma redução na oviposição em larvas submetidas à concentração 1,5% do produto comercial quando comparado com a testemunha. Entre essas duas idades, 11 e 12 dias, o maior número de fêmeas que realizaram postura ocorreu na testemunha quando

as fêmeas estavam com 12 dias (7,67), e o menor no tratamento de concentração 1,5% quando as fêmeas estavam com 11 dias (2,00) (Figura 2).

O número de parasitóides emergidos de pupas de *C. capitata*, cujas larvas foram mergulhadas previamente na solução de nim, não foi afetado em nenhuma idade do parasitóide, apesar de ter ocorrido uma redução não significativa na maior concentração de nim (1,5%) (Figura 3).

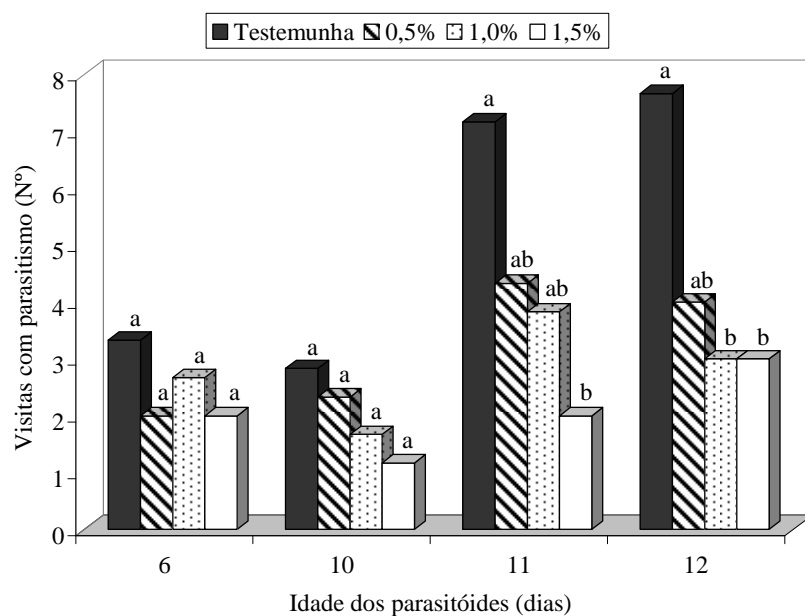


FIGURA 2. Número de fêmeas de *Diachasmimorpha longicaudata* que parasitaram larvas de *Ceratitís capitata* submetidas previamente a diferentes concentrações de nim. Médias seguidas pela mesma letra, na mesma idade, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

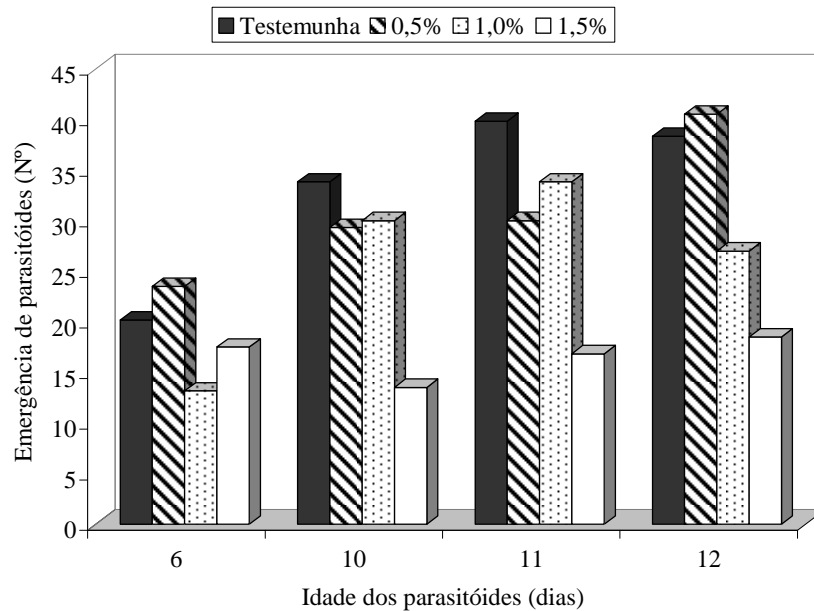


FIGURA 3. Emergência do parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* proveniente de larvas que foram previamente submetidas a diferentes concentrações de nim e expostas ao parasitismo.

Com relação ao número de moscas emergidas, no grupo de parasitóides cujo procedimento de parasitismo foi repetido por três dias consecutivos, foi observado que quando estes estavam com 11 e 12 dias de idade, quanto maior a concentração da solução em que as larvas de *C. capitata* foram mergulhadas, maior foi o número de moscas *C. capitata* emergidas (Figura 4). A diferença entre a testemunha e o tratamento de maior concentração, quando os parasitóides deste grupo estavam com 11 e 12 dias, foi altamente significativa havendo, respectivamente, um acréscimo na emergência em torno de 6 e 18 vezes. O

contato com o nim não afetou diretamente as larvas de *C. capitata*, no entanto parece ter afetado as fêmeas dos parasitóides repelindo-as.

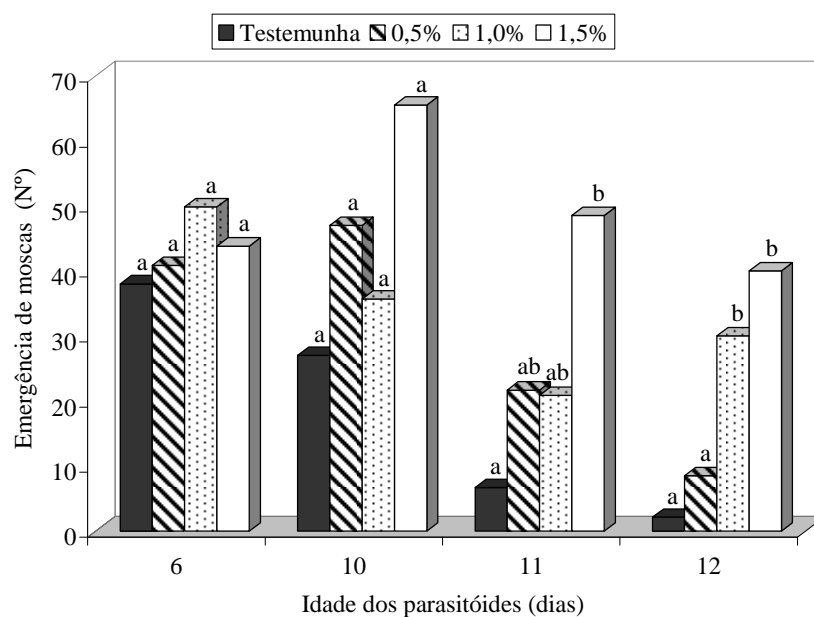


FIGURA 4. Emergência de adultos de *Ceratitis capitata* provenientes de larvas que foram previamente submetidas a diferentes concentrações de nim e expostas ao parasitismo. Médias seguidas pela mesma letra, na mesma idade, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Quando as larvas de *C. capitata* foram apenas mergulhadas nas soluções-tratamento, sem posteriormente serem parasitadas por *D. longicaudata*, a emergência dos adultos da mosca não foi afetada pelas concentrações utilizadas (Figura 5).

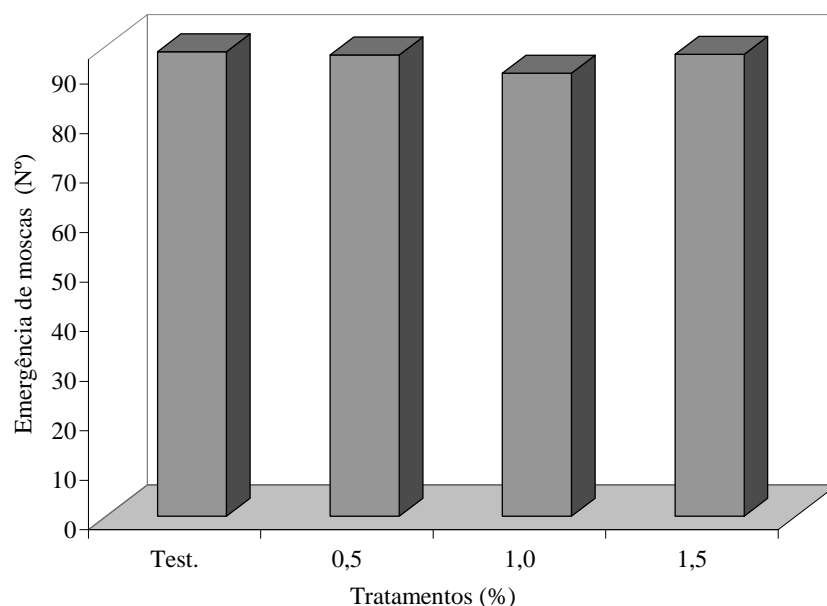


FIGURA 5. Emergência de adultos de *Ceratitis capitata* cujas larvas foram previamente submetidas por contato a diferentes concentrações de nim.

Diferentemente de quando as larvas foram previamente mergulhas em soluções com diferentes concentrações de nim e em seguida colocadas ao parasitismo, todos os tratamentos tiveram quase 100% de emergência, sendo que o menor valor foi em média de 89,50 moscas no tratamento de concentração 1,0% do produto comercial. Isto confirma que as moscas não são afetadas por contato nestas concentrações. Entretanto, quando se compara com a emergência de moscas no teste anterior (quando foram parasitadas) observa-se uma redução no número de moscas. Como é sugerido que o controle biológico com *D. longicaudata* seja feito de forma inundativa (Controle Biológico Aplicado), seria sim interessante o uso combinado dos dois métodos, já que o objetivo final, que

é a redução populacional da praga, seria alcançado. Resultados de pesquisas comprovaram os efeitos prejudiciais em adultos de moscas-das-frutas quando estas se alimentam de compostos a base de nim (DI ILIO *et al.*, 1999; SALES e RECH, 1999; SINGH, 2003), por isso seu uso seria recomendado, reforçando assim possível compatibilidade desses métodos em campo.

O índice de parasitismo de *D. longicaudata* foi negativamente afetado pelo nim quando as larvas de terceiro ínstar de *C. capitata* foram previamente mergulhadas nas concentrações mais elevadas do inseticida botânico (Figura 6). Porém, o efeito nocivo foi constatado apenas para o grupo de parasitóides que foram utilizados por três dias consecutivos quando estavam com 11 e 12 dias após a emergência. Nestes, o índice de parasitismo foi afetado em todos os tratamentos em que houve a utilização do nim, no entanto, quando estavam com 11 dias de idade o pior efeito ocorreu quando as larvas foram submetidas à solução-tratamento de concentração 1,5%, com redução de 67,5% no índice de parasitismo em relação à testemunha; quando estavam com 12 dias o efeito mais prejudicial foi verificado quando as larvas foram submetidas tanto à solução-tratamento de concentração 1,0% quanto a de 1,5%, com redução de 48,9% e 64,2% no índice de parasitismo, respectivamente.

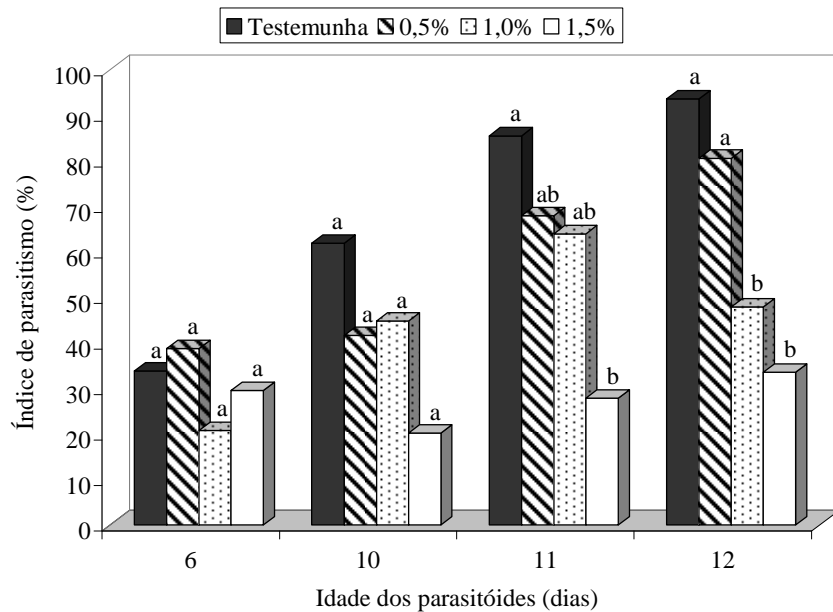


FIGURA 6. Índice de parasitismo por *Diachasmimorpha longicaudata* em larvas de *Ceratitís capitata* previamente submetidas por contato a diferentes concentrações de nim. Médias seguidas pela mesma letra, na mesma idade, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

4.1.2 Teste com livre escolha

Quando os parasitóides estavam com 5 dias de idade e tiveram livre escolha das “unidades de parasitismo” tratadas com as diferentes soluções de nim mais a testemunha, houve uma redução significativa da emergência de parasitóides (Figura 7). Em relação à testemunha, somente o tratamento em que as larvas de *C. capitata* foram previamente mergulhas na solução de concentração 0,5% do produto comercial não prejudicou a emergência dos parasitóides, havendo um acréscimo em relação à testemunha de cerca de 70%. Nos tratamentos de concentração 1,0% e 1,5% houve uma redução na

emergência de parasitóides de 74% e 61%, respectivamente, em relação à testemunha.

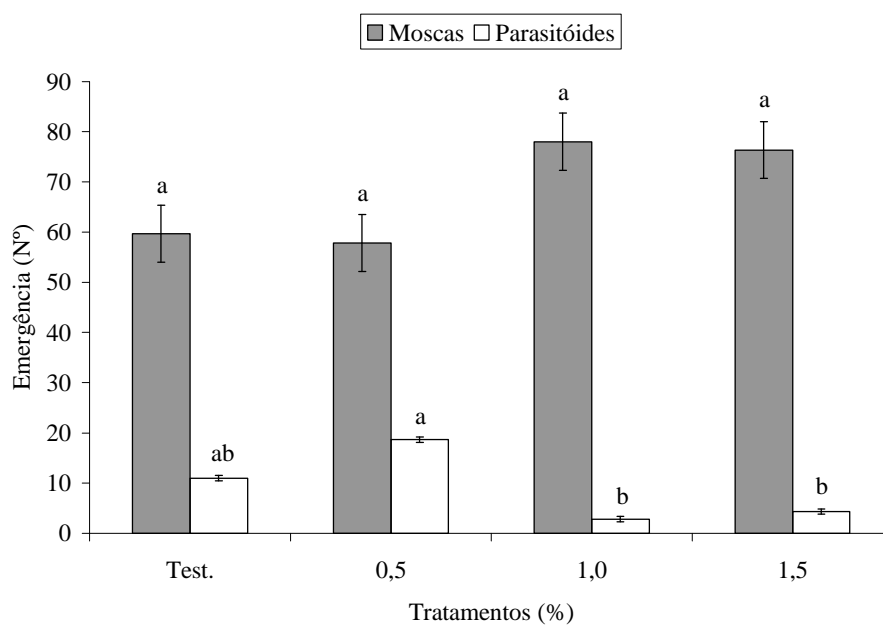


FIGURA 7. Emergência de moscas e parasitóides de larvas de *Ceratitis capitata* previamente submetidas por contato a diferentes concentrações de nim e expostas por livre escolha ao parasitismo de *Diachasmimorpha longicaudata*. Médias seguidas pela mesma letra, em cada espécie, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Já a emergência de moscas, provenientes das mesmas larvas de *C. capitata* que foram mergulhadas nas diferentes concentrações de nim e expostas ao parasitismo, não foi afetada negativamente (Figura 7). A maior emergência foi de 78 moscas no tratamento de concentração 1,0%. Fato semelhante ocorreu quando as larvas desse mesmo lote foram apenas mergulhadas nas soluções-

tratamento, sem o parasitismo de *D. longicaudata*; contudo, em todos os tratamentos a média esteve acima de 88% de moscas emergidas (Figura 8). Isto mostra que o nim repeliu os parasitóides e não afetou a mosca.

O índice de parasitismo, com exceção do tratamento 0,5% que aumentou 59,3% em relação à testemunha, foi reduzido nos outros dois tratamentos (Figura 9). Este, em relação à testemunha, foi menor no tratamento em que as larvas de *C. capitata* foram mergulhadas na solução de concentração 1,0%, cujo índice foi em média de 3,41% somente.

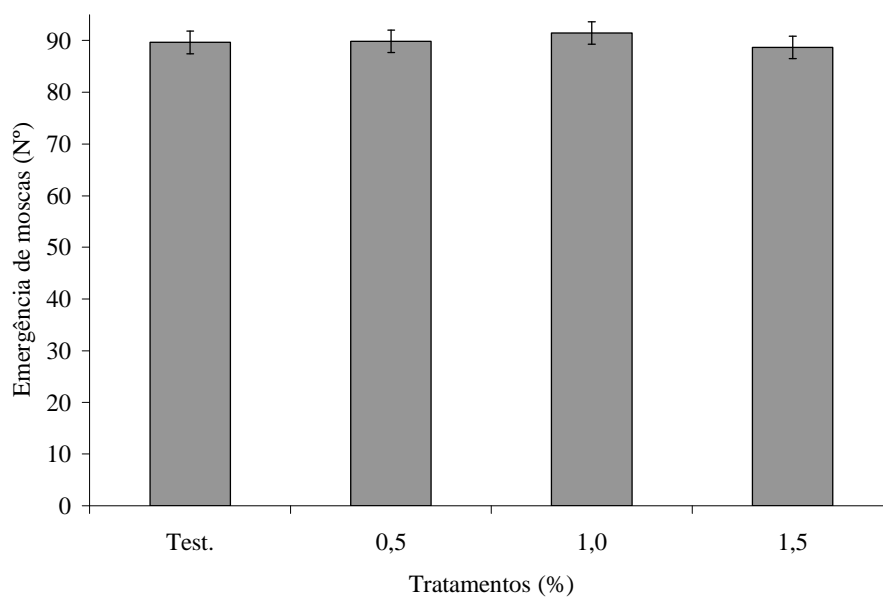


FIGURA 8. Emergência de adultos de *Ceratitis capitata* cujas larvas foram previamente submetidas por contato a diferentes concentrações de nim.

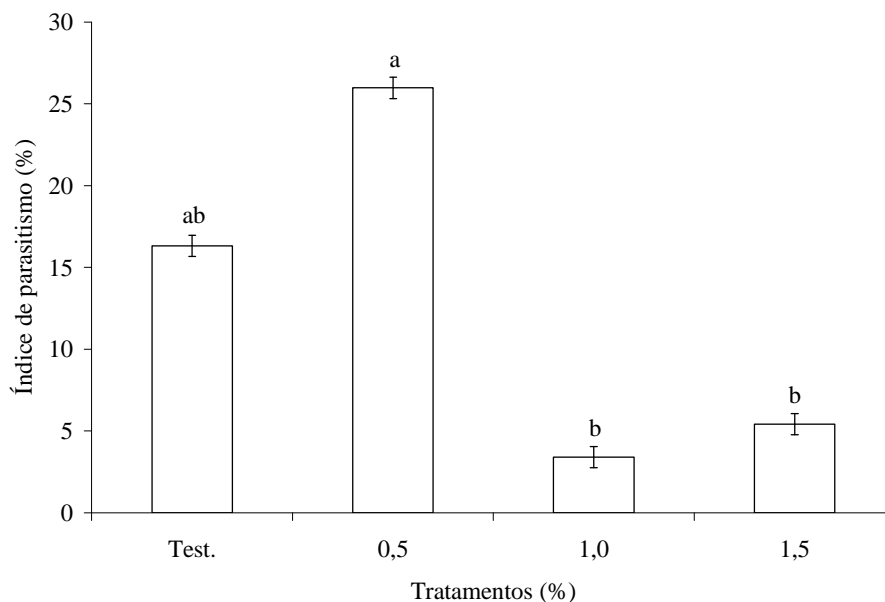


FIGURA 9. Índice de parasitismo por *Diachasmimorpha longicaudata* em larvas de *Ceratitís capitata* previamente submetidas por contato a diferentes concentrações de nim e expostas ao parasitismo por livre escolha. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

A partir dos resultados obtidos, baseado no teste sem livre escolha, pode-se observar que as fêmeas de *D. longicaudata* em relação à atratividade e ao ato de parasitar sofreram efeito negativo no primeiro momento (dia) de parasitismo. Este fato pode estar possivelmente relacionado à adaptabilidade às gaiolas experimentais utilizadas e de certa forma ao odor do nim. No grupo de parasitóides cujo procedimento de parasitismo foi repetido por três dias consecutivos, quando eles estavam com 11 e 12 dias (segundo e terceiro dia de avaliação), houve um maior número de fêmeas atraídas e que também efetivaram a postura. No entanto, foi observada a ação repelente do nim sobre o

parasitóide *D. longicaudata* com estas mesmas idades (11 e 12 dias) pois, quanto maior a concentração da solução em que as larvas de *C. capitata* foram mergulhadas, menor foi o número de fêmeas de *D. longicaudata* que efetuaram o parasitismo.

Ainda no teste sem livre escolha, quando as larvas de *C. capitata* foram previamente mergulhadas nas soluções com as diferentes concentrações de nim e em seguida submetidas ao parasitismo, o maior número de moscas emergidas foi diretamente proporcional ao aumento da concentração e inversamente ao número de fêmeas de *D. longicaudata* que efetuaram o parasitismo. Este fato também está relacionado ao efeito repelente do nim, já que o menor índice de parasitismo nos tratamentos de maiores concentrações pode ter favorecido o desenvolvimento das larvas evidenciando, desta forma, que o nim, nas concentrações do produto comercial utilizado, não apresentou efeito prejudicial por contato sobre *C. capitata*. A emergência de moscas originadas de larvas que foram apenas mergulhadas nas concentrações de nim no teste sem livre escolha e também de larvas parasitadas e não parasitadas no teste com livre escolha, não foram prejudicadas pelo contato com o nim. Isso demonstra que, ou as concentrações do produto comercial à base de nim utilizadas neste trabalho apresentaram uma baixa quantidade de azadiractina, que é o mais importante princípio ativo do ponto de vista entomológico (JACOBSON, 1989), ou a azadiractina não demonstrou efeito, pois segundo Ciociola Junior e Martinez (2002), a azadiractina é mais efetiva por ingestão do que por contato, sendo então os insetos mastigadores mais facilmente afetados. Neste caso, as larvas de *C. capitata* foram apenas mergulhadas nas soluções de nim pelo período de 30 segundos, não tendo ocorrido ingestão da solução por parte das larvas.

Em se tratando do terceiro nível trófico, entretanto, o efeito do nim foi mais evidente. Apesar da emergência dos parasitóides não terem sofrido o efeito tóxico do nim no teste sem livre escolha, no teste com livre escolha a maior

emergência e conseqüentemente o maior índice de parasitismo ocorreram no tratamento quando as larvas foram mergulhadas na solução de menor concentração (0,5%), sugerindo que este parasitóide pode apresentar insensibilidade a subdosagens do inseticida botânico. Com isso podem se desenvolver normalmente em moscas tratadas previamente ao parasitismo que, por não afetarem diretamente a emergência de moscas, possivelmente pode ter sido favorável a atuação do parasitóide. Stark *et al.* (1992) também observaram maior emergência do parasitóide de moscas-das-frutas, *Diachasmimorpha tryoni*, originados de larvas de *C. capitata* expostas a 10 ppm de azadiractina quando comparado à testemunha (sem azadiractina) e, segundo os autores, a azadiractina, de maneira desconhecida, pode ser benéfica ao desenvolvimento deste parasitóide.

De acordo com Foerster (2002), o conhecimento dos efeitos subletais é relevante não apenas sobre os inimigos naturais, mas também sobre as pragas, já que alterações nos processos fisiológicos desses insetos provocadas por efeitos subletais podem ser favoráveis à atuação dos parasitóides pelo enfraquecimento do hospedeiro, podendo ser esta a explicação de uma maior emergência de parasitóides nos tratamentos de menor dosagem. Verifica-se também que, sobre o tipo de reação de predadores e parasitóides à subdosagens de inseticidas, uma parte significativa dos resultados encontrados na literatura aponta para um incremento no desempenho de inimigos naturais diante de doses subprejudiciais (FOERSTER, 2002). No teste com livre escolha, o efeito repelente sobre *D. longicaudata* foi verificado nitidamente nas duas maiores concentrações, já que a não preferência dos parasitóides às larvas de *C. capitata* tratadas nestas concentrações reduziu o número de parasitóides emergidos e o índice de parasitismo.

4.2 Adição de torta de nim à vermiculita e sua ação sobre larvas de *C. capitata* e o parasitóide

O número de parasitóides *D. longicaudata* emergidos de larvas de *C. capitata*, previamente parasitadas e posteriormente expostas a diferentes proporções de torta de nim, variou de 13,5 indivíduos (testemunha) a nenhum parasitóide emergido (tratamento contendo 70% vermiculita e 30% torta de nim). Todos os tratamentos contendo torta de nim reduziram a emergência de parasitóides em relação à testemunha, sendo que, quanto maior a proporção de torta de nim, menor foi a emergência de parasitóides (Figura 10).

A emergência de moscas procedentes de larvas de *C. capitata* previamente parasitadas e posteriormente expostas a diferentes proporções de torta de nim, não foi afetada (Figura 10). A maior emergência foi de 11,5 moscas na testemunha e a menor no tratamento de 30% de torta, cuja emergência foi de 5,0 moscas. Essa baixa viabilidade observada (pouca emergência de moscas e parasitóides) pode estar associada à ocorrência de um superparasitismo. Na testemunha, das 100 larvas utilizadas, em apenas 25% houve a emergência de adultos, sendo 11,5 moscas e 13,5 parasitóides, em média.

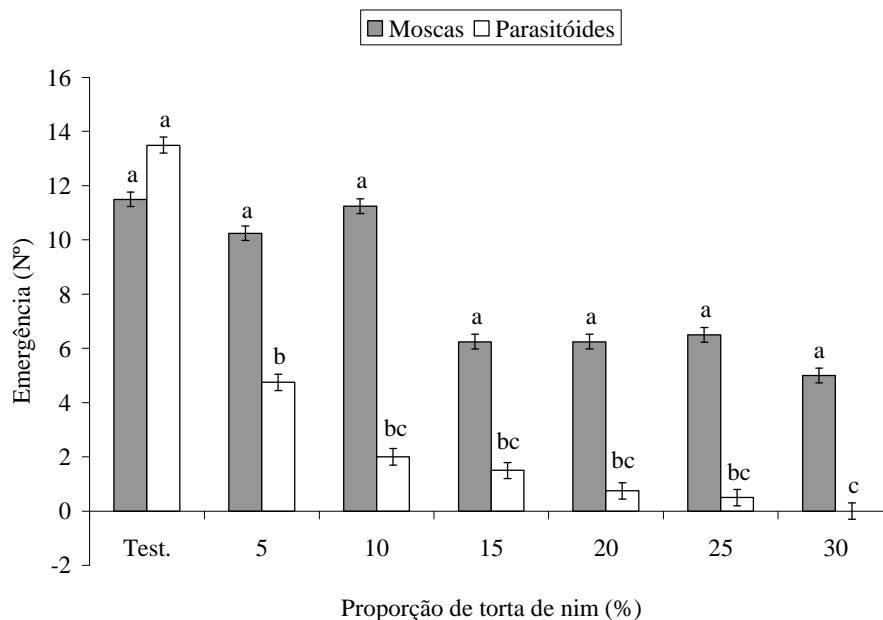


FIGURA 10. Emergência de moscas e parasitóides provenientes de larvas de *Ceratitís capitata* parasitadas e posteriormente submetidas a diferentes proporções de torta de nim. Médias seguidas pela mesma letra, em cada espécie, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Quando as larvas de *C. capitata* foram apenas expostas às diferentes proporções de torta de nim, sem o prévio parasitismo, a emergência de moscas reduziu de forma significativa na medida em que houve o aumento na proporção de torta (Figura 11). A emergência foi, em média, de 78,8 moscas na testemunha reduzindo para 38,5 moscas no tratamento de maior proporção. Observa-se que na maior proporção (30%) o número de moscas emergidas foi maior do que na testemunha (sem nim) quando as larvas foram previamente parasitadas, o que evidencia a ocorrência do superparasitismo no teste em que as larvas foram expostas ao parasitismo. Mesmo havendo um efeito negativo no parasitóide,

também houve uma redução na emergência de moscas quando submetidas ao nim. Esta comparação mostra a ação benéfica do parasitóide na redução da emergência e confirma a importância do controle biológico de moscas-das-frutas por meio do parasitóide *D. longicaudata*.

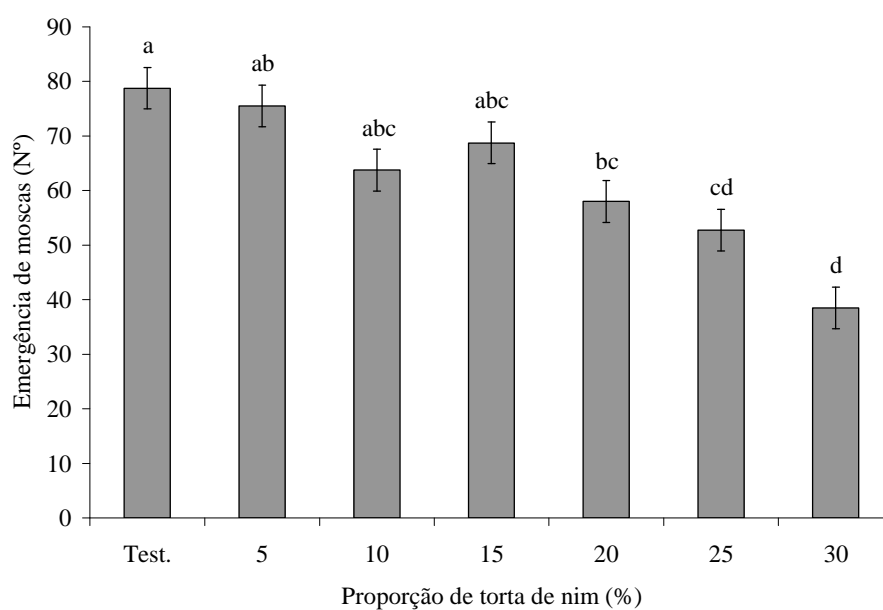


FIGURA 11. Emergência de adultos de *Ceratitis capitata* cujas larvas foram apenas submetidas a diferentes proporções de torta de nim. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

O índice de parasitismo de *D. longicaudata* também foi afetado negativamente pela torta de nim (Figura 12). Como no tratamento de maior proporção de torta (70% vermiculita e 30% torta de nim) não ocorreu emergência de parasitóides, neste também não houve índice de parasitismo. No

tratamento em que a proporção de torta de nim foi de 25%, o índice de parasitismo chegou em média a 5%, não havendo diferença entre este tratamento e o de maior proporção de torta de nim. Entre o índice de parasitismo na testemunha (51,6%) e no tratamento com 25% de torta de nim (5,0%) a redução no índice de parasitismo foi de aproximadamente 90%. Quando se adicionou 5% de torta de nim (a menor proporção), tratamento que resultou o maior índice de parasitismo em relação à testemunha, essa redução foi próxima de 48%.

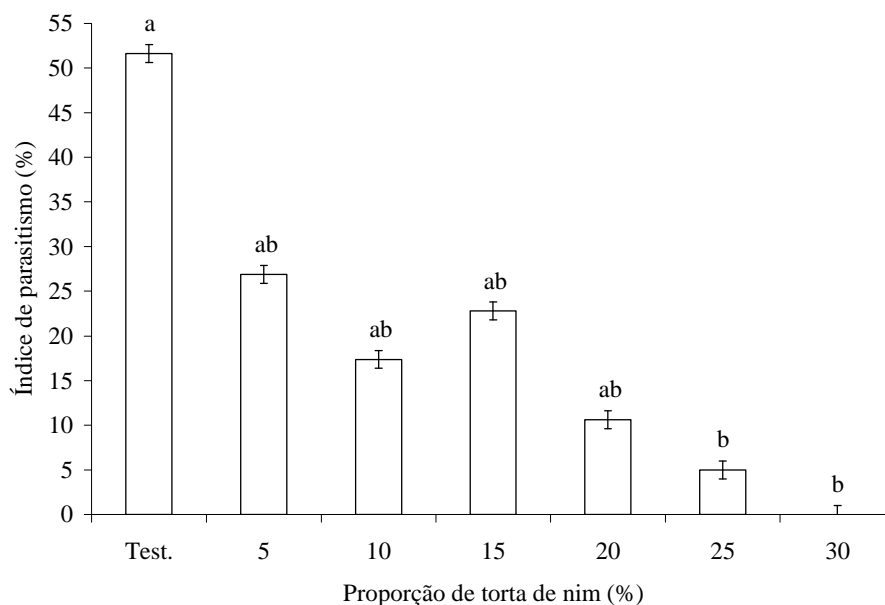


FIGURA 12. Índice de parasitismo por *Diachasmimorpha longicaudata* em larvas de *Ceratitis capitata* parasitadas e posteriormente submetidas a diferentes proporções de torta de nim. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Os parâmetros avaliados neste experimento evidenciam bem o efeito de contato que a torta de nim exerce sobre as larvas de *C. capitata*, estando estas parasitadas ou não. Como a torta de nim é o resíduo das sementes após a obtenção do óleo de nim através da prensagem, neste experimento o efeito de contato foi mais expressivo pelo fato da torta possuir os princípios ativos em forma mais concentrada, com cerca de 90% do conteúdo de azadiractina da semente (AGUIAR-MENEZES, 2005). Outro fator foi o maior período de contato que houve, uma vez que as larvas, e posteriormente as pupárias permaneceram na torta de nim até a emergência dos adultos.

Com relação ao efeito sobre o terceiro nível trófico, os parasitóides se mostraram bem mais sensíveis, pois a emergência deles, com exceção da testemunha, sofreu significativamente com os efeitos do nim, sendo que em todos os tratamentos contendo torta de nim a emergência de parasitóides foi inferior à emergência de moscas. As substâncias que atuam por contato, segundo Aguiar-Menezes (2005), são absorvidos pelo tegumento do inseto ou pelas vias respiratórias.

Alguns pesquisadores já relataram o efeito de contato do nim para algumas espécies de insetos. Gonçalves-Gervásio e Vendramim (2007) observaram que o extrato aquoso de sementes de nim apresenta ação de contato sobre lagartas de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), sendo que o efeito mais acentuado foi verificado quando se utilizou o extrato na concentração de 10%, provocando a mortalidade de cerca de 95%. Abraham e Ambika (1979) também verificaram que extratos acetônicos de folhas e sementes dessa meliácea, aplicados topicamente sobre o abdome de ninfas de terceiro, quarto e quinto ínstar de *Dysdercus cingulatus* Fabricius afetaram negativamente o desenvolvimento e reprodução desse inseto.

Ao contrário da maioria dos inseticidas sintéticos, o nim apresenta certa compatibilidade com o controle biológico de *C. capitata*, pois, apesar de ter sido prejudicial em alguns parâmetros relacionados ao parasitóide, a ação do inseticida botânico nim sobre larvas de *C. capitata* funcionou de maneira combinada, aumentando a eficiência do controle das moscas. Outro fator a ser considerado é que, em condições de campo, possivelmente a seletividade ao parasitóide será maximizada, já que, segundo Martinez (2002), a azadiractina é suscetível à fotodecomposição e se decompõe após 4 horas de exposição à luz solar, reduzindo sua atividade em quase 60%, e também apresenta o período de efeito residual curto (2 a 7 dias).

Os resultados deste e de outros estudos mostram que a utilização de compostos à base de nim em programas de manejo integrado de pragas é promissor, no entanto, há necessidade de mais pesquisas com relação a ação no terceiro nível trófico em condições de campo.

5 CONCLUSÕES

- O óleo de nim, nas concentrações testadas, possui ação de repelência sobre o parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* e não apresenta efeito prejudicial por contato sobre as larvas de *Ceratitis capitata*.
- A torta de nim exerce efeito de contato sobre as larvas de *C. capitata*, afetando a emergência do parasitóide e da mosca.
- O nim reduz o índice de parasitismo por *D. longicaudata*.
- O uso do nim associado ao controle biológico proporciona redução na emergência da mosca-das-frutas *C. capitata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, C. C.; AMBIKA, B. Effect of leaf and kernel extracts of neem on moulting and vitellogenesis in *Dysdercus cingulatus* Fabr. (Heteroptera: Pyrrhocoridae). **Current Science**, v.48, n.12, p.554-556, 1979.

AGUIAR-MENEZES, E. L. **Aspectos ecológicos de populações de parasitóides Braconidae (Hymenoptera) de *Anastrepha* spp. Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) no município de Seropédica, RJ.** 2000. 133f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2000.

AGUIAR-MENEZES, E. L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58f. (Documentos, 205).

AGUIAR-MENEZES, E. L.; MENEZES, E. B. Parasitismo sazonal e flutuação populacional de opiinae (Hymenoptera: Braconidae), parasitóides de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae), em Seropédica, RJ. **Neotropical Entomology**, v.30, n.4, p.613-623, 2001.

ALUJA, M. The study of movements in Tephritid fruit flies: review of concepts and recent advances. *In*: ALUJA, M.; LIEDO, P. (Eds.). **Fruit flies: biology and management.** New York: Springer-Verlag, 1993. p.105-113.

ALVARENGA, C. D.; BRITO, E. S.; LOPES, E. N.; SILVA, M. A.; ALVES, D. A.; MATRANGOLO, C. A. R.; ZUCCHI, R. A. Introdução e recuperação do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em pomares comerciais de goiaba no norte de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v.34, p.133-136, 2005.

ALVARENGA, C. D.; GIUSTOLIN, T. A.; QUERINO, R. B. Alternativas no controle de moscas-das-frutas. *In*: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; PALLINI, A. (Coord.). **Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças.** Viçosa: EPAMIG, 2006. p.227-252.

ARAÚJO, E. L.; MEDEIROS, M. K. M.; SILVA, V. E.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Diptera: *Tephritidae*) no Semi-árido do Rio Grande do Norte: Plantas Hospedeiras e índices de infestação. **Neotropical Entomology**, v.34, n.6, p.889-894, 2005.

AZEVEDO JUNIOR, G. H.; FILGUEIRA, M. A. CHAVES, J. W. N.; SILVA, V. E. Levantamento de moscas-das-frutas (Diptera, *Tephritidae*) na cultura da manga, no município de Mossoró-RN. **Caatinga**, v.11, p.85-90, 1998.

BARANOWSKI, R. M.; GKENN, H.; SIVINSKI, J. Biological control of the Caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Loew). **Florida Entomologist**, v.76, n.2, p.245-250, 1993.

BITTENCOURT, M. A. L.; COVA, A. K. W.; SILVA, A. C. M.; SILVA, V. E. S.; BOMFIM, Z. V.; ARAÚJO, E. L.; SOUZA FILHO, M. F. Espécies de moscas-das-frutas (Tephritidae) obtidas em armadilhas McPhail no Estado da Bahia, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.4, p.561-564, out./dez., 2006.

BOGORNI, P. C.; VENDRAMIM, J. D. Nim e outras plantas inseticidas. *In*: VENDRAMIM, J. D.; BOGORNI, P. C.; ABREU JUNIOR, H. (orgs.). **Nim o protetor natural múltiplo**. Piracicaba, SP: ESALQ / USP, 2001. (Apostila).

BOSCH, V. D.; MESSENGER, P. S.; GUTIERREZ, A. P. **An introduction to biological control**. New York: Plenum Press, 1982. 247p.

CANAL, N. A. **Levantamento, flutuação populacional e análise faunística das espécies de moscas-das-frutas (Dip., Tephritidae) em quatro municípios do norte do Estado de Minas Gerais**. 1997. 113f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

CANAL, N. A.; ZUCCHI, R. A. Parasitóides - Braconidae. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.119-126.

CANCINO, J. Cria de *Diachasmimorpha longicaudata*, parasitoide de moscas de la fruta: fundamentos e procedimientos. *In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE MOSCAS DE LA FRUTA*, 6, 1992, Chiapas. **Curso Internacional de Moscas de la fruta**. Metapa de Domingues, Chiapas: Programa Moscamed, 1992. v.2, p.409-417.

CARVALHO, R. P. L. Alternativas de controle: métodos culturais, atraentes, resistência vegetal e controle biológico. *In: ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS*, 1, 1988, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.86-107.

CARVALHO, R. S. Avaliação das liberações inoculativas do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) em pomar diversificado em Conceição do Almeida, BA. **Neotropical Entomology**, v.34, p.799-805, 2005a.

CARVALHO, R. S. **Biocontrole de moscas-das-frutas: histórico, conceitos e estratégias**. Cruz das Almas-BA: Embrapa/CNPMPF, 2006. 5p. (Circular Técnica, 83).

CARVALHO, R. S. **Metodologia para monitoramento populacional de moscas-das-frutas em pomares comerciais**. Cruz das Almas-BA: Embrapa/CNPMPF, 2005b. 17p. (Circular Técnica, 75).

CARVALHO, R. S. **Estudos de laboratório e de campo com o parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (Hymenoptera: Braconidae) no Brasil**. 2003. 182f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CARVALHO, R. S. **Monitoramento de parasitóides nativos e de tefritídeos antes da liberação de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) no submédio São Francisco**. Cruz das Almas-BA: Embrapa, 2004. 6p. (Boletim Técnico, 100).

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S. Criação e utilização de *Diachasmimorpha longicaudata* para controle biológico de moscas-das-frutas (Tephritidae). *In*: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.) **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p.165-179.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. Controle Biológico. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.113-117.

CARVALHO, R. S.; NASCIMENTO, A. S.; MATRANGOLO, W. J. R. **Metodologia de criação do parasitóide exótico *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), visando estudos em laboratório e em campo**. Cruz das Almas: EMBRAPA/CNPMPF, 1998. 16p.

CARVALHO, R.S.; NASCIMENTO, A.S.; MENDONÇA, M.C. Introdução e criação de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), parasitóide de moscas-das-frutas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15, Caxambu. **Resumos...** Caxambu: SEB, 1995. p.365.

CARVALHO, S. M.; FERREIRA, D. T. Santa Bárbara contra vaquinha. **Ciência Hoje**, v.11, n.65, p.65-67, 1990.

CIOCIOLA JUNIOR, A. I.; MARTINEZ, S. S. **Nim**: alternativa no controle de pragas e doenças. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 24p. (Boletim técnico, n.67).

CLAUSEN, C. P. **Entomophagous insects**. New York: McGraw-Hill, 1940. 688p.

CLAUSEN, C. P. Tephritidae (Trypetidae, Trupaneidae). *In*: _____. **Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review**. Washington: USDA Handbook, 1978. v. 480, p.320-325.

CLAUSEN, C. P.; CLANCY, D. W.; CHOCK, Q. C. **Biological control of the oriental fruit fly (*Dacus dorsalis* Hendel) and other fruit flies in Hawaii.** Washington: USDA, ARS, 1965. 102p. (Technical Bulletin, 1322).

COSTA, N. P. *et al.* Influência do nim na biologia do predador *Euborellia annulipes* e estudo de parâmetros para sua criação massal. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.7, n.2, p.4, 2007.

DI ILIO, V. *et al.* Effects of a neem compound on the fecundity and longevity of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.92, n.1, p.76-82, 1999.

DUARTE, L. A.; MALAVASI, A. Tratamento Quarentenário. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.187-192.

ENKERLIN, D.; GARCIA, L. R.; LOPEZ, F. M. Fruit flies from Mexico, Central and South America. *In*: ROBINSON, A.S.; HOOPER, G. (Eds.). **World crop pests: fruit flies, their biology, natural enemies and control.** Amsterdam: Elsevier, 1989. p.83-90.

ENKERLIN, W.; MUMFORD, J. Economic evaluation of three alternative methods for control of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Israel. Palestinian Territories. Jordan. **Journal of Economic Entomology**, v.90, p.1066-1072, 1997.

FERREIRA, D.F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. 66p.

FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides. *In*: PARRA, J. R. P. *et al.* (Eds.) **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. p.95-114.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos de meliáceas sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v.33, n.5, p.607-612, 2004.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade do extrato aquoso de sementes de nim sobre *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) em três formas de aplicação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.1, p.28-34, 2007.

HERNANDEZ-ORTIZ, V.; ALUJA, M. Listado del género Neotropical Anastrepha (Diptera: Tephritidae) com notas sobre su distribución y plantas hospederas. **Folia Entomologica Mexicana**, v.88, p.89-105. 1993.

HICKEL, E. R. Espessura da polpa como condicionante do parasitismo de moscas-das-frutas (DIPTERA: TEPHRITIDAE) por Hymenoptera: Braconidae. **Ciência Rural**, v.32, n.6, p.1005-1009, 2002.

JACOBSON, M. Botanical Pesticides: past, present and future. *In*: ARNASON, J. T.; PHILOGENE, B. J. R.; MORAND, P. **Inseticides of plant origin**. Washington: ACS, 1989. p.1-7.

LEMOS, R. N. S.; SILVA, C. M. C.; ARAÚJO, J. R. G.; COSTA, L. J. M. P.; SALLES, J. R. J. Eficiência de substâncias atrativas na captura de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em goiabeiras no município de Itapecuru-Mirim (MA). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.687-689, 2002.

MALAVASI, A. Áreas-Livres ou de Baixa Prevalência. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.175-181.

MALAVASI, A.; MORGANTE, J. S.; ZUCCHI, R. A. Biologia de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) I: Lista de hospedeiros e ocorrência. **Revista Brasileira de Biologia**, v.40, p.9-16, 1980.

MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A.; SUGAYAMA, R. L. Biogeografia. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.93-98.

MARICONI, F. A. M.; IBA, S. A. A mosca do Mediterrâneo. **O Biológico**, v.21, n.2, p.17-32, 1955.

MARQUES, R. P.; MONTEIRO, A. C.; PEREIRA, G. T. Crescimento, esporulação e viabilidade de fungos entomopatogênicos em meios contendo diferentes concentrações do óleo de Nim (*Azadirachta indica*). **Ciência Rural**, v.34, n.6, p.1675-1680, 2004.

MARTINEZ, S. S. **Nim**: um defensivo natural. *In*: IV CURSO DE CULTIVO E UTILIZAÇÃO DO NIM. ESALQ/USP. Piracicaba-SP, 5 de Maio 2001. 17p. (Apostila).

MARTINEZ, S. S. **O Nim – *Azadirachta indica***: Natureza, Usos Múltiplos, Produção. Londrina: IAPAR, 2002. 142p.

MARTINEZ, S. S.; EMDEN, H. F. V. Growth Disruption, Abnormalities and Mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by Azadirachtin. **Neotropical Entomology**, v.30, n.1, p.113-125, 2001.

MATRANGOLO, W. J. R. *et al.* Parasitóides de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associados a fruteiras tropicais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n.4, p.593-603, 1998.

MEDINA, P. *et al.* Compatibility of spinosad, tebufenozide and azadirachtin with eggs and pupae of the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) under laboratory conditions. **Biocontrol Science and Technology**, v.11, n.5, p.597-610, 2001.

MEDINA, P. *et al.* Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxifen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Pest Management**, v.32, n.1, p.196-203, 2003.

MESSING, R. H.; JANG, E. B. Response of the fruit fly parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) to host-fruit stimuli. **Environmental Entomology**, v.21, n.5, p.1189-1195, 1992.

MONTOYA, P. Control biológico de moscas de la fruta mediante liberaciones aumentativas de parasitoides. *In*: CURSO INTERNACIONAL SOBRE MOSCAS DE LA FRUTA, 13, Metapas de Domingues. **Memórias...** Metapas de Domingues: MOSCAMED, 2000. p.243-248.

MONTOYA, P. *et al.* Biological control of *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) in mango orchards through augmentative releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, v.18, p.216-224, 2000.

MORGANTE, J. S. **Moscas-das-frutas (Tephritidae):** características biológicas, descrição e controle. Brasília: SENIR, 1991. 19p. (Boletim Técnico de Recomendações para os Perímetros Irrigados do Vale São Francisco, 2).

NAKANO, O. Ensaio visando o controle de mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata*) com inseticidas na forma de isca visando o efeito esterilizante. *In*: VENDRAMIM, J. D.; BOGORNI, P. C.; ABREU JUNIOR, H. (orgs.). **Nim o protetor natural múltiplo**. Piracicaba, SP: ESALQ / USP, 2001. (Apostila).

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S. Manejo integrado de moscas-das-frutas. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000a. p.169-173.

NASCIMENTO, A. S.; CARVALHO, R. S. Bahia. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000b. p.235-239.

NEVES, B. P.; NOGUEIRA, J. C. M. **Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss)**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF-APA, 1996. 132p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 28).

NORA, I.; HICKEL, E. R.; PRANDO, H. F. Moscas-das-frutas nos Estados Brasileiros: Santa Catarina. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil**: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.271-275.

OLIVEIRA, A. M. **Controle integrado da mosca branca em plantio comercial de melão, através do controle químico e biológico no município de Baraúna/RN**. Mossoró: UFERSA, 2005. 14p. (Anteprojeto de Tese).

PARRA, J. R. P. *et al.* Controle biológico: terminologia. *In*: _____. **Controle biológico no Brasil**: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p.1-16.

PRATES, H. T.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. Atividade de extrato aquoso de folhas de nim (*Azadirachta indica*) sobre *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.437-439, 2003.

PURCELL, M. F. *et al.* Influence of guava ripening on parasitism of the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae), by *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and other parasitoids. **Biological Control**, v.4, p.396-403, 1994.

RAGA, A. *et al.* Sensibilidade de ovos de *Ceratitis capitata* (Wied., 1824) irradiados em dieta artificial e em frutos de manga (*Mangifera indica* L.). **Scientia Agricola**, v.53, n.1, 1996.

RODRIGUES, S. R. *et al.* Moscas frugívoras (Diptera, Tephritoidea) coletadas em Aquidauana, MS. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.50, n.1, p.131-134, mar., 2006.

SALLES, L. A. B. **Bioecologia e controle da mosca-das-frutas sul-americana.** Pelotas, RS: EMBRAPA – CPACT, 1995. 58p.

SALLES, L. A. Biologia e ciclo de vida de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.81-86.

SALLES, L. A.; RECH, N. L. Efeitos de extratos de nim (*Azadirachta indica*) e cinamomo (*Melia azedarach*) sobre *Anastrepha fraterculus* (WIED.) (DIPTERA: TEPHRITIDAE). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.3, p.225-227, 1999.

SCHMUTTERER, H. Properties and potencial of natural pesticides from the nim tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, v.35, p.271-297, 1990.

SILVA, F. A. C.; MARTINEZ, S. S.; MENEGUIM, A. M. Ação do nim, *Azadirachta indica* A. Juss, na sobrevivência e desenvolvimento do predador *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos...** Brasília: Embrapa Café, 2001. p.131.

SILVA, J. G. Estudos moleculares. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado.** Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.29-39.

SILVA, V.E.S.; NASCIMENTO, A.S.; SANTOS NETO, C. Efeito do óleo de nim *Azadirachta indica* na mortalidade e repelência de *Ceratitis capitata* (Tephritidae). In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 8, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro: Sociedade Entomológica do Brasil, 2003. p.171.

SINGH, S. Effects of aqueous extract of neem seed kernel and azadirachtin on the fecundity, fertility and post-embryonic development of the melonfly, *Bactrocera cucurbitae* and the oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae). **Journal of Applied Entomology**, v.127, p.540-547, 2003.

SIVINSKI, J. M. The influence of host fruit morphology on parasitization rates in the caribbean fruit fly, *Anastrepha suspense*. **Entomophaga**, v.36, p.447-454, 1991.

SIVINSKI, J. M. The past and potential of biological control of fruit flies, *In*: McPHERON, B. A.; STECK, G. J. (Eds.). **Fruit fly pests: a world assessment of their biology and management**. Delray Beach: St. Lucie Press, 1996. p.369-375.

SIVINSKI, J. M. *et al.* Phenological comparison of two braconidae parasitoids of the Caribbean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Environmental Entomology**, v.27, p.360-365, 1998.

SOUZA, H. M. L.; MARIOLI, S. R. *Ceratitis capitata* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) como espécie colonizadora. *In*: ENCONTRO SOBRE MOSCAS-DAS-FRUTAS, 1, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.64-74.

STARK, J. D.; VARGAS, R. I.; THALMAN, R. K. Azadirachtin: Effects on metamorphosis, longevity, and reproduction of three tephritid fruit fly species (Diptera: Tephritidae). **Journal of Economic Entomology**, v.83, n.6, p.2168-2174, 1990.

STARK, J. D. *et al.* Survival, longevity, and reproduction of tephritid fruit fly parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) reared from fruit flies exposed to azadirachtin. **Journal of Economic Entomology**, v.85, n.4, p.1125-1129, 1992.

SUGAYAMA, R. L. *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na região produtora de maçãs do Rio Grande do Sul: Relação com seus inimigos naturais e potencial para o controle biológico. 2000. 117f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

TRINDADE, M. S. de A. Efeito de derivados de nim e sua associação com defensivos comerciais no controle de mosca branca, em meloeiro em Baraúna-RN. 2005. 46f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2005.

VACARI, A. M. *et al.* Seletividade de óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) sobre *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71, (supl.), p.1-749, 2004.

VELOSO, V. R. S. Dinâmica populacional de *Anastrepha* spp. e *Ceratitis capitata* (Wied.,1824) (Diptera,Tephritidae) nos cerrados de Goiás. 1997. 115f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1997.

VELOSO, V. R. S. *et al.* Goiás. *In:* MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil:** conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.247-252.

VENDRAMIM, J. D.; CASTIGLIONI, E. Aleloquímicos, resistência de plantas e plantas inseticidas. *In:* GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. (Orgs.). **Bases e Técnicas do Manejo de Insetos.** Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, 2000. p.113-128.

WALDER, J. M. M. Produção de moscas-das-frutas e seus inimigos naturais: Associação de moscas estéries e controle biológico. (Tephritidae). *In:* PARRA, J. R. P. *et al* (Eds.) **Controle Biológico no Brasil:** parasitóides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p.181-190.

WHARTON, R. A. Classical biological control of fruit-infesting Tephritidae. *In*: ROBINSON, A. S.; HOOPER, G. (Eds.). **Fruit flies: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier, 1989. p. 303-313. (World Crop Pest, 3B).

WHARTON, R. A. Subfamily Opiinae. *In*: WHARTON, R. A.; MARSH, P. M.; SHARKEY, M. J. (Eds.). **Manual of the new world genera of the family Braconidae (Hymenoptera)**. Lawrence: Allen Press, 1997. p.379-395.

WHITE, I. M.; ELSON-HARRIS, M. M. **Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics**. Wallingford: CAB International, 1992. 601p.

ZUCCHI, R. A. Catalogação das espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae), seus inimigos naturais e plantas hospedeiras no Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 20, 2004, Gramado, RS. **Anais...** Gramado, RS: SEB, 2004. p.668.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), *In*: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Eds.). **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p.15-22.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.13-24.