

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
Colegiado dos Cursos de Pós Graduação**

**RESPOSTA DE DEUTONINFAS ALIMENTADAS DE *Dermanyssus gallinae*  
(ACARI: DERMANYSSIDAE) (DE GEER, 1778) A EXTRATOS DE ÁCAROS  
CO-ESPECÍFICOS E A CORRENTES DE AR EM OLFATÔMETRO  
DISCRIMINANTE**

**CRISTINA MARA TEIXEIRA**

**Belo Horizonte  
UFMG - Escola de Veterinária  
2011**



CRISTINA MARA TEIXEIRA

**RESPOSTA DE DEUTONINFAS ALIMENTADAS DE *Dermanyssus gallinae*  
(ACARI: DERMANYSSIDAE) (DE GEER, 1778) A EXTRATOS DE ÁCAROS  
CO-ESPECÍFICOS E A CORRENTES DE AR EM OLFATÔMETRO  
DISCRIMINANTE**

Dissertação apresentada à Escola de  
Veterinária da UFMG como requisito  
parcial para a obtenção do grau de  
Mestre em Ciência Animal

Área de Concentração: Medicina  
Veterinária Preventiva

Orientador: Paulo Roberto de Oliveira

Belo Horizonte  
UFMG - Escola de Veterinária  
2011

T266r Teixeira, Cristina Mara, 1984-  
Resposta de deutoninfas alimentadas de *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) (De Geer, 1778) a extratos de ácaros co-específicos e a corrente de ar em olfatômetro discriminante / Cristina Mara Teixeira. – 2011.  
54 p. : il.  
Orientador: Paulo Roberto de Oliveira  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária  
Inclui bibliografia  
1. Ácaro de ave – Teses. 2. Ácaro – Controle – Teses. 3. Acarologia – Teses.  
I. Oliveira, Paulo Roberto de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.089 696 8

Dissertação defendida e aprovada em 30 de agosto de 2011, pela Comissão Examinadora constituída por:

Paulo Roberto de Oliveira.  
Prof. Paulo Roberto de Oliveira  
Presidente

Cristina Marques Lisboa Lopes  
Prof<sup>a</sup>. Cristina Marques Lisboa Lopes

Romário Cerqueira Leite  
Prof. Romário Cerqueira Leite



*Dedico este trabalho ao meu amor, Tiago, que esteve sempre ao meu lado durante toda esta jornada.*

*“Hoje me sinto mais forte, mais feliz, quem sabe, só levo a certeza de que muito pouco eu sei ou nada sei..., Cada um de nós compõe a sua história, cada ser em si carrega o dom de ser capaz, de ser feliz...”*

(Almir Sater; Renato Teixeira)

*"Não há transição que não implique um ponto de partida, um processo e um ponto de chegada. Todo amanhã se cria num ontem, através de um hoje. De modo que o nosso futuro baseia-se no passado e se corporifica no presente. Temos de saber o que fomos e o que somos, para sabermos o que seremos."*

(Paulo Freire)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e, acima de tudo, a Deus por me iluminar, me dar força e por me permitir vencer mais um desafio.

À Escola de Veterinária da UFMG, por disponibilizar a estrutura necessária para a realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro essencial para o desenvolvimento do projeto.

Ao meu orientador, professor Paulo Roberto de Oliveira, por me receber de braços abertos sob sua orientação e por acreditar na minha capacidade para desenvolver este trabalho.

Ao Lucas M. Cunha, doutorando em Ciência Animal, pela incomensurável colaboração e contribuição, pelos ensinamentos passados e por estar sempre disposto a ajudar; ao Leandro C. Rezende, aluno de Iniciação Científica, pela dedicação e por ser sempre muito prestativo.

Aos professores da Escola de Veterinária da UFMG, especialmente ao professor Rômulo, a quem sou muito grata por toda a ajuda e por tudo que fez por mim desde a Iniciação Científica, ao professor Nelson, pela doação das aves e pela disponibilidade em ajudar, ao professor Israel por me permitir utilizar o Laboratório de Saneamento, ao professor Romário por permitir a utilização do Laboratório de Doenças Parasitárias.

Aos funcionários da Escola de Veterinária, sobretudo Derci, Paulo Roberto (Pó), Grazi, André, Débora, Luzete, Gilmar e André (porteiros), que sem dúvida nenhuma contribuíram de alguma forma para a concretização deste trabalho.

Aos meus queridos amigos de graduação e pós-graduação, Ana Paula, Camila, Juliana, Fernanda, Gustavo, Felipe, Henrique, por tornarem esta caminhada mais leve e divertida.

Aos meus amados pais, Jonaton G. Teixeira e Cleusa M. R. Teixeira, por tudo que fizeram por mim, pelo exemplo, amor, dedicação, pelas orações.

Ao meu irmão Cleiton, minha cunhada, Léia e meu sobrinho Lucas por estarem presentes em todos os momentos, pelas conversas amigas e pela alegria. À minha irmã Vanessa, pelo carinho.

Ao Tiago, meu namorado, noivo, marido, amigo, pelo amor, companheirismo, apoio, incentivo, confiança, alegria, enfim por ser uma luz na minha vida.

---

## SUMÁRIO

---

<b>RESUMO</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	11
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1 Informações Gerais sobre <i>D. gallinae</i> .....	14
2.2 Biologia de <i>D. gallinae</i> .....	14
2.3 Importância de <i>D. gallinae</i> para a Medicina Veterinária e para a Saúde Pública .....	18
2.3.1 Variedade de hospedeiros Susceptíveis.....	18
2.3.2 Papel de <i>D. gallinae</i> como vetor e/ou reservatório de patógenos e os danos às aves.....	20
2.4 Métodos de Controle de <i>D. gallinae</i> .....	22
2.4.1 Métodos Convencionais .....	22
2.4.2 Métodos Alternativos .....	23
2.5 Comportamento de <i>D. gallinae</i> .....	25
2.6 Ecologia Química.....	28
<b>3 HIPÓTESES</b> .....	29
3.1 Hipótese Geral.....	29
3.2 Hipóteses Específicas.....	29
<b>4 OBJETIVOS</b> .....	29
4.1 Objetivo Geral.....	29
4.2 Objetivos Específicos.....	29
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	30
5.1 Tempo e local de realização dos experimentos .....	30
5.2 A colônia .....	30
5.3 O olfatômetro .....	30
5.3.1 Limpeza do olfatômetro .....	31
5.4 Padronização do estádio a ser testado: deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> .....	31
5.5 Bioensaios com correntes de ar: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> submetidas a diferentes velocidades de correntes de ar em olfatômetro discriminante .....	32
5.6 Bioensaios com extratos de ácaros co-específicos: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> expostas a septos de borracha impregnados com diferentes extratos de ácaros co-específicos em olfatômetro discriminante.....	32
5.6.1 Produção dos extratos de ácaros co-específicos e impregnação dos septos de borracha.....	32
5.6.2 Tratamentos com extratos hexânicos e diclorometânicos .....	33
5.7 Análises estatísticas.....	33
<b>6 RESULTADOS</b> .....	36
6.1 Considerações a respeito da manutenção da colônia de <i>D. gallinae</i> .....	36
6.2 Bioensaios com correntes de ar: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> submetidas a diferentes velocidades de correntes de ar em olfatômetro discriminante .....	36
6.3 Bioensaios com extratos de ácaros co-específicos: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> expostas a septos de borracha impregnados com diferentes extratos de ácaros co-específicos em olfatômetro discriminante.....	38
<b>7 DISCUSSÃO</b> .....	42
7.1 Considerações a respeito da manutenção da colônia de <i>D. gallinae</i> .....	42

7.2	Bioensaios com correntes de ar: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> submetidas a diferentes velocidades de correntes de ar em olfatômetro discriminante.....	44
7.3	Bioensaios com extratos de ácaros co-específicos: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> expostas a septos de borracha impregnados com diferentes extratos de ácaros co-específicos em olfatômetro discriminante.....	45
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>48</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>

---

#### LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1-	Proporção de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> que tocaram ou atingiram um milímetro de distância das bordas dos septos de borracha impregnados com diferentes extratos e concentrações em olfatômetro discriminante.....	42
-----------	---	----

---

#### LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1-	Unidade de manutenção de uma colônia de <i>D. gallinae</i> .....	34
Figura 2-	Recipiente interno utilizado na manutenção de colônias de <i>D. gallinae</i> .....	34
Figura 3-	Representação esquemática do olfatômetro discriminante .....	35
Figura 4-	Representação esquemática de uma trajetória (em azul) de uma deutoninfa de <i>D. gallinae</i> dentro do olfatômetro entre as áreas “a” e “b” .....	35
Figura 5-	Histograma com os tempos médios para deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> saírem da área de teste do piso da arena do olfatômetro discriminante (olfatômetro de arena) considerando o tempo de permanência inicial no quadrado central do piso .....	37
Figura 6-	Histograma com os tempos médios para deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> saírem da área de teste do piso da arena do olfatômetro discriminante (olfatômetro de arena) cujo tempo de permanência inicial no quadrado central do piso foi subtraído do tempo total.....	38
Figura 7-	Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> submetidas a septos de borracha impregnados com diclorometano P.A. (zero equivalente- ácaro/mL) em olfatômetro discriminante.....	39
Figura 8-	Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> submetidas a septos de borracha impregnados com extratos diclorometânicos na concentração de 200 equivalentes- ácaro/mL em olfatômetro discriminante .....	39
Figura 9-	Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> submetidas a septos de borracha impregnados com extratos diclorometânicos na concentração de 500 equivalentes- ácaro/mL em olfatômetro discriminante .....	40

Figura 10- Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> submetidas a septos de borracha impregnados com hexano P.A (zero equivalente-ácaro/mL) em olfatômetro discriminante .....	40
Figura 11- Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> submetidas a septos de borracha impregnados com extratos hexânicos na concentração de 200 equivalentes-ácaro/mL) em olfatômetro discriminante.....	41
Figura 12- Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de <i>D. gallinae</i> submetidas a septos de borracha impregnados com extratos hexânicos na concentração de 500 equivalentes-ácaro/mL) em olfatômetro discriminante.....	41

---



## RESUMO

*Dermanyssus gallinae* é um ácaro hematófago de grande importância econômica para a avicultura de postura em diversos países. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de deutoninfas alimentadas a diferentes velocidades de correntes de ar e a septos de borracha impregnados com extratos diclorometânicos ou hexânicos de ácaros co-específicos em olfatômetro discriminante. As deutoninfas alimentadas não apresentaram um comportamento de anemotaxia quando foram expostas às correntes de ar de  $10\pm 2$  cm/s,  $20\pm 2$  cm/s e ao controle ( $0\pm 2$  cm/s) ( $p>0,05$ ). Além disso, as deutoninfas não apresentaram um comportamento de atração quando foram submetidas aos extratos diclorometânicos ou hexânicos nas concentrações de 200 e 500 equivalentes-ácaro por mililitro de solvente (eq/mL) e aos controles (zero eq/mL ou solvente puro) ( $p>0,05$ ). Portanto, deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* não são orientadas pelo vento nas velocidades avaliadas, ou seja, não apresentam comportamento de anemotaxia, e não são atraídas por extratos de deutoninfas co-específicas nas concentrações testadas. No entanto, não se pode descartar a possibilidade deste estágio de *D. gallinae* produzir e/ou responder, em outras condições, ao feromônio atraente de reunião desta espécie de ácaro, o qual já foi relatado na literatura para outros estádios.

Palavras-Chave: *Dermanyssus gallinae*, ácaro vermelho, feromônio, anemotaxia

## ABSTRACT

*Dermanyssus gallinae* is a hematophagous mite of great economic importance for laying poultry in several countries. The aim of this study was evaluate the response of fed deutonymphs to different velocities of laminar air stream and to rubber septa stopper containing hexanic or dichloromethanic co-specific mite's extracts in a discriminant olfactometer. The fed deutonymphs did not show an anemotaxis behavior when were exposed to air stream of  $10\pm 2$  cm/s,  $20\pm 2$  cm/s and to control ( $0\pm 2$  cm/s) ( $p>0,05$ ). Moreover, the deutonymphs did not show an attraction behavior when were submitted to dichloromethanic or hexanic co-specific mites extracts containing 200 or 500 equivalent-mites per milliliter of solvent (eq/mL) and to controls (zero eq/mL or pure solvent) ( $p>0,05$ ). Therefore, fed deutonymphs are not oriented by wind in the evaluated velocities, in other words, does not show anemotaxis behavior, and are not attracted by deutonymphs co-specific extracts in the tested concentrations. However, cannot exclude the possibility of this stage of *D. gallinae* produce and/or respond, in other conditions, to attractive assembly pheromone of this specie of mite, which has been reported in the literature for other instars.

Key Words: *Dermanyssus gallinae*, "poultry red mite", pheromone, anemotaxis



## 1- INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira, assim como outros segmentos da produção animal, passou por um extraordinário processo de evolução científica e tecnológica nas últimas décadas. A implementação de novos sistemas de produção e técnicas de criação proporcionaram um aumento da produtividade por animal e da produção por área. Desta forma, esta atividade tem desempenhado um importante papel na economia do Brasil nos últimos anos, sobretudo nas exportações pecuárias do país.

Em 2010, o efetivo de galinhas alojadas foi de 118,2 milhões de aves, um aumento de 3,4% sobre o ano de 2009. A produção de ovos de galinha neste mesmo ano foi de 2,460 bilhões de dúzias, um aumento de 4,2% em relação ao ano de 2009 segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ainda de acordo com os dados dos censos agropecuários disponibilizados pelo Instituto no Brasil, o número de aves (galinhas, galos, frangos e frangas) passou de 718.538.000 em 1995 para 1.244.261.000 em 2006, um crescimento de aproximadamente 80%.

Apesar destes novos sistemas de criação intensiva serem mais vantajosos em termos produtivos e econômicos, o confinamento em gaiolas favoreceu a instalação e o desenvolvimento de vários artrópodes como moscas, piolhos e ácaros hematófagos (Axtel e Arends, 1990). O ambiente artificial com um menor espaço físico ao qual as aves são submetidas impede que certos comportamentos naturais de defesa contra os ectoparasitos sejam realizados como a exposição ao sol, a limpeza das penas com o bico e a procura de locais com terra seca para se revolverem e eliminarem os ectoparasitos de suas penas. Além disso, as instalações oferecem o abrigo ideal para o desenvolvimento dos ácaros hematófagos (Tucci, 2004).

No Brasil, três espécies de ácaros hematófagos foram apontadas parasitando galinhas de postura: *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778), *Ornithonyssus sylviiarum* (Canestrini e Fanzago, 1887) e *Ornithonyssus bursa* (Berlese, 1888).

A ocorrência de *D. gallinae* foi assinalada pela primeira vez, em canários, por Fonseca (1938) no Estado de São Paulo. Porém, a ocorrência em galinhas foi assinalada pela primeira vez por Reis (1939) no mesmo Estado. Segundo Chauve (1998), *D. gallinae* é o mais importante ectoparasito de aves de postura em vários países. Já Sparagano et al., 2009 consideram *D. gallinae* um problema econômico e epidemiológico crescente para as indústrias avícolas de todo o mundo. Um estudo realizado por Van Emous (2005) estimou que 130 milhões de euros anuais são gastos pelas indústrias de avicultura de postura na Europa no combate ao ácaro. Os custos derivam das estratégias de controle utilizadas assim como das perdas ocasionadas na produção.

No Brasil, apenas o Estado de São Paulo possui uma estimativa da prevalência destes ácaros hematófagos em aviários industriais de postura. Neste estudo, Tucci et. al. (1996) constataram que 25,6% das granjas apresentavam *D. gallinae*, 13,9% apresentavam *O. sylviiarum* e 34,9% apresentavam ambas as espécies.

O parasitismo realizado por *D. gallinae* pode levar à diminuição da intensidade da postura e reduzir a qualidade dos ovos, além de causar anemia e até mesmo a morte das aves caso a infestação pelo ácaro seja alta. Outro problema relacionado a este parasito diz respeito ao fato dele ser implicado como reservatório e/ou vetor de vários microorganismos patogênicos tais como: vírus (vírus da Encefalite de Saint-Louis, vírus da Encefalomielite Equina do Leste, vírus da Encefalomielite Equina do Oeste, vírus da Encefalomielite Equina Venezuelana), bactérias (*Erysipelothrix*

*rhusiopathiae*, *Salmonella gallinarum*, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorotipo Enteritidis) e protozoários tais como *Atoxoplasma* sp. (Smith, Blattner e Heys, 1944; Sulkin, 1945; Lainson, 1958; Zeman et al., 1982; Durden, Linthicum e Turell, 1992; Durden, Linthicum e Monath, 1993; Chirico et al., 2003; Valiente Moro, Chauve e Zenner, 2005; Valiente Moro, Chauve e Zenner, 2007).

A combinação de feromônios e acaricidas vem sendo utilizada como uma estratégia para o controle de outros ectoparasitos como os carrapatos. Os feromônios podem ser utilizados como promotores de confundimento, armadilhas ou iscas (Sonenshine, 2004, 2006; Borges et al., 2007). Segundo Sonenshine (2006), as armadilhas são altamente efetivas em promover a morte de machos de *Dermacentor variabilis*, *D. andersoni*, *Amblyomma maculatum* e *Hyalomma dromedarii*. No Brasil, Borges et al. (2007) avaliaram a eficácia de iscas contendo o feromônio sexual atraente, 2,6 diclorofenol, e o acaricida cipermetrina como estratégia para o controle de infestações por *D. nitens* em cavalos. Os resultados indicaram que as iscas foram eficientes, por pelo menos 10 dias, para o controle de *D. nitens* por impedirem a copulação.

Portanto, diante do potencial que *D. gallinae* tem de causar grandes prejuízos econômicos para as indústrias avícolas comerciais, sobretudo a de postura, torna-se necessário um pleno conhecimento a respeito desta espécie de ácaro para a elaboração de programas de controle. Desta forma, estudos sobre a biologia, o comportamento e a ecologia química deste ácaro, ou seja, sobre as substâncias que mediam a interação entre organismos, como, por exemplo, os feromônios, poderão fornecer informações que servirão de base para a fundamentação de estratégias de controle mais eficientes.

## 2- REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1- Informações Gerais sobre *D. gallinae*

*D. gallinae* é um artrópode que pertence à ordem Acari na qual também se encontram os carrapatos e outros ácaros. No entanto, *D. gallinae* pertence à subordem dos Mesostigmata, ou seja, suas aberturas respiratórias, os estigmas, estão localizadas lateralmente entre os segundos e quartos pares de patas. *D. gallinae* é um ácaro que pode ser visto a olho nu. Uma fêmea ingurgitada pode atingir um milímetro de comprimento e 0,280 miligramas de peso, sendo que deste peso, 0,204 miligramas correspondem ao sangue ingerido, ou seja uma fêmea adulta de *D. gallinae* é capaz de ingerir de sangue 2,7 vezes o seu peso corporal (Sikes e Chamberlain, 1954).

Outras características como a abertura anal situada no terço posterior do escudo anal, o escudo genitoventral arredondado posteriormente, o escudo dorsal truncado posteriormente e a quelícera em forma de estilete auxiliam na identificação e diferenciação de outros ácaros hematófagos parasitas de aves de postura (Faccini, 1987).

*D. gallinae* é conhecido como ácaro vermelho das aves ou piolho das galinhas. É um ectoparasito hematófago de distribuição cosmopolita e hábitos alimentares predominantemente noturnos. Desta forma, o ácaro passa a maior parte do dia escondido ou refugiado em frestas e fendas, nos ninhos ou na vizinhança das aves sendo o repasto sanguíneo realizado à noite ou em ambiente escuro e por um curto período de tempo.

### 2.2- Biologia de *D. gallinae*

O ciclo biológico é um importante conjunto de parâmetros da biologia de uma espécie. *D. gallinae* possui um ciclo bastante curto sob condições favoráveis. Este ciclo contém cinco estádios: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (macho e fêmea). A

larva não se alimenta. Já os dois estádios ninfais precisam realizar o repasto sanguíneo para que ocorra a muda para o estágio seguinte.

As primeiras descrições a respeito do ciclo biológico de *D. gallinae* foram feitas por Wood (1917). Posteriormente, Wisseman e Sulkin (1947) observaram uma duração de sete dias para o ciclo. Segundo eles, as fêmeas iniciaram a oviposição 12 a 24 horas após a alimentação e colocaram cerca de sete ovos cada. Estes ovos transformaram-se em larvas após 48 a 72 horas. As larvas tornaram-se protoninfas em 24 a 48 horas, o mesmo período em que as protoninfas, após a alimentação, sofreram muda para deutoninfa. Os autores relataram que um curto período de descanso pode ocorrer, seguido de outra alimentação e consequente muda para a forma adulta. O estudo foi realizado em condições de temperatura ambiente e umidade relativa do ar (URA) de 70%.

Sikes e Chamberlain (1954) realizaram durante três anos uma série de estudos com três espécies de ácaros de aves em condições controladas de laboratório. Um dos estudos desenvolvidos foi sobre o ciclo biológico de *D. gallinae*. Para isso, foram utilizadas 29 fêmeas ingurgitadas desta espécie. Os autores encontraram uma duração para o período de oviposição de 24 a 72 horas e um total de 140 ovos. O número de ovos por fêmea variou de um a nove, porém o número mais frequente foi de quatro a sete. De acordo com as observações, dentro de cinco dias, a partir da ingurgitação das fêmeas, 80% dos ovos já haviam eclodido e as larvas já haviam sofrido a muda para protoninfas. O período de incubação dos ovos foi de 24 a 48 horas, enquanto a muda de larvas para protoninfas ocorreu em 24 horas. Já as protoninfas levaram um pouco mais que 24 horas, após a alimentação, para mudarem para deutoninfas. Estas últimas, após a alimentação, levaram menos de 48 horas para alcançarem o estágio adulto. Portanto,

segundo os autores, o ciclo pode ser completado em oito a nove dias desde fêmea ingurgitada até uma nova geração de adultos.

No Brasil, o primeiro estudo sobre o ciclo biológico de *D. gallinae* foi realizado por Hamann (1990) no Estado do Rio de Janeiro. Foram feitas observações a cada 24 horas a partir do início do estudo. Na primeira observação foi constatada a presença de poucos ovos. Após 48 horas, havia uma maior quantidade de ovos e poucas larvas. Na terceira observação, 72 horas, havia uma grande quantidade de ovos, larvas e poucos estádios ninfais. Nesta fase foram retiradas todas as formas adultas. Com 96 horas, a situação era semelhante à descrita anteriormente, porém havia um maior número de protoninfas. Com 120 horas, verificou-se uma pequena quantidade de ovos. Os outros estádios mantiveram-se semelhantes à situação anterior. Na sexta observação, 144 horas, o número de ovos não eclodidos diminuiu ainda mais. Além disso, o número de larvas e protoninfas também diminuiu. Já na sétima e última observação, 168 horas, foi feita a identificação dos primeiros indivíduos adultos. Desta forma, o autor encontrou uma duração de sete dias para o ciclo biológico de *D. gallinae*. A temperatura e a URA durante a realização do estudo não foram citadas pelo autor.

Outro experimento, sob condições controladas de laboratório, foi conduzido por Tucci e Guimarães (1998) no Estado de São Paulo. O estudo foi realizado com 60 fêmeas ingurgitadas isoladas individualmente em pipetas tipo Pasteur. A média das temperaturas máximas e mínimas e a URA foram de  $24,9 \pm 1,6^\circ\text{C}$  e  $72,0 \pm 9,3\%$ , respectivamente. O período de pré-oviposição observado foi de 24 a 72 horas, sendo que o mais frequente foi de 48 horas. Já o período de oviposição variou de 11 a 69 horas, sendo o mais frequente de 24 horas. Cada fêmea ovipôs, em média, 4,3 ovos. O

número mínimo de ovos foi dois, o máximo oito e o mais frequente foi quatro. A duração do período de incubação dos ovos foi de 48 a 84 horas, sendo a duração de 60 horas a mais frequente. A porcentagem de eclosão foi de 98,0%. O estágio de larva durou de 15 a 39 horas, sendo 24 horas a maior frequência de duração. Noventa e seis por cento das larvas atingiram o estágio de protoninfa. Estas protoninfas levaram desde a alimentação até a muda para deutoninfa 24 a 72 horas, sendo o período de 24 horas o mais frequente. A porcentagem de muda das protoninfas foi de 89,1%. O período necessário para que as deutoninfas alcançassem o estágio adulto foi o mesmo observado para as protoninfas. No entanto, a porcentagem de muda foi igual a 68,2%, a menor obtida no estudo. Desta forma, a duração total do ciclo de *D. gallinae*, desde fêmea ingurgitada até nova geração de adultos, foi de 189,6 horas, ou seja, aproximadamente oito dias.

A temperatura é um fator que interfere na duração do ciclo biológico de *D. gallinae*, assim como na viabilidade dos diferentes estágios de vida deste ácaro. Esta afirmação pode ser constatada por meio do trabalho de Tucci (2004). A autora estudou o ciclo sob temperaturas de 15, 20, 25, 30 e 35°C, URA de 70 a 85% e fotoperíodo de 12:12 horas de fotofase: escotofase (F:E). A duração do ciclo diminuiu à medida que a temperatura aumentou, indo de 690,75 horas (28 dias) sob 15°C a 140,69 (seis dias) horas a 30°C. A 35°C, o ciclo completou-se em 172,04 horas (sete dias), porém houve uma baixa viabilidade principalmente dos ovos (11,42%). De acordo com a autora, esta baixa viabilidade a 35°C indica que esta temperatura não é satisfatória para o desenvolvimento de *D. gallinae* e que, a campo, em épocas de muito calor, a população pode baixar ou até mesmo desaparecer por um determinado período devido à diminuição na sua capacidade de desenvolvimento. Portanto, a temperatura de 30°C foi apontada por Tucci (2004) como a

melhor para o desenvolvimento do ácaro, já que apresentou a maior viabilidade nas diferentes fases e o menor tempo de duração do ciclo biológico.

A fecundidade é outro parâmetro importante da biologia de um parasito. Oliver Jr. (1966), avaliando a fecundidade de *D. gallinae*, relatou o acompanhamento de oito alimentações com oito oviposições e com uma média total de 23 ovos por fêmea, sendo que o número total de fêmeas que ovipuseram foi igual a 40. Além disso, apesar de não quantificar, Oliver Jr. (1966) observou que muitas fêmeas adultas não ovipuseram após o primeiro repasto sanguíneo e que os maiores números de ovos (3,95; 3,71; 3,95) foram produzidos após a terceira, quarta e quinta alimentações respectivamente.

Em 2005, Tucci, Prado e Araújo estudaram a fecundidade de *D. gallinae* em condições de laboratório no Estado de São Paulo. Foram utilizadas 260 fêmeas ingurgitadas isoladas individualmente em pipetas de vidro e mantidas em estufa climatizada com temperatura de 27°C, URA de 80% e fotoperíodo de 12:12 horas (F:E). As avaliações (número total de ovos colocados após oviposição) foram feitas no terceiro dia após a alimentação das fêmeas, quando também foi oferecida uma nova alimentação para as mesmas. Esta etapa foi repetida, a cada três dias, até o final do experimento. A maior porcentagem das fêmeas (58,1%) ovipôs após a primeira alimentação. A partir da segunda alimentação houve uma grande redução nesta porcentagem até a oitava alimentação, na qual foi recuperada apenas uma fêmea, que morreu antes de ovipor. A maior taxa de mortalidade (35,7%) ocorreu após a sexta alimentação. Quanto ao número de ovos, a maior produção foi obtida após a terceira alimentação, uma média de 5,1 ovos por fêmea. Segundo os autores, *D. gallinae* possui um padrão de oviposição do tipo declinante, no qual ocorre um aumento no número de ovos após cada repasto sanguíneo

até atingir um número máximo, na terceira alimentação, decrescendo nas alimentações subsequentes. Desta forma, os autores verificaram um total de 25 ovos ovipostos, por fêmea, após sete oviposições.

Muitos fatores relacionados com a fecundidade podem afetar o potencial de crescimento da população de um parasito. Oliver Jr. (1966) estudando o comportamento reprodutivo de quatro ácaros mesostigmatas (*Dermanyssus gallinae*, *Ophionyssus natricis*, *Ornithonyssus sylviarum* e *O. bacoti*), verificou que somente *D. gallinae* requer a cópula para que ocorra oviposição, constatando a reprodução por partenogênese somente nas outras três espécies de ácaros. Segundo o autor, o estímulo exato que leva à oviposição é desconhecido, podendo ser um estímulo sensorial de distensão do intestino somente ou um estímulo nutricional. No entanto, o autor acredita que para *D. gallinae*, a cópula juntamente com a ingurgitação, iniciariam o processo de oviposição. Sendo assim, fêmeas acasaladas só iniciariam a oviposição quando uma determinada quantidade de sangue fosse ingerida.

Nordenfors, Höglund e Uggla (1999) avaliaram os efeitos da temperatura e da umidade sobre a oviposição e a muda de *D. gallinae*. Para o estudo com temperatura, fêmeas ingurgitadas foram mantidas a -20, 5, 25, 45 e 65°C e sem controle de umidade. A duração média do período de oviposição foi maior a 5° (28,2 dias) comparada a 25° (1,8 dias) e 45°C (um dia). Um total de 152 ovos foram postos a 5°C, porém, apesar da viabilidade, não houve desenvolvimento destes ovos. A 25° e a 45°C, foram ovipostos um total de 295 e 19 ovos, respectivamente. No entanto, os ovos obtidos a 45°C não se desenvolveram, provavelmente devido à baixa URA (11% no estudo). De acordo com os autores, isso indica que os ovos de *D. gallinae* são susceptíveis à desidratação. Nenhum ovo foi

posto nas temperaturas de -20 e 65°C. A muda ocorreu apenas a 25°C, sendo que a duração mínima do período de desenvolvimento de ovo a protoninfa foi de 72 horas. Para o estudo com umidade, fêmeas ingurgitadas foram mantidas a uma temperatura constante de 20°C e em URA de 30, 45, 70 e 90 %. As fêmeas mantidas a 70% URA ovipuseram mais que àquelas mantidas nas demais umidades. O número total de ovos postos foi de 343, 409, 493 e 354, respectivamente, da menor para a maior URA. A diferença na duração do período de oviposição não foi estatisticamente significativa. A porcentagem de muda aumentou à medida que a URA também aumentou, ou seja, foi de 91% a 30% de URA até 98% a 70 e 90% de URA.

Tucci (2004) avaliou a influência do jejum sobre a fecundidade de *D. gallinae*. Fêmeas ingurgitadas foram colocadas em 12 pipetas, tipo Pasteur, em quantidade correspondente a um terço de sua capacidade. Em seguida, foram mantidas sob jejum por períodos de um a 12 dias e em condições controladas de URA de 80%, temperatura de 27°C, e fotoperíodo 12:12 horas (F:E). Uma alta fecundidade foi verificada até o terceiro dia de jejum, pois as maiores porcentagens de oviposição, 96,7 a 99,1%, ocorreram nesse período. A partir do quarto dia de jejum, esta porcentagem foi sofrendo reduções até cessar no décimo segundo dia de jejum, no qual, nenhuma fêmea ovipôs. A produção de ovos foi alta até o oitavo dia de jejum, com média de 4,1 a 5,4 ovos por fêmea. Portanto, segundo a autora, o intervalo de três dias entre as alimentações da colônia seria o mais adequado para esta espécie de ácaro, tanto pela praticidade operacional quanto pelo alto desempenho reprodutivo verificado, os quais garantiriam o desenvolvimento e crescimento da população de *D. gallinae* em condições de laboratório.

Outro aspecto importante da biologia de um parasita é a longevidade. Kirkwood (1963) estudou a longevidade de *D. gallinae* em

jejum sob condições laboratoriais e sob condições naturais de um ambiente externo. Nos estudos de laboratório, os ácaros (ninfas e adultos) foram colocados em tubos de vidro e divididos em três lotes, os quais foram mantidos a 10°C, em temperatura ambiente (cerca de 20°C) e no ambiente externo. No estudo realizado sob condições naturais, a temperatura variou de -10°C a 32,7°C durante o período de duração do experimento e os ácaros tinham como abrigo um puleiro de madeira especialmente desenvolvido pelo autor. Foi verificado que 2% dos ácaros mantidos a 10°C sobreviveram por 20 semanas. Em temperatura ambiente (cerca de 20°C), 1% dos ácaros sobreviveu por 26 semanas. Já no ambiente externo, 1% dos ácaros mantidos nos tubos de vidro sobreviveu por 34 semanas. Sob condições naturais, os ácaros abrigados no puleiro sobreviveram por 33 semanas sem se alimentar.

No Brasil, Tucci e Guimarães (1998) realizaram um estudo para verificar a longevidade de *D. gallinae*. Para isso, ácaros de vários estágios, após a alimentação, foram colocados em três pipetas grandes até um terço de sua capacidade, e mantidos em temperatura ambiente para a averiguação do tempo de sobrevivência destes ácaros sem alimentação. As médias das temperaturas, máximas e mínimas, e URA durante o experimento foram de 25,4±1,7°C e 72,5±8,8%. Nestas condições, os autores, verificaram que os ácaros sobreviveram por 68 dias (9,7 semanas) sem se alimentar.

Nordenfors, Höglund e Uggla (1999) avaliaram os efeitos da temperatura e da umidade sobre a longevidade de fêmeas e protoninfas de *D. gallinae*. Na primeira avaliação, os estádios foram submetidos às temperaturas de -20, 5, 25, 45 e 65 °C, sem que houvesse um controle da URA. Já na segunda avaliação, os ácaros foram submetidos a URA de 30, 45, 70 e 90%, e mantidos sob temperatura constante de 20°C. Todos os ácaros mantidos a -20, 45 e

65°C morreram após 24 horas. Fêmeas de *D. gallinae* sobreviveram por nove meses a 5°C e por apenas seis semanas a 25°C. De acordo com os autores, isto pode ter ocorrido devido à diferença de URA, 23% a 25°C e 50% a 5°C. Os tempos máximos de sobrevivência das fêmeas e protoninfas ocorreram quando elas foram mantidas a 70% URA, 163 e 177 dias respectivamente. O menor tempo de sobrevivência registrado para as fêmeas foi 63 dias sob 45% URA. Já para as protoninfas, o tempo mínimo de sobrevivência foi de 70 dias e observado tanto na URA de 30 quanto de 45%. Sob URA de 90%, os tempos máximos de sobrevivência de fêmeas e protoninfas aproximaram-se daquele observado a 70% URA. No entanto, a alta umidade favoreceu o desenvolvimento de fungos, e estes, segundo os autores, podem inibir a sobrevivência, a reprodução e o crescimento da população do ácaro.

### **2.3- Importância de *D. gallinae* para a medicina veterinária e para a saúde pública**

#### **2.3.1- Variedade de hospedeiros susceptíveis**

As galinhas são os hospedeiros preferenciais de *D. gallinae*. No entanto, na ausência desses hospedeiros e se mantidos sem alimentação, os ácaros podem realizar o repasto sanguíneo em vários hospedeiros vertebrados, inclusive no homem.

Em 1911, Ewing descreveu vários casos de infestação por *D. gallinae* em pardais ingleses. Segundo o autor, estas aves têm o hábito de utilizar penas de galinhas na construção de seus ninhos e, desta forma, podem se infestar com o ácaro.

Wiseman e Sulkin (1947) realizaram testes experimentais com alguns animais para avaliar seus possíveis papéis como hospedeiros de *D. gallinae*. Os animais

avaliados foram: galinhas, pombos, pardais ingleses, camundongos brancos de várias idades, ratos brancos e o ser humano (homens e mulheres). Ácaros em jejum foram mantidos em contato próximo com cada animal teste por um período de horas. Os ácaros alimentaram-se em todas as aves, porém em nenhum dos mamíferos. Verificou-se que os ácaros que não realizaram o repasto em certos animais, ingurgitaram facilmente quando retirados destes animais e colocados imediatamente em galinhas.

Sikes e Chamberlain (1954) compararam a alimentação de *D. gallinae* entre quatro hospedeiros diferentes (camundongo, coelho, galinha e homem). Para isso, ácaros adultos em jejum foram colocados na pele do camundongo, do coelho, da galinha e do homem. Estes ácaros foram mantidos por três horas na superfície interna do braço do homem e durante toda a noite nos outros hospedeiros. O percentual de ácaros que se alimentou no camundongo e na galinha foi alto, 81 e 96% respectivamente. Entretanto, o percentual de fêmeas que ovipôs após realizar o repasto no camundongo foi praticamente a metade do observado para a galinha. Além disso, o número médio de ovos postos por fêmea e o percentual de eclosão destes ovos foram maiores quando o hospedeiro era a galinha. Para o coelho, os resultados dos parâmetros analisados foram piores que àqueles obtidos para o camundongo, sendo que apenas 67% dos ácaros realizaram o repasto sanguíneo e destes, somente 16% ovipuseram. Poucos ácaros se alimentaram no homem, apenas 5%, e dos poucos ovos que resultaram desta alimentação, nenhum eclodiu.

Em 1957, Duncan reportou um ataque de *D. gallinae* em uma família (pais e um bebê) em Massachusetts. Eles apresentaram manchas vermelhas na pele e prurido. Segundo o autor, a superpopulação de pombos cujos ninhos abrigavam *D. gallinae*

pode ter sido o fator que levou à invasão da casa pelos ácaros.

Shenone (1959) relatou 11 casos de dermatite pruriginosa causada por *D. gallinae* em humanos no Chile. Segundo as informações obtidas pelo autor, os ácaros provavelmente procediam de ninhos de pardais (*Passer domesticus*) encontrados na vizinhança das casas dos pacientes.

Em uma pesquisa sobre artrópodes parasitas de pombos (*Columbia livia*) em Boston, Brown (1971), relatou a presença de *D. gallinae* nestas aves. Os filhotes no ninho apresentaram a menor porcentagem de infestação para todas as espécies de ectoparasitos encontradas, exceto para *D. gallinae*, o qual habita o ninho das aves.

Em 1979, Auger et al. descreveram 10 casos de lesões na pele caracterizadas por pápulas, exantemas e prurido em funcionários e pacientes de um hospital em Montreal. As lesões foram atribuídas ao ácaro *D. gallinae*. Ninhos de pombos localizados próximos às janelas e em aparelhos de ar-condicionado foram considerados as fontes da infestação.

Rosen, Yeruham e Braverman (2002) descreveram dois casos de dermatite em humanos causada pelo ácaro *D. gallinae* em Israel. No primeiro caso, sete homens que trabalhavam com galinhas poedeiras foram acometidos por dermatite associada a um severo prurido. No segundo caso, uma criança de dois anos apresentou pápulas, coceira e ácaros em sua cabeça. O ninho de um pardal foi encontrado no ar condicionado que ficava próximo à janela do quarto da criança.

Botão-Miranda et al. (2003) relataram a presença de *D. gallinae* entre os ectoparasitos encontrados em faisões-coleira (*Phasianus colchicus*) criados no Estado do Rio de Janeiro.

Goldová et al. (2006) realizaram durante cinco anos um estudo para determinar as parasitoses presentes em faisões-coleira (*Phasianus colchicus*) em sistemas de confinamento na Eslováquia. Duas espécies de ácaros mesostigmatas, *D. gallinae* e *O. sylviarum* foram encontradas nestas aves.

Leone e Albanese (2007) descreveram uma infestação de *D. gallinae* em filhotes de gato doméstico. Os gatos viviam na área rural e tinham contato com galinhas. Os autores relataram os seguintes achados clínicos: letargia, hipotermia, desidratação, condição corporal ruim, prurido leve e uma anemia regenerativa normocítica normocrômica, a qual sugeria uma perda crônica de sangue.

Também em 2007, Mignon e Losson apresentaram o primeiro relato de caso documentado de dermatite em um cavalo associada com o ácaro *D. gallinae*. Os autores chegaram a esta conclusão após terem realizado vários diagnósticos diferenciais e por meio de dois elementos chave. Primeiro, pelo histórico que revelava um quadro recorrente e sazonal de prurido e alopecia, os quais se tornavam mais evidentes no inverno, período no qual o cavalo era estabulado. Segundo, pela observação de que galinhas tinham livre acesso ao estábulo no qual o cavalo se encontrava.

### **2.3.2- Papel de *D. gallinae* como vetor e/ou reservatório de microrganismos patogênicos e os danos às aves**

Em 1944, Smith, Blattner e Heys demonstraram a ocorrência natural do vírus da Encefalite de Saint Louis no ácaro *D. gallinae* por meio da técnica de soroneutralização na área de Saint Louis durante um período em que não ocorreram epidemias da doença.

O vírus da Encefalomyelose Equina do Oeste foi isolado do ácaro *D. gallinae* por Sulkin

em 1945 durante um surto da doença em equinos no sudoeste dos Estados Unidos.

Em 1958, Lainson ao realizar estudos sobre o protozoário *Atoxoplasma* sp., percebeu que a transmissão deste protozoário havia ocorrido quando um canário foi colocado próximo a outra gaiola que continha aves infectadas. O único fator ao qual ele atribuiu esta transmissão foi uma pesada infestação das aves infectadas pelo ácaro *D. gallinae*. Desta forma, de acordo com o autor é provável que *D. gallinae* transmita *Atoxoplasma* sp. em condições naturais.

Zeman et al. (1982) isolaram *Salmonella gallinarum* de ácaros da espécie *D. gallinae* oriundos de uma granja de galinhas onde havia ocorrido casos de pulrose e tifo aviário. Além disso, os autores verificaram que a bactéria pode sobreviver no interior do corpo de *D. gallinae* por pelo menos quatro meses após o contato destes ácaros com hospedeiros infectados.

Em 1992, Durden, Linthicum e Turell comprovaram que *D. gallinae* é capaz de transmitir mecanicamente o vírus da Encefalomyelose Equina da Venezuela entre camundongos. Neste estudo, o vírus pode ser detectado em 20% dos ácaros testados 48 horas após eles terem realizado o repasto sanguíneo em um animal virêmico. No entanto, a capacidade de transmissão foi de até 16 horas após a exposição do ácaro ao vírus. Nenhuma evidência de transmissão vertical do vírus das fêmeas de *D. gallinae* para sua progênie foi encontrada.

No ano seguinte (1993), Durden, Linthicum e Monath demonstraram que *D. gallinae* é capaz de transmitir, sob condições laboratoriais, o vírus da Encefalomyelose Equina do Leste para galinhas. Além disso, de acordo com os autores, o ácaro pode manter o vírus por pelo menos 30 dias após ter realizado o repasto sanguíneo durante a viremia. Todos os testes que avaliaram a

transmissão vertical do vírus em *D. gallinae* foram negativos.

Em 2003, Chirico et al. descreveram o primeiro isolamento da bactéria *Erysipelothrix rhusiopathiae* em *D. gallinae*. Nos anos de 2001 e 2002, ocorreram surtos de erisipela em três granjas de galinha de postura na Suécia. Os surtos foram caracterizados por uma substancial redução da produção de ovos, baixo vigor das aves afetadas e por uma taxa de mortalidade eventualmente alta. *Erysipelothrix rhusiopathiae* foi isolada tanto das aves necropsiadas quanto do tegumento e do interior dos ácaros capturados nas granjas. Os autores sugerem que casos de erisipela em galinhas, nos quais a transmissão da bactéria não esteja relacionada com suínos, ácaros hematófagos como *D. gallinae* poderiam ser considerados como fontes potenciais da infecção. De acordo com os autores, embora o ácaro possa carrear a bactéria, conforme apresentado no estudo, a capacidade vetorial de *D. gallinae* e o seu possível papel como reservatório de *Erysipelothrix rhusiopathiae* precisam ainda ser investigados.

Já em 2010, Brännström, Hansson e Chirico investigaram o papel de *D. gallinae* como potencial vetor na transmissão da bactéria *Erysipelothrix rhusiopathiae* para galinhas em condições experimentais. Os resultados demonstraram que *D. gallinae* não adquiriu *Erysipelothrix rhusiopathiae* das galinhas infectadas e, desta forma, também não transmitiu a bactéria para as galinhas saudáveis. Apesar dos resultados, os autores salientaram que a possibilidade de *D. gallinae* de transmitir *Erysipelothrix rhusiopathiae* entre galinhas em condições de campo não pode ser excluída, pois outros estudos *in vitro* e relatos de caso indicaram que o ácaro pode agir como reservatório e vetor potencial de agentes infecciosos.

Em 2007, Valiente Moro, Chauve e Zenner realizaram um estudo *in vitro* e

demonstraram que *D. gallinae* é um vetor experimental de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sorotipo Enteritidis. Os ácaros adquiriram a infecção tanto pelo repasto sanguíneo quanto pelo contato cuticular direto com a bactéria. Além disso, foi demonstrada a multiplicação de *S. enterica* subsp. *enterica* sorotipo Enteritidis no interior do ácaro, assim como a transmissão transovariana e transestadial (protoninfa para deutoninfa) da bactéria. Os autores também mostraram que os ácaros infectados previamente com a bactéria são capazes de contaminar o sangue utilizado em uma nova alimentação *in vitro*. Também observaram que a *Salmonella* sp. pode exercer um efeito negativo sobre a oviposição de *D. gallinae*.

Em outro estudo também em 2007, Valiente Moro et al. utilizaram um método que associa o PCR (Reação em Cadeia pela Polimerase) com a FTA (Preparação do DNA em papel filtro) para a detecção de *Salmonella* sp. em *D. gallinae*. Os autores coletaram ácaros de 16 granjas previamente e correntemente contaminadas com a bactéria. Desta forma, foi demonstrado por meio da técnica acima que *D. gallinae* pode ser naturalmente infectado com *Salmonella* sp. caso o ambiente esteja contaminado e pode também agir como reservatório.

Já em 2009, Valiente Moro et al. apresentaram que *D. gallinae* pode agir como vetor biológico de *Salmonella enteritidis*, a qual pode ser carregada naturalmente pelos ácaros entre as instalações das aves. Além disso, verificaram que *D. gallinae* pode carrear outras bactérias como *Escherichia coli*, *Shigella* sp. e *Staphylococcus* sp.

Além de ser vetor e/ou reservatório de vários agentes patogênicos, *D. gallinae* pode causar vários danos às galinhas. Em 1967, Kirkwood demonstrou que *D. gallinae* é capaz de causar anemia de forma rápida e muitas vezes fatal em galinhas. Neste estudo, a morte das aves jovens ocorreu

entre sete horas e sete dias após a infestação pelos ácaros enquanto a morte das aves adultas ocorreu entre dois e onze dias. Isso demonstrou que as aves jovens são mais susceptíveis ao ácaro que as adultas.

Somado a anemia e a mortalidade, *D. gallinae* pode exercer outros efeitos negativos sobre o bem-estar e a saúde das galinhas de postura. Entre estes efeitos estão a redução do peso corporal sendo que as aves podem perder mais de 100 gramas em uma semana dependendo do nível da infestação. Além disso, *D. gallinae* pode alterar o comportamento das aves, aumentando a atividade de limpeza das penas, a reação de limpeza da cabeça e a intensidade das bicadas sobre as penas (Kilpinen et al., 2005).

Devido aos danos causados às aves, a produtividade do plantel pode ser comprometida e, desta forma, os produtores podem ser prejudicados. No Brasil, Tucci et al., 1996 relataram de acordo com informações fornecidas pelos proprietários que os prejuízos com a queda da postura atingiam até 30% nas granjas infestadas por *D. gallinae*.

## 2.4- Métodos de Controle

### 2.4.1- Métodos Convencionais

O controle químico realizado por meio de produtos organofosforados, amidinas, carbamatos, piretróides, avermectinas é utilizado também para combater as infestações de *D. gallinae* nos sistemas aviários industriais.

Kirkwood (1966) investigou se as aplicações de carbaril nas aves por via oral (inseticida sistêmico) e a de diclorvós via fumigação apresentariam melhores resultados em relação a outros modos de aplicação de inseticidas como sprays e pulverizações no controle de *D. gallinae*. Doses únicas de 200-400 miligramas (mg)/Kilogramas (kg)

mantiveram a toxicidade do sangue das aves por até dois dias. No entanto, o tratamento sistêmico deve ser continuado por um período de 10 a 17 dias para garantir que todos os ácaros e sua progênie realizem o repasto sanguíneo e, desta forma, ingiram o inseticida. A aplicação de diclorvós na forma de vapor (fumigação) falhou em promover a morte dos ácaros escondidos em fendas, sendo que a morte dos ácaros só foi observada quando eles entraram em contato direto com as superfícies expostas ao inseticida.

Em 1982, Oba, Dell'Porto e Benedito avaliaram a ação acaricida da permetrina sobre *D. gallinae* em condições de campo. O experimento foi realizado em uma granja no Estado de São Paulo e utilizou-se uma emulsão com 0,05% do princípio ativo, a qual foi aplicada no interior e exterior das instalações por meio de um pulverizador. A permetrina na concentração de 0,05% mostrou uma eficiência acaricida de 100% para *D. gallinae* e não foi observada reinfestação até um mês após o tratamento.

Em 1987, Zeman verificou que as concentrações necessárias de ivermectina, administrada por via intra-abdominal, para o controle eficaz de *D. gallinae* eram muito próximas daquelas que causavam toxicidade para as aves ( $\geq 5,4$  mg/Kg). Desta forma, o autor relatou que a dose máxima de segurança seria de 1,8 mg/Kg. Nesta dose, observou-se também que a ivermectina permanecia eficaz por mais tempo (50 horas) nas aves de maior peso (3,2 Kg) quando comparada com as aves de menor peso (400 gramas).

No Brasil, Hamann (1990) avaliou a sensibilidade *in vitro* de *D. gallinae* frente a acaricidas organofosforados, piretróides e amidinas. Para os organofosforados a DL<sub>50</sub> (Dose Letal a 50%) foi de 39,00 ppm (partes por milhão) para D.D.V.P (2,2 dimetil-3- 2,2 diclorovinil ciclopropano carboxilato), 27,01 ppm para clorpirifós e 24.670 ppm para

triclorfon. Em relação aos piretróides, a flumetrina apresentou uma  $DL_{50}$  de 69,91 ppm enquanto para alfametrina a  $DL_{50}$  foi de 406,51 ppm. No entanto, quando foi feita a associação de 100 ppm de alfametrina com 100 ppm de D.D.V.P, a  $DL_{50}$  foi de 37,5 ppm. Para o amitraz (amidina) a  $DL_{50}$  foi de 44,46 ppm. O autor concluiu que os produtos fosforados apresentaram melhor desempenho frente ao *D. gallinae* do que os piretróides.

Em 1997, Beugnet et al. descreveram pela primeira vez a resistência de *D. gallinae* a piretróides na França. A concentração de permetrina requerida para matar 50% dos ácaros em cinco granjas, nas quais o controle de *D. gallinae* era um grande problema, foi de oito a 40 vezes a concentração requerida na granja controle, onde o controle de *D. gallinae* não era problemático.

Posteriormente em 2001, Nordenfors et al verificaram que tiras impregnadas com permetrina falharam no controle de *D. gallinae* em sistemas de criação onde as galinhas de postura eram mantidas soltas na Suécia. Segundo os autores, esta falha ocorreu devido à fraca exposição ao acaricida e à resistência. Observou-se uma sobrevivência dos ácaros de 95% após 48 horas de exposição às tiras impregnadas com permetrina mantidas fora do alcance das aves.

Em 2007, Kühling et al. realizaram um estudo para avaliar a eficácia de Phoxim 50% (organofosforado) no controle de *D. gallinae* em granjas de galinhas de postura criadas em sistemas de gaiolas. Concluiu-se que duas pulverizações com uma solução de Phoxim 50% contendo 2000 ppm, em um intervalo de sete dias, foram altamente efetivas contra infestações de *D. gallinae* ( $\geq 96,1\%$ ), mantendo a população de ácaros em baixos níveis por pelo menos 49 dias.

Em 2009, Marangi et al. encontraram, na Itália, populações de campo de *D. gallinae* tolerantes a concentrações de 100% de carbaril e permetrina. Por outro lado, em seis das sete propriedades que criavam galinhas de postura avaliadas, os ácaros foram susceptíveis ao amitraz em todas as concentrações testadas (5, 10, 20, 50 e 100%).

Apesar de seus valores serem subestimados, as boas práticas de higiene e a limpeza regular das instalações das aves podem auxiliar na remoção de uma grande proporção da população de ácaros (Mul et al., 2009).

#### 2.4.2- Métodos Alternativos

Em 1992, Tucci e Guimarães avaliaram a eficiência do óleo mineral no controle de *D. gallinae* em condições de campo e de laboratório. Nos testes de laboratório, verificou-se que 60 minutos após o tratamento mais de 50% dos ácaros estavam mortos e em 120 minutos ocorreu 100% de mortalidade. Nos testes de campo, 24 horas após o tratamento não foram encontrados ácaros vivos, e em 72 horas, observou-se a presença de pequena quantidade de formas jovens (larvas e protoninfas) indicando que os ovos não foram afetados pelo tratamento. Sendo assim, o óleo mineral refinado representa uma alternativa para o controle de *D. gallinae* em aviários industriais devido à sua eficiência acaricida e à baixa toxicidade para o homem e os animais. Para que o controle seja efetivo, os autores recomendam que o óleo mineral seja aplicado puro, somente nos focos, e que uma nova aplicação seja realizada oito dias após o primeiro tratamento a fim de evitar que as fêmeas adultas oriundas dos ovos remanescentes iniciem a oviposição.

Os Dermápteros, mais conhecidos como tesourinhas, constituem um grupo de insetos terrestres e de hábitos noturnos que de acordo com Guimarães, Tucci e Gomes

(1992) podem estar envolvidos no controle biológico de *D. gallinae*. Os autores mencionaram que em estudos de laboratório, Gomes e Guimarães (1988), verificaram que insetos dermápteros se alimentaram de ovos, larvas, ninfas e adultos de *D. gallinae*.

Em 2004, Kim et al. investigaram a atividade acaricida de 56 óleos essenciais de plantas sobre estágios adultos de *D. gallinae*. Os testes foram realizados utilizando-se os métodos de contato direto e de fumigação. Treze óleos essenciais testados (louro, cedro-de-espanha, canela, cravo-da-índia, coentro, raiz-forte ou rábano-de-cavalo, limão-galego, mostarda, poejo ou hortelãzinho, pimenta-da-jamaica, hortelã, tomilho vermelho e tomilho branco) ocasionaram 100% de mortalidade de *D. gallinae* a 0,07 mg/cm<sup>2</sup> (miligramas por centímetro quadrado) 24 horas após o tratamento. Os óleos de cedro-de-espanha, cravo-da-índia, coentro, raiz-forte, e mostarda provocaram, em recipiente fechado, mortalidade de 100% dos ácaros adultos, demonstrando assim que possuem atividade fumigante.

Lundh, Wikteliu e Chirico (2005) verificaram uma redução de 92% na população de *D. gallinae*, em uma propriedade de poedeiras na Suécia, após quatro semanas de manutenção de armadilhas de papelão contendo 20% de óleo de nim, as quais foram colocadas em locais de reunião dos ácaros.

Em 2006, Stafford, Lewis e Coles avaliaram o potencial de utilização de regimes intermitentes de luz para o controle de *D. gallinae*. Os autores testaram quatro regimes de luz: 14 horas de Luz (hL)/10 horas de Escuro (hE); 20 hL/4 hE; 4 x 3,5 hL/2,5 hE e 24 x 0,25 hL/0,75 hE. Verificou-se um marcado controle no número de ácaros quando os dois últimos regimes de luz mencionados acima, considerados de ciclo curto, foram utilizados. As razões para estes resultados ainda não são conhecidas.

Acredita-se que os curtos períodos no escuro sejam insuficientes para os ácaros se alimentarem e que ao deixarem as galinhas, quando a luz é ligada, os ácaros podem ser vistos e ingeridos pelas galinhas. Apesar destes resultados, a legislação que rege o bem-estar das galinhas de postura na Europa determina que estas aves devem ser mantidas continuamente no escuro por no mínimo oito horas, o que inviabiliza a utilização destes regimes intermitentes de luz de ciclo curto para o controle de *D. gallinae*.

Já em 2007, Kim et al. avaliaram a atividade acaricida de plantas medicinais orientais sobre *D. gallinae*. Foram testados extratos metanólicos de 40 espécies de plantas medicinais orientais e o vapor destilado de *Cinnamomum camphora*. Os bioensaios foram realizados com ácaros adultos e a toxicidade das plantas foi avaliada por meio do contato direto e da fumigação. A atividade acaricida das 10 plantas mais tóxicas foi comparada àquela de 15 acaricidas usados correntemente. Nos bioensaios que utilizaram o contato direto, o vapor destilado de *C. camphora* (0,0051 mg/cm<sup>2</sup>) foi o material com maior toxicidade, seguido pelos extratos de *Asarum sieboldii* var. *seoulens* (planta total), *Eugenia caryophyllata* (germe da flor) e *Mentha arvensis* var. *piperascens* (planta total) baseada nos valores de DL<sub>50</sub> após 24 horas. A atividade acaricida das preparações das quatro plantas citadas anteriormente foi quase comparável àquela dos profenofós (DL<sub>50</sub> 0,003 mg/cm<sup>2</sup>). No entanto, elas foram menos efetivas quando comparadas aos diclorvós (DL<sub>50</sub> 0,0004 mg/cm<sup>2</sup>). Fenitroton, carbaril, furatiocarb, alfacipermetrina, permetrina, D-fenotrina e fipronil não foram efetivos para o controle de *D. gallinae*. Uma mortalidade de 100% foi observada quando *D. gallinae* foi exposto, em recipiente fechado e por 24 horas, ao vapor (0,28 mg/cm<sup>2</sup>) de *C. camphora*, *Asarum sieboldii* var. *seoulens*, *Eugenia caryophyllata* e *Mentha arvensis*

var. *piperascens*, o que demonstrou a atividade fumigante destas plantas.

O uso de vários tipos de pó de sílica é considerado para o controle de *D. gallinae*. Esta substância tem demonstrado não ser tóxica para as galinhas e os seres humanos e, além disso, a resistência parece ser improvável de acontecer. O principal benefício da sílica é a sua capacidade de aderir ao corpo do ácaro, especialmente ao tarso (patas), imobilizando e impedindo a locomoção do ácaro. Além disso, a sílica causa danos à cutícula protetora de *D. gallinae*, prejudicando assim o balanço de água e causando uma rápida desidratação e morte do ácaro. Para a aplicação do produto devem ser tomadas medidas de precaução, pois existe um pequeno risco de desenvolvimento de silicose em humanos. Os produtos de sílica encontram-se disponíveis nas formas de pó, gel e fluidos. A eficácia dependerá da qualidade da sílica, de fatores ambientais e do grau de aderência da sílica às superfícies tratadas (Mul et al., 2009).

Nos últimos anos, alguns estudos em laboratório têm sido realizados na tentativa de se desenvolver vacinas capazes de estimular uma resposta protetora em galinhas de postura contra *D. gallinae*. A proteína alergênica tropomiosina, as proteínas miosina e actina, as proteínas solúveis em PBS, a proteína recombinante subolesina, todas elas apresentaram resultados promissores nos testes realizados em laboratório. Desta forma, estas proteínas são consideradas bons antígenos para o desenvolvimento de vacinas para o uso em aves e consequente controle de *D. gallinae* (Nisbet et al., 2006; Wright et al., 2009; Harrington et al., 2009; Harrington et al., 2009).

George et al. (2010) avaliaram o efeito acaricida dos óleos de tomilho e de cedro-de-espanha sobre *D. gallinae* em períodos inferiores a 24 horas. Ao contrário do óleo

de cedro-de-espanha, o óleo de tomilho promoveu uma mortalidade relativamente rápida de *D. gallinae* com 50% de mortalidade em menos de 5 horas de exposição à dose de 0,21 mg/cm<sup>2</sup>.

Os microorganismos entomopatogênicos também têm apresentado um alto potencial como alternativa para o controle biológico de *D. gallinae*. Em 2010, Kaoud avaliou a susceptibilidade de *D. gallinae* aos fungos *Beauveria bassiana* e *Trichoderma album* e à bactéria *Bacillus nigateria israelensi*, em condições de laboratório. *Beauveria bassiana* e *Trichoderma album* causaram 65 e 90% de mortalidade respectivamente, passados 10 dias da inoculação em placas de Petri. Já *Bacillus nigateria israelensi* determinou uma mortalidade de 50% em cinco dias a partir da inoculação. A mortalidade alcançou 100% quando *Trichoderma album* e *Beauveria bassiana* mais *Trichoderma album* foram inoculados no material utilizado para a confecção do ninho das galinhas contendo os ácaros.

## 2.5- Comportamento de *D. gallinae*

Em 1954, Sikes e Chamberlain realizaram observações a respeito do comportamento de *D. gallinae* e relataram que este ácaro alimenta-se melhor à noite ou no escuro, porém ele também pode alimentar-se durante o dia caso esteja em jejum por alguns dias. Imediatamente após estarem ingurgitados, os ácaros procuravam locais para se esconderem, formando grupos que podiam ser encontrados em fendas, atrás dos comedouros e bebedouros das aves. Os ácaros permaneciam escondidos por aproximadamente três dias e, durante este período, as fêmeas colocavam seus ovos no local onde havia o agrupamento.

Em 1968, Kirkwood realizou um experimento para avaliar os hábitos alimentares de *D. gallinae*. Ele constatou que a grande maioria dos ácaros permanece ativa quando mantida a 25°C. Além disso, o

autor relatou que o período diário de exposição ao sol não tem efeito aparente sobre a atividade dos ácaros. Não houve diferença significativa entre a porcentagem de ácaros (em jejum) que se alimentaram após exposição contínua à luz (74,7%) e a porcentagem exposta continuamente ao escuro (74%). Sendo assim, sob este aspecto *D. gallinae* parece não estar sujeito à influência do fotoperíodo. O autor também observou que mais ácaros alimentaram-se no escuro que no claro, e sobre as mesmas condições (temperatura ambiente e URA de 90%), mais ácaros alimentaram-se à noite que durante o dia.

Em 2001, Kilpinen avaliou, sob condições laboratoriais, a sensibilidade de *D. gallinae* a lentos aumentos de temperatura como forma de entender melhor o comportamento de busca pelo hospedeiro por estes ácaros. Os resultados do estudo demonstraram que o calor é um forte estímulo de ativação de *D. gallinae*. Os ácaros reagiram a gradientes de temperatura tão baixos quanto 0,005°C/s e este parâmetro (gradiente de temperatura ou velocidade de mudança da temperatura) parece ser o mais importante no processo de ativação de *D. gallinae*. Portanto, de acordo com o trabalho, *D. gallinae* é extremamente sensível às mudanças de temperatura e é muito provável que esta sensibilidade ao calor represente um papel importante no processo de detecção e possivelmente localização de novos hospedeiros.

O efeito do jejum sobre a resposta de *D. gallinae* ao calor foi analisado por Kilpinen e Mullens em 2004. Os ácaros foram privados de alimentação por um, dois a três, oito a 10, 14-16 e 22-23 dias. Neste estudo foi demonstrada a ativação dos ácaros em gradiente de temperatura tão baixos quanto 0,003-0,005°C/s. Apenas 20% dos ácaros mantidos em jejum por 24 horas foram ativados pelo calor. Isto ocorreu porque a digestão ainda era incompleta e, desta forma, os ácaros não tinham necessidade de localizar um novo hospedeiro. As maiores

porcentagens de ativação foram encontradas quando os ácaros foram mantidos em jejum por dois a três e oito a 10 dias, 60 e 75% respectivamente. A partir de 14 dias em diante de jejum, a responsividade ao calor declinou, sendo que apenas um terço dos ácaros reagiu ao estímulo após 22-23 dias sem se alimentar. De acordo com os autores, o período compreendido entre o dia dois e os dias 10-14 corresponde provavelmente ao período em que o hospedeiro encontra-se no ninho, continuamente disponível. Por outro lado, longos períodos de jejum podem refletir o período no qual o hospedeiro não está mais no ninho. Nesta situação, os ácaros deixam de se alimentar já que o ambiente oferece grandes riscos à sua sobrevivência, e esperam até que sinais mais intensos do hospedeiro sejam detectados.

Em 2005, Kilpinen avaliou as respostas comportamentais de *D. gallinae* a três estímulos relacionados ao hospedeiro, vibração, calor e CO<sub>2</sub>, sob diferentes intensidades de luz. Observou-se que sob a luz do dia, a resposta imediata dos ácaros ao CO<sub>2</sub> era de paralisação e imobilidade. Mesmo com a apresentação simultânea de um estímulo ativador (calor), os ácaros permaneciam paralisados em resposta ao CO<sub>2</sub>. A resposta de paralisação ao CO<sub>2</sub> é interpretada como uma estratégia de defesa do ácaro que possibilita que ele não seja ingerido pelo hospedeiro. Por outro lado, quando foram expostos a vibrações subsequentes, os ácaros iniciaram a movimentação, porém ela só persistiu pelo período de duração das vibrações. Quando a intensidade de luz era baixa, e, portanto, as aves não eram capazes de ver os ácaros, não houve resposta de paralisação, houve apenas um efeito sinérgico do calor e da vibração no nível de atividade dos ácaros. Esta ausência de resposta de paralisação sob condições de baixa intensidade de luz demonstrou que a resposta de paralisação que ocorre sob a luz do dia não é devido ao efeito sedativo do CO<sub>2</sub>. Foi observado também que, independente da intensidade de

luz, após um período de dois minutos, a resposta de paralisação ao CO<sub>2</sub> desaparece e, um nível maior de atividade dos ácaros é alcançado pela associação dos estímulos CO<sub>2</sub> e vibrações que apenas pelas vibrações.

Os primeiros experimentos que investigaram o comportamento de reunião de *D. gallinae* foram realizados por Entrekin e Oliver Jr. em 1982. Os bioensaios foram realizados em pequenas câmaras comerciais e em placas de Petri de vidro e de plástico utilizando-se discos de papel filtro. Estes discos receberam os seguintes tratamentos: secreções e excreções realizadas pelos ácaros durante um período de três a seis horas; ácaros esmagados; extrato por lavagem dos ácaros em salina e posterior secagem ao ar livre; extrato por homogeneização dos ácaros em salina e posterior secagem ao ar livre; compostos sintéticos (farnesol, geraniol, nerolidol e 2,6 diclorofenol) e guanina em várias diluições. Para o controle foram utilizados etanol e salina. Avaliou-se o comportamento de protoninfas, deutoninfas e adultos de estado nutricional (alimentado; não alimentado), estado reprodutivo e sexo (macho; fêmea) conhecidos. Os bioensaios foram conduzidos no escuro. Os pesquisadores também avaliaram a thigmoquinese que pode ser definida como a movimentação ou inibição da movimentação em resposta a um estímulo de contato. Sendo assim, foram oferecidos certos materiais aos quais os ácaros não tinham sido previamente expostos na tentativa de determinar se *D. gallinae* formaria agregações ao tocar nestes materiais. Com isso, avaliariam se a mecanorrecepção exerce algum papel no comportamento de reunião. Segundo os autores, a reunião realizada por *D. gallinae* deve-se, pelo menos em parte às respostas aos feromônios e à thigmoquinese, a qual foi observada em relação aos discos de papel filtro, mas não em relação às esferas de vidro ou aos grãos de areia. Os resultados dos experimentos indicaram que todos os estágios não alimentados são menos

propensos à agregação. Já os ácaros alimentados agregaram-se de forma rápida (15-45 minutos), formando grupos bem definidos. Os machos foram menos inclinados a se reunirem e não permaneciam reunidos. Os estádios imaturos (protoninfas e deutoninfas alimentadas) foram atraídos por co-específicos e também por fêmeas alimentadas, indicando assim que a atratividade ocorre devido à outra substância que não é feromônio sexual. A guanina foi o único composto testado que teve alguma significância biológica para *D. gallinae*. No entanto, os autores relataram que a guanina não é a única substância química envolvida no processo de formação de agrupamentos de *D. gallinae*.

Em 2008, Cunha analisou a resposta de protoninfas alimentadas de *D. gallinae* a diferentes velocidades de correntes de ar e a extratos diclorometânicos e hexânicos de protoninfas co-específicas em olfatômetro discriminante. O autor constatou que nas velocidades testadas (10±2, 20±2 e 30±2 cm/s e no controle zero±2), protoninfas alimentadas de *D. gallinae* não apresentaram comportamento de anemotaxia, ou seja, de orientação pelo vento. Nos bioensaios com extratos hexânicos não foi observado um comportamento de atração das protoninfas. No entanto, no bioensaio com extrato diclorometânico na concentração de 500 equivalentes-ácaro/mililitro de solvente, obteve-se 80% de atração das protoninfas. Segundo o autor, esta resposta evidencia a existência de, pelo menos, um feromônio volátil capaz de induzir a atração de protoninfas alimentadas dessa espécie de ácaro.

Em 2010, Koenraadt e Dicke avaliaram o papel de substâncias voláteis no comportamento de reunião e de busca pelo hospedeiro de *D. gallinae*. Para os bioensaios, foi utilizado o olfatômetro em Y, o qual permite ao ácaro fazer a escolha em resposta aos sinais relacionados aos ácaros co-específicos e àqueles relacionados ao

hospedeiro, neste caso às galinhas. Os bioensaios foram conduzidos no escuro com ácaros recentemente alimentados (zero a um dia) e com ácaros mantidos em jejum (quatro a cinco dias). Para avaliar as respostas aos odores do hospedeiro foram realizados seis tratamentos. Os três tratamentos iniciais foram: penas frescas X ar puro; penas velhas X ar puro e penas frescas X penas velhas. As penas frescas foram obtidas por meio do corte de penas localizadas na área do pescoço de uma das galinhas experimentais. Já as penas velhas foram obtidas naturalmente por meio da coleta de penas encontradas no material do ninho de galinhas em um galpão de aves. Só foram coletadas as penas que visivelmente não estavam contaminadas com fezes de galinha. Na outra série de testes, os pesquisadores investigaram os efeitos do CO<sub>2</sub> sobre a resposta de busca pelo hospedeiro. Para isso, realizaram mais três tratamentos que foram: 2,5% CO<sub>2</sub> X ar puro; penas frescas + 2,5% CO<sub>2</sub> X ar puro e penas velhas + 2,5% CO<sub>2</sub> X ar puro. Para avaliar as respostas de *D. gallinae* aos sinais voláteis de ácaros co-específicos foram realizados três tratamentos: 200 ácaros alimentados X ar puro; 200 ácaros em jejum X ar puro e 200 ácaros alimentados X 200 ácaros em jejum. Tanto os ácaros alimentados recentemente quanto àqueles mantidos em jejum apresentaram uma forte preferência (84 e 85%, respectivamente) por voláteis de ácaros co-específicos alimentados quando comparado com o controle (ar puro). *D. gallinae* também apresentou uma atração significativa por penas velhas (penas que tinham permanecido no material do ninho por três a quatro dias), mas não por penas frescas. Nos tratamentos com CO<sub>2</sub>, a concentração de 2,5% deste gás mimetizou a concentração natural exalada pelas galinhas. Desta forma, os ácaros alimentados foram atraídos, mas nos não alimentados esta atração foi inibida. Por fim, os autores concluem que tanto os sinais relacionados ao ácaro (feromônios de reunião) quanto os sinais relacionados ao

hospedeiro (kairomônios) são responsáveis por mediar o comportamento de *D. gallinae*.

## 2.6 – Ecologia Química

O estudo de substâncias químicas mediadoras de interações entre organismos é chamado de **Ecologia Química** (Trigo, 2000). Já as substâncias químicas envolvidas na comunicação entre os organismos são denominadas **semioquímicos**, que significa “sinais químicos” (Nordlund e Lewis, 1976 citados por Vilela e Della Lucia, 2001). Na realidade, o termo semioquímico é amplo, referindo-se não somente às substâncias químicas responsáveis pelo fornecimento de informação, mas também às toxinas e nutrientes. Sendo assim, os semioquímicos foram subcategorizados em **infoquímicos** para enfatizar a diferença entre essa categoria de substâncias químicas, que transportam informação, e as toxinas e nutrientes (Dicke e Sabelis, 1988). Portanto, o termo infoquímico pode ser definido como uma substância química que, em seu contexto natural, fornece informações, em uma interação entre dois indivíduos, provocando, no receptor, um comportamento ou uma resposta fisiológica (Vilela e Della Lucia, 2001).

Os infoquímicos, por sua vez, são subdivididos em **aleloquímicos** que são as substâncias químicas mediadoras de interações entre dois indivíduos de espécies diferentes (ação interespecífica), e em **feromônios** que são as substâncias químicas mediadoras de interações entre dois indivíduos da mesma espécie (ação intraespecífica) (Vilela e Della Lucia, 2001).

Os aleloquímicos abrangem as classes de substâncias denominadas de alomônios, cairomônios e sinomônios. Os **alomônios** podem ser definidos como aleloquímicos pertinentes à biologia de um organismo (organismo 1) e que, quando em contato com um indivíduo de outra espécie (organismo 2), provocam no receptor uma

resposta comportamental ou fisiológica, favoravelmente adaptativa ao organismo 1, mas não ao 2. Os **caiomônios** são aleloquímicos pertinentes à biologia de um organismo (organismo 1) e que, quando em contato com um indivíduo de outra espécie (organismo 2), evoca no receptor uma resposta adaptativamente favorável ao organismo 2, mas não ao 1. Já os **sinomônios** são aleloquímicos pertinentes à biologia de um organismo (organismo 1) e que, quando em contato com um indivíduo de outra espécie (organismo 2), evoca no receptor uma resposta comportamental ou fisiológica adaptativamente favorável a ambos os organismos (1 e 2) (Dicke e Sabelis, 1992 citados por Vilela e Della Lucia, 2001).

Por outro lado, os **feromônios** podem ser definidos, mais abrangentemente, como infoquímicos mediadores de uma interação entre organismos da mesma espécie (ação intraespecífica), produzindo uma resposta comportamental ou fisiológica adaptativamente favorável ao receptor, ao emissor ou a ambos os organismos da interação (Vilela e Della Lucia, 2001). De acordo com Sonenshine (1985), os feromônios podem ser classificados em **feromônios de alarme, de atração-agregação, de reunião e sexuais**.

### 3- HIPÓTESES

#### 3.1- Hipótese Geral

- O ácaro *D. gallinae* apresentaria um possível comportamento de atração por septos de borracha impregnados com extratos de ácaros co-específicos (ácaros da mesma espécie) e por fontes de corrente de ar em olfatômetro discriminante.

#### 3.2- Hipóteses Específicas

- Após serem expostas a diferentes velocidades de correntes de ar, deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* apresentariam um comportamento de orientação pelo vento (anemotaxia) deslocando-se no mesmo sentido (anemotaxia negativa) ou em sentido contrário ao do vento predominante (anemotaxia positiva), a partir de uma destas velocidades.
- Deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* seriam atraídas por extratos diclorometânicos ou hexânicos de co-específicos devido à existência de uma resposta de reunião entre espécimes desse estágio.
- Haveria diferenças na proporção de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* que atinge as bordas dos septos de borracha impregnados com extratos diclorometânicos ou hexânicos com 0, 200 ou 500 equivalentes-ácaro/mL.

### 4- OBJETIVOS

#### 4.1- Objetivo Geral

- Verificar se há uma resposta de atração de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* por septos de borracha impregnados com diferentes extratos de ácaros co-específicos e por fontes de corrente de ar em olfatômetro discriminante.

#### 4.2- Objetivos Específicos

- Verificar o comportamento de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* quando submetidas a diferentes velocidades de fluxo de ar em olfatômetro discriminante.

- Verificar se há atração de deutoninfãs alimentadas de *D. gallinae* por extratos hexânicos ou diclorometânicos de co-específicos com diferentes valores de equivalente-ácaro/ mL.
- Verificar se há diferença na proporção de deutoninfãs alimentadas de *D. gallinae* que atinge as bordas dos septos de borracha impregnados com diferentes extratos de ácaros co-específicos.

## 5- MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1- Local e tempo de realização do experimento

O experimento foi realizado na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV-UFMG) entre os meses de outubro de 2010 a maio de 2011. Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Pesquisa em Endo-Ectoparasitoses do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da EV-UFMG.

### 5.2- A colônia

A colônia de *D. gallinae* utilizada para a realização do experimento foi estabelecida em 2007 por Cunha. A partir de junho de 2010 a manutenção desta colônia passou a ser feita em uma sala do novo Laboratório de Produção de Soros e Vacinas da EV-UFMG com algumas adaptações. Foram utilizadas quatro unidades da colônia (ver figuras 1 e 2), sendo que cada uma consistiu da utilização de um recipiente externo (bacia de plástico) com cerca de 60 centímetros (cm) de diâmetro, dentro do qual foi colocado um recipiente cilíndrico de 50 litros, o qual possuía paredes plásticas rígidas, cor branca e diâmetro de fundo igual a 40 cm. Dentro de cada recipiente interno

foi colocada e mantida uma galinha Leghorn branca cedida pela EV-UFMG cuja idade variou de 18 a 35 semanas. O espaço entre os dois recipientes (externo e interno) foi preenchido com uma lâmina de água com detergente a fim de se evitar a fuga dos ácaros. No piso do recipiente interno foi colocado um comedouro e na parede foi adaptado um bebedouro a 20 cm de altura do piso. A parte superior (teto) do recipiente interno foi coberta com uma tela de metal, a qual possuía malhas oitavadas com lados de 1,5cm. Uma armadilha de bambu foi alocada no piso dentro do recipiente interno para servir de abrigo para os ácaros. Esta armadilha consistiu de um colmo de bambu seco, *Phyllostachys* sp., previamente aquecido em estufa (100°C por duas horas), cortado ao meio em sentido longitudinal e amarrado com fio ou utilizado inteiro. As galinhas foram utilizadas para o repasto sanguíneo dos ácaros e receberam ração e água *ad libitum*. A limpeza das unidades de criação e manutenção da colônia foi feita a cada dois ou três dias. Na sala do Laboratório de Produção de Soros e Vacinas foi instalado um aquecedor do tipo termoventilador<sup>1</sup> adaptado a um termostato digital a fim de manter a temperatura interna da sala dentro de uma faixa controlada e favorável ao crescimento dos ácaros. Além disso, para manter a umidade relativa do ar dentro de um intervalo adequado para o desenvolvimento da colônia foi utilizado um vaporizador<sup>2</sup>.

### 5.3 - O olfatômetro

O olfatômetro utilizado nos bioensaios foi o mesmo utilizado e padronizado por Cunha (2008), o qual se assemelhava com os modelos usados por Eiras et al. (1995) e Borges et al. (2002) (Figura 3). O aparelho consistiu de uma caixa de acrílico (12,5 cm de comprimento X 11,5 cm de largura X 4 cm de altura) cujos lados menores eram

<sup>1</sup> Britânia 1.100

<sup>2</sup> Ns Umidi Vap. 3.3

abertos (sem acrílico), porém um destes lados era coberto com um tecido<sup>3</sup>. Para produzir a corrente de ar foi utilizado um ventilador<sup>4</sup>. Esta corrente de ar produzida passava através de um filtro de carvão ativado<sup>5</sup> para purificação, inflava um saco plástico e depois passava através do tecido colocado no fundo do olfatômetro para produção de um fluxo de ar laminar. O piso da arena foi coberto com cartolina branca quadriculada (quadrados de um cm<sup>2</sup>) para orientação do observador, e mantido sob temperatura ambiente. Para reduzir as vibrações produzidas pelo ventilador, a arena do olfatômetro, o filtro de carvão ativado e o ventilador foram colocados sobre suportes e espumas de poliuretano com densidade 20 e dois cm de espessura.

### 5.3.1 – Limpeza do olfatômetro

Antes de cada conjunto de bioensaios, a caixa de acrílico, o saco plástico e os materiais utilizados na manipulação dos ácaros como, por exemplo, as placas de Petri de vidro, os bastões de vidro, a pinça e os estiletes foram imersos em uma solução contendo 2% de detergente<sup>6</sup> por um período de três horas. Em seguida, todo esse material foi enxaguado em água destilada e seco com o auxílio de papel toalha.

Com relação à cartolina quadriculada colocada na arena do olfatômetro, sua troca ocorreu sempre em uma ou mais das seguintes situações: após cada tratamento testado, quando o ácaro foi morto acidentalmente ao ser retirado do aparelho e quando o ácaro excretou na cartolina.

## 5.4- Padronização do estádio a ser testado: deutoninfas alimentadas de *D. gallinae*

Para a padronização do estádio a ser testado, foram retirados agregados de ácaros com grande quantidade de ovos das armadilhas de bambu utilizadas como abrigo para os ácaros. Esses agregados de ácaros foram colocados em potes cilíndricos de acrílico (PCA) com seis cm de altura e dois cm de diâmetro e os mesmos foram fechados com tampa contendo o mesmo tecido utilizado para cobrir um dos lados do olfatômetro. Cada PCA contendo todos os estádios de *D. gallinae* foi colocado sobre uma placa de Petri de vidro invertida (quatro cm de diâmetro), a qual foi posta dentro de outra placa de Petri de vidro (10 cm de diâmetro) que continha a mesma solução aquosa com 2% de detergente utilizada para a limpeza do olfatômetro. Em seguida, o pote foi aberto e a tampa com o tecido foi descartada em uma cuba contendo a mesma solução de detergente utilizada como barreira na placa de Petri. A coleta dos ovos foi feita por meio da agregação desses em um bastão de vidro previamente friccionado em um pedaço de flanela. Os ovos foram transferidos deste bastão para placas de Petri de vidro (quatro cm de diâmetro), as quais foram levadas ao microscópio estereoscópio<sup>7</sup> para visualização dos ácaros. Todos os estádios diferentes de ovos e larvas foram mortos com o auxílio de um estilete metálico. Foram coletados 2.000 ovos por solvente testado e também para os testes com correntes de ar. Por fim, estes ovos foram transferidos para um novo PCA e este foi levado a uma estufa de germinação<sup>8</sup>, na qual os ovos foram mantidos por cinco dias a 27 ±3 °C, 14 horas de fotofase e 65-85% de umidade relativa do ar para a geração de protoninfas não-alimentadas. Após os cinco dias, as protoninfas foram colocadas para realizar o repasto sanguíneo em galinhas

<sup>3</sup> Cedrofil Profissional – Cedro Cachoeira ®

<sup>4</sup> Tipo E-11 AL CD – Furacão®

<sup>5</sup> Filtro REAL SULMINAS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA LTDA® - ref. 7500-1

<sup>6</sup> Extran MA 01 Alcalino, Merk®

<sup>7</sup> KEN A VISION®

<sup>8</sup> FANEN®, BOD Modelo 347 CDG

adultas, segundo método semelhante ao descrito por Tucci (1997), com algumas modificações. Após este procedimento, as pipetas de Pasteur de vidro contendo as deutoninfas alimentadas foram levadas à mesma estufa de germinação e mantidas sob as mesmas condições de temperatura e umidade descritas anteriormente, porém por um período de três dias para a geração de deutoninfas não-alimentadas. Passados os três dias, as deutoninfas foram retiradas da estufa duas horas e trinta minutos antes dos testes para realizarem o repasto sanguíneo de acordo com um método semelhante ao descrito por Tucci (1997), com algumas modificações. Os bioensaios foram realizados sob iluminação artificial e constante, e sob condições monitoradas de temperatura e umidade relativa do ar.

### **5.5 – Bioensaios com correntes de ar: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* submetidas a diferentes velocidades de correntes de ar em olfatômetro discriminante**

Após serem alimentadas, as deutoninfas foram recolhidas e mantidas em pipetas de Pasteur de vidro cujas extremidades de maior diâmetro foram fechadas utilizando-se o mesmo tecido citado anteriormente. A cada repetição realizada para cada tratamento, alguns ácaros foram transferidos da pipeta de Pasteur para uma placa de vidro com quatro cm de diâmetro, que estava contida dentro de outra placa de Petri de vidro com 10 cm de diâmetro. Nesta placa maior foi colocada uma solução aquosa de detergente semelhante àquela utilizada na fase de separação dos ovos e larvas.

Foram testadas duas velocidades de vento: 10 cm/s e 20 cm/s e o controle (zero cm/s) admitindo-se uma variação de dois cm/s para mais ou para menos. Para cada velocidade de vento, assim como para o controle foram realizadas 30 repetições. Cada repetição consistiu na colocação de uma deutoninfa previamente alimentada

(entre três e 10 horas antes do bioensaio) no centro da arena (ver figura 4). Cada ácaro teve apenas uma chance para responder ao estímulo e se mover até sair da área demarcada na arena conforme a figura 4. Para a liberação dos indivíduos no olfatômetro foi utilizada uma pipeta de Pasteur de vidro com ponta selada na chama de um bico de Bunsen. Após este procedimento, esta ponta foi tocada em um ácaro para capturá-lo da placa de Petri e o mesmo foi direcionado para o interior da arena, sendo retirado da ponta da pipeta por meio do toque ou de batidas desta no piso da arena do olfatômetro.

As trajetórias dos ácaros foram filmadas com câmera digital<sup>9</sup> e os vídeos foram transferidos para um computador com sistema operacional Windows 2000 Professional e visualizados pelo programa Windows Media Player e/ou Quick Time Player no modo de exibição em tela inteira. Estas trajetórias foram transferidas para papéis quadriculados e nestes papéis foram medidos os ângulos de percurso de cada ácaro. Os bioensaios foram realizados sob iluminação artificial, e sob condições monitoradas de temperatura e umidade relativa do ar.

### **5.6- Bioensaios com extratos de ácaros co-específicos: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* expostas a septos de borracha impregnados com diferentes extratos de ácaros co-específicos em olfatômetro discriminante**

#### **5.6.1- Produção dos extratos de ácaros co-específicos e impregnação dos septos de borracha**

A produção dos extratos e a impregnação dos septos de borracha foram realizadas

---

<sup>9</sup> Sony®, Modelo DSC S650

imediatamente antes de cada tratamento. Os extratos foram produzidos a partir da submersão de deutoninfas alimentadas, separadamente, em dois diferentes tipos de solventes: hexano P.A e diclorometano P.A. Para isso, 40 microlitros de um dos tipos de solvente foram colocados em um vidro cônico de volume igual a 0,5 mL. Em seguida, oito e 20 deutoninfas alimentadas foram capturadas da placa de Petri com o auxílio de uma pipeta de Pasteur de vidro com extremidade selada em chama, e colocadas na superfície de cada solvente, de onde afundavam ou ficavam total ou parcialmente imersas dentro do solvente. Os vidros cônicos foram fechados e a mistura de ácaros e solventes permaneceu em repouso por cinco minutos. No entanto, em dois destes vidros cônicos não foram colocadas deutoninfas alimentadas, apenas solvente puro (controles). Após esse período, no momento dos bioensaios, o conteúdo foi aspirado utilizando-se uma pipeta e, em seguida, foi feita a impregnação dos septos de borracha. Cada septo de borracha foi cortado em formato de paralelepípedo com aproximadamente 0,5 cm X 0,5 cm de aresta. Desta forma, foram obtidos extratos com 200 e 500 equivalentes-ácaro/mL (eq/mL) para cada tipo de solvente e os controles (zero eq/mL ou solvente puro).

#### **5.6.2- Tratamentos com extratos hexânicos e diclorometânicos**

Foram realizados seis tratamentos, divididos em dois conjuntos separados de acordo com o tipo de solvente (hexano P.A e diclorometano P.A). Cada um dos conjuntos possuía três tratamentos em que foram testadas as potências de 200 e 500 eq/mL de solvente e os controles (zero eq/mL). Foram realizadas 30 repetições por tratamento. Cada repetição consistiu na liberação de um espécime de *D. gallinae* (deutoninfa), alimentado horas antes da realização do bioensaio segundo método semelhante ao descrito por Tucci (1997), com algumas

modificações, na arena do olfatômetro em um ponto onde esse tivesse contato com a possível pluma de odor gerada pelo septo de borracha impregnado com extratos. O ponto escolhido situava-se a 1-1,5 cm de distância do septo e a 4,5-5 cm da saída da arena. Os testes foram realizados primeiramente com os septos de borracha impregnados com os extratos menos potentes e finalizados com os mais potentes.

Cada estádio alimentado teve apenas uma chance para se dirigir até o septo impregnado com os diferentes extratos. Neste período, a trajetória de cada ácaro foi filmada utilizando câmera digital. Os vídeos foram transferidos para um computador com sistema operacional Windows 2000 Professional e visualizados pelo programa Windows Media Player e/ou Quick Time Player no modo de exibição em tela inteira. Estas trajetórias foram transferidas para papéis quadriculados e nestes papéis foram medidos os ângulos de percurso de cada ácaro. Os bioensaios foram realizados sob iluminação artificial e constante, e sob condições monitoradas de temperatura e umidade relativa do ar.

#### **5.7- Análises Estatísticas**

A análise das trajetórias das deutoninfas nos bioensaios com correntes de ar foi feita utilizando-se um parâmetro quantitativo. Para isto, os ângulos de percurso de cada deutoninfa foram medidos a cada um segundo, cerca de quatro vezes o comprimento de cada deutoninfa. Em seguida foi retirada a média aritmética dos co-senos destes ângulos de percurso e os conjuntos destas médias foram analisados pelo teste de Kruskal - Wallis. Além disso, os períodos de latência e os tempos totais gastos pelas deutoninfas para tocarem a borda da área de teste demarcada na arena, considerando ou não o tempo inicial de permanência no quadrado central foram mensurados. Estes tempos também foram analisados pelo teste de Kruskal - Wallis.

Para os bioensaios com extratos de ácaros co-específicos também foi realizada a análise das trajetórias das deutoninfas, em cada tipo de extrato e nas diferentes potências, utilizando-se o mesmo parâmetro quantitativo mencionado anteriormente. Para isto, os ângulos de percurso de cada deutoninfa foram medidos a cada um segundo, cerca de quatro vezes o comprimento de cada deutoninfa. A diferença desta análise para àquela dos bioensaios com correntes de ar foi que a área de teste posterior aos septos de borracha não foi considerada. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para verificar a existência ou não de diferenças nas médias aritméticas individuais dos co-senos dos ângulos de percurso.

A análise das trajetórias das deutoninfas nos bioensaios com extratos de ácaros co-específicos também foi realizada por meio da montagem de histogramas, sendo que os dados foram agrupados em classes, a cada 15 graus, para demonstrar as frequências das posições nos diferentes ângulos.

As proporções de ácaros que chegaram a um milímetro de distância das bordas ou que tocaram os septos de borracha impregnados com os diferentes extratos de ácaros co-específicos foram comparadas entre dois diferentes tratamentos pela estatística de Qui-Quadrado e pela técnica de inferência sobre duas proporções descrita por Nogueira et al. (1997).

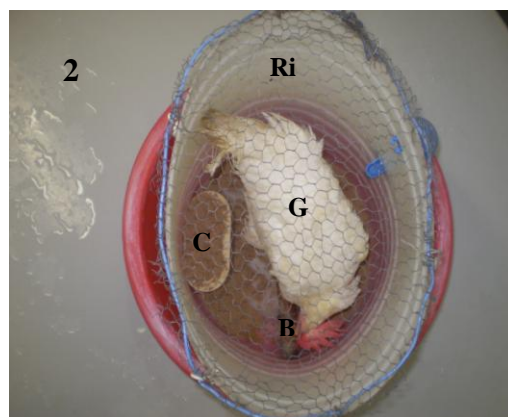
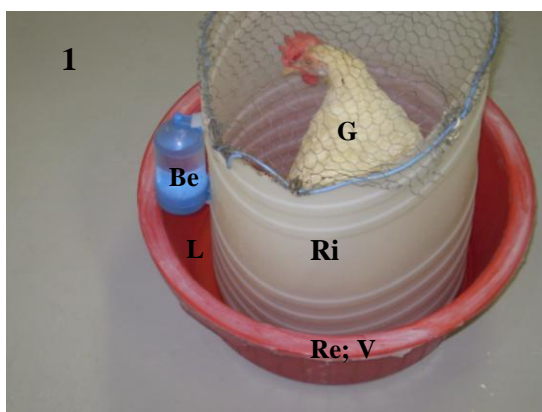


Figura 1 - Unidade de manutenção de uma colônia de *D. gallinae* (à esquerda).

Figura 2 - Visão por cima do recipiente interno utilizado na manutenção das colônias.

Be: bebedouro; C comedouro; L: lâmina de água com detergente; B: bambu; G: galinha; Re: recipiente externo; Ri: recipiente interno; V: camada de vaselina sólida no recipiente externo.

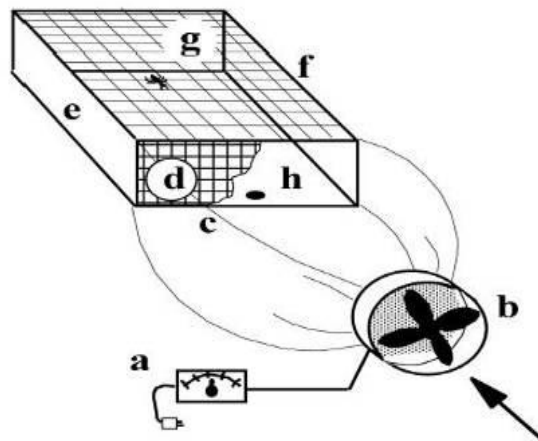


Figura 3 - Representação esquemática do olfatômetro discriminante. Um resistor (a) controla a velocidade do ventilador acoplado a um filtro de carvão ativado (b), produzindo um fluxo de ar que infla o saco plástico (c). O fluxo laminar do ar é obtido após este atravessar o tecido (d), chegando então à arena (e). O teto (f) permite a visualização da arena. O piso é quadriculado (g) para orientar o observador. (Adaptado de Eiras et al., 1995 e de Borges et al., 2002 por Cunha, 2008).

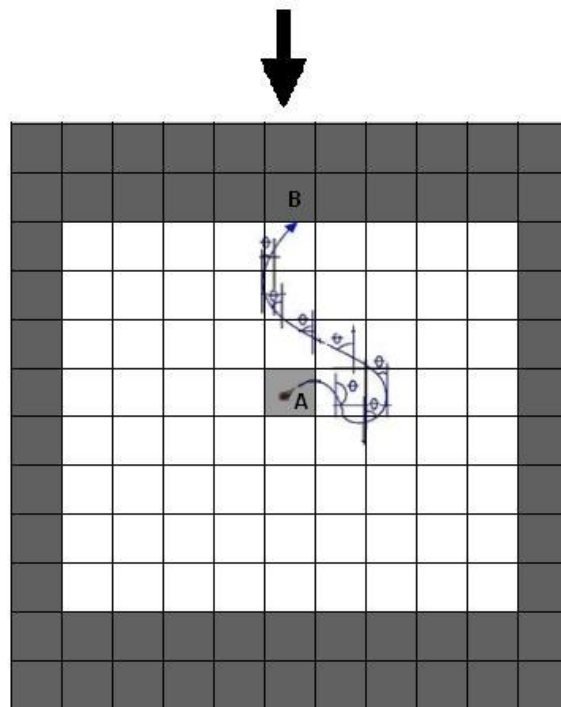


Figura 4: Representação esquemática de uma trajetória (em azul) de uma deutoninfa de *D. gallinae* dentro do olfatômetro entre as áreas "a" e "b". Também estão representados nesta figura os ângulos ( $q$ ) de percurso. A área branca representa o local onde o comportamento do artrópode foi analisado. Nas áreas cinza-escuras do piso não foram estudados os comportamentos devido às possíveis alterações na corrente de ar nestes locais e ao risco de escape do ácaro para o acrílico. A área cinza clara (a) representa o local de liberação das deutoninfas. A seta negra representa a direção do vento. (Adaptado de Cunha, 2008).

## 6- RESULTADOS

### 6.1- Considerações a respeito da manutenção da colônia de *D. gallinae*

Durante o período de manutenção da colônia de *D. gallinae* na sala do novo Laboratório de Produção de Soros e Vacinas da EV-UFMG, a temperatura máxima observada foi de 29,5°C no dia 30 de maio de 2011, e a mínima foi de 14°C no dia 21 de agosto de 2010. Já a URA apresentou maior índice (94%) nos dias 24 e 26 de novembro de 2010 e menor índice (34%) nos dias 27 de agosto e 15 de setembro de 2010. Já a temperatura e URA médias foram de 23,3°C e 62%, respectivamente. A utilização do aquecedor (termoventilador) adaptado ao termostato digital e do vaporizador auxiliaram na manutenção das condições de temperatura e URA adequadas para o crescimento da população de ácaros. Sendo assim, a partir da instalação desses equipamentos não foram mais observadas quedas bruscas (com risco de extinção) na colônia de *D. gallinae*.

A troca da água com detergente utilizada como barreira para impedir a fuga dos ácaros foi realizada a cada dois ou três dias, durante os processos de limpeza dos recipientes. Nestes processos, as excretas e demais dejetos foram colocados em uma cuba com água para que os ácaros presentes nos dejetos fossem mortos. Em seguida, estes dejetos foram ensacados e os sacos plásticos foram fechados e colocados no lixo apropriado. Durante a limpeza dos recipientes, pequenos grupos de ácaros reunidos em aglomerações nos bebedouros, comedouros e nas bordas dos recipientes internos foram mortos.

A utilização dos bambus como abrigos para os ácaros apresentou bons resultados, pois o espaço disponível foi suficiente para que não ocorresse o acúmulo de exúvias em seu interior. Desta forma, o risco dos ácaros

buscarem novos locais de abrigo foi minimizado e conseqüentemente a morte na lâmina de água com sabão colocada no recipiente externo de criação para evitar a fuga dos mesmos. A troca ou a secagem em estufa dos bambus foi realizada sempre que eles apresentaram uma umidade alta e, desta forma, o risco de desenvolver fungos e outros contaminantes prejudiciais ao desenvolvimento da colônia.

Durante o período de manutenção da colônia foram observadas contaminações por *Dermatophagoides* sp. (Acari: Pyroglyphidae), *Tyrophagus* sp. (Acari: Astigmata) e *Tribolium* sp. (Coleoptera). A identificação destes contaminantes foi realizada de acordo com a chave de caracterização morfológica de Krantz (1978) após a confecção de lâminas de microscopia óptica utilizando os meios de Nesbit e Hoyer.

Também foi observado que após alguns episódios em que ocorreu uma diminuição da população de *D. gallinae*, um período de dois meses e meio a três meses foi necessário para que a colônia pudesse se restabelecer.

O método de manutenção de *D. gallinae* em laboratório desenvolvido por Tucci (1997) e adaptado por Cunha (2008) foi utilizado com sucesso para alimentar e separar as deutoninfas antes e após a realização dos bioensaios.

### 6.2- Bioensaios com correntes de ar: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* submetidas a diferentes velocidades de correntes de ar em olfatômetro discriminante

Não houve diferença significativa ( $p = 0,729$ ) entre as médias aritméticas dos cossenos dos ângulos de percurso de cada ácaro após serem expostos às velocidades de vento

de  $10\pm 2$ ,  $20\pm 2$  cm/s ou ao controle (zero+2 cm/s).

Os tempos totais gastos pelas deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* para tocarem a borda da área de teste no piso do olfatômetro discriminante foram semelhantes ( $p = 0,759$ ) quando estas foram submetidas a fluxos laminares de vento com velocidades de  $10\pm 2$ ,  $20\pm 2$  cm/s e ao controle (zero+2) (ver figura 5). Os resultados também não diferiram ( $p = 0,545$ ) quando o tempo inicial de permanência no quadrado central foi subtraído do tempo total gasto para as

deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* tocarem a borda da área de teste no piso do olfatômetro discriminante (ver figura 6). Os períodos de latência das deutoninfas alimentadas colocadas em olfatômetro discriminante sem fontes de odor foram semelhantes ( $p = 0,740$ ) quando essas foram submetidas a velocidades de vento iguais a  $10\pm 2$ ,  $20\pm 2$  cm/s e ao controle (zero+2). Os valores foram menores que um segundo em 76 das 90 repetições realizadas. Estes resultados demonstram que *D. gallinae* tende a se locomover imediatamente após ser colocado sobre superfícies planas.

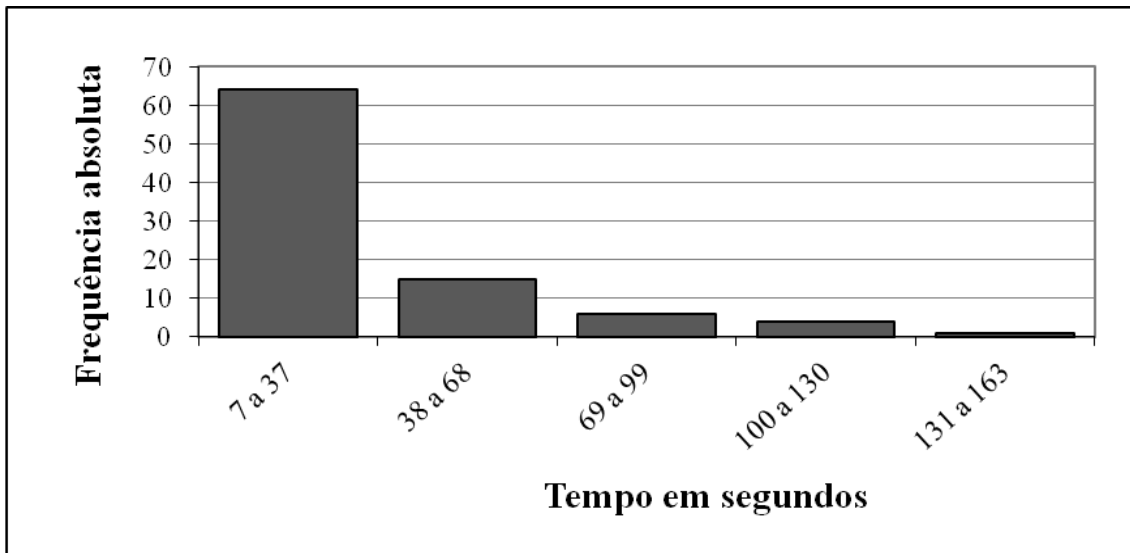


Figura 5: Histograma com os tempos totais gastos pelas deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* para tocarem a borda da área de teste no piso do olfatômetro discriminante (olfatômetro de arena) considerando o tempo de permanência inicial no quadrado central do piso da arena.

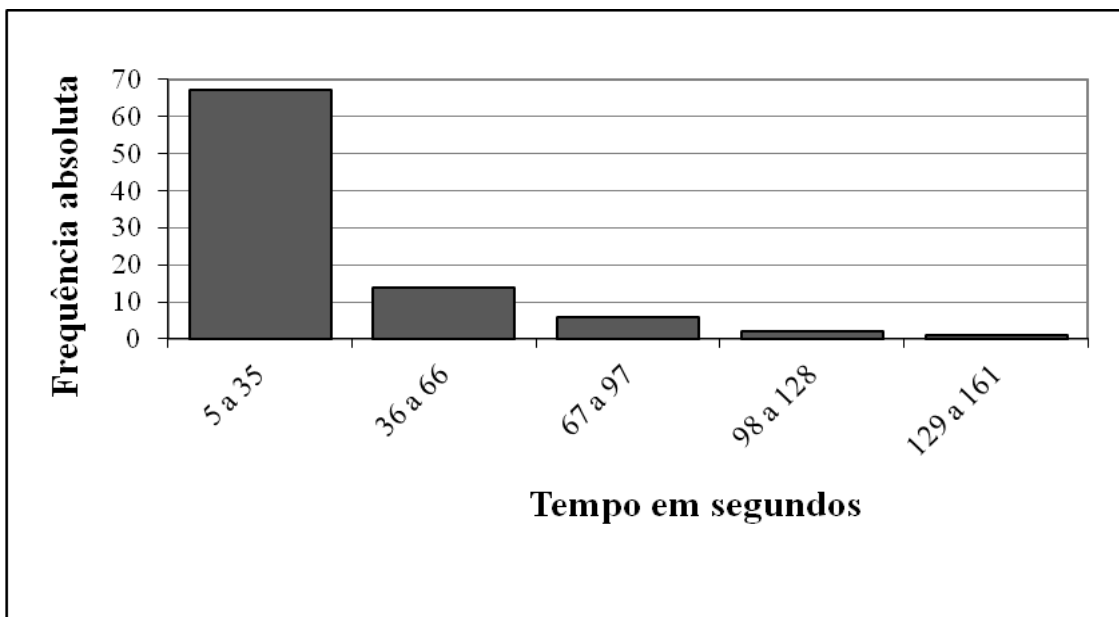


Figura 6: Histograma com os tempos totais gastos pelas deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* para tocarem a borda da área de teste no piso do olfatômetro discriminante (olfatômetro de arena) cujo tempo de permanência inicial no quadrado central do piso da arena foi subtraído do tempo total.

### 6.3- Bioensaios com extratos de ácaros co-específicos: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* expostas a septos de borracha impregnados com diferentes extratos de ácaros co-específicos em olfatômetro discriminante

Os histogramas com as frequências absolutas dos ângulos de percurso das deutoninfas alimentadas submetidas a septos de borracha impregnados com extratos diclorometânicos e hexânicos de ácaros co-específicos são mostrados nas figuras 7 a 12.

A análise dos histogramas sugere que não houve diferença de resposta entre as deutoninfas alimentadas submetidas aos extratos diclorometânicos daquelas submetidas aos extratos hexânicos. A distribuição dos ângulos de percurso dos ácaros foi semelhante e uniforme entre os extratos avaliados nos bioensaios (figuras 7

a 12). Os histogramas das figuras 8, 9, 11 e 12 demonstram que mesmo nas potências de 200 e 500 eq/mL não foi observada uma concentração dos ângulos de percurso dos ácaros nas classes dos ângulos menores, tanto para os extratos diclorometânicos quanto para os extratos hexânicos. Isso indica que os ácaros não apresentaram uma direção predominante de deslocamento.

As médias aritméticas dos co-senos dos ângulos de percurso de cada um dos ácaros expostos aos septos de borracha impregnados com o controle (diclorometano puro ou zero eq/mL) e com 200 e 500 eq/mL de extratos diclorometânicos não diferiram ( $p = 0,189$ ). Também não houve diferença significativa ( $p = 0,434$ ) entre os co-senos médios dos ângulos de percurso dos ácaros expostos aos septos de borracha impregnados com o controle (hexano puro ou zero eq/mL) e com os extratos hexânicos nas concentrações de 200 e 500 eq/mL.

As proporções de ácaros que tocaram ou atingiram a distância de até um milímetro das bordas dos septos de borracha impregnados com as diferentes concentrações de extratos diclorometânicos e hexânicos estão demonstradas na tabela 1.

Independentemente do solvente, não foi observada diferença nessa proporção em nenhuma das inferências sobre duas proporções realizadas (zero ou 200, 200 ou 500 e zero ou 500 eq/mL).

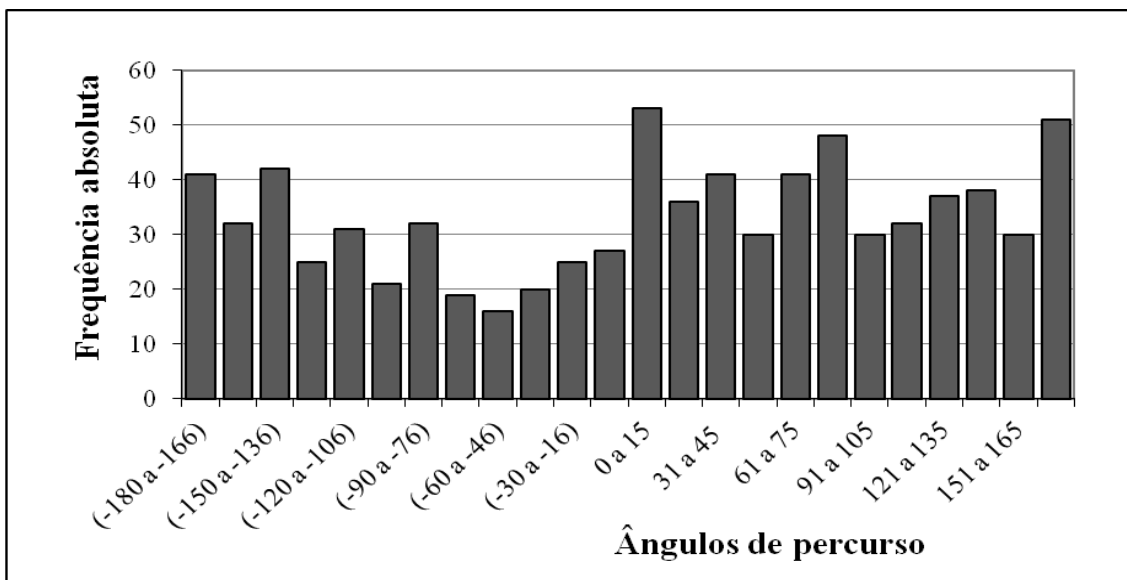


Figura 7: Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* submetidas a septos de borracha impregnados com diclorometano P.A. (zero equivalentes ácaro/ml) em olfatômetro discriminante.

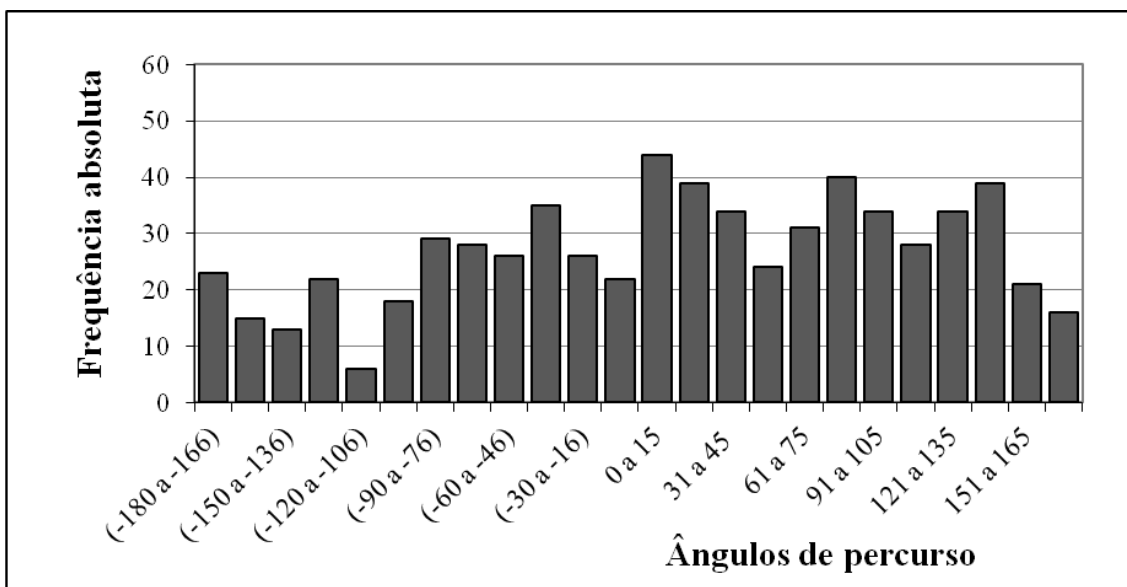


Figura 8: Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* submetidas a septos de borracha impregnados com extratos diclorometânicos na concentração de 200 equivalentes-ácaro/ml em olfatômetro discriminante.

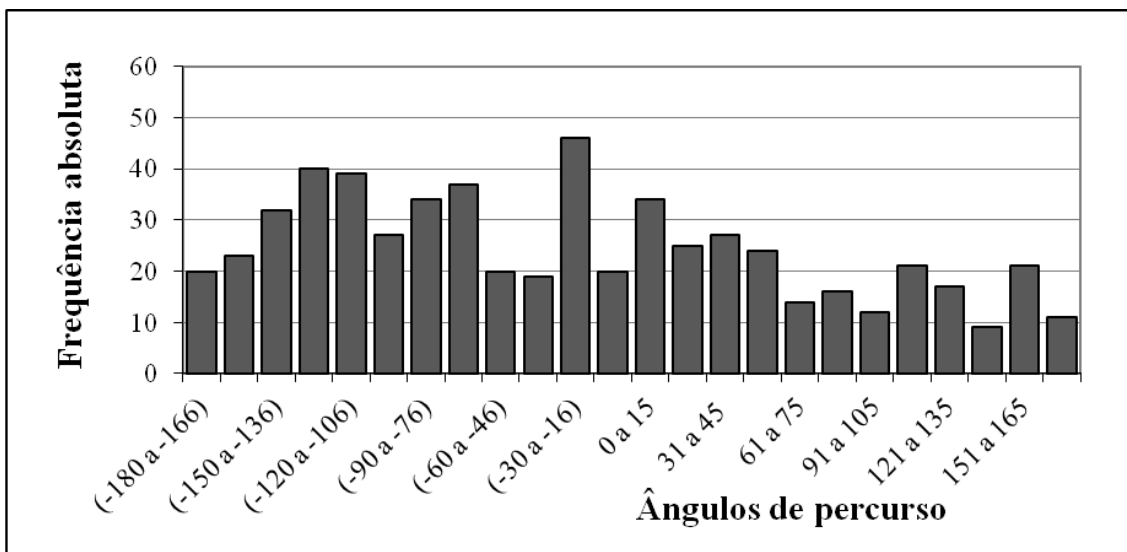


Figura 9: Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* submetidas a septos de borracha impregnados com extratos diclorometânicos na concentração de 500 equivalentes-ácara/ml em olfatômetro discriminante.

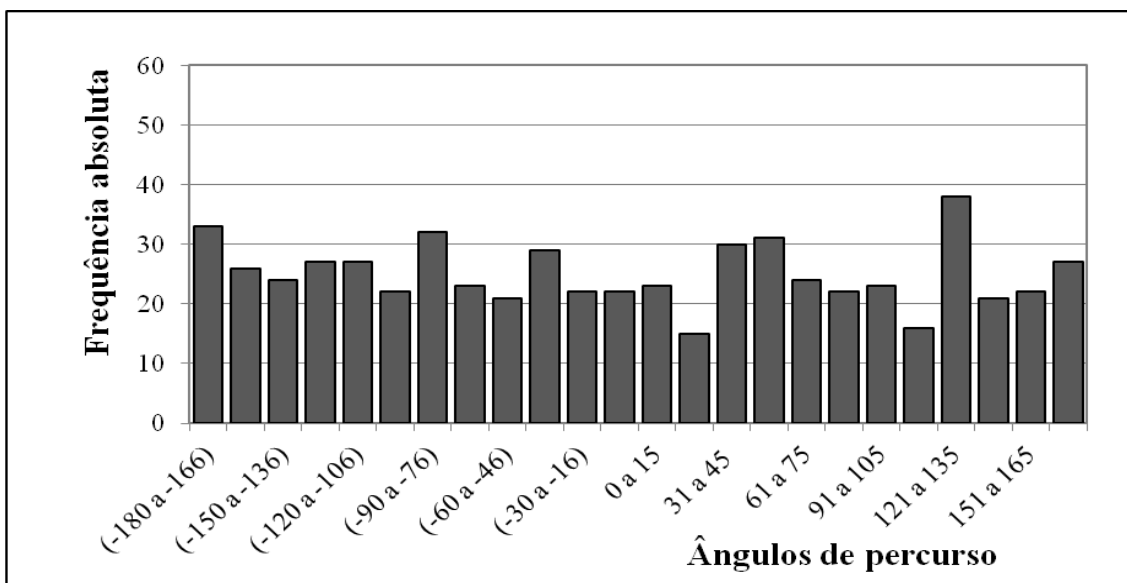


Figura 10: Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* submetidas a septos de borracha impregnados com hexano P.A (zero equivalente-ácara/mL) em olfatômetro discriminante.

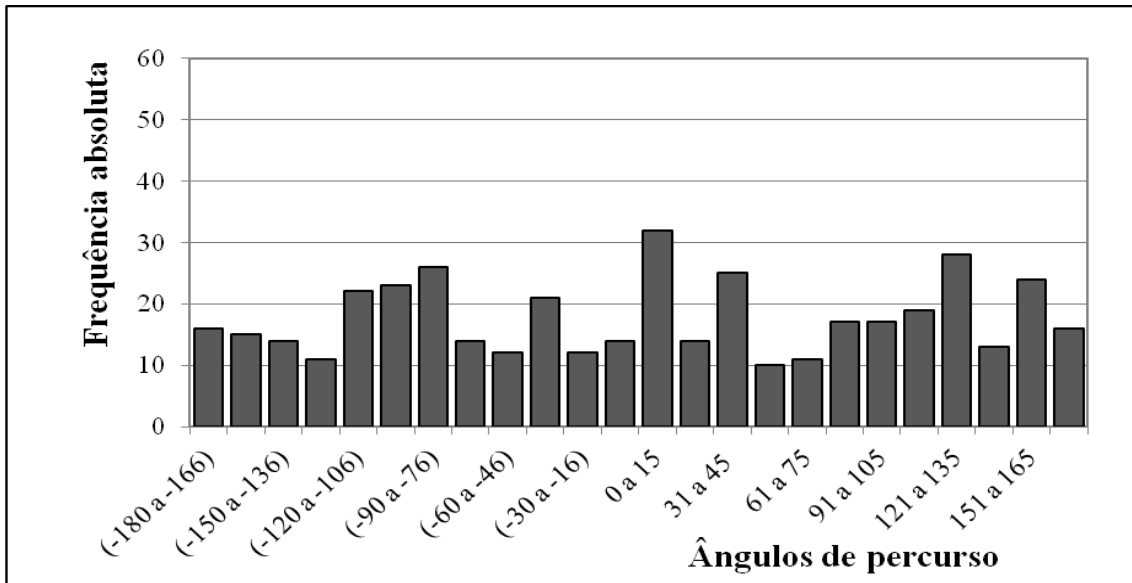


Figura 11: Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* submetidas a septos de borracha impregnados com extratos hexânicos na concentração de 200 equivalentes-ácido/mL em olfâmetro discriminante.

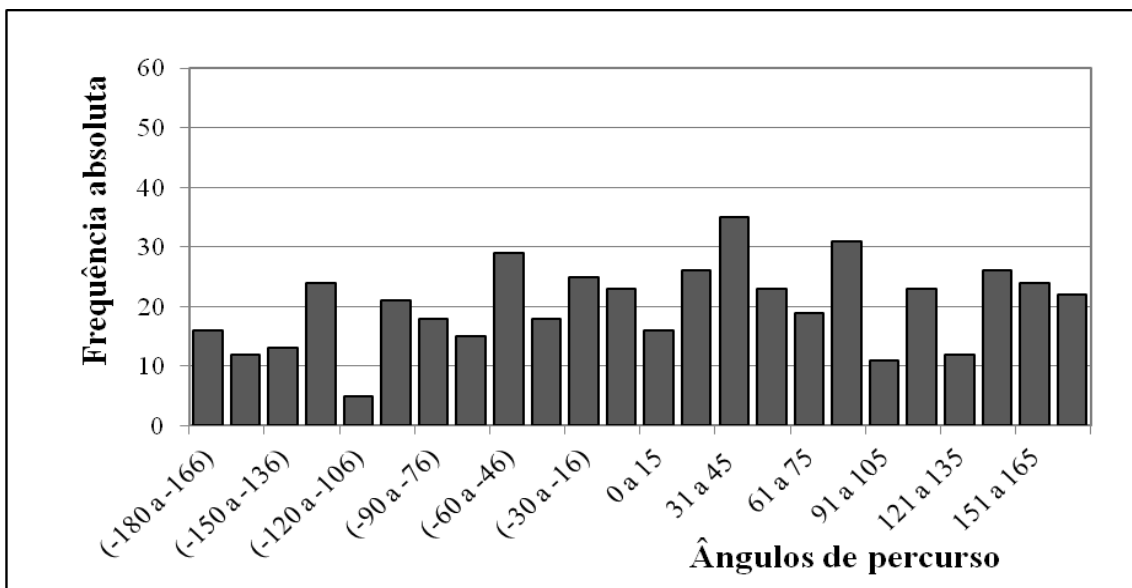


Figura 12: Histograma com os ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* submetidas a septos de borracha impregnados com extratos hexânicos na concentração de 500 equivalentes-ácido/mL em olfâmetro discriminante.

Tabela 1: Proporção de deutoninfas alimentadas que tocaram ou atingiram até um milímetro de distância das bordas dos septos de borracha impregnados com diferentes extratos e concentrações em olfatômetro discriminante.

TIPO DE EXTRATO	CONCENTRAÇÃO		
	0 equivalente-ácaro/mL de solvente (controle)	200 equivalentes-ácaro/mL de solvente	500 equivalentes-ácaro/mL de solvente
Hexânico	20% <sup>a</sup>	23,3% <sup>a</sup>	13,3% <sup>a</sup>
Diclorometânico	30% <sup>a</sup>	40% <sup>a</sup>	46,6% <sup>a</sup>

Na mesma linha, letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente pelo teste de qui-quadrado ou pela técnica de inferência sobre duas proporções descrita por Nogueira et al. (1997). Nível de significância de 5%.

## 7- DISCUSSÃO

### 7.1- Considerações a respeito da manutenção da colônia

A manutenção da colônia de *D. gallinae* em laboratório foi realizada utilizando-se o método desenvolvido por Cunha (2008) com algumas modificações e adaptações. No presente trabalho foram utilizadas quatro unidades para manutenção da colônia de *D. gallinae* enquanto Cunha (2008) utilizou duas unidades. Este maior número de unidades teve por objetivo aumentar a população do ácaro e garantir a sobrevivência da colônia e a continuidade do experimento. Cunha (2008) utilizou além do bambu, papéis corrugados presos à tela de metal colocada na parte superior do recipiente interno como abrigos para os ácaros. O autor relatou que trocas trimestrais dos abrigos tiveram que ser realizadas para evitar o acúmulo de exúvias no interior dos abrigos e, desta forma, evitar a busca de novos abrigos pelos ácaros e consequentemente a morte dos mesmos na lâmina de água com sabão. No presente trabalho, foram usados somente bambus (40 cm de comprimento), colocados no piso do recipiente interno, como abrigos para os

ácaros e não foi necessário fazer a troca destes abrigos devido ao acúmulo de exúvias, pois isso não ocorreu, o que pode ser considerada uma vantagem da modificação feita no método de Cunha (2008).

A instalação do aquecedor tipo termoventilador adaptado a um termostato digital e do vaporizador na sala de manutenção da colônia de *D. gallinae* foram adaptações feitas ao método de Cunha (2008) que tiveram por finalidade minimizar os efeitos danosos das baixas temperaturas e URA sobre o crescimento e o desenvolvimento da população de *D. gallinae*. Os resultados do monitoramento das condições de temperatura e URA demonstram que estes índices foram mantidos em valores considerados adequados para a reprodução e o desenvolvimento do ciclo de vida do ácaro, o que pode ser verificado nos trabalhos de Nordenfors, Höglund e Uggla (1999) e Tucci, Prado e Araújo (2008). No entanto, apesar do controle feito em relação a estes fatores principais (temperatura e URA) para promover o crescimento de *D. gallinae*, ocorreram quedas na população de ácaros durante o período de manutenção da colônia

sem que a(s) causa(s) fosse(m) determinada(s). Desta forma, sugere-se que mais estudos sejam realizados com o objetivo de identificar quais outros fatores que podem exercer um impacto negativo sobre colônias de *D. gallinae* mantidas em condições de laboratório, para que eles possam também ser controlados.

Diferentemente do material utilizado para a manutenção de *D. gallinae* neste trabalho, Chamberlain e Sikes (1950) assim como Camin e Ehrlich (1960) desenvolveram métodos de criação e manutenção de ácaros em laboratório por meio da construção de equipamentos de metal. Chamberlain e Sikes (1950) construíram uma caixa retangular de metal enquanto Camin e Ehrlich (1960) construíram duas gaiolas de metal, sendo uma em forma de triângulo que era colocada dentro de outra gaiola em forma de cilindro. Apesar destes autores conseguirem criar e manter a população de ácaros em laboratório utilizando estes equipamentos de metal, o custo deste material é provavelmente maior que o custo do material (plástico) utilizado na manutenção da colônia de *D. gallinae* no presente estudo, e esse menor custo para criação e manutenção do ácaro em laboratório pode ser considerado uma vantagem do ponto de vista financeiro.

Chamberlain e Sikes (1950) utilizaram pintos com menos de uma semana de idade como fonte de alimentação para os ácaros. Eles eram mantidos o tempo todo dentro da caixa de metal ou eram colocados na caixa duas vezes por semana para que os ácaros pudessem realizar o repasto sanguíneo. A utilização de hospedeiros tão jovens pode ser considerada uma desvantagem, pois a população de ácaros pode crescer rapidamente e alcançar grandes números em poucas semanas, o que pode levar a uma severa debilitação e morte destas aves. Hospedeiros com uma idade maior como os utilizados neste estudo podem suportar um maior número de parasitos minimizando

assim a possibilidade de ocorrência de morte.

Camin e Ehrlich (1960) afirmam que o principal problema para manter colônias de ácaros parasitos em seus hospedeiros vertebrados é realizar a limpeza do local de manutenção destes ácaros sem perturbá-los excessivamente ou matá-los. Assim como o método desenvolvido por estes pesquisadores permitiu a realização da limpeza sem que muitos ácaros fossem perdidos, o método de manutenção de *D. gallinae* utilizado neste trabalho também possibilitou a realização da limpeza dos recipientes sem que ocorressem muitas perdas, já que o local de maior concentração dos ácaros (bambu) foi pouco manipulado, evitando assim a perturbação da grande maioria dos ácaros.

No método de criação de *D. gallinae* em laboratório desenvolvido por Tucci (1997), os ácaros eram mantidos, em grandes quantidades, em pipetas de Pasteur de vidro e estas pipetas eram mantidas em estufa com temperatura e umidade relativa controladas. Apesar deste método proporcionar a manutenção de um grande número de colônias em um espaço pequeno, ele é mais trabalhoso que o método utilizado neste estudo, já que a alimentação das colônias deve ser realizada uma vez por semana e a execução de todos os procedimentos como, por exemplo, o recolhimento dos ácaros alimentados para novas pipetas, demanda mais tempo. Como o repasto é realizado apenas uma vez por semana, o tempo para completar o ciclo de vida pode ser maior. Além disso, mesmo que a grande maioria de *D. gallinae* sobreviva uma semana sem alimentação já que estudos de longevidade demonstram a sobrevivência após meses de jejum (Kirkwood, 1963; Tucci e Guimarães, 1998; Nordenfors, Höglund e Ugglä, 1999) pode ser que ocorra a seleção de indivíduos mais resistentes durante o intervalo semanal de alimentações.

Alguns métodos de criação de *D. gallinae in vitro* foram desenvolvidos utilizando-se técnicas e equipamentos para a realização da alimentação artificial. Kirkwood (1971) obteve um nível máximo de 70% de sucesso de alimentação dos ácaros utilizando uma membrana biológica artificial, no entanto, o autor não relatou subsequente acasalamento, muda ou postura de ovos. Já Bruneau et al. (2001) conseguiram reproduzir o ciclo completo de *D. gallinae in vitro* utilizando um dispositivo de alimentação artificial. No entanto, esta colônia de ácaros foi mantida por apenas sete gerações. Este número pode ser considerado pequeno já que em condições de temperatura e URA bem semelhantes às utilizadas por Bruneau et al. (2001), Tucci, Prado e Araújo (2008) obtiveram uma nova geração em menos de uma semana. Além disso, no estudo de Bruneau et al. (2001) ocorreram grandes perdas na primeira geração que, segundo os autores, podem ter sido geradas devido à uma pressão seletiva, ou seja, apenas os ácaros que se alimentaram e sobreviveram *in vitro* foram capazes de reproduzir. Harrington et al. (2010) demonstraram que membranas sintéticas podem ser utilizadas para a alimentação artificial (*in vitro*) de *D. gallinae*, porém a maior taxa de alimentação dos ácaros conseguida foi de apenas 32,3%. Desta forma, todos os fatos relatados acima podem limitar a criação e manutenção de *D. gallinae in vitro*.

Durante todo o período de manutenção da colônia de *D. gallinae* e durante a alimentação realizada imediatamente antes dos bioensaios, não houve escape de ácaros, o que demonstra que as barreiras utilizadas foram eficientes na contenção dos ectoparasitos. Além da utilização de água com detergente líquido que foi considerada por Tucci (1997) a melhor opção a ser usada como barreira dentre quatro substâncias testadas (água, vaselina líquida, óleo mineral e água com detergente líquido), foi utilizada também vaselina sólida nas bordas dos recipientes externos (bacias plásticas) como

uma segunda barreira de proteção. Ainda deve ser ressaltado que a manutenção da porta da sala utilizada no Laboratório de Produção de Soros e Vacinas sempre fechada juntamente com o forro no teto da sala e as telas de proteção nas janelas funcionaram como barreiras contra a invasão de roedores, os quais podem ocasionar o escape dos ácaros como foi relatado por Cunha (2008).

A contaminação dos abrigos da colônia por *Tribolium* sp., *Tyrophagus* sp. e *Dermatophagoides* sp. ocorreu provavelmente por causa da ração utilizada para a alimentação das galinhas. Além disso, acredita-se que o ambiente mais favorável, com mais espaço e alimento pode levar ao aumento da população desses contaminantes, os quais podem exercer um impacto negativo sobre a colônia de *D. gallinae*. Chamberlain e Sikes (1950) relataram a contaminação por *Tribolium* sp. em uma colônia de *O. bursa* enquanto Cunha (2008) relatou contaminações por *Tribolium* sp., e por *Tyrophagus* sp. em colônias de *D. gallinae*.

## **7.2- Bioensaios com correntes de ar: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* submetidas a diferentes velocidades de correntes de ar em olfatômetro discriminante**

Assim como no presente trabalho não foram encontradas diferenças significativas entre os co-senos médios dos ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae*, Cunha (2008) também não encontrou diferenças significativas para protoninfas alimentadas de *D. gallinae*. Este parâmetro (co-senos médios dos ângulos de percurso) foi satisfatório como representante da trajetória das deutoninfas, da mesma forma como relatado por Cunha (2008) para protoninfas.

Quando este parâmetro é positivo e próximo de “1”, há uma indicação de que o ácaro se movimentou predominantemente contra o vento (“anemotaxia positiva”). Por outro lado, valores próximos de “-1” indicam que o ácaro se movimentou predominantemente na mesma direção, “a favor”, do vento (“anemotaxia negativa”). Entretanto, para confirmar um comportamento de anemotaxia, ou seja, de orientação pelo vento é necessário comparar grupos de ácaros submetidos à ausência e à presença de fluxos de ar ou submetidos a diferentes velocidades de correntes de ar. Este procedimento é necessário para descartar a presença de outros fatores influenciadores, tais como respostas às condições de iluminação ou à presença de substâncias atraentes ou repelentes (Cunha, 2008). Quando os valores dos co-senos médios dos ângulos de percurso aproximam-se de zero, há uma indicação de que o ácaro se movimentou principalmente em um trajeto perpendicular ao vento ou “dobrou curvas”, realizando movimentos circulares. De acordo com Cunha (2008), em bioensaios de atração por uma fonte de odor como os realizados no presente trabalho, é importante que se realize também a análise de histogramas já que os co-senos médios dos ângulos de percurso não indicam simetria de distribuição das frequências de valores positivos e negativos dos ângulos de percurso de um ácaro, o que limita este parâmetro em bioensaios discriminantes.

Diferentemente de *D. gallinae*, o ácaro parasito de abelhas das espécies *Apis cerana* e *Apis mellifera*, *Varroa jacobsoni*, apresenta uma resposta de anemotaxia positiva a lufadas de vento, ou seja, o ácaro movimenta-se predominantemente contra o vento. Esta resposta pode ser suficiente para que o ácaro encontre seu hospedeiro na colméia (Kuenen e Calderone, 1998). No entanto, não é possível fazer uma comparação direta com o presente estudo já que o ácaro *Varroa jacobsoni* foi exposto a lufadas de vento com 0,1 s de duração e com

velocidades bem superiores às aquelas avaliadas no presente estudo para *D. gallinae*.

Quanto à latência, ao tempo total e ao tempo total subtraindo-se o tempo no quadrado central, os resultados encontrados no presente estudo foram semelhantes àqueles encontrados por Cunha (2008). O fato de não haver diferenças entre tempo total e o tempo total subtraindo-se o tempo no quadrado central, demonstra que o ponto exato, no qual as deutoninfas são colocadas na arena do olfatómetro, não influencia na comparação dos tempos necessários para que as deutoninfas saiam da área de teste do aparelho. Os histogramas das figuras 5 e 6 demonstram claramente que a maioria das deutoninfas toca as bordas da área de teste do piso do aparelho em até 40 segundos. Portanto, baseado nas respostas de latência e nos tempos para sair da área de teste do olfatómetro, percebe-se que *D. gallinae* é um artrópode que permanece ativo independentemente da velocidade de vento. Além disso, ao comparar o tempo total e o tempo total subtraindo-se o tempo no quadrado central de deutoninfas com os tempos de protoninfas observados por Cunha (2008), nota-se que as deutoninfas são ainda mais ativas que as protoninfas, já que a maioria delas levou um pouco mais de 30 segundos para sair da arena enquanto a maioria das protoninfas levou 60 a 65 segundos. Desta forma, assim como foi relatado por Cunha (2008) para protoninfas, apesar de o vento ser o principal responsável pela dispersão dos voláteis até os artrópodes, se nele não há latência, isso indica que ele também não atua isoladamente como um ativador de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae*.

### **7.3- Bioensaios com extratos de ácaros co-específicos: avaliação da resposta de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* expostas a septos de borracha impregnados com diferentes extratos**

## de ácaros co-específicos em olfatômetro discriminante

Tanto nos bioensaios com extratos diclorometânicos quanto naqueles com extratos hexânicos, a análise dos histogramas com os ângulos de percurso das deutoninfas sugere que este estágio de *D. gallinae* não se desloca predominantemente na direção dos septos de borracha impregnados com os extratos, pois a frequência absoluta dos ângulos próximos a zero grau foi baixa. Além disso, nota-se que os ângulos de percurso apresentaram-se mais uniformemente distribuídos, resultado da movimentação em círculos realizada pelos ácaros. Estes resultados diferem, em parte, daqueles encontrados por Cunha (2008) ao avaliar o comportamento de protoninfas alimentadas de *D. gallinae* submetidas a possíveis plumas de odor (extratos de ácaros co-específicos), em condições de fotofase. Neste estudo, a resposta das protoninfas alimentadas a extratos hexânicos foi semelhante à encontrada no presente estudo para deutoninfas alimentadas. Porém, mesmo analisando apenas 10 repetições, Cunha (2008) observou que o extrato diclorometânico na concentração de 500 eq/mL foi capaz de induzir uma maior frequência de ângulos de percurso próximos a zero grau, demonstrando assim que um maior número de protoninfas alimentadas de *D. gallinae* foi atraído e tocou os septos de borracha. No presente estudo, foram realizadas 30 repetições para todos os tratamentos inclusive para o extrato diclorometânico na concentração de 500 eq/mL, no qual não foi observada resposta de atração das deutoninfas alimentadas. Somado a isso, Cunha (2008) também encontrou diferença significativa ao analisar a proporção de ácaros que tocou ou atingiu até um milímetro de distância dos septos de borracha impregnados com extratos diclorometânicos contendo zero (controle) e 500 eq/mL ( $p \leq 0,01$ ). No presente estudo, apesar de se observar um maior aumento (do controle para a maior concentração testada)

na proporção de deutoninfas que tocou ou atingiu até um milímetro de distância dos septos de borracha impregnados com extratos diclorometânicos, as respostas atípicas observadas em zero eq/mL (controle) podem ter contribuído para a ausência de diferença estatística.

A ausência de diferença significativa na comparação dos co-senos médios dos ângulos de percurso de deutoninfas alimentadas submetidas aos tratamentos com extratos diclorometânicos e hexânicos nas diferentes concentrações e com os controles pode ser explicada pela análise dos histogramas. Esta análise mostra claramente que não houve uma concentração dos ângulos de percurso próximo a zero grau, o que resultou em co-senos médios distantes de um, ou seja, os ácaros não se deslocaram predominantemente na direção dos septos. Cunha (2008) também não encontrou diferença significativa ao comparar os co-senos médios dos ângulos de percurso de protoninfas alimentadas, mesmo para extratos diclorometânicos, nos quais a resposta de atração havia sido observada pela análise dos histogramas.

Em um dos testes realizados por Entekin e Oliver Jr. (1982) sobre o comportamento de reunião de *D. gallinae*, os autores observaram que deutoninfas alimentadas agruparam-se em placas de Petri em 45 minutos. Assim como Cunha (2008) relatou para protoninfas alimentadas, esta resposta de reunião de deutoninfas alimentadas deve-se também a um comportamento de arrestamento por infoquímicos não voláteis, já que o atraente é uma substância que faz com que os artrópodes realizem um movimento orientado na direção da fonte de produção desta substância, enquanto o arrestante é uma substância química que promove a agregação dos artrópodes quando eles entram em contato com ela (Dethier et al., 1960). Desta forma, o arrestamento é definido como a redução da atividade cinética ou da velocidade de locomoção,

levando à diminuição da distância entre indivíduos que percebem o estímulo no ambiente, e ao agrupamento destes indivíduos (Cardé e Baker, 1984, citados por Sonenshine, 2004). Entrekin e Oliver Jr. (1982) também realizaram testes para avaliar a existência e a volatilidade de feromônios. No entanto, estes testes foram feitos apenas com fêmeas alimentadas e machos e utilizando um método diferente do usado no presente estudo, o que impede uma comparação direta para estádios imaturos como as deutoninfas.

Os resultados do presente trabalho também diferem dos resultados encontrados por Koenraadt e Dicke (2010). Estes autores observaram que ácaros da espécie *D. gallinae* recentemente alimentados ou mantidos em jejum por quatro a cinco dias apresentaram uma forte preferência (84 e 85%, respectivamente) por voláteis de 200 ácaros co-específicos alimentados quando comparado ao controle (fluxo de ar puro). No entanto, este trabalho foi realizado utilizando-se um olfatômetro em Y que permite ao ácaro fazer escolhas entre duas opções e não foi feito extratos com os ácaros. Além disso, os autores não mencionam o estágio de *D. gallinae* avaliado nos bioensaios, o que impossibilita a comparação direta com o estágio avaliado no presente estudo.

Apesar dos resultados deste estudo não demonstrarem uma resposta de atração ou uma diferença na proporção de deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* que tocou ou atingiu até um milímetro de distância dos septos de borracha impregnados com os diferentes tipos de extratos e com os controles, não se pode descartar a possibilidade deste estágio produzir e/ou responder ao feromônio de reunião desta espécie de ácaro já que outros estudos demonstraram a existência deste feromônio (Entrekin e Oliver Jr., 1982; Cunha, 2008 e Koenraadt e Dicke, 2010). Desta forma, algumas hipóteses são levantadas na

tentativa de se explicar os resultados encontrados no presente estudo: deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* produziram, mas não responderiam ao feromônio de reunião; deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* produziram, mas responderiam a extratos com concentrações maiores que 500 eq/mL; deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* não produziram, mas responderiam a extratos de outros estádios de *D. gallinae*. Entrekin e Oliver Jr., 1982 acreditam que o feromônio de reunião não seja emitido uniformemente por todos os estádios de desenvolvimento de *D. gallinae*, e que ovos e larvas provavelmente não produzem o feromônio. Diante dos resultados encontrados no presente estudo, esta hipótese também pode ser levantada para deutoninfas. Bruyne e Guerin (1994) realizaram um estudo de ecologia química com o carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* e isolaram 2,6 diclorofenol, feromônio sexual de várias espécies de carrapatos metastriatas, de extratos de fêmeas, machos, ninfas ingurgitadas e larvas, mas não de ovos de *R. B. microplus*. Além disso, os autores verificaram a existência de receptores celulares, para esta substância, em duas sensilas do órgão de Haller, o qual está localizado no tarso do primeiro par de patas do carrapato. Apesar de isolar o 2,6 diclorofenol de vários estádios de *R. B. microplus* e de verificar a existência de receptores celulares para o feromônio, não foram verificadas respostas comportamentais de machos de *R. B. microplus* quando foi usado o 2,6 diclorofenol puro. Segundo os autores, a presença de receptores olfativos e a verificação de respostas destes receptores a determinadas substâncias por meio da eletrofisiologia, não implica necessariamente em atividade comportamental. Esta afirmação pode ser aplicada para deutoninfas alimentadas de *D. gallinae*. No entanto, diferentemente dos feromônios de carrapatos, a composição química dos feromônios de *D. gallinae* ainda não foi elucidada, o que impossibilita a

realização de testes para verificar, ao menos, se todos os estádios deste ácaro produzem ou não o feromônio. Portanto, é importante que mais estudos sejam realizados nesse sentido para que se obtenha uma melhor compreensão a respeito do comportamento de *D. gallinae*.

## 8- CONCLUSÕES

Deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* não apresentam comportamento de anemotaxia (positiva ou negativa) quando expostas às correntes de ar com velocidades de vento iguais a 10±2 cm/s, 20±2 cm/s e ao controle (zero±2 cm/s).

Deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* não produzem ou não atraídas pelo feromônio atraente de reunião, ou se produzem, a concentração de 500 eq/mL não é suficiente para gerar uma resposta de atração neste estádio.

Portanto, mais estudos devem ser realizados a fim de constatar se deutoninfas alimentadas de *D. gallinae* realmente não produzem ou não respondem ao feromônio atraente de reunião, ou se a utilização de concentrações superiores a 500 eq/mL é capaz de promover uma resposta de atração.

## 9- REFERÊNCIAS

AUGER, P., NANTEL, J., MEUNIER, N., et al. Skin acaricidosis caused by *Dermanyssus gallinae* (de Geer): an in-hospital outbreak. *Can. Med. Assoc. J.*, v. 120, n. 6, p. 700 - 703, 1979.

AXTELL, R. C., ARENDS, J. J. Ecology e management of arthropod pests of poultry. *Ann. Rev. Entomol.*, v. 35, p. 101 - 126, 1990.

BEUGNET, F., CHAUVE, C., GAUTHEY, M., et al. Resistance of the poultry mite to pyrethroids in France. *Vet. Rec.*, v. 140, p. 577 - 579, 1997.

BORGES, L. M. F., EIRAS, A. E., FERRI, P. H., et al. The role of 2,6-dichlorophenol as sex pheromone of the tropical horse *Anocentor nitens* (Acari: Ixodidae). *Exp. Appl. Acarol.*, v. 27, p. 223 - 230, 2002.

BORGES, L. M. F., FERREIRA, L. A. M., DA SILVA, L. S., et al. Efficacy of 2,6 dichlorophenol lure to control *Dermacentor nitens*. *Vet. Parasitol.*, v. 147, p. 155 - 160, 2007.

BOTÃO-MIRANDA, R. A., VALIM, M. P., MENEZES, R.C., et al. Inquérito de ectoparasitos em faisões-coleira [*Phasianus colchicus* Linnaeus, 1758 (Aves: Galliformes)] criados no Estado do Rio de Janeiro. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA, 2003.

BRÄNNSTRÖM, S., HANSSON, I., CHIRICO, J. Experimental study on possible transmission of the bacterium *Erysipelothrix rhusiopathiae* to chickens by the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 50, p. 299 - 307, 2010.

BROWN, N. S. A survey of the arthropod parasites of pigeons (*Columba livia*) in Boston. *J. Parasitol.*, v. 57, n. 6, p. 1379 - 1380, 1971.

BRUNEAU, A., DERNBURG, A., CHAUVE, C., et al. First *in vitro* cycle of the chicken mite, *Dermanyssus gallinae* (De Geer 1778), utilizing an artificial feeding device. *Parasitol.*, v. 123, p. 583 - 589, 2001.

- BRUYNE, M., GUERIN, P. M. Isolation of 2,6- dichlorophenol from the cattle tick *Boophilus microplus*: receptor cell responses but no evidence for a behavioural response. *J. Insect Physiol.*, v. 40, n. 2, p. 143 - 154, 1994.
- CAMIN, J. H., EHRLICH, P. R. A cage for maintaining stock colonies of parasitic mites and their hosts. *J. Parasitol.*, v. 46, p. 109 – 111, 1960.
- CHAMBERLAIN, R. W., SIKES, R. K. Laboratory rearing methods for three common species of bird mites. *J. Parasitol.*, v. 36, n. 5, p. 461 - 465, 1950.
- CHAUVE, C. The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778): current situation and future prospects for control. *Vet. Parasitol.*, v. 79, p. 239 – 245, 1998.
- CHIRICO, J., ERIKSSON, H., FOSSUM, O., et al. The poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, a potential vector of *Erysipelothrix rhusiopathiae* causing erysipelas in hens. *Med. Vet. Entomol.*, v. 17, n. 2, p. 232 - 234, 2003.
- CUNHA, L.M. *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) (De Geer, 1778): *Colonização e resposta de protoninfas alimentadas a correntes de ar e a odores de extratos de ácaros co-específicos em olfatômetro discriminante*. 2008. 65p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- DE VANEY, J. A survey of poultry ectoparasite problems and their research in the United States. *Poult. Sci.*, v. 57, p. 1217 – 1220, 1978.
- DICKE, M., SABELIS, M. W. Infochemical terminology: based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds? *Funct. Ecol.*, v. 2, n. 2, p. 131 – 139, 1988.
- DICKE, M., SABELIS, M. W. Costs and benefits of chemical information conveyance proximate and ultimate factors. In: Roitberg, R. D., Isman M. B. *Insect chemical ecology: an evolutionary approach*. 1. ed. New York: Chapman and Hall, 1992. p. 122-155.
- DUNCAN, S. *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) attacking man. *J. Parasitol.*, v. 43, n. 6, p. 637, 1957.
- DURDEN, L. A., LINTHICUM, K. J., MONATH, T. P. Laboratory transmission of Eastern Equine Encephalomyelitis virus to chickens by chicken mites (Acari: Dermanyssidae). *J. Med. Entomol.*, v. 30, n. 1, p. 281 - 285, 1993.
- DURDEN, L. A., LINTHICUM, K. J., TURELL, M. J. Mechanical transmission of Venezuelan Equine Encephalomyelitis virus by hematophagous mites (Acari). *J. Med. Entomol.*, v. 29, n. 1, p. 118 - 121, 1992.
- EIRAS, A. E., CAVALVANTI, M. G., MENDONÇA, F. A.C., VILELA, E. F. Modelo de olfatômetro para avaliar o comportamento de insetos que caminham para a fonte do estímulo. In: 15º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 1995, Caxambu. *Anais*. Belo Horizonte: Editora “O Lutador”, v. único, p. 204, 1995.

- EIRAS, A. E., MAFRA - NETO, A. Olfatometria aplicada ao estudo do comportamento de insetos. In: Villela, E. F., Della Lucia, T. M. C. *Feromônios de Insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas*. 2.ed. Ribeirão Preto: Holos Editora Ltda, 2001. cap.3, p. 27-40.
- ENTREKIN, D. L., OLIVER JR., J. H. Aggregation of the chicken mite, *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *J. Med. Entomol.*, v. 19, n. 6, p. 671 - 678, 1982.
- EWING, H. E. The english sparrow as an agent in the dissemination of chicken and bird mites. *Auk.*, v. 28, n. 3, p. 335 - 340, 1911.
- FACCINI J. L. H., MASSARD, C. L. Nota sobre a ocorrência de *Ornithonyssus sylviarum* (Canestrine & Fanzago) (Mesostigmata:Macronyssidae) em *Gallus gallus* L. no Brasil. *Arq. Univ. Fed. Rur. R. de Janeiro.*, v. 4, n. 1, p. 39 – 40, 1974.
- FACCINI, J. L. H. Ácaros hematófagos: parasitos de aves de postura (*Gallus gallus*) no Brasil. Diversificação, biologia e controle. *Arq. Flum. Med. Vet.*, v. 2, n. 1, p. 29 – 31, 1987.
- FONSECA, F. Notas de Acarologia. *Bol. Biol.*, v. 3, p. 132, 1938.
- GEORGE, D. R., OLATUNJI, G., GUY, J. H., et al. Effect of plant essential oils as acaricides against the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*, with special focus on exposure time. *Vet. Parasitol.*, v. 169, p. 222 - 225, 2010.
- GOLDOVÁ, M., PALUŠ, V., LETKOVÁ, V., et al. Parasitoses in pheasants (*Phasianus colchicus*) in confined systems. *Vet. Arhiv.*, v. 76, suplemento, p. S83 - S89, 2006.
- GUIMARÃES, J. H., TUCCI, E. C. Avaliação da eficiência do óleo mineral no controle do *Dermanyssus gallinae* (DE GUEER, 1778) (Acari: Dermanyssidae), em condições de campo e laboratório. *Rev. Bras. Entomol.*, v. 36, n. 4, p. 859 - 862 1992.
- GUIMARÃES, J. H., TUCCI, E. C., GOMES, J. P. C. Dermoptera (Insecta) associados a aviários industriais no Estado de São Paulo e sua importância como agentes de controle biológico de pragas avícolas. *Rev. Bras. Entomol.*, v. 36, n. 3, p. 527-534, 1992.
- HAMANN, W. *Sensibilidade in vitro do Dermanyssus gallinae (De Geer, 1778) e Ornithonyssus sylviarum (Canestrini e Fanzago, 1877) (Acari: Gamasida) frente a acaricidas fosforados, piretróides e amidinas, com observações sobre o ciclo biológico*. 1990. 83p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí.
- HARRINGTON, D., CANALES, M., DE LA FUENTE, J., et al. Immunisation with recombinant proteins subolesin and Bm86 for the control of *Dermanyssus gallinae* in poultry. *Vaccine*, v. 27, p. 4056 - 4063, 2009.
- HARRINGTON, D., EL DIN, H. M., GUY, J., et al. Characterization of the immune response of domestic fowl following immunization with proteins extracted from *Dermanyssus gallinae*. *Vet. Parasitol.*, v. 160, p. 285 - 294, 2009.

HARRINGTON, D. W. J., GUY, J. H., ROBINSON, K., et al. Comparison of synthetic membranes in the development of an in vitro feeding system for *Dermanyssus gallinae*. *Bull. Entomol. Res.*, v. 100, p. 127 – 132, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Resultados do Censo Agropecuário 1995-1996 e primeiros resultados do Censo Agropecuário 2006, segundo variáveis pesquisadas - Brasil; Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/defaulttab\\_censoagro.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/defaulttab_censoagro.shtm). Acessado em: 14/06/2011.

KAUD, H. A. Susceptibility of poultry red mites to entomopathogens. *Int. J. Poult. Sci.*, v. 9, n. 3, p. 259 – 263, 2010.

KIM, S. II., YOUNG-EUN, N., JI-HWAN, Y., et al. Contact and fumigant toxicity of oriental medicinal plant extracts against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Vet. Parasitol.*, v. 145, p. 377 – 382, 2007.

KIM, S. II., JEE-HWAN, Y., JUN-HYUNG, T., et al. Acaricidal activity of plant essential oils against *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Vet. Parasitol.*, v. 120, p. 297 – 304, 2004.

KILPINEN, O. How to obtain a bloodmeal without being eaten by a host: the case of poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Physiol. Entomol.*, v. 30, n. 3, p. 232 - 240, 2005.

KILPINEN, O., ROEPSTORFF, A., PERMIN, A., et al. Influence of *Dermanyssus gallinae* and *Ascaridia galli* infections on behaviour and

health of laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Br. Poult. Sci.*, v. 46, n. 1, p. 26 - 34, 2005.

KILPINEN, O., MULLENS, B. A. Effect of food deprivation on response of the mite, *Dermanyssus gallinae* to heat. *Med. Vet. Entomol.*, v. 18, n. 4, p. 368 - 371, 2004.

KILPINEN, O. Activation of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae), by increasing temperatures. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 25, n. 10-11, p. 859 - 867 2001.

KIRKWOOD, A. C. Anaemia of poultry infested with the mite *Dermanyssus gallinae*. *Vet. Rec.*, v. 80, n. 17, p. 514 - 516, 1967.

KIRKWOOD, A. C. Longevity of the mites *Dermanyssus gallinae* and *Liponyssus sylviarum*. *Exp. Parasitol.*, v. 14, n. 3, p. 358 - 366, 1963.

KIRKWOOD, A. C. Control of poultry mites. *Central Veterinary Laboratory, Weybridge*, 1966.

KIRKWOOD, A. C. Some observations on the feeding habits of the poultry mites *Dermanyssus gallinae* and *Liponyssus sylviarum*. *Entomol. Exp. Appl.*, v. 11, p. 315 – 320, 1968.

KOENRAADT, C. J. M., DICKE, M. The role of volatiles in aggregation and host-seeking of the haematophagous poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Exp. Appl. Acarol.*, v. 50, p.191–199, 2010.

- KRANTZ, G.W (1978) A manual of acarology. OSU Bookstores, inc. Corvallis.
- KUENEN, L. P. S., CALDERONE, N. W. Positive anemotaxis by *Varroa* mites: Responses to bee odour plumes and single clean-air puffs. *Physiol. Entomol.*, v. 23, p. 255 – 264, 1998.
- LAINSON, R. Some observations on the life-cycle of *Atoxoplasma*, with particular reference to the parasite's schizogony and its transmission by the mite *Dermanyssus gallinae*. *Nature*, v. 182, n. 4644, p. 1250 - 1251, 1958.
- LEONE, F., ALBANESE, F. *Dermanyssus gallinae* infestation in two kittens. *Vet. Dermatol.*, v. 18, n. 5, p. 382, 2007.
- LUNDH, J., WIKTELIUS, D., CHIRICO, J. Azadirachtin-impregnated traps for control of *Dermanyssus gallinae*. *Vet. Parasitol.*, v. 130, p. 337 - 342, 2005.
- MARANGI, M., CAFIERO, M. A., CAPELLI, G., et al. Evaluation of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) susceptibility to some acaricides in field populations from Italy. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 48, p. 11 - 18, 2009.
- MEYER-KÜHLING, B., PFISTER, K., MÜLLER-LINDLOFF, J., et al. Field efficacy of phoxim 50% (ByeMite) against the poultry mite *Dermanyssus gallinae* in battery cages stocked with laying hens. *Vet. Parasitol.*, v. 147, p. 289 – 296, 2007.
- MIGNON, B., LOSSON, B. Dermatitis in a horse associated with the poultry mite (*Dermanyssus gallinae*). *Vet. Dermatol.*, v. 19, n. 1, p. 38 - 43 2007.
- MUL, M., VAN NIEKERK, T., CHIRICO, J., et al. Control methods for *Dermanyssus gallinae* in systems for laying hens: results of an international seminar. Reviews. *Worlds Poult. Sci. J.*, v. 65, p. 589 – 599, 2009.
- NISBET, A. J., HUNTLEY, J. F., MACKELLAR, A., et al. A house dust mite allergen homologue from poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (De Geer). *Paras. Immunol.*, v.28, p. 401 - 405, 2006.
- NOGUEIRA, M. L. G., NUNES, L. L. C., PINTO, D., RIBEIRO, A. J. F., SILVA, C. Q., SIQUEIRA, A. L. *Introdução à Bioestatística*. Belo Horizonte: Departamento de Estatística do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 215 p.
- NORDENFORS, H., HÖGLUND, J., UGGLA, A. Effects of temperature and humidity on oviposition, molting, and longevity of *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *J. Med. Entomol.*, v. 36, n. 1, p. 68 - 72, 1999.
- NORDENFORS, H., HÖGLUND, J., TAUSON, R., et al. Effect of permethrin impregnated plastic strips on *Dermanyssus gallinae* in loose-housing systems for laying hens. *Vet. Parasitol.*, v. 102, p. 121 – 131, 2001.
- NORLUND, D. A., LEWIS, W. J. Terminology of chemical-releasing stimuli in intraspecific and interspecific interactions. *J. Chem. Ecol.*, v. 2, n. 2, p. 211 – 220, 1976.

- OBA, M. S. P., DELL'PORTO, A., BENEDITO, V. A. Ensaio da ação acaricida de permethrin sobre *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778), em condições de campo. *Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. S. Paulo*, v. 19, n. 1, p. 35 - 37, 1982.
- OLIVER JR., J. H. Notes on reproductive behavior in the Dermanyssidae. *J. Med. Entomol.*, v. 3, n. 1, p. 29 - 35, 1966.
- REIS, J. Alguns parasitas de "Gallus gallus (L.)" verificados em São Paulo. *Arq. Inst. Biol.*, v. 10, p. 147 - 153 1939.
- ROSEN, S., YERUHAM, I., BRAVERMAN, Y. Dermatitis in humans associated with the mites *Pyemotes tritici*, *Dermanyssus gallinae*, *Ornithonyssus bacoti* and *Androlaelaps casalis* in Israel. *Med. Vet. Entomol.*, v. 16, n. 4, p. 442 - 444 2002.
- SAMPAIO, I. B. M. *Estatística Aplicada à Experimentação Animal*. Belo Horizonte: FEPMVZ-Editora, 1996 265 p. ilustr.
- SHENONE, H. Dermatitis pruriginosa produzida por el ácaro *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778). *Bol. Chil. Parasitol.*, v. 14, p. 57 - 58, 1959.
- SIKES, R. K., CHAMBERLAIN, R. W. Laboratory observations on three species of bird mites. *J. Parasitol.*, v. 40, p. 691 - 697, 1954.
- SMITH, M. G., BLATTNER, R. J., HEYS, F. M. The isolation of the St. Louis encephalitis virus from chicken mites (*Dermanyssus gallinae*) in nature. *Science*, v. 100, n. 2599, p. 362 - 363, 1944.
- SONENSHINE, D. E. Pheromones and other semiochemicals of the acari. *Ann. Rev. Entomol.*, v. 30, p. 1 - 28, 1985.
- SONENSHINE, D. E. Pheromones and other semiochemicals of ticks and their use in tick control. *Parasitol.*, v. 129, p. 405 - 425, 2004.
- SONENSHINE, D. E. Tick pheromones and their use in tick control. *Ann. Rev. Entomol.*, v. 51, p. 557-80, 2006.
- SPARAGANO, O., PAVLICEVIC, A., MURANO, T., et al. Prevalence and key figures for the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* infections in poultry farm systems *Exp. Appl. Acarol.*, v.48, p. 3 - 10, 2009.
- STAFFORD, K. A., LEWIS, P. D., COLES, G. C. Preliminary study of intermittent lighting regimens for red mite (*Dermanyssus gallinae*) control in poultry house. *Vet. Rec.*, v.158, p. 762-763, 2006.
- SULKIN, S. E. Recovery of Equine Encephalomyelitis virus (Western type) from chicken mites. *Science*, v. 101, n. 2624, p. 381 - 383, 1945.
- TRIGO, J. R., BITTRICH, V., AMARAL, M. C. *Ecologia Química*. Disponível em [www.chemkeys.com](http://www.chemkeys.com). Acessado em 07/01/2012.
- TUCCI, E. C., PRADO, A. C., ARAÚJO, R. P. Fecundidade de *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Acari, Dermanyssidae) em laboratório. *Arq. Inst. Biol.*, v. 72, n. 1, p. 29 - 32, 2005.

- TUCCI, E. C. *Biologia de Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Acari, Dermanyssidae) em condições de laboratório. 2004. 89p. Tese (Doutorado em Parasitologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- TUCCI, E. C., GUIMARÃES, J. H. *Biologia de Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (Acari, Dermanyssidae). *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v. 7, n. 1, p. 27 - 30, 1998.
- TUCCI, E. C. A laboratory method for the rearing of *Dermanyssus gallinae* (DeGeer, 1778) (Acari, Dermanyssidae). *Arq. Inst. Biol.*, v. 64, n. 1, p. 1 - 4, 1997.
- TUCCI, E. C., GUIMARÃES, J. H., BRUNO, T. V., et al. Ocorrência de ácaros hematófagos em aviários de postura no Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v. 5, n. 2, p. 95 - 102, 1996.
- TUCCI, E. C., PRADO, A. P., ARAÚJO, R. P. Development of *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae) at different temperatures. *Vet. Parasitol.*, v.155, p.127–132, 2008.
- VALIENTE MORO, C., DESLOIRE, S., CHAUVE, C., et al. Detection of *Salmonella* sp. in *Dermanyssus gallinae* using an FTA<sup>®</sup> filter-based polymerase chain reaction. *Med. Vet. Entomol.*, v. 21, n. 2, p. 148 - 152, 2007.
- VALIENTE MORO, C., CHAUVE, C., ZENNER, L. Experimental infection of *Salmonella* Enteritidis by the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae*. *Vet. Parasitol.*, v. 146, n. 3-4, p. 329 - 336, 2007.
- VAN EMOUS, R. Wage war against the red mite! *Poult. Int.*, v. 44, p. 26 – 33, 2005.
- VAZ, Z. Ectoparasitas de animais domésticos observados no Estado de São Paulo. *Arq. Inst. Biol.*, v. 6, p. 29 - 33, 1935.
- VILELA, E. F., DELLA LUCIA, T. M. C. Introdução aos semioquímicos e terminologia. In: Villela, E. F.; Della Lucia, T. M. C. *Feromônios de Insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas*. 2.ed. Ribeirão Preto: Holos Editora Ltda, 2001. cap.1, p. 9-12.
- WISSEMAN, C. L., SULKIN, E. S. Observations on the laboratory care, life cycle, and hosts of the chicken mite, *Dermanyssus gallinae*. *Am. J. Trop. Med.*, v. 27, n. 4, p. 463 – 467, 1947.
- WRIGHT, H. M., BARTLEY, K., NISBET, A. J., et al. The testing of antibodies raised against poultry red mite antigens in an *in vitro* feeding assay: preliminary screen for vaccine candidates. *Exp. Appl. Acarol.*, v. 48, p. 81–91, 2009.
- ZEMAN, P. Systemic efficacy of ivermectin against *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) in fowls. *Vet. Parasitol.*, v. 23, p. 141 – 146, 1987.
- ZEMAN, P., STIKA, V., SKALKKA, B., et al. Potencial role of *Dermanyssus gallinae* De Geer 1778 in the circulation of the agent of pullurosis-typhus in hens. *Fol. Parasitol.*, v. 29, p. 371 – 374, 1982.