

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IMUNOLOGIA E PARASITOLOGIA
APLICADAS

Luísa Nogueira Domingues

**Susceptibilidade de *Digitonthophagus gazella* (Fabricius: 1787)
(Coleoptera: Scarabaeidae) aos Reguladores de Crescimento de
Insetos (IGRs) Diflubenzuron e Methoprene em Uberlândia, MG**

Uberlândia – MG
2007

Luísa Nogueira Domingues

**Susceptibilidade de *Digitonthophagus gazella* (Fabricius: 1787)
(Coleoptera: Scarabaeidae) aos Reguladores de Crescimento de
Insetos (IGRs) Diflubenzuron e Methoprene em Uberlândia, MG**

Dissertação apresentada ao Colegiado
do Programa de Pós-Graduação em
Imunologia e Parasitologia Aplicadas
como parte dos requisitos necessários
para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Júlio Mendes

Uberlândia - MG
2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D671s Domingues, Luísa Nogueira, 1982-
Susceptibilidade de *Digitonthophagus gazella* (Fabricius : 1787)
(Coleoptera: Scarabaeidae) aos reguladores de crescimento de insetos
(IGRs) Diflubenzuron e Methoprene em Uberlândia, MG / Luísa No-
gueira Domingues. - 2007.
47 f. : il.

Orientador: Júlio Mendes.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Pro-
grama de Pós-Graduação em Imunologia e Parasitologia Aplicadas.

Inclui bibliografia.

1. Entomologia - Teses. I. Mendes, Júlio. II. Universidade Federal
de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Imunologia e Parasito-
logia Aplicadas. III. Título.

CDU: 595.70

Luísa Nogueira Domingues

**Susceptibilidade de *Digitonthophagus gazella* (Fabricius: 1787)
(Coleoptera: Scarabaeidae) aos Reguladores de Crescimento de
Insetos (IGRs) Diflubenzuron e Methoprene em Uberlândia, MG**

Dissertação apresentada ao Colegiado
do Programa de Pós-Graduação em
Imunologia e Parasitologia Aplicadas
como parte dos requisitos necessários
para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Júlio Mendes

Uberlândia, 03 de abril de 2007

Banca Examinadora

Prof. Dr. Cecília Lomônaco de Paula - UFU

Prof. Dr. Américo Iorio Ciociola Júnior - EPAMIG

Prof. Dr. Júlio Mendes - UFU

“À minha mãe pelo carinho, dedicação e
exemplo de força, luta
e perseverança”

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por mais esta conquista e por estar sempre ao meu lado me guiando e protegendo.

Ao prof. Dr. Júlio Mendes, pelos vários anos de orientação, ensinamentos, paciência e dedicação.

Aos membros da Banca de Qualificação: Dr. Paulo Gontijo, Dr. Cecília Lomônaco de Paula e Dr. Oswaldo Marçal Júnior, pela disponibilidade, críticas e correções sugeridas.

Aos membros da Banca de Avaliação da Dissertação: Dr. Cecília Lomônaco de Paula, Dr. Américo Iorio Ciociola Júnior e Dr. Júlio Mendes, pelo aceite ao convite, disponibilidade e todas correções e críticas feitas.

À minha mãe, por todo o apoio, compreensão e ajuda incondicionais.

Aos meus irmãos, pelo companheirismo, pelos momentos de brincadeiras e descontração que tanto ajudaram a continuar a caminhada.

À todos meus tios e primos que direta ou indiretamente também fizeram parte desta vitória. Assim como meus avós e meu pai que mesmo não estando mais juntos de nós, tenho certeza que sempre estiveram presentes me guiando e ajudando.

Ao meu namorado, pela paciência nos momentos extremos de stress e compreensão nos momentos de ausência.

À todos os meus amigos, pois sem eles a caminhada seria muito mais árdua e desgastante.

Aos amigos do Laboratório de Entomologia/UFU pelo companheirismo e preocupação. E, principalmente, ao Thiago Augusto Rosa que além de colega de laboratório sempre foi um amigo extremamente presente em todos os momentos deste trabalho e da minha vida acadêmica, sendo eles alegres ou tristes, difíceis ou fáceis, além de sempre estar disponível para me ajudar, dar conselhos e resolver problemas. À Juliana, pelos conselhos durante todo os anos de pesquisa e por todas as correções durante a etapa final.

À equipe do Laboratório de Entomologia da EPAMIG/Uberaba, juntamente com o Dr. Américo Iorio Cicciola Júnior e João Gilberto Riposatti que se prontificaram e me ajudaram sem medir esforços, nos últimos meses de experimento.

À família da Carina, Sr. Ariosan, Sra. Maria José, Carolina e Cassiano, que me acolheram como uma filha e assim viabilizaram a realização da última etapa dos experimentos.

Enfim, agradeço a todos, pois tiveram uma contribuição insubstituível nesta caminhada e conquista!!!

Muito obrigado!!!!!!!!!!!!

RESUMO

Os Reguladores de Crescimento de Insetos (IGRs) são considerados mais seletivos que os inseticidas convencionais, não são tóxicos aos mamíferos, se usados nas doses recomendadas e degradam facilmente no ambiente. Diflubenzuron e Methoprene são IGRs pertencentes à classe dos inibidores da síntese de quitina e dos análogos ao hormônio juvenil dos insetos, respectivamente. Estes IGRs apresentam eficiência comprovada contra *Haematobia irritans*, um dos principais ectoparasitos dos bovinos. *Digitonthophagus gazella* é um coleóptero, inimigo natural de *H. irritans*, uma vez que desestrutura e enterra as fezes bovinas, habitat dos imaturos deste parasita. Os objetivos deste trabalho foram mensurar a susceptibilidade de adultos e imaturos de *D. gazella* aos IGRs Diflubenzuron e Methoprene, analisar a interferência dos inseticidas na produção de descendentes, verificar a ação dos inseticidas na duração do ciclo de vida e na razão sexual de besouros que tenham sido expostos durante todo o seu ciclo de desenvolvimento e analisar, segundo os critérios da IOBC (International Organization for Biological Control), a toxicidade dos IGRs para o coleóptero *D. gazella*. Casais de besouros foram colocados em baldes com terra e foram alimentados com fezes contendo Diflubenzuron nas concentrações 1, 0,5 e 0,2 ppm e Methoprene a 0,2 ppm, pelo tempo necessário para oviposição e desenvolvimento dos descendentes. Posteriormente, foram recuperados por armadilhas “pitfall”, assim como seus descendentes. Os IGRs não afetaram a sobrevivência dos adultos inicialmente expostos, mas interferiram na produção de descendentes, conforme a metodologia utilizada. Diflubenzuron, nas concentrações de 1 e 0,5 ppm, também interferiu na duração do ciclo de vida dos besouros. Nenhuma das concentrações testadas dos dois IGRs alterou a razão sexual dos descendentes obtidos. As concentrações testadas de Diflubenzuron mostraram-se moderadamente nocivas ao besouro enquanto Methoprene a 0,2 ppm mostrou ser pouco nocivo, segundo os critérios da IOBC (International Organization for Biological Control).

Palavras chave: IGRs, *Haematobia irritans*, controle biológico

ABSTRACT

The Insect Growth Regulators are considered more selective than the conventional insecticides, are not toxic to mammals if used in the recommended dose and are easily degradable in environment. Diflubenzuron and Methoprene are IGRs from the chitin synthesis inhibitors and juvenile hormones analogs classes, respectively. These IGRs show comprovated efficiency against *Haematobia irritans*, one of the most important bovine ectoparasite. *Digitonthophagus gazella* is a natural enemy of *H. irritans* because it changes the structure and bury the bovine feces, habitat of the imatures stages from this parasite. The purposes of this work were to measure the susceptibility of adults and imatures of *D. gazella* to the IGRs Diflubenzuron e Methoprene, analyse the interference of this insecticides in the progeny production, verify the action of the insecticides in the duration of the life cycle and in the sex ratio of beetles that have been exposed along all their development cycle and analyse, according the IOBC (International Organization for Biological Control), the toxicity of the IGRs to the beetle *D. gazella*. Pairs of beetles were placed in buckets partially filled with humid soil and were fed with bovine feces containing 1, 0,5 and 0,2 ppm of Diflubenzuron and 0,2 ppm of Methoprene, during the time necessary to oviposition and development of the progeny. Thereafter, they were recovered by pitfall traps, as well as their respective progenies. The IGRs not affected the survival of the adults initially exposed, but interfered on the production of their progenies according to the methodology used. Diflubenzuron 1 and 0,5 ppm also interfered in the duration of the life cycle of the beetles. None of the tested concentrations of the IGRs modified the sex ratio of the beetles progenies. Diflubenzuron tested concentrations showed to be moderately harmful to the beetles whereas Methoprene 0,2 ppm was only slightly harmful, according to the IOBC.

Key words: IGRs, *H. irritans*, biological control

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivos gerais.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Período de realização dos experimentos.....	18
3.2.Locais de realização dos experimentos.....	18
3.3 Preparação dos meios de criação.....	18
3.4 Origem dos besouros, montagem, monitoramento e manutenção dos experimentos.....	19
3.5 Rotina de manutenção e recuperação dos coleópteros expostos aos IGRs enquanto adultos (F0).....	20
3.6 Coleta da prole (F1) obtida na criação exposta a diferentes concentrações dos IGRs.....	20
3.7 Duração do ciclo de vida.....	20
3.8 Verificação da sobrevivência e produção de descendentes por coleópteros expostos ao Methoprene durante todo o seu ciclo de vida.....	21
3.9 Organização e análise dos dados obtidos.....	21
4 RESULTADOS	22
5 DISCUSSÃO	28
6 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Fezes bovinas depositadas em pastagens são microhabitats de diversos artrópodes. Alguns se utilizam das fezes somente como alimento ou abrigo, enquanto outros vivem e se reproduzem nas mesmas. Coleópteros e dípteros utilizam as fezes como substrato de alimentação e criação (POORBAUGH; ANDERSON; BURGER, 1968; CERVENKA; MOON, 1991; FLECHTMANN; RODRIGUES; COUTO, 1995). Há também seus predadores e parasitóides, principalmente artrópodes das famílias Staphylinidae, Histeridae (Coleoptera) e Macrochelidae (Acari) (POORBAUGH; ANDERSON; BURGER, 1968; GUIMARÃES; MENDES, 1998; KOLLER et al., 1999; MARCHIORI; OLIVEIRA; LINHARES, 2001).

Os coleópteros coprófagos, juntamente com anelídeos e alguns estágios imaturos de moscas, contribuem para a limpeza, reciclagem de nutrientes, aeração do solo, conteúdo de húmus e produtividade do pasto. Eles também garantem que a área de pastagem não seja drasticamente reduzida pelo acúmulo de fezes, já que os bovinos não se alimentam sobre estas e em suas áreas circunvizinhas (DOUBE; MACQUEEN; FAY, 1988; MIRANDA; SANTOS; BIANCHIN, 1998; MIRANDA; SANTOS; BIANCHIN, 2000; BERTONE, 2004).

Entre as diversas espécies de moscas que se desenvolvem em fezes bovinas depositadas em pastagens, encontram-se espécies de importância veterinária como: *Musca autumnalis* De Geer, *Musca vetustissima* (Walker) e a mosca-dos-chifres, *Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Muscidae) (POORBAUGH; ANDERSON; BURGER, 1968; CERVENKA; MOON, 1991; MENDES; LINHARES, 2002).

H. irritans apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo na Europa, norte da África, Ásia e América. A introdução deste parasito no continente americano ocorreu primeiramente nos EUA, no final do século XIX, com bovinos trazidos da Europa (RILEY, 1889). Foi detectada no Panamá no início do século XX e em 1937 na Venezuela (VOGELSANG; DE ARMAS, 1940), supostamente vinda da Colômbia. No Brasil, foi primeiramente registrada na região Norte, no final da década de 70 (VALÉRIO; GUIMARÃES, 1983) e atualmente encontra-se distribuída em todas as regiões. O clima tropical, subtropical e o predomínio da pecuária extensiva praticada na região Central contribuíram para a rápida dispersão e estabelecimento desta mosca (HONER; BIANCHIN; GOMES, 1991). No início da década de 90 foi encontrada na Argentina (LUZURIAGA et al., 1991) e Uruguai (CARBALLO; MARTINEZ, 1991).

A mosca-dos-chifres é hematófaga quando adulta e, dependendo da carga parasitária, seu parasitismo pode provocar estresse nos bovinos, suficiente para interferir na produção de

leite e no ganho de peso dos mesmos. Além disso, o animal se mostra mais predisposto à invasão bacteriana (DRUMOND et al., 1981; BIANCHIN et al., 1992). Segundo Bianchin e colaboradores (2006), o prejuízo econômico causado pelo parasitismo de *H. irritans* no Brasil é estimado em US\$ 865 milhões anuais.

Os adultos de *H. irritans* vivem sobre os bovinos. As fêmeas só deixam o hospedeiro para ovipôlar nas fezes recém-defecadas e logo retornam ao parasitismo. As larvas se desenvolvem nas fezes bovinas até atingirem a fase de pupa, que ocorre na própria massa fecal ou no solo logo abaixo destas (THOMAS, 1985; MENDES; LINHARES, 1999). O ciclo biológico é normalmente completado com nove a dezessete dias, dependendo da temperatura, podendo haver até 22 gerações ao longo do ano (PALMER et al., 1981; BARROS, 2002).

As primeiras tentativas de controle da mosca-dos-chifres foram feitas através da utilização de armadilhas e algumas substâncias repelentes. Os primeiros inseticidas utilizados contra esta praga foram os pós de piretro e de tabaco, seguidos pelo spray de piretro que era mais eficiente, mas que necessitava de um número maior de aplicações, o que tornava seu uso mais dispendioso. No início da década de 40, o DDT tornou-se disponível para uso contra diversas pragas. Ele exibia propriedades que nenhuma outra droga até então havia demonstrado. Além de eliminar os adultos, deixava resíduos por até quatro semanas, o que evitava uma reinfestação, imediatamente após seu uso. Na década de 50 os organofosforados e os Reguladores de Crescimento de Insetos (IGRs) começaram a ser utilizados contra diversos artrópodes, incluindo a mosca-dos-chifres. A partir dos anos 60, passou-se a utilizar os piretróides sintéticos, enquanto na década de 80 foram introduzidas as lactonas macrocíclicas (LANCASTER; MEISCH, 1986).

Os inseticidas convencionais como organofosforados, piretróides e lactonas macrocíclicas agem no sistema nervoso dos insetos tanto nas formas larvais quanto nos adultos e possuem um amplo espectro de ação (ELLIOT, 1976; MIYAMOTO, 1976). Além de atuarem sobre as pragas, também podem ser tóxicos para animais não alvos, inclusive para o homem. Estudos que utilizaram organofosforados, como diclorvós, ruelene e coumafós, demonstraram efeitos deletérios destes inseticidas sobre besouros coprófagos (BLUME et al., 1976; MILLER; PICKENS, 1973).

Estudos realizados no Brasil (BIANCHIN; ALVES; KOLLER, 1998), Sul da África (KRUGER; LUKHELE; SCHOLTZ, 1999; VALE; MUTIKA; LOVEMORE, 1999), Austrália (WARDHAUGH; LONGSTAFF; LACEY, 1998), e Dinamarca (SOMMER; VAGN JENSEN; JESPERSEN, 2001) demonstraram que as fezes de bovinos tratados com

diferentes piretróides podem ser altamente tóxicas para besouros adultos por duas ou mais semanas pós-tratamento.

As lactonas macrocíclicas (avermectinas e milbemicinas) são drogas amplamente utilizadas para o controle de nematódeos e artrópodes que afetam os bovinos. Animais tratados com estes produtos excretam resíduos nas fezes em concentrações tóxicas por períodos que variam entre poucos dias a meses pós-tratamento (FLOATE, 1998). A ação das lactonas macrocíclicas contra insetos não-alvos tem sido vastamente estudada. Estudos realizados no Canadá comprovaram a ação deletéria de ivermectina, doramectina, eprinomectina e moxidectina sobre besouros coprófagos (FLOATE; COWELL; FOX, 2002), assim como estudos realizados na Argentina (SUAREZ et al., 2003) e Dinamarca (SOMMER et al., 1993).

Além do fato de apresentarem amplo espectro de ação e, conseqüentemente, agirem contra insetos não-alvos, os inseticidas convencionais ainda apresentam outras restrições: a mosca-dos-chifres já apresenta resistência a vários destes produtos. Suspeitas de resistência aos organoclorados tiveram início na década de 50, sendo confirmadas na década seguinte para o DDT e toxafeno (MC DUFFIE, 1960). Neste mesmo período, já se detectou resistência a organofosforados, como o fenclorfós (BURNS; WILSON, 1963). Nos anos 80 surgiram os primeiros relatos de resistência aos piretróides (QUISENBERRY et al., 1984; SHEPPARD, 1984; SCHMIDT et al., 1985). Além disso, pesquisas demonstraram que resistência a um piretróide confere resistência cruzada a outros inseticidas da mesma classe. Byford e colaboradores (1985), demonstraram que mosca-dos-chifres resistentes à permetrina apresentaram resistência cruzada a outros cinco piretróides e também ao DDT.

Na América do Norte, resistência de *H. irritans* aos piretróides foi detectada em todos os países (QUISENBERRY et al., 1984; MWANGALA; GALLOWAY, 1993; KUNZ; ORTIZ; FRAGOSO, 1995). Nos EUA, resistência foi detectada também aos organofosforados: fenclorfós (BURNS; WILSON, 1963), tetraclorvinfós (SHEPPARD, 1983), diazinon, fention, etion, metil-pirimifós (BARROS et al., 2001). Na América do Sul, já foi detectada resistência aos piretróides na Argentina (GUGLIELMONE et al., 2001), Uruguai (MARQUEZ et al., 1997) e Brasil (BARROS et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2006).

Os Reguladores de Crescimento de Insetos (IGRs) são compostos químicos que interferem no crescimento e desenvolvimento dos insetos. Atuam no desenvolvimento fisiológico e morfológico durante os processos de metamorfose e muda, impedindo a emergência de adultos (CHAMBERLAIN, 1975; GRAFF, 1993). Por agirem diretamente no sistema hormonal dos insetos, são considerados mais seletivos e específicos do que os

inseticidas convencionais, e assim apresentam-se como alternativa em programas de controle de vetores e no manejo da resistência a inseticidas convencionais (MULLA, 1995). Se utilizados nas doses recomendadas, não são tóxicos aos mamíferos e degradam facilmente no ambiente (WRIGHT, 1976). São considerados a “terceira geração de inseticidas” (WILLIAMS, 1967) e são divididos em diferentes classes, de acordo com seu modo de ação: análogos aos hormônios juvenis de insetos; inibidores da síntese de quitina e derivados do composto orgânico triazina que também interferem na muda e pupação, mas não diretamente na síntese de quitina (GRAFF, 1993). Podem ser administrados aos animais misturados à sua alimentação, juntamente com suplementos minerais, misturados à água e até mesmo como “bolus” de liberação lenta que são introduzidos diretamente no rúmen do animal. (CHAMBERLAIN, 1975; WINSLOW, 1992).

Diflubenzuron [1-(4-clorofenil)-3-(2,6-difluorbenzoil)-uréia] é um IGR da classe dos inibidores da síntese de quitina, representante das benzoilfeniluréias (BPU). Foi a primeira benzoilfeniluréia a ser usada comercialmente como agente controlador de insetos (GRAFF, 1993). Além de possuir ação ovicida, age também na fase larval. Larvas tratadas conseguem se desenvolver, mas falham na ecdise e não conseguem se libertar completamente da cutícula antiga, provavelmente devido à inibição na deposição de quitina, não conferindo a estabilidade necessária para que as mesmas se livrem dessa cutícula (GROSSCURT, 1978; MULLA, 1995). O crescimento e desenvolvimento de insetos são totalmente dependentes da capacidade dos mesmos de remodelarem estruturas quitinosas, para permitir a ecdise e também a regeneração da membrana peritrófica presente no epitélio do intestino médio que é extremamente importante para o processo de digestão de alimentos e proteção contra patógenos (CHAPMAN, 1982; MERZENDORFER; ZIMOCH, 2003).

O modo exato de ação de Diflubenzuron ainda não foi totalmente esclarecido, mas alguns estudos já demonstraram que este IGR previne a deposição de glucose na endocutícula dos insetos (WRIGHT, 1976), a incorporação de ¹⁴C-glucosamina na molécula da quitina (SOWA; MARKS, 1975) e influencia a produção de ecdisteróides, hormônios responsáveis pela regulação da síntese de quitina (MERZENDORFER, ZIMOCH, 2003), eventos cruciais para a formação do exoesqueleto de quitina dos insetos (CHAPMAN, 1982).

Diflubenzuron administrado oralmente a bovinos na concentração de 10mg/kg de massa corporal é quase totalmente excretado na urina e fezes dos mesmos e o principal metabólito secretado é Diflubenzuron não metabolizado (IVIE, 1978). Miller e colaboradores (1976) demonstraram que a meia vida de Diflubenzuron nas fezes de gado tratado oralmente, na concentração de 0,25mg/kg de massa corporal, expostas no ambiente, é de quatro a cinco dias,

havendo um decréscimo, descrito por uma curva hiperbólica, de 5 ppm de Diflubenzuron nas fezes no primeiro dia pós-tratamento para aproximadamente 1 ppm de Diflubenzuron no quadragésimo dia pós-tratamento. Ivie (1978) e Miller e colaboradores (1976), nestes mesmos estudos ainda demonstraram que Diflubenzuron e seus metabólitos possuem pouca tendência de secreção no leite ou retenção no corpo dos bovinos, como foi evidenciado pelo mínimo de resíduos nos tecidos e no leite dos animais tratados.

Diflubenzuron é comprovadamente eficaz contra *H. irritans*. Segundo Hopkins e Chamberlain (1975), a exposição de ovos, larvas e pupas de *H. irritans* à fezes oriundas de gado tratado com este IGR, misturado na água na concentração de 5 ppm, foi letal às formas expostas, principalmente às larvas de terceiro estágio. Kunz e colaboradores (1976), em experimentos realizados em laboratório, demonstraram que Diflubenzuron utilizado em sacos impregnados nas concentrações de 0,05% e 0,10%, reduziu a produção de ovos pelos adultos de *H. irritans* em 82% e 100%, respectivamente. No campo, as concentrações de 0,5% e 1,0%, também aplicadas em forma de sacos impregnados, foram efetivas, eliminando a ocorrência dos adultos. Segundo Kunz e Bay (1977), adultos da mosca-dos-chifres coletados de bovinos tratados com Diflubenzuron aspergido na concentração de 1,0%, não tiveram sua fecundidade e longevidade afetadas. Entretanto, no mesmo estudo, estes autores notaram que as concentrações de 1,5 e 1,0% reduziram a eclosão de ovos desta mosca e as larvas que conseguiram eclodir, não se desenvolveram até pupa, quando as moscas adultas foram criadas diretamente em contato com Diflubenzuron. Fincher (1991), trabalhando com fezes de bovinos tratados com “bolus” de liberação lenta na concentração de 9,5%, observou redução na emergência dos ovos desta mosca em 82,9 a 100%, quando comparado ao grupo controle. Segundo um estudo realizado por Silva e Mendes (2002) em Uberlândia/MG, Diflubenzuron na concentração de 50 ppb foi letal para 100% das larvas de *H. irritans*, quando aplicado diretamente nas fezes.

Methoprene [isopropil (E,E)-11-methoxy-3,7,11,-trimethyl-2,4- dodecadienoato], outro representante dos IGRs, pertence à classe dos análogos sintéticos ao hormônio juvenil dos insetos. Interfere no processo de desenvolvimento do inseto, impedindo-o de completar o ciclo-de-vida e atingir a fase adulta. Não provoca uma mortalidade rápida nas larvas expostas. As larvas conseguem sobreviver, mas morrem no estágio de pupa ou durante o processo de emergência dos imagos (GORDON; BURFORD, 1984; MULLA, 1995). A atuação dos análogos ao hormônio juvenil como Methoprene, acontece principalmente durante um período de maior susceptibilidade larval, chamado “janela de susceptibilidade” (MULLA, 1995, WILSON, 2004), descrito como o momento em que o hormônio juvenil ou seu análogo, está

presente quando o inseto não necessita do mesmo, impedindo a metamorfose e resultando em conseqüências como interrupção do desenvolvimento dada sua toxicidade (WILSON, 2004). A característica e magnitude da resposta são diferentes para cada espécie, mas geralmente o último estágio larval, ninfa ou pupa, é o mais afetado (STALL, 1975; GINGRICH; HOPKINS, 1976; PHONCHEVIN et al., 1985; LAN; GRIER, 2004).

Seu exato modo de ação ainda não foi completamente elucidado, mas acredita-se que ele interfira na lise e reabsorção da endocutícula antiga, impedindo a síntese e deposição de uma nova e bem estruturada cutícula pelas células epidérmicas (TUNAZ; UYGUN, 2004). Além disso, interfere na ação da ecdisona, hormônio essencial para a metamorfose e muda dos insetos (WILSON, 2004). Os hormônios juvenis que são naturalmente produzidos pelos insetos previnem o processo precoce de muda do estágio larval para o estágio pupal, além de serem responsáveis pela indução da vitelogênese no estágio adulto. Logo, qualquer distúrbio no balanço normal de hormônios, como a presença dos análogos sintéticos de hormônios juvenis, pode causar uma desordem no crescimento e desenvolvimento dos mesmos, com uma conseqüente ação no processo reprodutivo (HOFFMAN; LORENZ, 1998). Efeitos subletais do uso de Methoprene incluem morfologia e desenvolvimento anormais, fertilidade reduzida, alterações na produção de feromônios e padrões alterados de comportamento (GLARE; O' CALLAGHAN, 1999).

A maior parte de Methoprene administrado oralmente para bovinos é excretada nas fezes e urina no decorrer de quatro semanas de tratamento. Nas fezes, o principal metabólito encontrado foi Methoprene não degradado e na urina foram encontrados diversos metabólitos primários livres e compostos polares. Os picos de excreção tanto nas fezes, quanto na urina, ocorreram no segundo dia pós-tratamento (CHAMBERLAIN et al., 1975). Segundo estudo de Quistad e colaboradores (1975), o metabolismo de Methoprene administrado oralmente à vacas leiteiras, não produziu metabólitos primários no leite.

Harris e colaboradores (1974) observaram que Methoprene, quando misturado em blocos de mineral a 0,94, 0,12 e 0,01%, inibe o desenvolvimento das mosca-dos-chifres no campo e em laboratório. Gingrich e Hopkins (1976), em laboratório, misturaram uma solução de Methoprene a 0,2 ppm diretamente nas fezes bovinas e ofereceram estas fezes como substrato de alimentação para larvas de primeiro, segundo, terceiro estádios e pupas de *H. irritans*, perceberam que as larvas de terceiro estágio foram as mais afetadas e não conseguiram se desenvolver até o estágio adulto. Fincher (1991) testou "bolus" de liberação lenta de Methoprene a 3% e obteve redução na emergência de *H. irritans* em 37,5% - 99,4% durante as primeiras 25 semanas de tratamento e 8,3% na 27^a semana de tratamento. Scott e

colaboradores (1995) demonstraram que Methoprene adicionado ao sal mineral, numa concentração final de 0,02%, foi eficaz no controle de *H. irritans* em bovinos e manteve baixos níveis de infestação durante quatro meses. Methoprene possui, então, ação comprovada contra a mosca-dos-chifres.

Além do controle químico de *H. irritans* há também o controle biológico ou natural que é feito direto ou indiretamente por artrópodes que compõem a fauna associada às fezes bovinas. O controle direto é feito por predadores como os stafilinídeos e histerídeos (Coleoptera) e parasitóides como os microhimenópteros e Aleocharinae (Coleoptera: Staphylinidae) (ROTH; FINCHER; SUMMERLAIN, 1983; DOUBE, 1986; FAY; MACQUEEN; DOUBE, 1990; KOLLER et al., 1999). Já os besouros coprófagos são exemplos de insetos que agem indiretamente sobre as moscas, pois sua ação de enterrar as massas fecais e/ou desestruturá-las atua no controle de ecto e endoparasitos de bovinos, especialmente nematóides e dípteros, pela destruição de seu hábitat. Contribui também na reciclagem de nutrientes, estrutura, aeração e limpeza do solo, evitando que ocorra grande acúmulo de fezes no pasto e diminua o espaço de alimentação do gado (DOUBE; MACQUEEN; FAY, 1988; ROTH, 1989; MIRANDA; SANTOS; BIANCHIN, 1998; MIRANDA; SANTOS; BIANCHIN, 2000; BERTONE, 2004). O enterrio de massas fecais por estes besouros ocorre com maior eficiência durante o período chuvoso e a desestruturação ou incorporação das fezes é mais intensa em massas fecais frescas, nas quais também ocorre o desenvolvimento das larvas da mosca-dos-chifres (RODRIGUES, 1985; DOUBE, 1990; FLECHTMANN; RODRIGUES; COUTO, 1995).

Dentre os coleópteros controladores da mosca-dos-chifres, encontra-se *Digitonthophagus gazella* (Fabricius: 1787) (Coleoptera: Scarabaeidae) que é um besouro originário da África e foi importado dos Estados Unidos para o Brasil pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). A introdução desta espécie no país foi uma iniciativa ligada ao programa integrado de controle da mosca-dos-chifres (NASCIMENTO; BIANCHIN; HONER, 1990). A partir de 1990, este besouro foi liberado a campo em diversas áreas e estima-se atualmente que ele esteja presente na maioria dos estados brasileiros. Segundo estudos de Blume e colaboradores (1973), o número e tamanho de *H. irritans* emergidas de fezes bovinas nas quais *D. gazella* também foi criado foram reduzidos. Bryan (1973) demonstrou a redução no número de larvas e de helmintos recolhidos de amostras de esterco como resultado da ação de *D. gazella*.

Este coleóptero possui hábitos crepusculares ou noturnos, cavando galerias ramificadas abaixo ou ao lado do bolo fecal recém defecado (ROTH; FINCHER; SUMMERLAIN, 1983; FLECHTMANN; RODRIGUES; COUTO, 1995; KOLLER et al, 1999). É um paracoprídeo que faz pêras modeladas de dois tipos: menores, que são de alimentação e contém apenas esterco fresco e um revestimento endurecido e maiores, para o desenvolvimento da prole, contendo uma câmara interna revestida de esterco endurecido, dentro da qual é colocado um ovo (DOUBE, 1990). Nesta espécie existe dimorfismo sexual evidente: as tíbias anteriores das fêmeas são mais curtas e largas do que as dos machos e o corpo das fêmeas é mais robusto. O pronoto das fêmeas apresenta duas pequenas protuberâncias que não aparecem nos machos. Estes, por sua vez, apresentam cabeça armada com um par de cornos curvos, de comprimento variável, sendo proporcional ao tamanho do exemplar (COOK, 1987). Esta espécie apresenta um ciclo de vida curto, é muito prolífera, apresenta várias gerações ao longo do ano e é de fácil manutenção em laboratório (BLUME; AGA, 1975; MARTINS; CONTEL, 1997) o que a torna um modelo experimental adequado para se avaliar os efeitos de inseticidas sobre a entomofauna não-alvo.

As drogas veterinárias são recursos necessários para o controle de ecto e endoparasitos. O mesmo deve ser dito em relação à fauna coprófaga que tem um importante papel no processamento das fezes, degradação, ciclagem dos nutrientes e higienização das pastagens. Em anos recentes, evidências acumuladas sugerem que drogas veterinárias mais potentes e com espectro de ação mais amplo agem também sobre os demais membros da comunidade associada às fezes bovinas, como besouros e moscas coprófagos (WARDHAUG, 2005). Como a maioria das drogas antiparasitárias é excretada nas fezes dos animais tratados, tem havido interesse no estudo de seus efeitos sobre organismos que se alimentam e/ou desenvolvem nos excrementos dos animais, pois o amplo espectro de ação das drogas antiparasitárias pode causar impacto de relevância ecológica e econômica na fauna não alvo.

Em anos recentes, evidências acumuladas sugerem que drogas veterinárias mais potentes e com espectro de ação mais amplo agem também sobre os demais membros da comunidade associada às fezes bovinas, como besouros e moscas coprófagos (WARDHAUG, 2005). Como a maioria das drogas antiparasitárias é excretada nas fezes dos animais tratados, tem havido interesse no estudo de seus efeitos sobre organismos que se alimentam e/ou desenvolvem nos excrementos dos animais, pois o amplo espectro de ação das drogas antiparasitárias pode causar impacto de relevância ecológica e econômica na fauna não alvo.

Embora já exista um considerável número de trabalhos demonstrando a eficiência de IGRs no controle de pragas como culicídeos *Culex* spp., *Aedes* spp. e *Anopheles* spp.

(PHONCHEVIN et al., 1985; BARUAH; DAS, 1996; MARTINS; SILVA, 2004; BATRA, et al., 2005), moscas simbovinas *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus: 1758), *Musca autumnalis* De Geer, além de *H. irritans* (WRIGHT; CAMPBELL; HESTER, 1973; MILLER; UEBEL, 1973) e pulgas, *Ctenocephalides felis* (Siphonaptera: Pulicidae) (MOSER; KOEHLER; PATTERSON, 1992), ainda há poucas informações sobre a ação destes produtos na artropodofauna não-alvo das fezes bovinas (FLOATE et al., 2005; WARDHAUGH, 2005). Particularmente no Brasil, com exceção do trabalho de Ciociola Junior (2006), não há registros de estudos abordando o efeito de IGRs na fauna não-alvo de fezes bovinas em pastagens.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

- Verificar a susceptibilidade de *Digitonthophagus gazella* aos IGRs Diflubenzuron e Methoprene.

2.2 Objetivos específicos:

- Verificar a susceptibilidade de besouros, expostos enquanto adultos, aos IGRs Diflubenzuron e Methoprene.
- Mensurar o efeito dos IGRs na produção de descendentes de *D. gazella* e na duração de seu ciclo de desenvolvimento.
- Determinar a susceptibilidade de imaturos originários de adultos tratados com os IGRs.
- Comparar a razão sexual dos descendentes tratados e não tratados com estes IGRs.
- Analisar, segundo os critérios da IOBC (International Organization For Biological Control – IOBC, 2005), a seletividade dos IGRs para o coleóptero *D. gazella*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Período de realização dos experimentos

Os experimentos foram realizados entre os meses de abril/2005 e dezembro/2006.

3.2 Locais de realização dos experimentos

Os experimentos foram realizados em uma baia no Hospital Veterinário, Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG. A exposição dos besouros ao Diflubenzuron na concentração de 0,2 ppm foi realizada no laboratório de Entomologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) situada em Uberaba, Minas Gerais.

Os substratos de criação foram preparados no Laboratório de Entomologia da Disciplina de Parasitologia da Área de Imunologia, Microbiologia e Parasitologia, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e no Laboratório de Entomologia da EPAMIG.

3.3 Preparação dos meios de criação

Para realização dos experimentos, foram recolhidas fezes bovinas recém defecadas de animais que não recebiam nenhum tratamento para o controle de ecto ou endoparasitos. Estas fezes eram levadas para os Laboratórios de Entomologia da Universidade Federal de Uberlândia ou da EPAMIG, onde eram preparados os meios de criação dos besouros.

Uma solução estoque de Diflubenzuron foi preparada a partir da dissolução de 100 mg de Diflubenzuron a 25% de ingrediente ativo (i.a.) (Difly[®]) (Champion Farmoquímico Ltda.) em 250 mL de acetona PA. Em seguida, 18 mL desta solução foram adicionados e misturados por 15 minutos a 1,8 Kg de fezes acondicionadas em uma bacia plástica (40 cm x 12 cm) resultando em um meio com uma parte por milhão (1 ppm) de Diflubenzuron. Este meio foi utilizado como fonte de alimento e criação de um dos grupos tratados de besouros. Para os experimentos com as concentrações 0,5 ppm e 0,2 ppm de Diflubenzuron, foram misturados, respectivamente, à 1,8 Kg de fezes bovinas, 9,0 e 3,6 mL da solução estoque.

Procedimentos similares aos utilizados na preparação dos meios de criação dos besouros contendo Diflubenzuron foram utilizados nos experimentos com Methoprene. Inicialmente foi

preparada uma solução estoque a partir da dissolução de 40 mg de Methoprene a 1,5% (i.a.) (Altosid XR-G[®]) (Novartis Saúde Animal Ltda.) em 120 mL de acetona P.A.. Em seguida, 40 mL desta solução foram adicionados a 1,0 Kg de fezes acondicionadas em uma bacia plástica, com as mesmas dimensões daquela utilizada nos experimentos com Diflubenzuron, resultando em um meio com 0,2 ppm de Methoprene, o qual foi utilizado como meio de alimentação e criação do segundo grupo tratado de besouros.

O substrato utilizado para alimentação e criação do grupo controle era preparado a partir da adição e mistura de alíquotas de acetona proporcionais àsquelas presentes nas soluções estoques dos IGRs e adicionadas nos grupos experimentais. Todos os meios ficaram em repouso em temperatura ambiente em média por 12 horas, para evaporação da acetona, antes de serem oferecidos aos besouros.

3.4 Origem dos besouros, montagem, monitoramento e manutenção dos experimentos

Os besouros utilizados nos experimentos foram obtidos da colônia da EPAMIG de Uberaba, MG.

Baldes plásticos, com capacidade de 15L cada, foram preenchidos até 10 cm da borda com terra previamente peneirada e umedecida. As amostras de terra foram obtidas na Fazenda do Glória pertencente à Universidade Federal de Uberlândia para os experimentos realizados em Uberlândia e na fazenda experimental da EPAMIG, para os experimentos realizados em Uberaba.

Em quase todos os experimentos realizados foram utilizados, no mínimo, 10 baldes para cada grupo: tratados e não-tratados. Nos experimentos em que o número de grupos tratados e não tratados dependeu da prole oriunda de coleópteros tratados durante todo seu ciclo de vida, o número de baldes dos grupos tratados e controles variou de seis a oito. Cada balde recebia quatro casais de besouros e era individualmente coberto com organza, presa às suas bordas com elásticos ou tampas plásticas teladas, após os besouros receberem seus respectivos substratos de alimentação. Em cada um dos baldes dos grupos tratados eram inicialmente colocados 200 g de fezes contendo a concentração do IGR a ser testada. Os baldes do grupo não tratado recebiam a mesma quantidade de fezes, mas sem IGRs.

A disponibilidade de fezes nos baldes e a umidade da terra e do ambiente eram monitoradas diariamente. Quando necessário, água era pulverizada sobre a terra contida nos baldes para restabelecer a umidade inicial. A temperatura e umidade do ambiente foram

monitoradas com auxílio de um termohigrômetro. Nos dias e/ou noites com temperaturas mais baixas, um aquecedor era ligado para evitar grandes e bruscas oscilações de temperatura.

3.5 Rotina de manutenção e recuperação dos coleópteros expostos aos IGRs enquanto adultos (F0)

Durante 10 dias consecutivos, sempre que necessário, fezes “ad libitum” eram adicionadas aos baldes, respeitando sempre o tipo de substrato que devia ser colocado nos respectivos grupos. No décimo primeiro dia, as fezes remanescentes eram retiradas dos baldes e armadilhas do tipo “pitfall”, constituídas de copos plásticos com capacidade de 100mL, eram enterradas até suas bordas na terra presente nestes baldes e fezes frescas eram colocadas diariamente dentro destas armadilhas para a captura dos adultos presentes. A captura dos besouros adultos (F0) ocorria por cinco dias, durante os quais havia verificação diária das armadilhas, troca das fezes e manutenção da umidade da terra. As fezes usadas no período de recuperação dos adultos não continham nenhuma solução misturada às mesmas. Os adultos recuperados foram triados e identificados para posteriores análises.

3.6 Coleta da prole (F1) obtida na criação exposta a diferentes concentrações dos IGRs

Após os cinco dias de recuperação dos adultos (F0), as fezes presentes nas armadilhas eram retiradas e não repostas por um período de 15 dias. A partir de então, fezes eram novamente colocadas nas armadilhas e trocadas diariamente com o objetivo de coletar a prole adulta originária dos besouros mantidos inicialmente nos baldes. Após 15 dias de coletas diárias da prole, a terra de cada balde era retirada e peneirada com o intuito de se encontrar besouros ou pêras contendo larvas ou pupas remanescentes.

3.7 Duração do ciclo de vida

A duração do ciclo de vida dos besouros foi monitorada e comparada entre os grupos controles e tratados. Para isso, consideraram-se os tempos gastos desde o acasalamento dos casais de adultos nos baldes até a total recuperação das proles.

3.8 Verificação da sobrevivência e produção de descendentes por coleópteros expostos ao Methoprene durante todo o seu ciclo de vida

Para o IGR Methoprene foi realizado um experimento adicional seguindo a mesma metodologia anteriormente descrita, no qual parte da prole, oriunda dos primeiros adultos expostos, foi exposta novamente ao IGR na concentração de 0,2 ppm e outra parte não foi exposta. Desta exposição originou-se uma segunda geração de besouros (F2). Neste ensaio, o grupo não tratado constituiu-se de besouros que não receberam tratamento durante todo o seu desenvolvimento, o grupo tratado 1 constituiu-se de besouros que receberam tratamento com Methoprene a 0,2 ppm somente enquanto imaturos e o grupo tratado 2 constituiu-se de besouros que receberam tratamento com o IGR Methoprene a 0,2 ppm durante todo o seu ciclo de desenvolvimento.

3.9 Organização e análise dos dados obtidos

O número de adultos e proles recuperados em todos os experimentos e o tempo de desenvolvimento das proles foram tabulados e inicialmente analisados quanto ao ajuste à distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Em seguida, foram comparados utilizando os testes de Kruskal-Wallis ou ANOVA. O teste “a posteriori” de Tukey foi aplicado nos casos em que mais de dois grupos foram comparados e os resultados das análises de variância foram significativos. Adotou-se o nível de significância de 0,05 para todas as análises. Os testes foram feitos com o auxílio do Software SYSTAT 11.0.

Os dados também foram analisados pelos critérios da escala de seletividade da IOBC (2005). Segundo a escala de seletividade desta organização, o inseticida que causar redução de menos de 30% na produção de descendentes por insetos adultos que tenham sido expostos ao mesmo, em laboratório, é considerado um produto inócuo (1); já aquele que causar redução de 30 a 79% é considerado um produto pouco nocivo (2); aquele que causar uma redução de 80% a 99% é considerado um produto moderadamente nocivo (3) e o produto que causar mais de 99% de redução na produção de descendentes é considerado um produto nocivo ao inseto (4).

4 RESULTADOS

Os experimentos foram realizados entre os meses de abril/2005 e dezembro/2006 e a média das temperaturas dos locais no período de realização dos experimentos foi de 27,6°C (DP = \pm 6,8°C) enquanto a média da umidade foi 56% (DP = \pm 22%) (Anexo 1).

Nas análises preliminares dos dados, somente os dados da prole (F1) recuperada no experimento com Methoprene (0,2 ppm) se ajustaram à distribuição normal (Tabela 1). Assim, testes paramétricos foram utilizados somente para as análises destes resultados e não paramétricos para os demais.

Tabela 1 - Resultados dos testes de ajuste dos dados à distribuição normal.

IGR		Kolmogorov-Smirnov	
		D _{máx.}	p
Diflubenzuron	Adultos Recuperados (F0)	0,166474	< 0,001
	Prole Recuperada (F1)	0,272780	< 0,001
	Tempo de Desenvolvimento da Prole	0.180358	< 0,001
Methoprene	Adultos Recuperados (F0)	0,300811	< 0,001
	Prole Recuperada (F1)	0,122620	= 0,131
	Tempo de Desenvolvimento da Prole	0.196289	< 0,001
	Adultos Recuperados (F1)	0,204751	< 0,001
	Prole Recuperada (F2)	0,334937	< 0,001
	Tempo de Desenvolvimento da prole	0.188695	< 0,001

Não houve diferença estatisticamente significativa na sobrevivência dos grupos tratados com as três diferentes concentrações de Diflubenzuron em relação ao grupo não tratado (H = 5,602; 3; p = 0,133) (Tabela 2). Logo, a exposição dos besouros adultos às concentrações testadas do IGR não afetou a sobrevivência dos mesmos.

Tabela 2 - Sobrevivência de adultos (F0) de *D. gazella* expostos ao IGR Diflubenzuron nas concentrações de 1, 0,5 e 0,2 ppm em Uberlândia e Uberaba, MG.

Grupo	Nº de Baldes	Nº Inicial de Besouros	Total de Adultos Recuperados	Proporção de Recuperação
Controle	32	256	143	0,56 ^a
Diflubenzuron 1ppm	10	80	50	0,62 ^a
Diflubenzuron 0,5ppm	12	96	62	0,64 ^a
Diflubenzuron 0,2ppm	10	80	37	0,46 ^a

Obs.: Totais acompanhados com a mesma letra não são diferentes ao nível de 5% de significância pelo teste de Kruskal-Wallis; ppm=partes por milhão.

Embora as três concentrações testadas de Diflubenzuron não tenham afetado a sobrevivência de adultos expostos no período de acasalamento e oviposição, a produção de descendentes (F1) foi significativamente afetada. Diferenças estatisticamente significativas foram observadas entre o número de descendentes obtidos (F1) no grupo não tratado e todos os grupos tratados (Diflubenzuron a 1, 0,5 e 0,2 ppm) (Q = 3,914, 4, p < 0,001; Q = 4,49, 4, p < 0,001; Q = 3,67, 4, p < 0,001) (Tabela 3).

Tabela 3 - Produção de descendentes (F1) por adultos de *D. gazella* (F0) expostos ao IGR Diflubenzuron nas concentrações de 1, 0,5, 0,2 ppm em Uberlândia e Uberaba, MG.

Grupo	Nº de Baldes	Prole Obtida		
		♂ (*)	♀ (*)	Total (**)
Controle	32	220 (0,43)	291 (0,57) ^y	511 ^a (1)
Diflubenzuron 1ppm	10	3 (0,21)	11 (0,79) ^y	14 ^b (0,08)
Diflubenzuron 0,5ppm	12	4 (0,50)	4 (0,50) ^y	8 ^b (0,07)
Diflubenzuron 0,2ppm	10	4 (0,27)	11 (0,73) ^y	15 ^b (0,09)

Obs.: Totais acompanhados com a mesma letra não são diferentes ao nível de 5% de significância pelo teste “a posteriori” de Tukey; ppm= partes por milhão; (*): Proporção de prole obtida; (**): Proporção de prole obtida em relação ao grupo controle.

Ao final dos 45 dias, desde o acasalamento dos besouros até a total recuperação da prole, todos os baldes dos grupos tratados e não tratados foram peneirados e triados. Em nenhum dos experimentos foram encontradas larvas ou pupas viáveis no decorrer da triagem final.

Diflubenzuron nas concentrações de 1 e 0,5 ppm afetou a duração do ciclo de vida dos besouros, cujos períodos médios de duração do ciclo de vida foram 44, 33 e 39 dias para os grupos tratados com Diflubenzuron a 1, 0,5 e 0,2 ppm, respectivamente e de 38 dias para o grupo não tratado. Os besouros do grupo tratado com Diflubenzuron a 1 ppm demoraram mais tempo para emergir do que os besouros do grupo controle ($Q = 3,23; 4; p < 0,01$). Por outro lado, os besouros do grupo tratado com o IGR na concentração de 0,5 ppm demoraram menos tempo para emergir do que os besouros do grupo controle ($Q = 3,43; 4; p < 0,01$). Os tempos de duração dos ciclos dos grupos tratados com Diflubenzuron a 0,2 ppm e controle, não diferiram estatisticamente ($Q = 1,69; 4; p > 0,05$) (Figura 1).

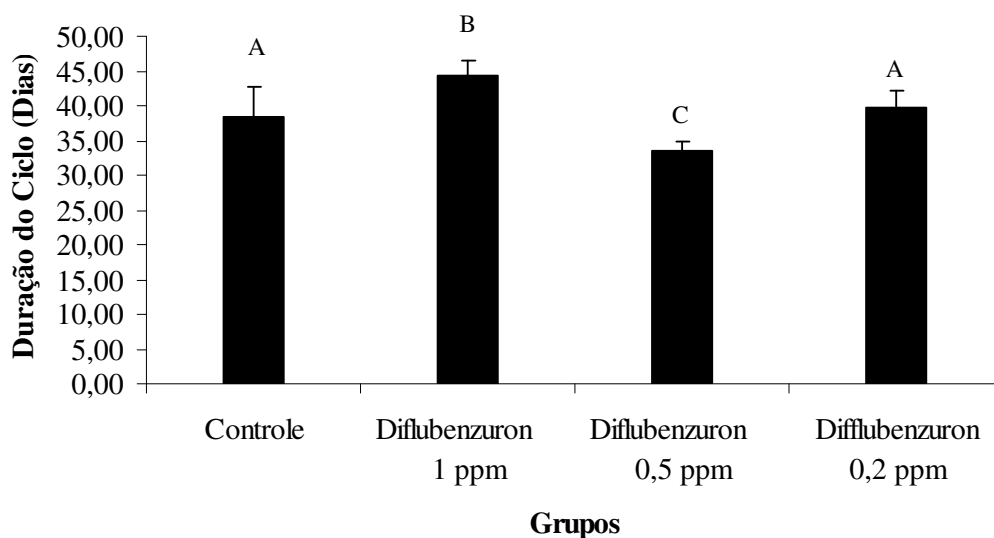


Figura 1 - Duração do ciclo de vida de besouros expostos ao Diflubenzuron (1, 0,5 e 0,2 ppm) desde o acasalamento até a emergência de adultos (F1), em Uberlândia e Uberaba, MG. Totais acompanhados com a mesma letra não são diferentes ao nível de 5% de significância pelo teste “a posteriori” de Tukey. As barras acima das colunas referem-se aos desvios padrões; ppm = partes por milhão.

Não se observou diferença significativa entre as proporções de besouros adultos (F0) recuperados nos grupos não tratado e tratado com Methoprene a 0,2 ppm ($H = 2,916; 1; p = 0,088$) (Tabela 4). Os resultados indicam que este IGR também não afetou a sobrevivência de besouros expostos a ele enquanto adultos.

Tabela 4 - Sobrevivência de adultos (F0) de *D. gazella* expostos ao Methoprene (0,2 ppm) em Uberlândia, MG.

Grupo	Nº de Baldes	Nº Inicial de Besouros	Total de Adultos Recuperados	Proporção de Recuperação
Controle	10	80	50	0,62
Methoprene 0,2ppm	10	80	44	0,55

Obs.: Totais acompanhados com a mesma letra não são diferentes ao nível de 5% de significância pelo teste de Kruskal-Wallis; ppm= partes por milhão.

Methoprene a 0,2 ppm alterou a produção da primeira geração de descendentes. Segundo a ANOVA, houve diferença significativa entre o número de prole coletada no grupo tratado e não tratado ($F = 13,904$; 1; $p < 0,001$) (Tabela 5).

Tabela 5 - Produção de descendentes (F1) por *D. gazella* (F0) expostos ao Methoprene (0,2 ppm) em Uberlândia, MG.

Grupo	Nº de Baldes	Prole Obtida		
		♂ (*)	♀ (*)	Total (**)
Controle	10	118 (0,37)	203 (0,63) ^y	321 ^a (1)
Methoprene 0,2ppm	10	53 (0,41)	76 (0,59) ^y	129 ^b (0,39)

Obs.: Totais acompanhados com letras diferentes são diferentes ao nível de 5% de significância pela ANOVA; ppm= partes por milhão; (*): Proporção de prole obtida; (**): Proporção de prole obtida em relação ao grupo controle.

No experimento adicional realizado com Methoprene, não se encontrou diferença significativa entre o número de besouros adultos (F1) coletados nos grupos controle, tratado 1 e tratado 2 ($H = 2,316$; 2; $p = 0,314$) (Tabela 6). Os resultados indicam que este IGR não influenciou a sobrevivência dos besouros adultos, independentemente dos mesmos terem sido anteriormente expostos ou não ao IGR, durante o seu desenvolvimento.

Tabela 6 - Sobrevivência de adultos (F1) de *D. gazella* expostos ao Methoprene (0,2 ppm) em Uberlândia, MG.

Grupo	Nº de Baldes	Nº Inicial de Besouros	Total de Adultos Recuperados	Proporção de Recuperação
Controle	8	64	29	0,45 ^a
Tratado 1	6	48	26	0,54 ^a
Tratado 2	6	48	21	0,44 ^a

Obs.: Totais acompanhados com a mesma letra não são diferentes ao nível de 5% de significância pelo teste de Kruskal-Wallis; ppm= partes por milhão.

Diferentemente dos resultados obtidos na primeira geração, o IGR não afetou significativamente a sobrevivência da segunda geração de prole (F2) ($H = 0,521$; 2; $p = 0,771$) (Tabela 7).

Tabela 7 - Produção de descendentes (F2) por adultos de *D. gazella* (F1) expostos ao Methoprene (0,2 ppm) em Uberlândia, MG.

Grupo	Nº de Baldes	Prole Obtida		
		♂ (*)	♀ (*)	Total (**)
Controle	8	12 (0,35)	22 (0,65) ^y	34 ^a (1)
Tratado 1	6	3 (0,38)	5 (0,62) ^y	8 ^a (0,31)
Tratado 2	6	2 (0,20)	8 (0,80) ^y	10 ^a (0,39)

Obs.: Totais acompanhados com a mesma letra não são diferentes ao nível de 5% de significância pelo teste de Kruskal-Wallis; ppm= partes por milhão; (*): Proporção de prole obtida; (**): Proporção de prole obtida em relação ao grupo controle.

A duração média do ciclo de vida em ambos os grupos, tratados e não tratados com Methoprene a 0,2 ppm, foi de 40 dias e estes não apresentaram diferenças entre si ($H = 0,446$; 1; $p=0,504$). No entanto, no ensaio adicional realizado com o IGR, no qual se obteve a segunda geração de besouros (F2), os tempos de duração do ciclo foram, respectivamente, 35, 38, e 40 dias para os grupos controle, tratado 1 e tratado 2. Estes dados apresentaram diferenças significativas entre o grupo controle e os dois grupos tratados ($Q = 2,64$, 3, $p<0,05$; $Q = 4,00$, 3, $p< 0,01$) (Figura 2).

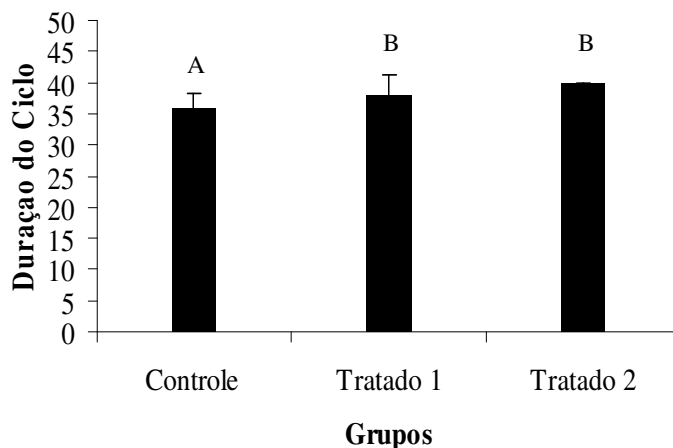


Figura 2 - Duração do ciclo de vida de besouros expostos ao Methoprene (0,2 ppm) desde o acasalamento (F1) até a emergência de adultos (F2), em Uberlândia, MG. Totais acompanhados com diferentes letras diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo “a posteriori” de Tukey. As barras acima das colunas referem-se aos desvios padrões.

As proles obtidas em todos os grupos apresentaram uma maior proporção de fêmeas e não houve diferença estatisticamente significativa entre as razões sexuais dos grupos tratados e seus respectivos grupos controles nos experimentos realizados com todas as concentrações e IGRs ($H = 0,974$, 1, $p = 0,324$; $H = 3,496$, 1, $p = 0,062$; $H = 2,452$; 1; $p = 0,117$) (Tabelas 3, 5 e 7).

Diflubenzuron a 1, 0,5 e 0,2 ppm causou mais de 90% de redução na produção de prole em todos os grupos tratados com o IGR. Resultados que, segundo a escala de seletividade da IOBC, classificam estas concentrações como moderadamente nocivas para *Digitonthophagus gazella* (Tabela 3). Já a concentração de 0,2 ppm de Methoprene seria considerada pouco nociva ao besouro, pois causou redução de 61% na primeira geração de prole obtida (Tabela 5) e de menos de 70% na segunda geração (Tabela 7).

5 DISCUSSÃO

Todas as concentrações testadas de Diflubenzuron não tiveram influência na sobrevivência dos adultos de *D. gazella*, mas alteraram significativamente o seu sucesso reprodutivo. Esta alteração pode ter ocorrido por uma ação do IGR na fecundidade/fertilidade destes adultos e/ou no desenvolvimento dos imaturos até adultos. No entanto, é mais provável que esta redução esteja ligada à ação do IGR durante os processos de muda e desenvolvimento dos imaturos, já que os inibidores da síntese de quitina interferem na síntese e/ou deposição de quitina no decorrer do desenvolvimento dos insetos (GROSSCURT, 1978; MULLA, 1995). A interferência na produção de quitina impede o inseto de se desenvolver normalmente retendo as larvas na cutícula precedente e não permitindo a ecdise completa, resultando na sua morte mesmo antes de chegarem ao estágio de pupa (MULLA, 1995; TUNAZ; UYGUN, 2004).

Pickens e Miller (1975) observaram efeito deletério de Diflubenzuron sobre diversos coleópteros presentes nas fezes bovinas. Ao administrarem este IGR a bovinos na concentração de 1 mg/Kg de massa corporal, suficiente para o controle de *Musca autumnalis* (Diptera: Muscidae), demonstraram que a quantidade do IGR excretada nas fezes foi suficiente para inibir o desenvolvimento de diversos insetos não-alvos como, *Hister abbreviatus* (Fabricius: 1775) (Coleoptera: Histeridae), *Sphaeridium* spp. (Coleoptera: Hydrophilidae), *Philontus* spp. (Coleoptera: Staphilynidae) e *Sargus curarius* (Linnaeus: 1758) (Diptera: Stratiomyidae). Fincher (1991) também demonstrou o efeito deste IGR na emergência de descendentes de duas espécies de besouros: *Sisyphus rubrus* (Paschalidis: 1974) (Coleoptera: Scarabaeidae) e *D. gazella*, criados em fezes de bovinos tratados com “bolus” de liberação lenta de 50 g com 9,5% de Diflubenzuron. Diflubenzuron também não teve efeito sobre a sobrevivência dos besouros adultos, mas foi eficiente no controle da mosca-dos-chifres (Fincher, 1991).

Estudos com *Rhyzopertha dominica* (Fabricius: 1787) (Coleoptera: Bostrichidae), uma praga de milho, trigo e arroz estocados, demonstraram que Diflubenzuron a 0,1 – 0,5 mg/Kg não afetou os adultos inicialmente expostos, mas impediu o desenvolvimento de sua prole (MIAN; MULLA, 1982; SAMSON et al., 1990). Desmächeller e Allen (1992) verificaram que *Sitophilus oryzae* e *Sitophilus granarius* (Linnaeus: 1758) (Coleoptera: Curculionidae) produziram poucos descendentes quando criados em trigo tratado com Diflubenzuron a 0,2 mg/Kg.

Blume e Aga (1975), criando *D. gazella* em laboratório, obtiveram uma média de 29,8 dias de desenvolvimento de ovo até adulto, enquanto Martins e Contel (1997) obtiveram média de 38,5 dias. Esta última média está bem próxima das encontradas no presente estudo. No entanto, mesmo todas as médias estando próximas às encontradas por estes autores, houve diferença no tempo de desenvolvimento entre os indivíduos do grupo controle e os dos grupos tratados com Diflubenzuron a 1 e 0,5 ppm. Não há registros na literatura consultada de alteração na duração do ciclo de vida de *D. gazella* por Diflubenzuron. Entretanto, este IGR causou alteração na duração do ciclo de vida de *Micromus tasmaniae* (Walker: 1860) (Neuroptera: Hemerobidae), inimigo natural de afídeos, coccídeos e lepidópteros pragas (RUMPF, FRAMPTON; DIETRICH, 1998), *Hyposoter didymator* (Thunberg) (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasitóide de larvas de lepidópteros (SCHNEIDER et al., 2003) e *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister: 1839) (Neuroptera: Crysopidae) (LIU; CHEN, 2000).

Blume e Aga (1975) ainda encontraram uma prole da qual 48,25% eram machos e 51,75% eram fêmeas e Martins e Contel (1997) obtiveram 50,8% de fêmeas. Estudo recentemente realizado em Uberaba/MG por Ciociola Júnior (2006) verificou que Diflubenzuron não alterou a razão sexual da prole oriunda de besouros alimentados com fezes de bovinos tratados com este IGR. Estes resultados corroboram com os do presente estudo, no qual não houve diferenças significativas nas razões sexuais entre os descendentes de todos os grupos, demonstrando que o IGR não interferiu na razão sexual deste besouro. Vale lembrar que há registros da interferência deste IGR na razão sexual de *M. tasmaniae* (RUMPF, FRAMPTON; DIETRICH, 1998) e *H. didymator* (SCHNEIDER et al., 2003).

Ciociola Junior (2006), ao oferecer a bovinos sal mineral contendo Diflubenzuron na proporção de 15g/30 Kg e posteriormente utilizar as fezes na manutenção de *D. gazella*, observou redução de 21% no número de descendentes produzidos pelo grupo mantido com fezes contendo o IGR. Segundo os critérios da IOBC (2005), produtos que causam mortalidade abaixo de 30% são considerados inócuos para a espécie em estudo. Segundo esses mesmos critérios, os resultados encontrados no presente estudo indicam que todas as concentrações testadas de Diflubenzuron são moderadamente nocivas para *D. gazella*. A menor redução na produção de descendentes observada por Ciociola Jr. (2006) parece dever-se à exposição dos besouros a concentrações do IGR menores que as aqui testadas. No estudo do autor acima, os bovinos tratados com Diflubenzuron estariam eliminando nas suas fezes, concentrações de Diflubenzuron abaixo de 0,2 ppm. Silva e Mendes (2002) demonstraram que Diflubenzuron misturado às fezes bovinas na concentração de 50 ppb (0,05 ppm) foi

100% letal para a mosca-dos-chifres. Logo, as concentrações aqui testadas são maiores que as verificadas por Silva e Mendes (2002) como eficientes para o controle da mosca-dos-chifres. A utilização de técnicas de detecção das concentrações deste IGR nas fezes de bovinos tratados conforme as prescrições do fabricante do produto comercial, elucidaria a suposição levantada acima.

A média das temperaturas do período em que foi realizado o presente estudo está bem próxima da temperatura de 28°C preconizada para criação de *Digitonthophagus gazella* em laboratório (NASCIMENTO; BIANCHIN; HONER, 1990; MARTINS; CONTEL, 1997). No entanto, quando se observa o desvio padrão desta temperatura verifica-se que, embora a utilização do aquecedor nos dias e noites mais frios tenha evitado variações bruscas, um controle mais acurado da temperatura durante o período de criação dos besouros teria contribuído para obtenção de melhores resultados quanto à duração do ciclo de vida e número de descendentes.

Methoprene a 0,2 ppm não interferiu na sobrevivência dos adultos de *D. gazella* (F0), mas alterou significativamente a produção de seus descendentes (F1). A ação de Methoprene também pode ser explicada pelo seu papel como agonista do hormônio juvenil, tornando-o capaz de mimetizar fielmente a ação deste hormônio (WILSON, 2004). A alteração na produção de descendentes pode ter ocorrido por uma ação do IGR na fertilidade destes adultos ou no desenvolvimento dos imaturos até adultos. Esta redução na produção de descendentes provavelmente está ligada à ação deste IGR sobre o desenvolvimento embrionário dos ovos e/ou retardamento do desenvolvimento das pupas, acarretando mortalidade dos imaturos (RIDDIFORD, 1970; STAAL, 1975, WILSON, 2004). A presença de Methoprene ou de qualquer outro análogo ao hormônio juvenil, quando a larva não requer este hormônio endógeno, interfere na regulação da metamorfose pela ecdisona, alterando o desenvolvimento e conseqüentemente resultando em morte da pupa ou do adulto durante o processo de emergência (MULLA, 1995; WILSON, 2004; LAN; GRIER, 2004). Também não se pode descartar a hipótese de um efeito direto do IGR sobre os adultos já que os análogos ao hormônio juvenil também podem interferir no comportamento reprodutivo, na produção de feromônios e oogênese dos insetos (TILLMAN et al, 1999; MOCZECK; NIJHOUT, 2002).

Methoprene não afetou a sobrevivência dos adultos do besouro (F1), independentemente dos mesmos terem sido expostos ou não ao IGR durante o estágio imaturo. Chama atenção o fato do IGR não ter interferido significativamente na produção de uma segunda geração de descendentes. No entanto, deve-se considerar que, em razão do baixo

número de descendentes obtidos em todos os grupos no experimento onde se obteve a segunda geração, estes resultados não deveriam ser considerados conclusivos. Deve-se ressaltar que Blume e colaboradores (1974), quando transferiram besouros que haviam sido tratados com Methoprene a 1 e 5 ppm para meios sem os IGRs, perceberam que os mesmos não sofreram nenhuma alteração em sua fecundidade. Resultados semelhantes também foram encontrados por Peleg (1983) para o coleóptero *Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus: 1758) (Coleoptera: Coccinellidae) e por Daglish e Pulvirenti (1998) para o coleóptero *R. dominica*.

Segundo Blume e colaboradores (1974), Methoprene misturado às fezes bovinas nas concentrações de 100, 10, 5 e 1 ppm, inibiu a eclosão de ovos de *D. gazella* em 100, 56, 33,3, e 8,7%, respectivamente. Em todas as concentrações testadas por estes autores, o efeito de Methoprene foi somente o de prevenir a eclosão dos ovos. A sobrevivência das larvas, pupas e adultos foi aparentemente normal nos tratamentos.

Pickens e Miller (1975) não notaram efeito de Methoprene em diversos insetos presentes nas fezes de bovinos tratados com este IGR a 2,5 mg/Kg de massa corporal. Esta concentração foi eficiente para o controle de *Musca autumnalis* De Geer (Diptera: Muscidae). Fincher (1991) também não notou diferença entre o número de pêras construídas, de adultos emergidos e de adultos sobreviventes de coleópteros das espécies *D. gazella* e *Sysiphus rubrus* criados com fezes provenientes de bovinos tratados com “bolus” de liberação lenta de 80 g contendo Methoprene a 3%, que se mostrou eficiente para o controle de mosca-dos-chifres.

Lastro (2006), nos EUA, realizou um experimento no qual expôs adultos de *Onthophagus taurus*, coleóptero também inimigo natural da mosca-dos-chifres, à fezes de bovinos tratados com Methoprene misturado à ração na concentração de 0,12%. Este IGR presente nas fezes dos bovinos e nas concentrações de 0,08 ppm e 0,45 ppm, não interferiu no número de pêras construídas e na sobrevivência da prole. Em estudos com *R. dominica*, o IGR não afetou a sobrevivência dos adultos, mas reduziu a fecundidade do coleóptero (MCGREGOR; KRAMER, 1975; MIAN; MULLA, 1982; SAMSON et al., 1990).

Methoprene a 0,2 ppm não afetou a duração do ciclo de vida da primeira geração de descendentes, mas alterou a duração da segunda geração obtida. Mais uma vez, aqui se deve considerar o baixo número de descendentes obtidos em todos os grupos e a conseqüente limitação dos resultados. Porém, Lastro (2006) não verificou interferência de Methoprene na duração do ciclo de vida da prole F1 de *O. taurus*. A interferência de Methoprene na duração do ciclo de vida de outros insetos já foi relatada por vários autores (FAGONEE, 1979; CAMPERO; HAYNES, 1990). O IGR Pyriproxifen, outro análogo ao hormônio juvenil dos

insetos, também interferiu na duração do ciclo de vida de *H. didiminator* (SCHNEIDER et al., 2003) e *Schistocerca gregaria* (Forsk.) (Orthoptera: Acrididae) (VENNARD et al., 1998).

Não há registros na literatura consultada de interferência de Methoprene na razão sexual de coleópteros, o que corrobora com os dados obtidos neste estudo. Entretanto, Roth (1989) constatou a interferência deste IGR na razão sexual de *Spalangia cameroni* (Perkins: 1910) (Hymenoptera: Pteromalidae), um parasitóide da mosca-dos-chifres.

Methoprene a 0,2 ppm é considerado efetivo no controle da mosca-dos-chifres (GINGRICH; HOPKINS, 1976). Também há registro da efetividade deste IGR a 0,08 ppm sobre a mosca (LASTRO, 2006), concentração bem menor que a testada aqui. Assim como no caso de Diflubenzuron, a realização de experimentos visando detectar as reais concentrações deste IGR eliminadas nas fezes de bovinos tratados com o produto comercial poderia indicar outras concentrações, inclusive mais baixas, a serem testadas em *D. gazella* e outras espécies não-alvos.

6 CONCLUSÕES

1. Diflubenzuron a 1, 0,5 e 0,2 ppm e Methoprene a 0,2 ppm, adicionados diretamente em fezes bovinas, não interferiram na sobrevivência de adultos de *Digitonthophagus gazella*, mas afetaram significativamente a produção de seus descendentes.
2. As concentrações de 1 e 0,5 ppm de Diflubenzuron interferiram na duração do ciclo de vida do besouro.
3. Ambos os IGRs não afetaram a razão sexual dos descendentes gerados.
4. Segundo os critérios da IOBC, enquanto ambos os produtos a 0,2 ppm seriam considerados pouco nocivos, as concentrações de 1 e 0,5 ppm de Diflubenzuron seriam consideradas moderadamente nocivas ao coleóptero.
5. São necessários testes adicionais que utilizem técnicas de detecção das concentrações destes IGRs excretadas nas fezes de bovinos tratados com os produtos comerciais e posterior utilização dessas concentrações em testes para verificação de suas ações em *D. gazella* e outras espécies não-alvos.

REFERÊNCIAS

- BARROS, A. T. M. Desenvolvimento de *Haematobia irritans* em massas fecais de bovinos mantidas em laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 217-221, 2002.
- BARROS, A. T. M.; OTTEA, J.; SANSON, D.; FOIL, L. D. Horn fly (Diptera: Muscidae) resistance to organophosphates insecticides, **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 96, n. 3, p. 243-256, 2001.
- BARROS, A. T. M.; GOMES, A.; ISMAEL, A. P. K.; KOLLER, W. W. Susceptibility to diazinon in populations of the horn fly, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae), in Central Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 97, n. 6, p. 1-3, 2002.
- BARUAH, I.; DAS, S. C. Evaluation of Methoprene (Altosid) and Diflubenzuron (Dimilin) for control of mosquito breeding in Tezpur (Assam). **Indian Journal of Malariology**, New Delhi, v. 33, n. 2, p. 61-66, 1996.
- BATRA, C. P.; MITTAL, P. K.; ADAK, T.; ANSARI, M. A. Efficacy of IGR compound Starcide 480 SC (Triflumuron) against mosquito larvae in clear and polluted water. **Journal of Vector Borne Diseases**, New Delhi, v. 42, p. 109-116, 2005
- BERTONE, M. A. **Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae and Geotrupidae) of North Carolina cattle pastures and their implications for pasture improvement**. 2004. 174p. Thesis (Master of Science) – Entomology Department, Graduate Faculty of North Carolina State University, North Carolina, 2004.
- BIANCHIN, I.; ALVES, R. G. O.; KOLLER, W. W. Efeito de carrapaticidas/inseticidas “pour-on” sobre adultos do besouro coprófago africano *Onthophagus gazella* Fabr. (Coleoptera: Scarabaeidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 275-279, 1998.
- BIANCHIN, I.; HONER, M. R.; KOLLER, W. W.; GOMES, A.; SCHENK, J. A. P. **Desenvolvimento de um programa integrado de controle de nematódeos e a mosca-dos-chifres na região dos cerrados. Fase 5. Efeito da mosca-dos-chifres sobre o ganho de peso de vacas e bezerro nelore**. Campo Grande: EMBRAPA, 1992. p. 1 – 8. (Comunicado técnico, 46).
- BIANCHIN, I.; KOLLER, W.; DETMANN, E. Sazonalidade de *Haematobia irritans* no Brasil Central. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 79-86, 2006.

BLUME, R. R.; AGA, A. *Onthophagus gazella*: mass rearing and laboratory biology. **Environmental Entomology**, College Park, v. 4, n. 5, 735-736, 1975.

BLUME, R. R.; AGA, A.; OEHLER, D. D.; YOUNGER, R. L. *Onthophagus gazella*: a non-target arthropod for the evaluation of bovine feces containing Methoprene. **Environmental Entomology**, College Park, v. 3, n. 6, p. 947-949, 1974.

BLUME, R. R., MATTER, J.J; ESCHLE, J. L. *Onthophagus gazella*: effect on survival of horn flies in the laboratory. **Environmental Entomology**, College Park, v. 2, p. 811-813, 1973.

BLUME, R. R.; YOUNGER, R. L.; AGA, A.; MYERS, C. J. Effects of residues of certain anthelmintics in bovine manure on *Onthophagus gazella*, a non-target organism. **Southwestern Entomologist**, Weslaco, v.1, n. 2, p. 100-103, 1976.

BRYAN, R. P. Effects of dung beetles activity in the numbers of parasitic gastrointestinal helminthes larvae recovered from pasture samples. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 24, n. 1, p. 161 – 168, 1973.

BURNS, E. C.; WILSON, B. H. Field resistance of horn flies to the organic phosphate insecticide Ronnel. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 56, p. 718, 1963.

BYFORD, R. L.; QUISENBERRY, S. S.; SPARKS, T. C.; LOCKWOOD, J. A. Spectrum of insecticide cross-resistance in pyrethroid-resistant populations of horn flies (Diptera: Muscidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 78, p. 768-773, 1985.

CARBALLO, M.; MARTINEZ, M. Hallazgo de *Haematobia irritans* en Uruguay. **Veterinaria**, Montevideo, v. 27, p. 20-21, 1991.

CAMPERO, D. M.; HAYNES, K.F. Effects os Methoprene on chemical communication, courtship, and oviposition in the cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 83, n. 6, p. 2263-2268, 1990.

CERVENKA, V. J.; MOON, R. Arthropods associated with fresh cattle dung pats in Minesota. **Journal of the Kansas Entomological Society**, Manhattan, v. 64, n. 2, p. 131-145, 1991.

CHAMBERLAIN, W. F. Insect growth regulating agents for control of arthropods of medical and veterinary importance. **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 12, n. 4, p. 395-400, 1975.

CHAMBERLAIN, W. F.; HUNT, L. M.; HOPKINS, D. E.; GINGRICH, A. R.; MILLER, J. A.; BENNYE, N. G. Absorption, excretion and metabolism of Methoprene by a guinea pig, a steer, and a cow. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 23, n. 4, p. 736-742, 1975.

CHAPMAN, R. F. **The insects: structure and function**. 3rd. ed. Cambridge, Massachusetts:Harvard University Press, 1982. 919 p.

CIOCIOLA JUNIOR, A. I.; Efeito do produto Difly no desenvolvimento do besouro africano, *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae) em laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINARIA, 33., 2006, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: Conbravet, 2006, p. 161-162.

COOK, D. Sexual selection in dung beetles. I. A multivariate study of the morphological variation in two species of *Onthophagus* (Scarabaeidae: Onthophaginae). **Australian Journal of Zoology**, Sidney, v. 35, n. 2, p. 123-132, 1987.

DAGLISH, G. J.; PULVIRENTI, C. Reduced fecundity of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) following exposure of adults to Methoprene. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 34, n. 2/3, p. 201-206, 1998.

DESMACHELLER, J. M.; ALLEN, S. E. Diflubenzuron as a grain protectant for control of *Sitophilus* species. **Journal of Stored Products Researches**, Oxford, v. 28, n. 4, p. 283-287, 1992.

DOUBE, B. M. A functional classification for analysis of structure of dung assemblages. **Ecological Entomology**, London, v. 15, n. 1, p. 371-383, 1990.

DOUBE, B. M. Biological control of buffalo fly in Australia: The potential of the Southern Africa dung fauna. **Miscellaneous Publications**, Texas, v. 61, p. 16-34, 1986.

DOUBE, B. M.; MACQUEEN, A.; FAY, H. A. C. Effects of dung fauna on survival and size of buffalo flies (*Haematobia* spp.) breeding in the field in South Africa and Australia. **The Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 25, n. 2, p. 523-536, 1988.

DRUMOND, R. O.; LAMBERT, G.; SMALLEY, A. E.; TERRIL, C. E. Estimated losses of livestock to pests. In: Pimentel, D., Ed. **CRC handbook of pests management in agriculture**. Boca Raton: Editora. 1981. v. 1, p. 111-127.

ELLIOT, M. Properties and application of pyrethroids. **Environmental Health and Perspectives**, Research Triangle Park, v. 14, p. 3-13, 1976.

FAGONEE, I. Application of a juvenile hormone analog on the desert locust *Schistocerca gregaria* by different techniques. **Annals of Zoology, Ecology and Animals**, v. 11, p. 185-194, 1979.

FAY, H. A. C.; MACQUEEN, A.; DOUBE, B. M. Impact of fauna on mortality and size of *Haematobia* spp. (Diptera: Muscidae) in natural dung pads in Australia and South Africa. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 80, p. 385-392, December 1990.

FINCHER, G. T. Sustained-release bolus for horn fly (Diptera: Muscidae) control: effects of Methoprene and Diflubenzuron on some nontarget species. **Environmental Entomology**, College Park, v. 20, n. 1, p. 77-82, 1991.

FLECHTMANN, C. A. H.; RODRIGUES, S. R.; COUTO, H. T. Z. Controle biológico da Mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul: 2. Ação de insetos fimícolas em massas fecais no campo. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 237-247, 1995.

FLOATE, K. D. Off-target effects of ivermectin on insects and on dung degradation in southern Alberta, Canada. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 88, n. 1, p. 25-35, 1998.

FLOATE, K. D.; COWELL, D. D.; FOX, A. S. Reductions of non-pest insects in dung of cattle treated with endectocides: a comparison of four products. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 92, n. 6, p. 471-81, 2002.

FLOATE, K. D.; WARDHAUGH, K. G.; BOXALL, A. B. A.; SHERRATT, T. N. Fecal residues of veterinary parasiticides: nontarget effects in the pasture environment. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 50, p. 153-179, 2005.

GINGRICH, A. R.; HOPKINS, D. E. Stages of the horn fly susceptible to Methoprene. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 70, n. 1, 107-108, 1976.

GLARE, T. R.; CALLAGHAN, M. O. **Report for the New Zealand Ministry of Health: Environmental and health impacts of the insect juvenile hormone analogue, S-methoprene.** Lincoln (New Zealand): biocontrol & Biodiversity, Grasslands division, Agresearch, Disponível em:
<[http://www.moh.govt.nz/moh.nsf/0/ff3b628d67e34963cc256ba3000d8476/\\$FILE/S-methoprene.pdf](http://www.moh.govt.nz/moh.nsf/0/ff3b628d67e34963cc256ba3000d8476/$FILE/S-methoprene.pdf)> Acesso em: 12 ago. 2006.

GORDON, R.; BURFORD, I. R. Effects of Methoprene, a juvenile hormone analogue, on the larval and pupal stages of the yellow fever mosquito, *Aedes aegypti*. **Journal Insect Physiology**, Oxford, v. 30, n. 4, p. 279-286, 1984.

GRAFF, J. F. The role of insect growth regulators in arthropod control. **Parasitology Today**, Amsterdam, v. 9, n. 12, p. 471-474, 1993.

GROSSCURT, A. C. Diflubenzuron: some aspects of its ovicidal and larvicidal mode of action and an evaluation of its practical possibilities. **Pesticide Science**, Oxford, v. 9, p. 373-386, 1978.

GUGLIELMONE, A. A.; CASTELLI, M. E.; VOLPOGNI, M. M.; MEDUS, P. D.; MARTINS, J. R.; SUÁREZ, V. H.; ANZIANI, O. S.; MANGOLD, A. J. Toxicity of cypermethrin and diazinon to *Haematobia irritans* in its american southern range, **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 101, n. 1, p. 67-73, 2001.

GUIMARÃES, J. A.; MENDES, J. Sucession and abundance of Staphylinidae in Cattle Dung in Uberlândia, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 93, n. 1, p. 127-131, 1998.

HARRIS, R. L.; CHAMBERLAIN, W. F.; FRAZAR, E. D. Horn flies, stable flies: free-choice feeding of methoprene mineral blocks to cattle for control. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 67, n. 3, p. 384-386, 1974.

HOFFMAN, K. H.; LORENZ, M. W. Recent advances in hormones in pest control. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 26, n. 4, p. 1-8, 1998.

HONER, M.R.; BIANCHIN, I.; GOMES, A. **Mosca-dos-chifres**: histórico, biologia e controle. Campo Grande: EMBRAPA, 1991. 34 p. (Documento EMBRAPA, n. 45).

HOPKINS, D. E.; CHAMBERLAIN, W. F. Diflubenzuron: Relationship between age of exposure immature horn flies and inhibition of maturation. **Southwestern Entomologist**, Weslaco, v. 1, p. 114-117, 1975.

IVIE, G. W. Fate of Diflubenzuron in cattle and sheep. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 26, n. 1, p. 81-89, 1978.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR BIOLOGICAL CONTROL - IOBC **Working document on selectivity of pesticides (2005)**. Disponível em :

<http://www.iobc.ch/2005/Working%20Document%20Pesticides_Explinations.pdf > Acesso em: 14 de jan. 2006.

KOLLER, W. W.; GOMES, A.; RODRIGUES, R. S.; LIMA, C. A.; DIAS, A. M. P.; MENDES, J. **Predadores e parasitóides associados à entomofauna presente em fezes bovinas em áreas de pastagens de Campo Grande, MS.** Campo Grande: EMBRAPA, 1999. P. 1-5. (Comunicado Técnico, n. 58).

KRUGER, K.; LUKHELE, O. M.; SCHOLTZ, C. H. Survival and reproduction of *Euonitinecellus intermedius* in dung following application of cypermethrin and flumethrin pour-ons to cattle. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 89, n. 6, p. 543-548, 1999.

KUNZ, S. E.; BAY, D. E. Diflubenzuron: Effects on the fecundity, production and longevity of the horn fly. **Southwestern Entomologist**, Weslaco, v. 2, n. 1, p. 27-31, 1977.

KUNZ, S. E.; ORTIZ E. M.; FRAGOZO S. H. Status of *Haematobia irritans* (Diptera : Muscidae) insecticide resistance in northeastern Mexico. **Journal of Medical Entomology**, Lanham, v. 32, n. 5, p. 726-729, 1995.

KUNZ, S. E.; SCHIMDT, C. D.; HARRIS, R. L. Effectiveness of Diflubenzuron applied as dust to inhibit reproduction in horn flies. **Southwestern Entomologist**, Weslaco, v. 1, n. 4, p. 190-193, 1976.

LANCASTER, J. L.; MEISCH, M. V. **Arthropods in livestock and poultry production.** New York: John Miley & Sons, 395 pp, 1986.

LAN, Q.; GRIER, C. A. Critical period for pupal commitment in the yellow fever mosquito, *Aedes aegypti*. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 50, p. 667-676, 2004.

LASTRO, E.; **Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae and Geotrupidae) in North Carolina pastures ecosystem.** 2006. 134p. Thesis (Master of Science) – Entomology Department, Graduate Faculty of North Carolina State University, North Carolina, 2006.

LIU, T. X.; CHEN, T.Y. Effects of the chitin synthesis inhibitor buprofezin on survival and development of immatures of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 93, n. 2, p. 234-239, 2000.

LUZURIAGA, R.; EDDI, C.; CARACOSTANTOGOLO, J.; BOTTO, E.; PEREIRA, J. Diagnóstico de parasitación con *Haematobia irritans* (L.) en bovinos de Misiones, República Argentina. **Revista de Medicina Veterinária**, Buenos Aires, v. 72, p. 262-263, 1991.

MARCHIORI, C. H.; OLIVEIRA, A. T.; LINHARES, A. X. Artrópodes associados a massas fecais bovinas no Sul do Estado de Goiás. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 19-24, 2001.

MARQUEZ, L.; MOON, R.; CARDOZO, H.; CUORE, U.; TRELLES, A.; BORDABERRY, S. Primer diagnóstico de resistencia de *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) em Uruguay. Determinación de susceptibilidad a cypermetrina y diazinón. **Veterinaria**, Montevideo, v. 33, n. 133, p. 20-23, 1997.

MARTINS, E.; CONTEL, E. P. B. Dados biológicos da criação do besouro africano *Onthophagus gazella* Fabricius (Scarabaeidae) em terrários na Fazenda Experimental Getúlio Vargas de Uberaba (MG). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 57, p. 403-409, 1997.

MARTINS, F.; SILVA, I. G. Evaluation of the inhibiting activity of the diflubenzuron on the ecdysis of larvae of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.37, n. 2, p. 135-138, 2004.

MCDUFFIE, W. C. Current status of insecticide resistance in livestock pests. **Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America**, v. 2, p. 49-54, 1960.

McGREGOR, H. E.; KRAMER, K. J. Activity of insect growth regulators, hydropene and Methoprene, on the wheat and corn against several stored-grain insects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 68, p. 668-670, 1975.

MENDES, J.; LINHARES, A. X. Catle dung breeding diptera in pastures in southeastern brazil: diversity, abundance and seasonality. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 97, n. 1, p. 37-41, 2002.

MENDES, J.; LINHARES, A. X. Diapause, pupation sites and parasitism of the horn fly, *Haematobia irritans*, in south-eastern Brazil. **Medical and Veterinary Entomology**, Oxford, v. 1, n. 13, p. 185-190, 1999.

MERZENDORFER, H.; ZIMMICH, L. Chitin metabolism in insects: structure, function and regulation of chitin synthases and chitinases. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 206, p. 4393-4412, 2003.

MIAN, L. S.; MULLA, M. S. Residual activity of insect growth regulators against stored-products beetles in grain commodities. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 75, p. 599-603, 1982.

MILLER, R. W.; CORLEY, C.; OEHLER, D. D.; PICKENS, L. G. Feeding TH 6040 to cattle: Residues in tissues and milk and breakdown in manure. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 24, n. 3, p. 687-688, 1976.

MILLER, R. W.; UEBEL, E. C. Juvenile hormone mimics as feed additives for control of the face fly and house fly. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 67, n. 1, p. 69-70, 1973.

MILLER, R. W.; PICKENS, L. G. Feeding of coumaphos, ronnel and rabon to dairy cows: larvicidal activity against house flies and effect on insect fauna and biodegradation of fecal pats. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 66, n. 5, p. 1077-1079, 1973.

MIRANDA, C. H. B.; SANTOS, J. C. C.; BIANCHIN, I. Contribuição de *Onthophagus gazella* à melhoria da fertilidade do solo pelo enterrio da massa fecal bovina fresca. 1. Estudo em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 681-685, 1998.

MIRANDA, C. H. B.; SANTOS, J. C. C.; BIANCHIN, I. The role of *Digitonthophagus gazella* in pasture cleaning and production as a result of burial of cattle dung. **Pasturas Tropicales**, Cali, v. 22, n. 1, p. 14-18, 2000.

MIYAMOTO, J. Degradation, metabolism and toxicity of synthetic pyrethroids. **Environmental Health Perspective**, Research Triangle Park, v. 14, p. 15-28, 1976.

MOCZECK, A. P.; NIJHOUT, H. F. Developmental mechanisms of threshold evolution in a polyphonic beetle. **Evolution and Development**, Malden, v. 4, p. 252-264, 2002

MOSER, B. A.; KOEHLER, P. G.; PATTERSON, R. S. Effect of methoprene and Diflubenzuron on larval development of the cat flea (Siphonaptera: Pulicidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 85, n. 1, p. 112-116, 1992.

MULLA, M. S. The future of insect growth regulators in vector control. **Journal of the American Mosquito Control Association**, Fresno, v. 11, n. 2, p. 269-273, 1995.

MWANGALA, F. S.; GALLOWAY, T. D. Susceptibility of horn flies, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae), to pyrethroids in Manitoba. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 125, n. 1, p. 47-53, 1993.

NASCIMENTO, Y. A.; BIANCHIN, I.; HONER, M. R. **Instruções para a criação do besouro africano *Onthophagus gazella* em laboratório**. Campo Grande: EMBRAPA, 1990. p. 1-5. (Comunicado Técnico, n. 33).

OLIVEIRA, A. A. A.; AZEVEDO, C. H.; MELO, C. B.; BARROS, A. T. M. Susceptibilidade da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) a inseticidas nos tabuleiros costeiros de Alagoas, Bahia e Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 65-70, 2006.

PALMER, W. A.; BAY, D. E.; SHARPE, P. J. H. Influence of temperature on the development and survival of the immature stages of the horn fly, *Haematobia irritans irritans* (L.) **Protection Ecology**, Amsterdam, v. 3, n. 4, p. 299-309, 1981.

PELEG, A. M. Effect of 3 insect growth regulators on larval development, fecundity and egg viability of the coccinelid *Chilocorus bipustulatus* (Col.: Coccinelidae). **Biocontrol**, Dordrecht, v. 28, n. 2, p. 117-121, 1983.

PHONCHEVIN, T.; UPATHAM, E. S.; PHANTHUMACHINDA, B.; PRASITTISVK, C.; SUKHAPANTH, N. Effects of cyromazine and Methoprene on the developmental stages of *Anopheles dirus*, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, Bangkok, v. 16, n. 2, p. 240-247, 1985.

PICKENS, L. G.; MILLER, R. W. Growth regulating chemicals tested against nontarget insect fauna in bovine fecal pats. **Environmental Entomology**, College Park, v. 4, n. 1, p. 46-48, 1975.

POORBAUGH, J. H.; ANDERSON, J. R.; BURGER, J. F. The insect inhabitants of undisturbed cattle droppings in northern California, **California Vector News**, California, v. 15, n. 3, p. 17-36, 1968.

QUISENBERRY, S. S.; LOCKWOOD, J. A.; BYFORD, R. L.; WILSON, H. K.; SPARKS, T. C. Pyrethroid resistance in the horn fly, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 77, p. 1095-1098, 1984.

QUISTAD, G., B.; STAIGER, L. E.; SCHOOLEY, D. A. Environmental Degradation of the Insect Growth Regulator Methoprene. VIII. Bovine Metabolism to Natural Products in Milk

and Blood. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 23, n. 4, p. 750-753, 1975.

RIDDIFORD, L. M. prevention of metamorphosis by exposure of insect eggs to juvenile hormones analogs. **Science**, Washington, v. 167, p. 287-288, 1970.

RILEY, C.V. The horn-fly. **Insect Life**. Washington, v. 2, p. 93-103, 1889.

RODRIGUES, L. R. A. Aspectos comportamentais dos besouros coprófagos em pastagens. In: ENCONTRO PAULISTA DE ETOLOGIA, 3., 1985, Ribeirão Preto. **Anais ...** Porto Alegre: Conceito, 1985. p. 93-103.

ROTH, J. P.; FINCHER, G. T.; SUMMERLIN, J. W. Competition and predation as mortality factors of the horn fly, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera : Muscidae), in a central Texas pasture habitat. **Environmental Entomology**, College Park, v. 12, n. 1, p. 106-109, 1983.

ROTH, J. P. Some effects of Methoprene on *Spalangia cameroni*, a parasitoid of horn fly pupae. **Southwestern Entomologist**, Weslaco, v. 14, n. 2, p. 91-96, 1989.

RUMPF, S.; FRAMPTON, C.; DIETRICH, D. R. Effects of conventional insecticides and insect growth regulators on fecundity and other life-table parameters of *Micromius tasmaniae* (Neuroptera: Hemerobidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 91, n. 1, p. 34-40, 1998.

SAMSON, P. R.; PARKER, R. J.; HALL, E. A. Efficacy of the insect growth regulators Methoprene, fenoxycarb and Diflubenzuron against *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) on maize and paddy rice. **Journal of Stored Products Researches**, Oxford, v. 26, n. 4, p. 215-221, 1990.

SCHMIDT, C. D.; KUNZ, S. E.; PETERSON, H. D.; ROBERTSON, J. L. Resistance of horn flies (Diptera: Muscidae) to permethrin and fenvalerate. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 8, p. 402-406, 1985.

SCHNEIDER, M. I.; SMAGGHE, G.; GOBBI, A.; VINUELA, E. Toxicity and pharmacokinetics of insect growth regulators and other novel insecticides on pupae of *Hyposoter didymator* (Hymenoptera: Icheumonidae), a parasitoid of early larval instars of lepdopteran pests. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 96, n. 4, p. 1054-1065, 2003.

SCOTT, F.B.; GRISI, L.; COMENDOUROS, K. Avaliação a nível de campo do uso de Methoprene, adicionado ao sal mineral, no controle de *Haematobia irritans* em bovinos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 85-88, 1995.

SHEPPARD, D, C. Stirifos resistance in a population of horn flies. **Journal of the Georgia Entomological Society**, Athens, v. 18, p. 370-376, 1983.

SHEPPARD, D.C. Fenvalerate and flucythrinate resistance in a horn fly population. **Journal of Agricultural Entomology**, Clemson, v.1, p.305-310, 1984.

SILVA, J. J.; MENDES, J. Effect of diflubenzuron on imature stages of *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae) in Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 97, n. 5, p. 679-682, 2002.

SOMMER, C.; GRONVOLD, J.; HOLTER, P.; NANSEN, P. Effects of ivermectin on two afrotrropical dung beetles, *Onthophagus gazella* and *Diastellopalpus quinquegens* (Coleoptera: Scarabaeidae). **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 48, n. 1, p. 171-179, 1993.

SOMMER, C.; VAGN JENSEN, K. M.; JESPERSEN, J. B. Topical treatment of calves with synthetic pyrethroids: effects on the non-target dung fly *Neomyia cornicina* (Diptera: Muscidae). **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 91, n. 2, p. 131-137, 2001.

SOWA, B. A.; MARKS, E. P. An in vitro system for the quantitative measurement of chitin synthesis in the cockroach: Inhibition by TH 6040 and polyoxin D. **Insect Biochemistry**, London, v. 5, p. 855, 1975.

STALL, G. B. Insect growth regulators with juvenile hormone activity. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 20, p. 417-460, 1975.

SUAREZ, V. H.; LIFSCHITZ, A. L.; SALLOVTTZ, J. M.; LANUSSE, C. E. Effects of ivermectin and doramectin fecal residues on the invertebrate colonization of cattle dung. **Journal of Applied Entomology**, Berlim, v. 127, p. 481-488, 2003.

SYSTAT[®] for Windows[®]. Version 11 [S.I.]: Systat Software, 2005. 1 CD-ROM.

THOMAS Jr., D. B. The pupation site of some dung-breeding Diptera in Central Texas with special emphasis on the horn fly, *Haematobia irritans* (L.). **Southwestern Entomologist**, Weslaco, v. 10, n. 4, p. 274-278, 1985.

TILLMAN, J. A.; SEYBOLD, S. J.; JURENKA, R. A.; BLOMQUIST, G. J. Insect pheromones – an overview of biosynthesis and endocrine regulation. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, Oxford, v. 29, p. 481-514.

TUNAZ, H.; UYGUN, N. Insect growth regulators for insect pest control. **Turkish Journal Agriculture and Forestry**, Ankara, v. 28, p. 377-387, 2004.

VALE, G. A.; MUTIKA, G.; LOVEMORE, D. F. Insecticide-treated cattle for controlling tsetse flies (Diptera: Glossinidae): some questions answered, many posed. **Bulletin of Entomological Research**, Farnham Royal, v. 89, n. 6, p. 569-78, 1999.

VALÉRIO, J. R.; GUIMARÃES, J. H. Sobre a ocorrência de uma nova praga, *Haematobia irritans* (L) (Diptera: Muscidae) no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 1, p. 417-418, 1983.

VENNARD, C.; NGUAM, B.; DILLON, R. J.; OOUCHI, H.; CHARNLEY, A. K. Effects of the juvenile hormone mimic pyriproxyfen on egg development, embryogenesis, larval development, and metamorphosis in the desert locust *Schistocerca gregaria* (Orthoptera: Acrididae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 91, n. 1, p. 41-49, 1998.

VOGELSANG, E. G.; DE ARMAS, J. C. La mosquilla del ganado, *Lyperosia irritans* (L.) en Venezuela. **Revista de Medicina Veterinaria y Parasitologia**, Maracay, v. 2, p. 95-98, 1940.

WARDHAUGH, K. G. Insecticidal activity of synthetic pyrethroids, organophosphates, insect growth regulators and other livestock parasiticides: an Australian perspective. **Environmental Toxicology and Chemistry**, New York, v. 24, n. 4, p. 789-796, 2005.

WARDHAUGH, K. G.; LONGSTAFF, B. C.; LACEY, M. J. Effects of residues of deltamethrin in cattle faeces on the development and survival of three species of dung-breeding insect. **Australian Veterinary Journal**, Brunswick, v. 76, n. 4, p. 273-280, 1998.

WILLIAMS, C. M. Third generation pesticides. **Scientific American**, New York, v. 127, n. 1, p. 13-17, 1967.

WILSON, T. G. The molecular site of action of juvenile hormone and juvenile hormone insecticides during metamorphosis: how these compounds kill insects. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 50, p. 11-121, 2004

WINSLOW, R.B. Reguladores de crescimento de insetos e controle da mosca-dos-chifres. **A Hora Veterinária**, Porto Alegre, v. 11, p. 38-40, 1992.

WRIGHT, J. E. Environmental and Toxicological Aspects of Insect Growth regulators. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 14, p. 127-132, 1976.

WRIGHT, J. E.; CAMPBELL, J. B.; HESTER, P. Hormones for control of livestock arthropods: evaluation of two juvenile hormone analogues applied to breeding materials in small plot tests in Nebraska and Florida for control of stable fly. **Environmental Entomology**, College Park, v. 2, n. 1, p. 69-72, 1973.

ANEXO 1

Médias mensais e desvios padrões da temperatura durante o período de realização dos experimentos em Uberlândia e Uberaba/MG.

	Temperatura (°C)					
	Média			Desvio Padrão		
	Atual	Máxima	Mínima	Atual	Máxima	Mínima
Abril/05	29,1	39,5	22,7	3,3	7,3	2,6
Mai/05	26,9	40,5	20,9	4,5	4,9	2,4
Junho/05	29,6	27,7	19,8	3,6	4,6	1,7
Julho/05	24,4	36,5	18,0	5,0	4,0	1,9
Setembro/05	29,5	37,0	21,5	4,2	5,6	1,6
Outubro/05	31,6	41,3	23,5	6,1	5,5	1,2
Dezembro/05	26,3	31,5	21,7	2,4	4,4	0,9
Janeiro/06	27,0	32,5	21,4	2,9	3,6	1,0
Fevereiro/06	26,3	29,9	22,5	3,4	3,2	1,1
Março/06	26,6	29,5	22,1	2,8	2,7	1,6
Abril/06	28,1	32,2	23,4	3,0	3,9	1,3
Mai/06	25,8	31,6	21,2	4,0	2,2	1,8
Novembro/06	24,8	27,6	24,0	1,6	2,5	1,3
Dezembro/06	25,0	28,9	24,4	0,8	1,9	0,5

Médias mensais e desvios padrões da umidade durante o período de realização dos experimentos em Uberlândia e Uberaba/MG.

	Umidade (%)					
	Média			Desvio Padrão		
	Atual	Máxima	Mínima	Atual	Máxima	Mínima
Abril/05	51	72	32	12,6	7,8	10,1
Mai/05	44	61	26	16,1	14,8	5,4
Junho/05	60	48	30	13,2	10,2	9,4
Julho/05	46	67	27	16,3	8,8	5,7
Setembro/05	43	66	29	15,4	10,1	9,0
Outubro/05	43	61	26	18,8	12,8	4,3
Dezembro/05	70	86	51	12,6	6,1	14,6
Janeiro/06	65	82	44	11,6	7,0	13,1
Fevereiro/06	68	83	41	15,7	7,4	14,7
Março/06	74	86	50	13,1	10,1	12,8
Abril/06	66	80	44	12,1	8,4	13,3
Mai/06	40	55	24	11,4	11,9	5,8
Novembro/06	78	83	69	4,7	6,6	8,2
Dezembro/06	82	86	70	3,0	3,0	6,3