



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

MARCELO NEGRINI

BIOECOLOGIA E CONTROLE BIOLÓGICO DA COCHONILHA-ROSADA EM
RORAIMA

Boa Vista, RR
2015

MARCELO NEGRINI

BIOECOLOGIA E CONTROLE BIOLÓGICO DA COCHONILHA-ROSADA EM
RORAIMA

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de pós-graduação em Recursos Naturais, da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais. Área de concentração Bioprospecção.

Orientador: Prof. Dra. Elisângela Gomes Fidelis de Moraes.

Coorientador: Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa.

Boa Vista, RR
2015

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e capacidade de observar com curiosidade os acontecimentos na natureza pelo qual entendemos e manejamos o mundo.

A minha orientadora, Dra. Elisangela, com a qual tive a oportunidade de aprender sobre uma área totalmente nova para mim. Sua experiência e força de vontade foram essenciais para a conclusão desse mestrado.

A meu coorientador Dr. Reinaldo, sempre muito disposto para auxiliar em questões cruciais do trabalho.

Aos meus pais, Delírio e Helena que sempre me apoiaram, mesmo distantes estiveram presentes em amor e carinho.

A minha esposa, Kezia, pela dedicação e amor incondicional. Seu apoio me deu força para seguir em frente mesmo quando o caminho parecia difícil.

Aos proprietários rurais, Cláudio e Luiz Alfredo, que abriram as portas de suas propriedades para realização da pesquisa.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A Universidade Federal de Roraima, especialmente ao PRONAT pela oportunidade onde tive a oportunidade de estudar.

A Embrapa Roraima pelo suporte e onde realizei parte do experimento.

A banca examinadora pelas preciosas sugestões, além das proveitosas e ricas discussões.

RESUMO

A cochonilha-rosada, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), é uma praga recém-introduzida no Brasil que ameaça inúmeras culturas, especialmente a fruticultura e plantas ornamentais. Essa praga foi relatada pela primeira vez no Brasil em Roraima e até o momento não existem informações sobre bioecologia e controle desta praga no país. O objetivo desse trabalho foi estudar a biologia e a dinâmica populacional de *M. hirsutus* e de seus inimigos naturais em Roraima. O trabalho foi conduzido em laboratório para determinação dos parâmetros biológicos de *M. hirsutus* e em um cultivo de *Annona squamosa* L. (Anonaceae), para avaliação dos efeitos dos fatores climáticos, do controle biológico e do manejo da cultura sobre sua dinâmica populacional. *Maconellicoccus hirsutus* pode ter até nove gerações por ano, com 6,5 dias para dobrar sua população em tamanho. O número de fêmeas é cerca de três vezes maior que o de machos. A oviposição foi de 98 ovos/fêmea, com viabilidade de 97%. As populações de *M. hirsutus* foram maiores durante o período de frutificação e não apresentam correlação com as variáveis climáticas. Os níveis de infestação foram baixos (5,2 %), e isto pode estar relacionado às elevadas taxas de parasitismo (55,4 %) por *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae) e a predação por bicho-lixo (Chrysopidae). Árvores podadas apresentaram infestações menores que as encontradas em árvores não podadas. *Maconellicoccus hirsutus* possui elevado potencial biótico em condições de clima seco e quente, entretanto a ação de seus inimigos naturais associados às boas práticas de manejo podem manter baixos os níveis populacionais de *M. hirsutus*.

Palavras-Chave: Biologia. *Maconellicoccus hirsutus*. Dinâmica populacional. Inimigos naturais. Manejo integrado de pragas.

ABSTRACT

The pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), is a pest recently introduced in Brazil threatens numerous crops, especially to orchards and ornamental plants. The first reported of this pest in Brazil was in Roraima, and there was not information about its bioecology and biological control in the country. The objective of this work was to study the biology and the population dynamic of *M. hirsutus* and of its natural enemies in Roraima. The work was conducted in the laboratory to determine the biological parameters of *M. hirsutus* and in an orchard of *Annona squamosa* L. (Anonaceae), to evaluate the effect of the climate, biological control and crop management on its dynamic population. *Maconellicoccus hirsutus* can have up to nine generations per year, with 6.5 days to double their population size. The number of females is about three times larger than that of males. The oviposition was 98 eggs / female, with viability of 97%. Populations of *M. hirsutus* were higher during the period of fruiting and it did not correlate with climate variables. The infestation levels were low (5.2%) and can be related to high parasitism rates (55.4%) by por *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae) and predation by lacewing (Chrysopidae). Pruned trees were less infested 40.95% lower than those trees not pruned. *Maconellicoccus hirsutus* has a high biotic potential in dry and warm weather conditions, however its natural enemies associated to a good management practices can maintain the population levels of *M. hirsutus* low.

Key-words: Biology. *Maconellicoccus hirsutus*. Population dynamic. Natural enemy. Integrated pest management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fêmea adulta, B) ovissaco, C) macho adulto e D) ninfas de <i>Maconellicoccus hirsutus</i>	12
Figura 2 - Associação simbiótica entre formigas e <i>M. hirsutus</i> em fruto de graviola em Boa Vista/Roraima	14
Figura 3 - Fruto de graviola (<i>Annona muricata</i>) e ata (<i>Annona squamosa</i>) atacados por <i>Maconellicoccus hirsutus</i>	17
Figura 4 - Figura 4 - Parasitoide <i>Anagyrus kamali</i> Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae)	23
Figura 5 - Joanelha <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae)	24
Figura 6 - Taxa de sobrevivência (Lx) e fertilidade específica (mx) de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> a 27 ± 1 °C, umidade relativa do ar $65 \pm 5\%$ e fotoperíodo L12:D12. Boa Vista, Roraima, Brasil	38
Figura 7 - A) Flutuação populacional de adultos, ninfas e ovissacos de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> e múmias parasitadas por frutos, B) Precipitação pluviométrica acumulada de 15 e 7 dias antes da avaliação e umidade relativa do ar e C) Temperaturas máxima, mínima e mínima e média e insolação de abril de 2014 a março de 2015	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de esperança de vida para <i>Maconellicoccus hirsutus</i> a 27 ± 1 °C, umidade relativa do ar $65 \pm 5\%$ e fotoperíodo L12:D12. Boa Vista, Roraima, Brasil	34
Tabela 2 - Tabela de fertilidade de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> a 27 ± 1 °C, umidade relativa do ar $65 \pm 5\%$ e fotoperíodo L12:D12. Boa Vista, Roraima, Brasil	36
Tabela 3 - Parâmetros da tabela de vida de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> em diferentes condições de temperatura, fotoperíodo, umidade relativa e hospedeiro.....	39
Tabela 4 - Taxa de parasitismo, número médio de fêmeas, ninfas e ovissacos de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> , múmias e parasitoides emergidos por fruto de ata, graviola e carambola.....	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Taxonomia e distribuição geográfica	10
1.2	Morfologia	12
1.3	Bioecologia	13
1.4	Hospedeiros, danos e impactos econômicos	16
1.5	Métodos de controle	19
1.5.1	Controle físico e cultural	19
1.5.2	Controle químico	19
1.5.3	Controle biológico	21
1.5.3.1	Entomopatógenos	21
1.5.3.2	Parasitoides	22
1.5.3.3	Predadores	24
2	OBJETIVOS	27
2.1	Objetivo geral	27
2.2	Objetivos específicos	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Área de estudo	28
3.2	Biologia de <i>Maconellicoccus hirsutus</i>	28
3.2.1	Criação massal	29
3.2.2	Biologia	29
3.2.3	Tabelas de vida	30
3.3	Dinâmica populacional de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> e de seus inimigos naturais	31
3.4	Taxa de parasitismo de <i>Maconellicoccus hirsutus</i>	32
3.5	Análise dos dados de dinâmica populacional	33
3.6	Análise dos dados das taxas de parasitismo	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1	Biologia de <i>Maconellicoccus hirsutus</i>	34
4.2	Dinâmica populacional de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> e seus inimigos naturais	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48

1 INTRODUÇÃO

A cochonilha-rosada, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae), nativa do sul da Ásia (WILLIAMS, 1996) é, atualmente, relatada em 93 países e territórios (CHONG; ARISTÍZABAL; ARTHURS, 2015). Registrada na América do Sul entre 1997 e 1999 (EPPO, 2005), o risco da entrada e estabelecimento de *M. hirsutus* no Brasil aumentou devido à proximidade com esses países e as condições ambientais favoráveis para essa espécie (TAMBASCO et al., 2000). Por esta razão, *M. hirsutus* foi listada como praga quarentenária ausente no país (BRASIL, 2008) até 2010, quando foi noticiada em Roraima (MARSARO JUNIOR et al., 2013).

Em 2011, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), proibiu o transporte de mudas e outros materiais de propagação, exceto sementes e materiais *in vitro* a partir do estado de Roraima para outras unidades da federação (BRASIL, 2011). No entanto, a partir de 2012, *M. hirsutus* foi encontrado em estados da região nordeste (ADEAL, 2014; BROGLIO et al., 2015; CEPLAC, 2014; MICHELETTI et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2014) e sudoeste (CULIK et al. 2013a, 2013b; PERONTI; MARTINELLI, 2014) do Brasil.

Maconellicoccus hirsutus pode se desenvolver em inúmeros hospedeiros, apresenta elevado potencial de dano e disseminação na maior parte do Brasil (NARDO et al, 1999; TAMBASCO et al., 2000). Essa espécie apresenta polifagia sendo relatadas 350 espécies de plantas hospedeiras entre ornamentais, culturas agrícolas, florestais, espécies nativas e frutíferas (CERMELI et al., 2002). Causam danos diretos por meio da sucção de seiva e indiretos devido à injeção de substâncias tóxicas durante a alimentação. Também secretam um líquido açucarado denominado *honeydew*, que possibilita a formação da fumagina, prejudicando a fotossíntese e a beleza estética da planta (KAIRO et al., 2000; NARDO et al., 1999; SAGARRA; PETERKIN, 1999). Dissemina-se muito rapidamente por meios bióticos e abióticos, sendo o homem o principal disseminador dessa praga (KAIRO et al., 2000; RIVERO, 2007; STIBICK, 1997; VÁZQUEZ, 1997).

O Brasil apresenta clima predominantemente tropical, considerado favorável ao desenvolvimento de *M. hirsutus*. Com dispersão limitada entre 30° N e 30 ° S de latitude (EPPO, 2005) existe grande possibilidade da disseminação e estabelecimento de *M. hirsutus* em quase todo o território brasileiro. Em Boa Vista, Roraima a temperatura

média de 27,4 °C (INMET, 2015) é semelhante à temperatura considerada ótima para o desenvolvimento dessa espécie (CHONG; RODA; MANNION, 2008). A ocorrência de chuvas podem reduzir as populações de *M. hirsutus* (AL - FWAEER et al., 2014; GOOLSBY et al., 2002; HALL et al., 2008; ISORDIA-AQUINO et al., 2012; KATKE; BALIKAI; VENKATESH, 2009; MANI; THONTADARYA, 1988), entretanto, a região nordeste do estado de Roraima é caracterizada por um período seco de aproximadamente quatro meses (BARBOSA, 1997), tempo suficiente para a formação de grandes populações, devido ao elevado potencial reprodutivo de *M. hirsutus* (CHONG; RODA; MANNION, 2008; PERSAD; KHAN, 2001).

Os danos causados por *M. hirsutus* em espécies frutíferas podem comprometer a atividade devido à redução no desenvolvimento e depreciação dos frutos (KAIRO et al., 2000). Esses danos são relatados em pomares comerciais de manga no México (ROSAS-GARCIA; PARRA - BRANCAMONTE, 2011), em uva, manga e pera no vale do São Francisco no nordeste brasileiro (OLIVEIRA et al., 2014), graviola, goiabeira, mangueira, caramboleira, aceroleira, cajazeiro e cupuaçuzeiro em Maceió, Alagoas (BROGLIO et al., 2015; MICHELETTI et al., 2014) e em graviola e ateira em Roraima. Além dos prejuízos relacionados à queda na produção e medidas de controle ocasionado por *M. hirsutus*, existe a restrição de mercado, impedindo a exportação de frutas frescas (RANJAM, 2006; SAGARRA; PETERKIN, 1999).

Estudos sobre a bioecologia e controle biológico *M. hirsutus*, especialmente em áreas de fruticultura, são importantes para o estabelecimento do manejo dessa praga. Esses estudos permitem identificar períodos de maior infestação e os inimigos naturais mais importantes para o estabelecimento de estratégias de manejo. No Brasil, nenhum estudo sobre a bioecologia e controle biológico dessa praga havia sido realizado desde sua entrada no país em 2010 (MARSARO JUNIOR et al., 2013).

1.1 Taxonomia e distribuição geográfica

Maconellicoccus hirsutus pertence à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, superfamília Coccoidea e família Pseudococcidae (CABI, 2015).

Em 1908, Green descreveu *M. hirsutus* como *Phenacoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). Em 1958, Ezzat classificou-a como uma espécie do gênero

Maconellicoccus (CABI, 2015). Nesse gênero são relatadas oito espécies, sendo quatro nativas da Austrália, uma da África, duas do Sul da Ásia e uma do Nepal (WILLIAMS, 1996).

Maconellicoccus hirsutus foi relatada em inúmeros países e territórios da Ásia, África, Oceania e na América (EPPO, 2005). Atualmente, encontra-se em expansão pela América do Sul, especialmente no Brasil (CULIK et al., 2013b). Acredita-se que na América essa espécie possa se estabelecer do Chile (JARA et al., 2012) ao sul do Canadá (CHONG; RODA; MANNION, 2008).

Na América Norte, *M. hirsutus* foi detectada nos Estados Unidos (EUA) no Hawaii em 1983, na Califórnia em 1999, Florida em 2002 e no México em 1999 (EPPO, 2005). Em 2009 foi relatada na Carolina do Sul também nos EUA (CHONG, 2009).

Em 1994, *M. hirsutus* foi registrada pela primeira vez no Caribe em Granada e se propagou velozmente por 25 territórios e países do Caribe e da América Central (KAIRO et al., 2000). Em 1997 foi detectada na América do Sul na Guiana Francesa, na Guiana em 1999, na Venezuela em 1999 e no Suriname em 2001 (EPPO, 2005).

Alertas fitossanitários haviam sido emitidos sobre a chegada de *M. hirsutus* no Brasil (NARDO; TAMBASCO, 1998; TAMBASCO et al., 2000). Culik et al. (2013b) afirmam que esses alertas possibilitaram ao governo brasileiro através do MAPA implantar medidas quarentenárias visando atrasar a entrada da praga no país, firmar parcerias internacionais e preparar estratégias de controle. No final de 2010, *M. hirsutus* foi relatada pela primeira vez no Brasil, no estado de Roraima nos municípios de Bonfim, Pacaraima, Normandia e Boa Vista, contudo, já associada ao parasitoide *Anagyrus kamali* Moursi - Hymenoptera: Encyrtidae (MARSARO JÚNIOR et al., 2013).

Apesar do sucesso no atraso da entrada dessa praga no Brasil, em 2012 foi detectada no Estado do Espírito Santo, cerca de 3.400 Km de Roraima (CULIK et al., 2013a, 2013b). Em 2013 foi relatada na Bahia (CEPLAC, 2014) e no ano de 2014 em Maceió (ADEAL, 2014; BROGLIO et al., 2015; MICHELETTI et al., 2014), no Semi – Árido brasileiro (OLIVEIRA et al., 2014) e em São Paulo (PERONTI; MARTINELLI, 2014).

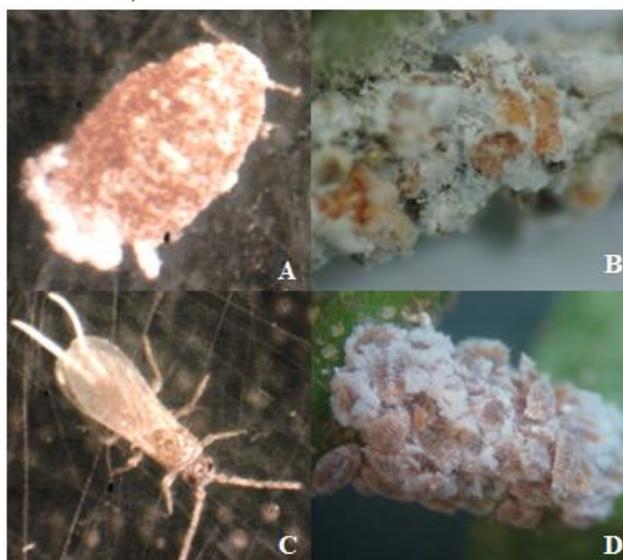
1.2 Morfologia

Na fase adulta, a fêmea (Figura 1A) pode medir entre 2,5 a 4 mm de comprimento, seu corpo é mole, tem formato oval e um pouco achatado. Durante a maturação começa a secretar uma cera pegajosa e elástica a partir de seu abdome para formar o ovissaco (estrutura para oviposição). Suas antenas apresentam nove segmentos com 380-470 μm cada, na tíbia e fêmur das pernas posteriores existem poros translúcidos. Na superfície dorsal existem finas setas e poros triloculares bem distribuídos. Presença de inúmeros ductos tubulares anelares (anel oral) e ductos simples (colar oral). Na superfície ventral observa-se a presença de poros multiloculares, além dos triloculares e ostíolos e círculo como órgãos aderentes, (WILLIAMS, 1996; CABI, 2015). Seus ovos (Figura 1B) apresentam coloração rosa-salmão, formato de rim e são colocados em massa dentro de uma estrutura denominada ovissaco (CABI, 2015; SAHITO et al., 2012).

Machos adultos (Figura 1C) apresentam um par de asas simples, antenas longas e filiformes, um par de filamentos caudais brancos e salientes. Machos possuem aparelho bucal atrofiado (CABI, 2015).

Ninfas (Figura 1D) apresentam coloração rosada com aproximadamente 0,3 mm de comprimento (primeiro ínstar). Fêmeas imaturas (terceiro ínstar) e adultas possuem coloração rosa-acinzentado e são cobertas com uma cera branca (CABI, 2015).

Figura 1 - A) Fêmea adulta, B) ovissaco, C) macho adulto e D) ninfas de *Maconellicoccus hirsutus*



Fonte: Fotos 1b e 1d: E.G.F. Morais.

Os poros triloculares produzem as ceras longas que cobrem o corpo de *M. hirsutus*, já os multiloculares produzem as ceras curtas nas fêmeas e as longas nos machos. A cera desempenha inúmeras funções, como por exemplo, proteção contra predadores, evitar a dessecação dos ovos e fixar o ovissaco no substrato, além de formar o casulo para os machos durante a fase de pupa (KUMAR; TEWARI; DATTA, 1997).

1.3 Bioecologia

O ciclo de vida de *M. hirsutus* é variável em virtude das condições em que vive como temperatura, hospedeiro, fotofase e umidade (CHONG; RODA; MANNION, 2008; PERSAD; KHAN, 2001; SAHITO et al., 2012). De modo geral, considera-se 27 °C a temperatura ideal para o desenvolvimento de *M. hirsutus* (CHONG; RODA; MANNION, 2008; SAHITO et al., 2012), contudo essa espécie pode se desenvolver em temperaturas entre 14,5 °C até 38 °C (CHONG; RODA; MANNION, 2008; PATIL et al., 2011). A preferência por climas secos, com temperaturas mais altas foi observada em avaliações de campo (AL - FWAEER et al., 2014; GOOLSBY et al., 2002; HALL et al., 2008; ISORDIA-AQUINO et al., 2012; KATKE; BALIKAI; VENKATESH, 2009; MANI; THONTADARYA, 1988).

Outros autores observaram mudanças significativas nos parâmetros populacionais de *M. hirsutus* devido ao hospedeiro utilizado (ARISTIZABAL et al., 2012; PATIL et al., 2011; SERRANO; LAPOINT, 2002). Em geral, fitófagos possuem disponibilidade de alimentos de forma constante, mas com baixa qualidade nutricional que varia entre os diferentes hospedeiros (GULLAN; CRANSTON, 2012; SILVEIRA NETO et al., 1976). O hospedeiro preferencial de *M. hirsutus* é o *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae), uma planta ornamental de elevado valor econômico (VITULLO et al., 2009).

Em temperaturas de 27 °C e utilizando folhas de hibisco como hospedeiro *M. hirsutus* apresenta elevadas taxas de oviposição, chegando a aproximadamente 274 ovos/fêmea (CHONG; RODA; MANNION, 2008) e pode-se obter até 10,6 gerações/ano (PERSAD; KHAN, 2001). Trata-se de uma espécie com elevado potencial biótico e com capacidade para formar grandes populações. No entanto, em condições

naturais as relações ecológicas entre *M. hirsutus* e outras espécies são fatores importantes em sua bioecologia.

Ao colonizar uma planta, cochonilhas como *M. hirsutus*, podem estabelecer relações simbióticas com formigas (Figura 2). Em troca de alimento (*honeydew*), as formigas protegem os indivíduos de *M. hirsutus* de seus inimigos naturais (predadores e parasitoides) e os mantem livres dos micélios dos fungos formadores da fumagina que podem reduzir a sobrevivência dos indivíduos (GARCÍA-VALENTE et al., 2009).

Figura 2 - Associação simbiótica entre formigas e *M. hirsutus* em fruto de graviola em Boa Vista/Roraima.



Maconellicoccus hirsutus possui inúmeros inimigos naturais. Entre essas espécies pode-se destacar o parasitoide *A. kamali* e o predador *C. montrouzieri* utilizados com sucesso em inúmeros países da América (KAIRO et al., 2000).

Anagyrus kamali tem importante papel na redução populacional de *M. hirsutus*, entretanto sua atividade por ser comprometida por hiperparasitoides, ou seja, um parasitoide que parasita o outro. Essa relação foi observada no sul da Califórnia onde as espécies *Marietta* sp (Hymenoptera: Aphelinidae) e *Chartocerus* sp. (Hymenoptera: Signiphoridae) estavam parasitando *A. Kamali* (ROLTSCH et al., 2006).

Quando expostos a um único recurso (*M. hirsutus*), as populações de *C. montrouzieri* e *A. kamali* correlacionam-se negativamente. A atividade do parasitoide é reduzida em 5% e o consumo do predador em 30%. No entanto, *C. montrouzieri*

manifestou preferência por indivíduos de *M. hirsutus* não parasitados por *A. kamali* somente após 10 dias do parasitismo (HERNÁNDEZ-MORENO et al., 2012).

A rápida disseminação de *M. hirsutus* ocorre devido aos inúmeros meios de dispersão, como por exemplo, nos estádios mais jovens, em que a espécie pode se disseminar por meio da chuva, ventos, roupas, veículos e pássaros (VÁZQUEZ, 1997). Em menor escala, a associação simbiótica com formigas proporciona uma rápida disseminação, pois as formigas podem carregar indivíduos de *M. hirsutus* para estruturas ainda não atacadas (RIVERO, 2007). Ciclones, devido a forte rotação dos ventos, podem transportar plantas ou partes de plantas infestadas a grandes distâncias (RIVERO, 2007), aves migratórias também podem transportar ovissacos e ninfas de primeiro instar a distâncias consideráveis (STIBICK, 1997). Contudo, o homem pode ser considerado o principal disseminador como aconteceu no Caribe devido a elevada taxa de comércio informal e dificuldade no estabelecimento de quarentenas (KAIRO et al., 2000).

Kairo et al. (2000), apontam alguns motivos da rápida disseminação de *M. hirsutus* na América Central e Caribe, os quais são bastante aplicáveis na América do Sul, sendo: (1) trânsito de pessoas em virtude das boas relações econômicas e culturais entre os países; (2) capacidade de disseminação em materiais vegetais que, em curtas distâncias, aumentam a probabilidade de sucesso no estabelecimento de indivíduos viáveis em novos lugares; (3) ninfas de primeiro instar e ovissacos são facilmente transportados nas roupas das pessoas; (4) difícil estabelecimento de quarentenas em virtude da ampla gama de hospedeiros, além disso, na maioria dos países esse procedimento não é tratado com a devida seriedade. Associado a isso existe um amplo comércio informal e falta de conscientização da população sobre os perigos de uma infestação em culturas de interesse econômico, portanto, a fiscalização e o estabelecimento de quarentena são situações complexas e difíceis e (5) essa praga pode permanecer por algum tempo despercebida formando grandes populações o que elevaram em muitas vezes as suas chances de disseminações acidentais.

1.4 Hospedeiros, danos e impactos econômicos

O número de hospedeiros de *M. hirsutus* relatados varia entre 200 (TAMBASCO et al., 2000) a 350 espécies (CERMELI et al., 2002), as quais pertencem a 75 famílias botânicas sendo as mais comuns Fabaceae, Malvaceae, Moraceae (MANI, 1989). A grande maioria dos hospedeiros (61,5%) são plantas ornamentais (CHONG; ARISTÍZABAL; ARTHURS, 2015), o que torna essa espécie um grave problema para parques e jardins (HOY; HAMON; NGUYEN, 2006). Contudo, entre os hospedeiros de *M. hirsutus* encontram-se também, inúmeras espécies nativas e culturas de interesse econômico como, por exemplo, algodão, cítricos, cacau, café e videiras, todas cultivadas no Brasil (TAMBASCO et al., 2000).

No Egito foram registrados ataques em leguminosas, plantas ornamentais do gênero *Hibiscus* (Malvaceae) e amoreiras (*Morus alba* - Moraceae). Na Índia foram registrados ataques em Junco, *Hibiscus* sp e mais tarde sérias infestações em videiras. No novo mundo as infestações foram relatadas nos mais variados tipos de hospedeiros, desde frutíferas, florestais, ornamentais, culturas anuais até plantas daninhas (KAIRO et al., 2000).

Na Índia, Patil et al. (2011) demonstraram que *M. hirsutus* é capaz de causar danos em espécies como *Lagenaria siceraria* var. *clavata* (porongo), *Solanum tuberosum* L. var. Kufri Chandramukhi (batata), *Praecitrullus fistulosus* (Stocks) Pangalo var. MTNH1 e *Cucurbita pepo* var. Styriaca, (abóboras), *Triticum aestivum* L. var. Lokvan, (trigo). Os autores concluíram que o trigo não é um bom hospedeiro, mas que em condições de laboratório foi possível verificar os sintomas do ataque.

Sagarra; Peterkin (1999) destacam algumas espécies como hospedeiros potenciais como o hibisco e quiabo da família Malvaceae, espécies do gênero *Citrus* spp e *Annona* spp, além de extrema susceptibilidade de *Hibiscus elatus* Sw. (Malvaceae), *Samanea saman* (Jacq.) Merr. (Fabaceae), *Tectona grandis* e *Gliricidia* spp (Fabaceae).

Em sua área de origem são poucos os hospedeiros (MANI, 1989), contudo no Caribe foram registradas mais de 150 espécies atacadas desde culturas arbóreas, florestais, ornamentais, culturas de legumes e raízes e ervas daninhas (SAGARRA; PETERKIN, 1999). Entretanto Culik et al. (2013) afirmam que, apesar dos inúmeros hospedeiros registrados, poucos são preferidos.

No México Isiordia - Aquino et al., (2012) registraram 24 espécies florestais e arbustivas hospedeiras da cochonilha-rosada distribuídas em nove famílias botânicas, com predomínio de leguminosas, sendo cinco novos registros de hospedeiros.

Rosas-García; Parra - Brancamonte, (2011) também observaram a ocorrência de cochonilha-rosada em cultivares de manga em Nayarit no México. Nesse levantamento ficou evidente que um tipo de cultivar (Ataulfo) foi mais suscetível ao ataque da cochonilha-rosada o que aumentou os custos de produção e reduziu a qualidade dos frutos.

Entre o final de 2012 e início de 2013 foi observada atacando plantios de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae), utilizadas para a produção de biocombustível, sendo considerada uma das pragas mais severas dessa cultura, pois somente *M. hirsutus* e cupins foram registrados como espécies pragas com potencial de causar a morte dessa planta (KUMAR; SINGH, 2013).

Em Roraima, Marsaro Júnior et al. (2013) registraram 10 espécies atacadas sendo elas *Centrolobium paraensis* Tul. (Fabaceae), *Annona muricata* L. (Annonaceae), *Solanum Lycopersium* L. (Solanaceae), *Glycine max* (L.) Merr. (Fabaceae), *Inga edulis* Mart. (Fabaceae), *Psidium guajava* L. (Myrtaceae), *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae), *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, (Rutaceae), *Hibiscus rosa-sinensis* e *Malvaviscus arboreos* Cav. (Malvaceae). Infestações em frutos de ata e graviola (Figura 3) podem comprometer completamente a sua comercialização.

Figura 3 - Fruto de graviola (*Annona muricata*) e ata (*Annona squamosa*) atacados por *Maconellicoccus hirsutus*.



Fonte: E.G.F. Morais.

No Espírito Santo, infestações foram relatadas em plantações de quiabo próximas a plantios de café (CULIK et al., 2013a). Tendo em vista que já foram

registrados ataques em cafezais em outros lugares (TAMBASCO et al., 2000), existe elevada possibilidade de infestação nesses plantios. Também foram registrados danos por *M. hirsutus* em cacauais na Bahia e no Espírito Santo causando reduções na frutificação e na produtividade dos cacauzeiros (CEPLAC, 2014). No Vale do São Francisco foram registrados danos em *Vitis vinifera*, espécies nativas e plantas utilizadas como quebra vento para os pomares como *Mimosa caesalpineafolia* (Mimosaceae); *Talinum paniculatum* (Portulacaceae); *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae); *Grevillea robusta* (Proteaceae) e em cultivos de áreas experimentais de Pera (*Pyrus* sp.).

Em Maceió (Alagoas), os danos foram registrados nas seguintes frutíferas *Annona muricata*, *Psidium guajava*, *Mangifera indica*, *Averrhoa carambola*, *Malpighia glabra*, *Spondias lutea* e *Theobroma grandifloru*, (BROGLIO et al., 2015; MICHELETTI et al., 2014). Em São Paulo as infestações foram relatadas em plantas ornamentais, frutíferas e florestais como *H. rosa-sinensis*, *Erythrina* spp, *Ficus pumila*, *Portulaca grandiflora*, *Eugenia uniflora*, *Tectona grandis* e plantas do sub-bosque (PERONTI; MARTINELLI, 2014).

Maconellicoccus hirsutus ataca praticamente todas as partes das plantas incluindo tecidos de condução de seiva em desenvolvimento, ramos jovens, flores e frutos (KAIRO et al., 2000). Alimenta-se da seiva do floema, preferencialmente as partes em desenvolvimento, caules jovens, flores e frutos (VITULLO et al., 2009). Ninfas e fêmeas adultas sugam a seiva do floema e injetam um tipo de saliva que é tóxica para as plantas, como consequência disso, ocorre o enrugamento das folhas, o encurtamento dos entrenós, atrasando o crescimento e a formação de novos brotos, podendo levar a planta morte. No sistema reprodutivo ocorre à queda antecipada de flores e/ou formação de pequenos frutos muitas vezes deformados o que os inviabilizam para o comércio (SAGARRA; PETERKIN, 1999; KAIRO et al., 2000).

A exsudação de uma substância açucarada (*honeydew*) proporciona um meio de cultura para fungos do gênero *Capnodium* (BROGLIO et al., 2015). Esses fungos formam uma fuligem preta em cima das estruturas infestadas, denominada fumagina, obstruindo a entrada de luz e prejudicando, no caso de folhas, a capacidade de realizar fotossíntese, além de reduzir a beleza estética da planta (NARDO et al., 1999; SAGARRA; PETERKIN, 1999; KAIRO et al., 2000). A cera branca produzida por *M. hirsutus* também reduz a beleza estética das plantas (KAIRO et al., 2000).

Estimativas dos danos econômicos causados pela entrada de *M. hirsutus* no Caribe, incluindo perdas de produção, custos de controle e restrição de mercado, foram

de US\$18,3 milhões em Granada, US\$5,1 milhões em Trinidad e US\$3,4 milhões em Granadinas (KAIRO et al., 2000). Nos Estados Unidos estima-se um prejuízo de US\$1,6 bilhões devido ao ataque em abacate (*Persea americana* Mill.), citros (*Citrus* spp.), algodão (*Gossypium hirsutum* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), soja (*Glycine max* (L.) Merr.), mudas e hortaliças (RANJAM, 2006).

1.5 Métodos de controle

Assim como para qualquer outra praga, os métodos de controle para *M. hirsutus* são o cultural, o físico, o químico e o biológico.

1.5.1 Controle físico e cultural

O controle físico e/ou cultural de *M. hirsutus* consiste na remoção (poda drástica) das estruturas infestadas. O método foi considerado eficiente em alguns casos (SAGARRA; PETERKIN, 1999), mas ineficiente em outros devido ao hábito dos indivíduos esconderem-se em fendas das estruturas vegetais e a ampla gama de hospedeiros (TAMBASCO et al., 2000).

1.5.2 Controle químico

O controle químico foi relatado como pouco eficiente para *M. hirsutus*, visto que esse inseto vive em estruturas vegetais protegidas, além disso, seus corpos e ovissacos permanecem protegidos por uma grossa camada de cera que dificulta a penetração e/ou a permanência dos inseticidas, reduzindo o sucesso da aplicação (REDDY et al., 2009; TAMBASCO et al., 2000). Contudo o êxito ou o fracasso da aplicação de inseticidas depende da absorção e distribuição desses compostos sistêmicos dentro das árvores, além da fase de vida e desenvolvimento da população

assim como a transferência dos compostos para os ramos e brotações (CASTLE; PRABHAKER, 2011).

Para *M. hirsutus*, poucos trabalhos têm sido realizados no sentido de testar inseticidas sendo que os maiores esforços no gerenciamento dessa praga consistem no estabelecimento do controle biológico (CASTLE; PRABHAKER, 2011).

Castle; Prabhaker (2011) obtiveram bons resultados testando imidacloprido (2,75 ml/cm de diâmetro a altura do peito) e tiametoxam (1,58 g /cm de diâmetro a altura do peito) no controle da cochonilha-rosada em árvores de amoreira. Os autores destacam que a maior dificuldade nesse tipo de aplicação é o estabelecimento de um teor de umidade do solo ideal e sua uniforme distribuição por toda a área radicular, característica dificilmente atingida para raízes de árvores. Entretanto, destacam que, em casos de baixos níveis de infestação ou ataques em locais de elevado trânsito de pessoas a aplicação de algum desses produtos (imidacloprido ou tiametoxam) poderia com, um único tratamento, eliminar completamente a infestação. Portanto, o uso de inseticidas sistêmicos, baseado em uma análise prévia, pode ser uma estratégia eficaz no controle da cochonilha-rosada.

Ravikumar et al., (2010) destacam que aplicação de óleo de nim e a correta fertilização nitrogenada reduziram os níveis populacionais *M. hirsutus* em cultivo de amoreira. Susikaran Mahalingam; Sridhar, (2013) conseguiram altos índices de mortalidade de *M. hirsutus* (86,5%) aplicando sabão de resina com óleo de peixe, resultados superiores aos encontrados com a aplicação de óleo de nim de acordo com a mesma pesquisa.

Patil et al., (2010) sugerem o uso de plantas com potencial de bioinsetida como alternativa ao uso de inseticidas sintéticos, muitas vezes inacessíveis ao agricultor devido ao elevado valor no mercado. Esses autores estudaram a extração de compostos com propriedades inseticidas de várias partes da espécie *Balanites aegyptiaca* (L) Del. (Balanitaceae). Os resultados apontam que, produtos extraídos em metanol, quando aplicados nos locais infestados reduziram significativamente a longevidade, número de ovos, ninfas, adultos, peso dos adultos e quantidade de cera de *M. hirsutus*.

O controle químico de *M. hirsutus* é fundamental em muitas situações, podendo em casos de infestações pontuais, erradicar a praga (CASTLE; PRABHAKER, 2011). No entanto, devem-se observar os efeitos desses inseticidas sobre seus inimigos naturais (ROCHA et al., 2011).

1.5.3 Controle biológico

O controle biológico é baseado na ação que os inimigos naturais do agente nocivo à cultura de interesse, terão sobre os seus níveis populacionais. (NAKANO, et al., 2002). O controle biológico pode ser classificado como natural quando já existe um inimigo para a espécie praga, artificial quando o inimigo natural é criado de forma massal e o clássico quando o inimigo natural é introduzido no ecossistema (GRAVENA, 1992).

No controle biológico as densidades populacionais da praga se reduzem até determinado ponto, denominado de posição geral de equilíbrio (PGE), ou seja, o inseto praga não é erradicado e nem sempre a PGE coincide com o nível de controle da praga (GRAVENA, 1992). Contudo, além da redução das densidades populacionais dos insetos considerados praga, o controle biológico pode reduzir a gama de hospedeiros, pois evita o estabelecimento de uma grande população que, inevitavelmente, buscará novas fontes de alimento (BRANCO et al., 2013).

Destaca-se que, na presença de seus inimigos naturais, as populações de *M. hirsutus* são mantidas sob controle (CULIK et al., 2013b; SAGARRA; PETERKIN, 1999). São relatados 79 artrópodes das ordens Coleoptera (19), Diptera (6), Hemiptera (1); Hymenoptera (39), Neuroptera (11) e Lepidoptera (3) como inimigos naturais de *M. hirsutus* (CHONG; ARISTIZÁBAL; ARTHUS, 2015).

O controle biológico clássico de *M. hirsutus* no Caribe e nos Estados Unidos é atribuído à introdução de parasitoides e predadores (KAIRO, et al., 2000; REDDY et al., 2009; ROLTSCH et al., 2006). No entanto, o uso de entomopatógenos no controle biológico de *M. hirsutus* apresenta elevado potencial.

1.5.3.1 Entomopatógenos

Agentes de controle microbiano, como fungos e bactérias, por exemplo, devem apresentar boa adaptação às condições climáticas, alta virulência e especificidade com o organismo alvo (IBARRA-CORTÉS et al., 2012).

Testes com os fungos *Beauveria bassiana* (Bals. Criv.) Vuill, *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* (Driver and Milner) L. e *lecanii* e *Isaria fumosoroseus* (Wize) mostraram-se eficientes no controle de *M. hirsutus* (UJJAN; SHAHZAD, 2007); IBARRA-CORTÉS et al., 2012).

O grande entrave na utilização de fungos entomopatogênicos é a exigência, por parte desses organismos, de elevadas taxas de umidade e faixas termais específicas que variam conforme a espécie (IBARRA-CORTÉS et al., 2012; MILLER et al., 2004; UJJAN; SHAHZAD, 2007). Contudo, possuem grande vantagem quanto à rapidez e facilidade de reprodução, além da simplicidade de aplicação com o uso equipamentos de pulverização convencionais (IBARRA-CORTÉS et al., 2012).

A aplicação das bactérias *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Bacillus subtilis*, isoladas de indivíduos mortos de *M. hirsutus*, reduziram a longevidade, número de ovos, ninfas, adultos, peso de fêmeas adultas e conteúdo de cera de *M. hirsutus*, sendo considerado um método eficiente de controle microbiano (SALUNKHE et al., 2014)

1.5.3.2 Parasitoides

São descritas 43 espécies de parasitoides como inimigos naturais de *M. hirsutus* sendo a família Encyrtidae a mais importante (CULIK et al., 2013b). No Caribe três espécies de parasitoides foram destacadas com potencial para o controle biológico da cochonilha-rosada, sendo elas *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae), *Gyranusoidea indica* Shafee, Alam and Agarwal (Hymenoptera: Encyrtidae) e *Anagyros dactylopii* (Howard) - Hymenoptera: Encyrtidae, contudo essa última não foi introduzida (KAIRO, et al., 2000).

Entre essas espécies destaca-se *A. kamali* (Figura 4) devido à elevada especificidade com *M. hirsutus* (SAGARRA; VINCENT; STEWART, 2001). Esse parasitoide foi relatado na cidade de Cúcuta e na ilha de San Andrés (Colômbia) onde nenhuma liberação havia sido realizada (EVANS et al., 2012; RODRÍGUEZ, 2012), fato também observado em Roraima (MARSARO JÚNIOR et al., 2013). Somente no Caribe, foram liberados 240.515 indivíduos de *A. kamali* (SAGARRA; PETERKI, 1999), elevando a probabilidade de disseminação natural desse parasitoide junto à

cochonilha-rosada conforme se expandia para novas áreas. *A. kamali* foi importado da China para o controle biológico clássico de *M. hirsutus* pelo Centro de Biosciências e Agricultura Internacional (CABI), como parte de uma cooperação técnica entre os Estados Unidos e a Fundação das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO (SAGARRA; VINCENT; STEWART, 2000).

Figura 4 - Parasitoide *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae).



Fonte: E.G.F. Morais.

As estimativas populacionais da taxa intrínseca (r_m) e finita de aumento (λ) populacional foram maiores para *A. kamali* ($r_m = 0,33$ e $\lambda = 1,39$) do que para *M. hirsutus* ($r_m = 0,08$ e $\lambda = 1,08$) nas mesmas condições. A maior capacidade de crescimento populacional estimada para *A. kamali* indica que esse parasitoide possui alto potencial para o controle biológico da cochonilha-rosada (PERSAD; KHAN, 2001).

Melhores taxas de sobrevivência de *A. kamali* foram observadas em temperaturas amenas (20 °C), criados em completa escuridão e alimentados com mel e água (AHMED et al., 2007; SAGARRA; VINCENT; STEWART, 2000; SAGARRA et al., 2000a). A resposta funcional (Número de hospedeiros disponíveis/número de hospedeiros parasitados) é do tipo III, ou seja, dependente da densidade populacional do hospedeiro (SAGARRA et al., 2000a).

Anagyrus kamali parasita todos os instares de *M. hirsutus*, contudo o terceiro ínstar e indivíduos adultos são preferidos (AHMED et al., 2007; SAGARRA; VINCENT, 1999). A partir do terceiro ínstar, *M. hirsutus* pode encapsular os ovos do parasitoide (SAGARRA et al., 2000b). Como resposta ao encapsulamento, pode ocorrer o superparasitismo, assim *A. kamali* pode ovipositar mais vezes o mesmo indivíduo de *M. hirsutus* (AHMED et al., 2007; SAGARRA et al., 2000a). A emergência de

parasitoides é maior nos instares mais jovens, contudo uma população de parasitoides provenientes a partir de indivíduos de *M. hirsutus* de terceiro ínstar e de adultos apresentam maior proporção de fêmeas, menor período de desenvolvimento e indivíduos maiores (AHMED et al., 2007; SAGARRA; VINCENT, 1999). O maior tamanho do parasitoide confere algumas vantagens, como maior período de sobrevivência, fecundidade, taxa de oviposição e número de fêmeas geradas (SAGARRA; VINCENT; STEWART, 2001).

1.5.3.3 Predadores

Existem 34 espécies registradas como predadores de *M. hirsutus* (CULIK, et al. 2013b). Duas espécies, *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) e *Scymnus coccivora* Ramakrishna Ayyar (Coleoptera: Coccinellidae) foram introduzidas no Caribe para o controle de *M. hirsutus* (KAIRO et al., 2000).

Entre as duas espécies de joaninhas destacadas por Kairo et al. (2000), *C. montrouzieri* (Figura 5) foi usada com muito sucesso na Índia, Egito e Caribe. No Caribe, *S. coccivora* também foi bem sucedida, onde a associação entre estes predadores e os parasitoides mostraram-se eficientes para o controle de *M. hirsutus*. Entretanto, *C. montrouzieri* tem um raio de ação maior podendo ser liberado em distâncias maiores, também pode consumir outros insetos como os parasitoides das cochonilhas.

Figura 5 - Joaninha *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae).



Fonte: G. Amaro

A joaninha *C. montrouzieri* foi descrita por Alberto Koebele na Austrália relatado como predador da cochonilha-branca (GRAVENA, 2003). No Brasil, essa joaninha foi introduzida visando o controle biológico de *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae) em pomares de citros e de pulgões em cultivos de jiló, *Solanum gilo* Raddi (Solanaceae), em Cruz das Almas na Bahia (RISSO, 1813 apud SANCHES; CARVALHO, 2010).

Cryptolaemus montrouzieri é, atualmente, um dos agentes de controle biológico mais utilizado no mundo (KAIRO et al., 2012). Presente em 64 países da África, América do Norte e do Sul, Caribe e Europa, *C. montrouzieri* é bem adaptado a ambientes tropicais (SOLONGI et al., 2012).

A longevidade e o desenvolvimento das fases de vida de indivíduos de *C. montrouzieri* é maior em temperaturas amenas 20° C (BABU; AZAM, 1987) e entre 20 a 25°C (TORRES; MARCANO, 2007). Também são relatadas altas taxas de fecundidade em criações a 30°C (BABU; AZAM, 1987), no entanto, são altas as taxas de mortalidade em temperaturas entre 30 e 35°C. De modo geral, temperaturas elevadas (35°C) e muito baixas (15°C) afetam negativamente as populações de *C. montrouzieri* (ÖZGÖKÇE; ATLIHAN; KARACA, 2006; SOLANGUI et al., 2012)

A razão sexual é bastante proporcional em temperaturas de 30 °C (1:1 e 1:0,77), entre 20 - 25 °C e aos 35 °C existe ligeira superioridade no número de fêmeas (1,19:1 e 1,13:1) em relação aos machos (BABU; AZAM, 1987; TORRES; MARCANO, 2007).

As melhores estimativas dos parâmetros populacionais para *C. montrouzieri* foram obtidas em temperaturas de 27 °C, fotofase de 12 horas e utilizando *M. hirsutus* como fonte de alimento (GHORBANIAN et al., 2011; ÖZGÖKÇE; ATLIHAN; KARACA, 2006; PERSAD; KHAN, 2001; SOLONGI et al., 2012).

A joaninha *C. montrouzieri* é facilmente criada (KAIRO et al. 2013), sendo possível produzir cerca de 400 adultos por mês em recipientes plásticos de 1 litro com alimento, podendo inclusive ser utilizada para o transporte do inseto até o local da liberação (SANCHES; CARVALHO, 2010). Além disso, *C. montrouzieri* é bastante resistente ao manuseio (FINLAY-DONEY; WALTER, 2012). No campo, indivíduos adultos de *C. montrouzieri* localizam suas presas pela visão e estímulos químicos, contudo as larvas apenas devido ao contato físico (KAIRO et al. 2012).

Mani; Thontadaraya (1988) afirmam que, em populações de *M. hirsutus*, uma larva de *C. montrouzieri* é capaz de predação de cerca de 881,30 ovos e 259 ninfas ou 27,25 fêmeas adultas.

A liberação de indivíduos não alimentados é mais eficiente para a redução da praga (FINLAY-DONEY; WALTER, 2012). Geralmente são liberados de cinco a dez indivíduos por planta com frequência de uma a duas vezes por ano dependendo da infestação da praga (ÖZGÖKÇE; ATLIHAN; KARACA, 2006). Contudo Solangi et al. (2012) conseguiram bons resultados mantendo uma proporção do predador e da presa de 1:100 respectivamente.

Kairo et al. (2012) afirmam que, mesmo que se tenha observado *C. montrouzieri* alimentando-se de ovos de Lepidoptera e pulgões, suas presas naturais são basicamente da ordem Hemiptera, que apresentam comportamento sedentário e incluem inúmeras espécies das famílias Pseudococcidae, Coccidae, Diaspididae, Eriococcidae, Ortheziidae, Magarodidae e Aleyrodidae. *C. montrouzieri* é estimulado a colocar seus ovos em mediante a presença de filamentos cerosos de suas presas (MERLIN et al., 1966 apud PASTEELS, 2007) avidamente produzidos por cochonilhas.

O comportamento típico de *C. montrouzieri* em colônias de *M. hirsutus* foi caracterizado por Villegas-Mendonza; Rivera; Rosas-García (2012) no qual três atividades e o tempo gasto para cumpri-las foram destacadas: (1) busca por alimento (16,5%), (2) manejo da presa (38,7%) e (3) copulação (44,8%)..

C. montrouzieri foi introduzido em inúmeras regiões do mundo sem um levantamento criterioso dos aspectos ecológicos da espécie ou preocupação com a pressão sobre espécies nativas (KAIRO et al., 2012). Em algumas locais, como nos países do Caribe, Sul da Califórnia, o sucesso do controle biológico é também atribuído a esse agente (KAIRO et al. 2000; ROLTSCH et al. 2006). Contudo houveram alguns fracassos devido a não observação de suas características ecológicas (SOLONGI et al. 2012).

2 OBJETIVOS

Os objetivos da presente pesquisa são:

2.1 Objetivo geral

Estudar a bioecologia e o controle biológico de *M. hirsutus* em condições de laboratório e climáticas de Roraima.

2.2 Objetivos específicos

- Construir a tabela da vida *M. hirsutus* em condições de laboratório;
- estudar a dinâmica populacional de *M. hirsutus* e seus inimigos naturais em cultivo de *Annona squamosa* L. (Anonaceae);
- correlacionar os níveis populacionais com as variáveis climáticas;
- determinar a taxa de parasitismo de *M. hirsutus* em diferentes fruteiras de Roraima.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Abaixo relacionamos os materiais e métodos utilizados na pesquisa.

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em pomar de ata, *Annona squamosa* L. (Anonaceae) de aproximadamente 1,5 ha, no município do Cantá, Roraima (2° 43' 55" N; 60° 38' 14" O e 74 metros de altitude). O clima da região é tropical com estação seca de inverno (tipo AW segundo a classificação Koppen) e precipitação anual de 1.420,4 mm/ano, com uma estação chuvosa de maio a agosto (INMET, 2015).

O pomar foi plantado em 2006, no espaçamento 4m x 4m. Anualmente, as plantas receberam adubação com esterco de gado curtido (10 Kg), potássio (120 g) e nitrogênio (480 g parcelado em três vezes) por planta. Até 2014, as plantas não receberam podas e a infestação por *M. hirsutus* nos frutos era elevada. Após esta data, foram realizadas duas podas anuais de frutificação, seguida de pulverização com calda bordalesa para controle de doenças fúngicas e aplicação de óleo mineral a cada 30 dias para controle de insetos pragas. No entanto, nas plantas avaliadas a poda e os tratamentos fitossanitários foram feitos apenas em fevereiro de 2014.

3.2 Biologia de *Maconellicoccus hirsutus*

O estudo de biologia de *M. hirsutus* foi conduzido no laboratório de Entomologia da Embrapa Roraima. Nessa etapa foi estabelecida a criação massal de *M. hirsutus*, o estudo de sua biologia e a construção das tabelas de vida.

3.2.1 Criação massal

Frutos de *Annona squamosa* L. (Anonaceae), coletadas em um pomar comercial localizado no município do Cantá em Roraima, Brasil com colônias de *M. hirsutus* foram levados para o laboratório de Entomologia da Embrapa Roraima. Os ovissacos da cochonilha-rosada foram transferidos, com pincel de cerdas finas, para frutos de *Cucurbita moschata* Duchesne (Cucurbitaceae) adquiridos em feiras de Boa Vista e lavados com água e hipoclorito a 1%.

As criações de *M. hirsutus* foram mantidas em sala de criação a 27 ± 1 °C, $60 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas. As abóboras infestadas com *M. hirsutus* foram acondicionadas em potes plásticos e substituídas quando se tornavam inapropriados (apodrecidas) para a cochonilha.

3.2.2 Biologia

Folhas enraizadas de *Hibiscus rosa-sinensis*, de mudas produzidas em casa de vegetação, foram utilizadas no estudo do ciclo de vida de *M. hirsutus*. Folhas em boas condições fitossanitárias e livres de injúrias foram enraizadas (estaquia foliar). O pecíolo de cada folha foi submergido em solução de ácido indolbutírico (1 mg), álcool 99% (50 ml) e água destilada (50 ml) e plantados em bandejas com 200 células de 12,5 ml cada de substrato com 50% de vermiculita e 50% de palha carbonizada de arroz. Após o enraizamento, em torno de 15 dias, as folhas de *H. rosa-sinensis* foram plantadas em copos plásticos de 150 ml com substrato comercial a base de esterco animal e material vegetal carbonizado. Após esse período, as mais vigorosas foram levadas ao laboratório e suas bordas circundadas com uma fina camada de cola entomológica para impedir a fuga das cochonilhas para o pecíolo ou substrato.

Dez fêmeas adultas de *M. hirsutus*, da criação massal, foram individualizadas por folha de hibisco. Cada fêmea foi observada diariamente até colocar o primeiro ovissaco, quando foi retirada e seus ovos foram observados até a eclosão de todas as ninfas que foram retiradas e contabilizadas diariamente. Dez dias após a eclosão da última ninfa, os ovissacos foram abertos e os ovos não eclodidos contados para avaliação da viabilidade

dos mesmos. Após a eclosão, 80 ninfas foram individualizadas em folhas enraizadas de hibisco e com cola entomológica nas bordas. Estas ninfas foram observadas diariamente, registrando-se a mudança de fase até a morte do indivíduo. As observações foram feitas sob microscópio estereoscópio com aumento de 40 vezes.

3.3.3 Tabelas de vida

Os dados de biologia de *M. hirsutus* foram analisados por tabelas de esperança de vida e de fertilidade conforme Silveira Neto et al. (1976). Na tabela de esperança de vida foram determinadas:

1. Idade em dias dos indivíduos (x);
2. Número de sobreviventes no início de cada idade (L_x);
3. Número de mortos entre um dia e outro (d_x);
4. Estrutura etária (E_x), que se refere ao número de insetos vivos entre um dia e outro, fornecida pela equação: $T_x = E_x + E_{x+1} + E_{x+2} + \dots + E_w$, onde w é a última idade;
5. Esperança de vida em cada idade, pela equação: $e_x = T_x/L_x$;
6. Probabilidade de morte em cada idade, pela equação $100q_x = 100 \times (d_x/L_x)$;

Na tabela de fertilidade foram determinadas:

1. Fecundidade (m_x), determinada através da taxa média de oviposição
2. Valor de reprodução (RV_x), que se refere à contribuição de cada fêmea de idade x para a população futura, calculada por grupo de idade de acordo com a equação: $RV_x = \sum (l_y/l_x) m_y$, onde x é a classe de faixa etária; y , a classe de maior idade e t , qualquer classe etária entre x e y (KREBS, 1994).

Com base nas tabelas de esperança de vida e de fecundidade de *M. hirsutus* foram estimados os seguintes parâmetros conforme Krebs (1994) e Price (1997):

1. Taxa bruta de reprodução ($TBR = \sum m_x$);
2. Taxa líquida de reprodução ($R_0 = \sum l_x m_x$);
3. Taxa intrínseca de aumento populacional ($r_m = \ln (R_0)/T$);
4. Tempo médio de geração ($T = \ln (R_0)/r_m$);
5. Tempo para a população dobrar em número ($TD = \ln (2)/r_m$);

6. Taxa finita de aumento populacional ($\lambda = \text{antilog}(r_m \times 0,4343)$).

3.3 Dinâmica populacional de *Maconellicoccus hirsutus* e de seus inimigos naturais

A densidade populacional de *M. hirsutus* no pomar de ata e a sua presença ou ausência em outras plantas hospedeiras próximas ao plantio (*Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), *Averrhoa carambola* L. (Oxalidaceae), *Annona muricata* e *Xylopia aromática* (Lam.) Mart. (Annonaceae) foram avaliadas mensalmente, entre abril de 2014 e março de 2015. No plantio, uma fileira de 20 plantas foi selecionada para a amostragem. Em cada planta, foram avaliadas três estruturas de cada órgão da planta: ramo, broto, flor e fruto, por estrato da planta: basal, mediano e apical. Em cada parte, foi contabilizado o número de *M. hirsutus* adultos, ninfas, ovissacos e múmias (indivíduos parasitados) e registrada a presença de outros inimigos naturais associados.

A determinação do nível de infestação nas plantas adjacentes foi feita por meio da escala desenvolvida por Suresh; Chandra (2008) que determinaram como infestação nula (0 cochonilhas por broto), infestação baixa (1 – 10 cochonilhas por broto), infestação média (10 – 20 cochonilhas por broto) e infestação alta (>20 cochonilhas por broto). Também foi calculado o percentual de infestação (número de frutos avaliados/número de frutos infestados).

As variáveis climáticas de umidade relativa do ar, precipitação pluvial, temperaturas máximas, mínimas e médias e insolação foram obtidas da estação OMM: 82024, localizada em Boa Vista/RR (2,82° N; 60,66° O, 83 metros de altitude), que estava cerca de 10 Km do local de estudo.

Foram selecionados os dados diários para cálculo das médias de temperaturas (média, máxima e mínima), insolação e umidade relativa do ar no período de sete dias antes da avaliação e para a precipitação pluviométrica foi utilizado o acumulado nos períodos de sete e 15 dias antes da coleta dos dados.

3.4 Taxa de parasitismo de *Maconellicoccus hirsutus*

Para avaliação das taxas de parasitismo foram coletados frutos de *Annona squamosa* L (Ata), *Annona muricata* L. (graviola), Annonaceae e *Averrhoa carambola* L. Oxalidaceae (Carambola) infestados por *M. hirsutus*. Os frutos foram coletados entre abril de 2014 a março de 2015, em duas propriedades rurais com infestação natural de *M. hirsutus*, no município do Cantá e outra em Boa Vista/Roraima. As propriedades foram visitadas mensalmente sendo coletados cinco frutos para avaliação das taxas de parasitismo.

Os frutos foram colocados em sacos plásticos e levados para o Laboratório da Embrapa Roraima, onde foi contado o número de adultos (machos e fêmeas), ninfas e múmias de *M. hirsutus*. No caso de colônias muito grandes, o número de indivíduos foi estimado mediante a contagem de adultos (machos e fêmeas), ninfas e múmias em três pontos aleatórios de um cm² na área infestada, obtendo-se assim o número médio de indivíduos/cm². Nesse caso, a área infestada foi determinada utilizando uma lâmina milimétrica de plástico transparente. Durante essa avaliação foi determinado também o número de indivíduos parasitados (IPAR) através da contagem ou estimativa do número de múmias.

Após esta contagem, os frutos foram colocados, individualmente, dentro de potes de plástico transparentes fechados com tampa de tela anti-afídica e a cada três dias, durante 18 dias, foram contados o número de adultos de parasitoides, machos e fêmeas, emergidos. Os parasitoides emergidos foram colocados em frascos com álcool para posterior identificação. A taxa de parasitismo (TP) de *M. hirsutus* por *A. kamali* em todas as fruteiras foi determinada pela seguinte equação.

$$TP = \frac{PEM + IPAR}{ADNF}$$

Sendo, PEM o número de parasitoides emergentes, IPAR o número de indivíduos parasitados e ADNF o número de cochonilhas adultas e ninfas sadias.

3.5 Análise dos dados de dinâmica populacional

Os dados mensais de densidade populacional de *M. hirsutus* e de mummies parasitadas por *A. kamali* e número de frutos infestados foram correlacionados as variáveis climáticas de temperatura, umidade relativa, insolação e precipitação pluvial pelo método de Spearman ($p < 0,05$).

O efeito da poda foi determinado pelo teste t de Wilcoxon pareado comparando os níveis populacionais de adultos, ninfas e números de ovissacos registrados na primeira safra (sob o efeito da poda) com o registrado na segunda safra (sem efeito da poda).

3.5 Análise dos dados das taxas de parasitismo

As taxas de parasitismo avaliadas em laboratório foram correlacionadas com os dados climáticos de umidade relativa do ar, temperaturas máximas, mínimas e médias, insolação e precipitação pluviométrica pelo método de Spearman ($p < 0,05$). Os dados climáticos foram calculados como na análise da dinâmica populacional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados os resultados e as discussões sobre os trabalhos de bioecologia, dinâmica populacional e controle biológico de *M. hirsutus*.

4.1 Biologia de *Maconellicoccus hirsutus*

O ciclo de vida de *M. hirsutus* foi, em média, de 59 dias, com $7,4 \pm 0,16$, $6,8 \pm 0,23$, $6,0 \pm 0,20$ e $4,7 \pm 0,31$ dias para a fase de ovo, primeiro, segundo e terceiro instares respectivamente, $3,1 \pm 0,55$ dias para o estágio de pupa, $1,6 \pm 0,18$ para macho adulto e $19,2 \pm 1,85$ para fêmea adulta. A longevidade da fêmea e do macho foi de $37,4 \pm 1,93$ e $19,8 \pm 0,41$ dias respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 - Tabela de esperança de vida para *Maconellicoccus hirsutus* a 27 ± 1 °C, umidade relativa do ar $65 \pm 5\%$ e fotoperíodo L12:D12. Boa Vista, Roraima, Brasil. (Continua).

Dias	L_x	d_x	T_x	Ex	100qx
1	100,0	0,0	3365,1	33,7	0,0
2	100,0	0,0	3265,1	32,7	0,0
3	100,0	0,0	3165,1	31,7	0,0
4	100,0	0,0	3065,1	30,7	0,0
5	100,0	0,0	2965,1	29,7	0,0
6	100,0	0,0	2865,1	28,7	0,0
7	95,3	0,0	2765,1	29,0	0,0
8	95,3	0,0	2667,4	28,0	0,0
9	95,3	14,0	2572,1	27,0	14,6
10	81,4	0,0	2476,7	30,4	0,0
11	81,4	2,3	2388,4	29,3	2,9
12	79,1	2,3	2307,0	29,2	2,9
13	76,7	4,7	2226,7	29,0	6,1
14	72,1	7,0	2148,8	29,8	9,7
15	65,1	0,0	2074,4	31,9	0,0
16	65,1	0,0	2005,8	30,8	0,0
17	65,1	0,0	1940,7	29,8	0,0
18	65,1	0,0	1875,6	28,8	0,0
19	65,1	2,3	1810,5	27,8	3,6

Tabela 1 – Tabela de esperança de vida para *Maconellicoccus hirsutus* a 27 ± 1 °C, umidade relativa do ar $65 \pm 5\%$ e fotoperíodo L12:D12. Boa Vista, Roraima, Brasil (Conclusão)

Dias	L_x	d_x	T_x	E_x	100qx
20	62,8	0,0	1745,3	27,8	0,0
21	62,8	0,0	1681,4	26,8	0,0
22	62,8	0,0	1618,6	25,8	0,0
23	62,8	0,0	1555,8	24,8	0,0
24	62,8	0,0	1493,0	23,8	0,0
25	62,8	0,0	1430,2	22,8	0,0
26	62,8	0,0	1367,4	21,8	0,0
27	62,8	0,0	1304,7	20,8	0,0
28	62,8	2,3	1241,9	19,8	3,7
29	60,5	0,0	1179,1	19,5	0,0
30	60,5	2,3	1117,4	18,5	3,8
31	58,1	0,0	1057,0	18,2	0,0
32	58,1	0,0	997,7	17,2	0,0
33	58,1	0,0	939,5	16,2	0,0
34	58,1	2,3	881,4	15,2	4,0
35	55,8	0,0	823,3	14,8	0,0
36	55,8	0,0	766,3	13,7	0,0
37	55,8	0,0	710,5	12,7	0,0
54	14,0	7,0	45,3	3,3	50,0
55	7,0	0,0	31,4	4,5	0,0
56	7,0	0,0	20,9	3,0	0,0
57	7,0	4,7	14,0	2,0	66,7
58	2,3	0,0	7,0	3,0	0,0
59	2,3	2,3	2,3	1,0	100,0
60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Legenda: valores diários em porcentagem para a taxa de sobrevivência (L_x), mortalidade (d_x), total de total de insetos (T_x), expectativa de vida (e_x) e probabilidade de morte (100qx).

Maconellicoccus hirsutus iniciou a oviposição em média aos 40,3 dias de idade com idade mínima de oviposição de 34 dias e máxima de 49 dias. O período médio de pré-oviposição foi de $14,72 \pm 0,81$ dias. Fêmeas morreram em média com 7,5 dias após o início da oviposição (Tabela 2), semelhante ao período de incubação dos ovos ($7,4 \pm 0,16$ dias). Uma fêmea colocou em média $98,18 \pm 23,66$ ovos. A razão sexual foi de um macho para 3,4 fêmeas.

Tabela 2 - Tabela de fertilidade de *Maconellicoccus hirsutus* a 27 ± 1 °C, umidade relativa do ar $65 \pm 5\%$ e fotoperíodo L12:D12. Boa Vista, Roraima, Brasil. (Continua).

Dias	l_x	m_x	VR_x
1	100,0	0,0	0,7
2	100,0	0,0	0,7
3	100,0	0,0	0,7
4	100,0	0,0	0,7
5	100,0	0,0	0,7
6	100,0	0,0	0,7
7	95,3	0,0	0,8
8	95,3	0,0	0,8
9	95,3	0,0	0,8
10	81,4	0,0	0,9
11	81,4	0,0	0,9
12	79,1	0,0	0,9
13	76,7	0,0	0,9
14	72,1	0,0	1,0
15	65,1	0,0	1,1
16	65,1	0,0	1,1
17	65,1	0,0	1,1
18	65,1	0,0	1,1
19	65,1	0,0	1,1
20	62,8	0,0	1,1
21	62,8	0,0	1,1
22	62,8	0,0	1,1
23	62,8	0,0	1,1
24	62,8	0,0	1,1
25	62,8	0,0	1,1
26	62,8	0,0	1,1
27	62,8	0,0	1,1
28	62,8	0,0	1,1
29	60,5	0,0	1,2
30	60,5	0,0	1,2
31	58,1	0,0	1,2
32	58,1	0,0	1,2
33	58,1	0,0	1,2
34	58,1	1,5	1,2
35	55,8	3,9	1,3
36	55,8	9,2	1,2
37	55,8	11,7	1,1
38	55,8	23,2	1,0
39	55,8	15,0	0,8

Tabela 2 – Tabela de fertilidade de *Maconellicoccus hirsutus* a 27 ± 1 °C, umidade relativa do ar $65 \pm 5\%$ e fotoperíodo L12:D12. Boa Vista, Roraima, Brasil. (Conclusão).

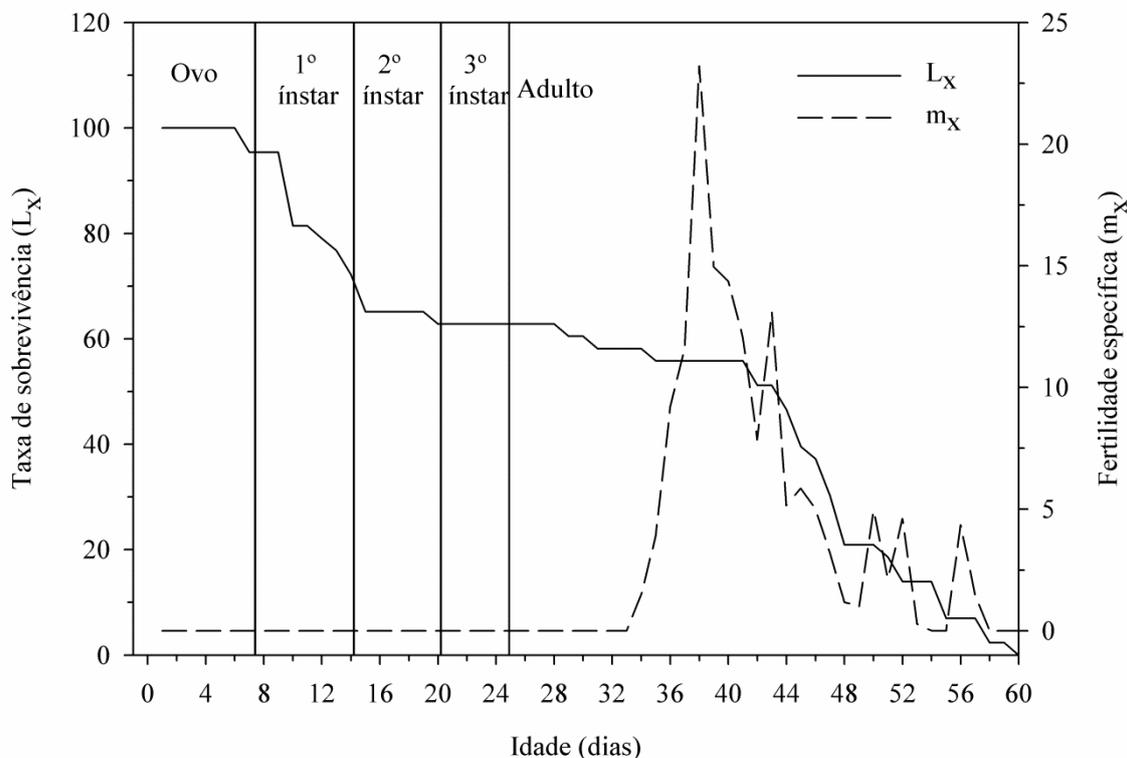
Dias	l_x	m_x	VR_x
40	55,8	14,4	0,6
41	55,8	12,1	0,5
42	51,2	7,8	0,4
43	51,2	13,1	0,3
44	46,5	5,1	0,2
45	39,5	5,9	0,2
46	37,2	5,0	0,2
47	30,2	3,2	0,1
48	20,9	1,2	0,1
49	20,9	1,0	0,1
50	20,9	4,9	0,1
51	18,6	2,2	0,1
52	14,0	4,6	0,1
53	14,0	0,3	0,0
54	14,0	0,0	0,0
55	7,0	0,0	0,1
56	7,0	4,4	0,1
57	7,0	1,5	0,0
58	2,3	0,0	0,0
59	2,3	0,0	0,0
60	0,0	0,0	0,0

Legenda: valores diários em porcentagem para a taxa de sobrevivência (l_x), fertilidade específica (m_x) e valor de reprodução (VR_x).

A expectativa de vida (ex) de *M. hirsutus* foi de 33,65 dias; 29,0 dias para o primeiro estágio; 29,81 para o segundo; 27,80 para o terceiro e 22,78 para adultos. Nas fases iniciais de vida a taxa de mortalidade foi maior no primeiro ínstar, tornando-se constante com o passar do tempo, entretanto na fase adulta registraram-se as maiores taxas de mortalidade (Figura 6). A elevada taxa de mortalidade na fase adulta indica que curva de sobrevivência do tipo I para esse inseto.

A interseção das curvas de fertilidade específica (m_x) e de sobrevivência (L_x) ocorreu após os 37 dias de idade, indicando aumento populacional a partir deste ponto. O pico máximo de oviposição (23,2 ovos/fêmea) foi aos 38 dias de idade e, apesar da tendência de redução a partir dessa idade, outros picos menores foram registrados aos 43 (13,1 ovos/fêmea), 50 (4,9 ovos/fêmea), 52 (4,6 ovos/fêmea) e 56 (4,4 ovos/fêmea) dias de idade (Figura 6).

Figura 6 - Taxa de sobrevivência (L_x) e fertilidade específica (m_x) de *Maconellicoccus hirsutus* a 27 ± 1 °C, umidade relativa do ar $65 \pm 5\%$ e fotoperíodo L12:D12. Boa Vista, Roraima, Brasil.



A taxa bruta de reprodução (TBR) de *M. hirsutus* foi de 150,9 fêmeas/fêmea e a de reprodução (R_0) de 71,9 fêmeas/fêmea. A duração de uma geração (T) foi de 40,2 dias. O tempo necessário para a população desse inseto dobrar em número de indivíduos (TD) foi de 6,5 dias. A razão infinitesimal (r_m) e de aumento populacional (λ) foram respectivamente de 0,106 e 1,112. O valor de $\lambda > 1$ indica crescimento populacional desse inseto.

Os parâmetros de vida obtidos nesse trabalho foram próximos daqueles obtidos por Chong; Roda; Mannion (2008), que conduziram seu experimento em condições similares (27 ± 1 °C, cerca de 65% umidade relativa, 14L: 10D e folhas de hibiscos enraizadas como hospedeiro). Contudo, a mudança do hospedeiro para folhas de amora, menor temperatura (25 ± 2 °C) e umidade relativa (54,65%) afetaram os parâmetros de vida de *M. hirsutus* (SAHITO et al., 2012). Esses autores verificaram maior período de incubação dos ovos ($15,2 \pm 1,52$ dias) e duração do segundo ($9,30 \pm 1,32$ dias) e terceiro

ínstar ($13,4 \pm 1,68$ dias) e a razão sexual foi cerca de quatro vezes maior do que nossos resultados e 10 vezes comparados com Persad; Khan (2001) conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros da tabela de vida de *Maconellicoccus hirsutus* em diferentes condições de temperatura, fotoperíodo, umidade relativa e hospedeiro.

Condições	Negrini et. al	Sahito et al. (2012)	Chong et al. (2009)	Persad; Khan (2001)
Temperatura	27±1°C	25±2°C	27±1°C	27±3°C
Fotoperíodo (L:D)	12:12	-	14:10	12:12
Umidade Relativa	65±5%	54,65%	65±2%	58±3%
Hospedeiro	Hibisco	Amora	Hibisco	Hibisco
Parâmetros da Tabela de Vida				
Incubação dos ovos	7,4±0,16	15,2±1,52	8,6±0,1	~9
1 ínstar	6,8±0,23	3,9±0,38	8,1±0,2	-
2 ínstar	6,0±0,20	9,30±1,32	5,6±0,6	-
3 ínstar	4,7±0,31	13,4±1,68	6,9±0,2	-
4 (pupa machos)	3,1±0,55	4,1±0,03	4,6±0,3	-
Adulto macho	1,6±0,18	2,4±0,04	-	2,73±0,14
Adulto fêmea	19,2±1,85	21,0±1,89	-	13,87±2,25
Longevidade macho	19,8±0,41	33,2±2,89	29,8±0,3	-
Longevidade fêmea	37,4±1,93	47,7±2,55	29,2±0,4	-
Estimativas				
Razão sexual	01:03,4	01:14,5	-	01:01,4
Ovos/fêmea	98,18±23,66	-	274±23	178±32,92
R ₀ (fêmeas/fêmea)	71,9	-	165,8	15,51
r _m (fêmea/fêmea/dia)	0,106	-	0,119	0,0801
T (dias)	40,2	-	43	34,23
T.D (dias)	6,5	-	5,8	8,83
λ	1,112	-	1,126	1,08

Indivíduos nas fases jovens apresentam desenvolvimento mais lento e ciclos de vida mais longos em temperaturas mais baixas (ATKINSON; SIBLY, 1997). Elevadas densidades populacionais de *M. hirsutus* tem sido relatadas em períodos com altas temperaturas, baixa umidade do ar e precipitação pluvial, indicando que essa espécie prefere climas quentes e secos (AL - FWAEER et al., 2014; GOOLSBY et al., 2002; HALL et al., 2008; ISORDIA-AQUINO et al., 2012; KATKE; BALIKAI; VENKATESH, 2009; MANI; THONTADARYA, 1988).

A modelagem do requerimento termal proposta por Chong; Roda; Mannion (2008) demonstra que *M. hirsutus* pode sobreviver em uma ampla faixa de temperaturas, entre 14,5°C a 29°C. Portanto, *M. hirsutus* poderia se estabelecer na maior parte do continente americano desde o Chile (JARA et al., 2012) até o sul do Canadá (CHONG; RODA; MANNION, 2008), contrariando estimativas da EPPO (2005) sugerindo que *M. hirsutus* teria sua dispersão limitada entre as latitudes 30 ° N e 30 ° S. De acordo com Chong; Roda; Mannion (2008), a 35 °C o desenvolvimento de *M. hirsutus* é interrompido, contudo Patil et al. (2011) relataram números significativamente maiores de ovos, ninfas e adultos, além do maior peso de adultos a 38 °C, 70% de umidade relativa e em frutos de *Praecitrullus fistulosus* (Stocks) Pangalo (Cucurbitaceae) como hospedeiro.

Plantas hospedeiras e diferentes estruturas também podem influenciar as estimativas dos parâmetros biológicos de *M. hirsutus*. Patil et al. (2011) relataram que o número de ovos, ninfas e adultos de *M. hirsutus* foi maior em folhas de *H. rosa sinensis* do que em frutos de três tipos de abóboras *Lagenaria siceraria*, *Praecitrullus fistulosus* e *Cucurbita pepo*, batata - *Solanum tuberosum* (Solanaceae) e trigo - *Triticum aestivum*. Os hospedeiros (abóbora japonesa, abóbora, chuchu, figo e batata brotada) e uma dieta artificial (abóbora e sacarose) afetam a biologia de *M. hirsutus*. O elevado número de ovos por fêmea, viabilidade dos ovos e menor tempo para eclosão das ninfas foram encontrados em abóbora japonesa e abóbora. Em adição, o tempo de desenvolvimento de fêmeas e machos foi menor em abóbora japonesa, abóbora e batata brotada do que nos outros hospedeiros. A eclosão de ninfas e o número de fêmeas/machos do parasitoide *A. kamali* foram significativamente maiores em abóbora japonesa, abóbora e brotações de batata. Contudo *M. hirsutus* e *A. kamali* desenvolveram-se em todos os hospedeiros utilizados, incluindo a dieta artificial (SERRANO; LAPOINT, 2002). Hospedeiros diferentes apresentam aspectos nutricionais distintos e a qualidade nutricional desses influenciam os parâmetros de vida de fitófagos (SILVEIRA NETO et al., 1976).

Hibiscus rosa-sinensis é considerado o hospedeiro preferido de *M. hirsutus* (HALL, 2008; MANI 1989; KAIRO, 2000). Aristizabal et al. (2012) observaram que diferentes cultivares de hibiscus (*President*, *Double Red* e *Joanne*) não expressaram tolerância a praga. Hibisco é uma planta ornamental comumente transportada pelas pessoas e pode ser considerado o principal meio de dispersão dessa praga. O tipo de propagação do hibisco também influenciam as estimativas dos parâmetros biológicos de

M. hirsutus. Na propagação via estaquia foliar são utilizadas folhas maduras e na estaquia caulinar desenvolvem-se folhas novas, geralmente preferidas por filófagos, devido à textura e maior concentração de nitrogênio livre (RICKLEFS, 2012; GONÇALVEZ - ALVIM et al., 2010).

As estimativas da tabela de vida obtidas em nosso estudo de taxa líquida de reprodução ($R_0 = 71,9$ fêmeas/fêmea) e tempo para dobrar a população (TD = 6,5 dias) foram intermediários entre aqueles obtidos por Persad; Khan (2001) com $R_0 = 15,51$ fêmeas / fêmea e TD = 8,83 dias e Chong; Roda; Mannion (2008), com $R_0 = 165,8$ fêmeas/fêmea e TD =5,8 dias. Enquanto o tempo de uma geração (T=40,2 dias) obtido foi próximo dos valores encontrados por Chong; Roda; Mannion (2008),, cerca de 43 dias. O parâmetros que indicam crescimento, estabilização ou declínio da população (r_m e λ) foram maiores em nosso estudo e no de Chong; Roda; Mannion (2008), conforme a Tabela 3.

A queda mais abrupta na curva de sobrevivência ocorreu a partir dos 43 dias de idade (Figura 6) comparada com a elevada mortalidade relatada aos 16 (PERSAD; KHAN, 2001) e 50 (CHONG; RODA; MANNION, 2008) dias de idade. A curva de sobrevivência tipo I é característica de muitas espécies de insetos e significa que a mortalidade ocorre, predominantemente nas idades mais avançadas (PEARL, 1928).

O elevado potencial biótico de *M. hirsutus* sob condições climáticas de Roraima com 27,4 ° C e 74,9% umidade relativa (INMET, 2014), indicam que essa praga pode se estabelecer nas principais regiões de produção de frutos do país, como no vale do São Francisco (Pernambuco e Bahia), que possui condições climáticas muito similares as de Roraima. Essa cochonilha já foi relatada nessa região (OLIVEIRA et al., 2014). Ataques por *M. hirsutus* podem afetar o desenvolvimento e a qualidade dos frutos (KAIRO et al., 2000; ROSAS-GARCIA; PARRA-BRANCAMONTE, 2011) e impedir a exportação devido aos padrões fitossanitários impostos por países importadores.

4.2 Dinâmica populacional de *Maconellicoccus hirsutus* e seus inimigos naturais

A correlação de Spearman indicou que houve associação positiva e significativa somente entre os níveis populacionais de adultos ($Rho=0,68517$; $p = 0,0139$), ovissacos ($Rho=0,79897$; $p = 0,0018$) e ninfas ($Rho=0,61042$; $p = 0,0350$) de *M. hirsutus* e

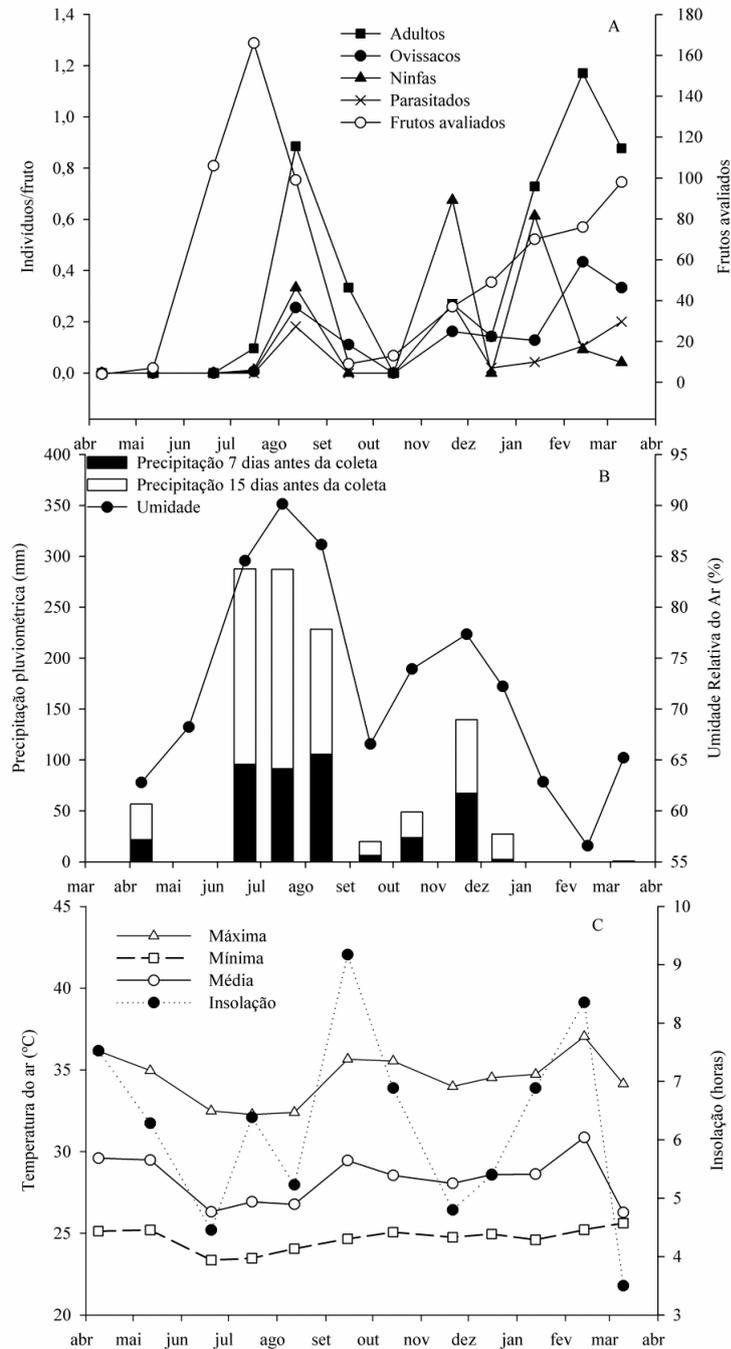
percentual de frutos infestados ($Rho=0,61744$; $p = 0,0324$) com o número de indivíduos parasitados. Não houve influência das variáveis climáticas na dinâmica populacional de *M. hirsutus* no pomar estudado.

Os níveis populacionais de *M. hirsutus* foram maiores em agosto de 2014 (1,14 adultos e ninfas por fruto e 0,15 ovissacos/fruto) e entre fevereiro (1,60 adultos e ninfas por fruto e 0,43 ovissacos por fruto) e março (1,21 adultos e ninfas por fruto e 0,33 ovissacos por fruto) de 2015. Destaca-se que em fevereiro de 2014 foi realizada a poda de frutificação, que manteve a área livre de infestações até julho de 2014 (Figura 7 a). Entretanto a poda de frutificação não foi realizada para a segunda safra, portanto, na primeira safra o número de indivíduos adultos, ovissacos e ninfas foram 2,3; 3,2 e 2,2 vezes menores respectivamente do que na segunda safra. Na primeira safra registrou-se uma população de adultos, ninfas e número de ovissacos estatisticamente inferior ao registrado no mesmo local durante a segunda safra ($p = 0,006$), ou seja, quando a poda de frutificação não foi realizada.

A infestação de *M. hirsutus* ocorreu predominantemente nos frutos de ata (99,5%). Nas plantas adjacentes ao cultivo, *M. hirsutus* foi observada apenas em frutos de graviola e carambola durante o período entressafra da ata, não sendo observada nas demais estruturas e em espécies nativas. Dos 734 frutos de ata avaliados, apenas 5,2% estavam infestados. Além disso, os níveis de infestação nos frutos de ata foram, na sua maioria, classificados como baixo (68,6%), seguidos por alto (17,1%) e médio (14,3%). Os inimigos naturais de *M. hirsutus* observados no cultivo de ata foram o parasitoide *A. kamali* e o bicho-lixero (Chrysopidae), esse último com postura média de 33,75 ovos/mês durante o período de infestação.

O número médio de múmias de *M. hirsutus* parasitadas foi de 0,11 por fruto. Os maiores níveis de parasitismo foram registrados nos meses de maior infestação de *M. hirsutus*, ou seja, em agosto de 2014 (0,18 múmias por fruto), novembro de 2014 (0,30 múmias por fruto) e de fevereiro (0,10 múmias por fruto) a março de 2015 (0,20 múmias por fruto).

Figura 7 - A) Flutuação populacional de adultos, ninfas e ovissacos de *Maconellicoccus hirsutus* e mûmias parasitadas por frutos, B) Precipitação pluviométrica acumulada de 15 e 7 dias antes da avaliação e umidade relativa do ar e C) Temperaturas máxima, mínima e média e insolação de abril de 2014 a março de 2015



As variáveis climáticas não afetaram as densidades populacionais de *M. hirsutus* durante o período do estudo (Figura 7). Em outros trabalhos, temperaturas mais altas e menor umidade relativa do ar e precipitação pluvial foram consideradas favoráveis ao crescimento populacional de *M. hirsutus* (AL - FWAEER et al., 2014; GOOLSBY et al., 2002; HALL et al., 2008; ISORDIA-AQUINO et al., 2012; KATKE; BALIKAI; VENKATESH, 2009; MANI; THONTADARYA, 1988).

A temperatura é um fator abiótico importante para insetos que são, na maioria dos casos, pecilotérmicos (GULLAN; CRANSTON, 2012). Nosso trabalho foi realizado próximo a linha do equador (2° 43' 55" N) e os demais estudos, acima citados, foram realizados em latitudes entre 13° a 31° com temperaturas mínimas mensais entre 3 °C e 15,5 °C, próximas do limite térmico inferior de 14,5 °C atribuído a *M. hirsutus* (CHONG; RODA; MANNION, 2008). A temperatura ideal para o desenvolvimento de *M. hirsutus* é de 27 °C (CHONG; RODA; MANNION, 2008) a temperatura média obtida durante o estudo (28,4 °C) foi próxima da média ideal para o desenvolvimento de *M. hirsutus* (CHONG; RODA; MANNION, 2008), contudo pode desenvolver-se em temperaturas de até 38 °C (PATIL et al., 2011), maior do que a máxima registrada nesse trabalho (36,6 °C).

No pomar estudado as populações de *M. hirsutus* também não se correlacionaram com a umidade relativa do ar e com a precipitação pluvial. Trabalhos conduzidos em laboratório indicam que populações de *M. hirsutus* são viáveis em umidades relativas mais baixas, entre 54% e 58% (PERSAD; KHAN, 2001; SAHITO et al., 2012), até mais elevadas, em torno de 70% (GOOLSBY et al., 2002; SERRANO; LAPOINTE, 2002; PATIL et al., 2011). Chuvas podem afetar as cochonilhas por reduzirem sua aderência às estruturas vegetais. Contudo, as infestações ocorreram predominantemente nos frutos que oferecem maior proteção do que as folhas e ramos. Além disso, a pluviosidade acumulada durante o período estudado (1.285 mm) foi menor do que a observada, no mesmo período de tempo do ano passado, com total de 1.722 mm e do que a normal climatológica (1961 – 1990) de 1.420,4 mm esperada para a região (INMET, 2015). A menor ocorrência de chuva deve ter favorecido o aumento da populacional da praga.

Não foi possível verificar a influência das variáveis climáticas sobre os níveis populacionais do parasitoide *A. kamali*. No entanto, alguns pesquisadores destacam que *A. kamali* apresenta melhor desempenho em temperaturas mais amenas e com menor fotoperíodo (AL – FAWEER et al., 2014; SAGARRA et al., 2000a, 2000b). Portanto, é possível que este inimigo natural tenha bom desempenho no controle biológico de *M.*

hirsutus nas regiões mais ao sul do Brasil, onde esta praga também já está presente. A não correlação com o período de insolação pode estar relacionada à elevada variação do período de insolação registrado durante o estudo (Figura 7c).

Os maiores picos populacionais coincidiram com o período de maior frutificação da cultura de ata (Figura 7a). A poda de frutificação que aconteceu no mês fevereiro de 2014 e a aplicação de inseticidas até março de 2014, fizeram com que a densidade populacional de *M. hirsutus* no pomar estudado reduzisse. A poda é um trato cultural que permite a padronização na produção de frutos, facilitando o florescimento e frutificação (FIORAVANÇO; PAIVA, 1994), mas também é importante para o manejo de pragas. Com a poda de frutificação a colheita foi concentrada em cerca de dois meses por safra (duas safras por ano), e como as infestações ficaram restritas aos frutos, *M. hirsutus* não conseguiu formar grandes populações. A poda e queima do material infestado seguido da aplicação de um inseticida são recomendados para o controle de *M. hirsutus* (SAGARRA; PETERKIN, 1999).

As infestações por *M. hirsutus* ficaram restritas aos frutos, não sendo registradas em brotos e ramos. Insetos fitófagos que se alimentam de estruturas vegetativas, como folhas e caules precisam de grandes quantidades de alimento devido ao baixo nível nutricional dessas estruturas (GULLAN; CRANSTON, 2012). Os frutos de ata, possuem qualidade nutricional maior do que suas folhas e brotos, com 24,8 de °Brix (MOURA et al., 2015). Além disso, o tipo sincarpo do fruto de ata oferece estrutura protegida para abrigo e alimentação, sendo uma estratégia característica dessa espécie esconder-se em fendas de estruturas vegetais (TAMBASCO et al., 2000). Um único fruto pode abrigar centenas de indivíduos. *M. hirsutus* pode se tornar um sério problema em outras regiões do Brasil, como no Vale do São Francisco, polo da fruticultura irrigada, onde condições climáticas favoráveis e a elevada disponibilidade de hospedeiros produzem um ambiente propício para o seu desenvolvimento.

A baixa quantidade de frutos infestados também pode ser devido ao controle biológico natural realizado por parasitoides e predadores. O parasitismo por *A. kamali* foi altamente dependente dos níveis populacionais de *M. hirsutus*. O número de ovissacos foi a variável mais afetada pela atividade do parasitoide e isto pode estar relacionado à preferência deste por adultos e ninfas de terceiro ínstar de *M. hirsutus* (SAGARRA; VICENT, 1999; AHMED et al., 2007). A menor quantidade de adultos deve estar impactando diretamente a produção de ovissacos. O encapsulamento de ovos do parasitoide por indivíduos de *M. hirsutus* a partir terceiro ínstar podem comprometer

sua atividade, entretanto, para compensar esta estratégia de defesa, o parasitoide pode realizar o superparasitismo (SAGARRA; VICENT, 1999; SAGARRA et al., 2000a, 2000b; AHMED et al., 2007). Além disso, a relação densidade-dependente com resposta funcional tipo III pode impactar a atividade do parasitoide. Populações de *A. kamali* dependem de densidades mais elevadas de *M. hirsutus* (AL-FWAEER et al., 2014; SAGARRA et al., 2000a, 2000b), pois dificilmente parasitam outras espécies de cochonilha (SAGARRA; VICENT; STEWART, 2001).

Neste estudo foram verificadas elevadas taxa de parasitismo de *M. hirsutus* por *A. kamali*, reforçando o potencial desse inimigo natural para o controle biológico desta praga. A eficiência do controle biológico de *M. hirsutus* com parasitoides é destacada em Porto Rico (MICHAUD ; EVANS, 2000), EUA (ROLTSCH et al., 2006), Ilhas Marianas (REDDY et al., 2009) e no México (GARCIA – VALENTE et al., 2009; ISORDIA – AQUINO et al., 2012). As diferentes taxas de parasitismo registradas nas culturas de ata, graviola e carambola podem estar relacionadas à dieta do hospedeiro, pois, o substrato alimentar de *M. hirsutus* influenciam alguns parâmetros biológicos de *A. kamali* (SERRANO; LAPOINTE, 2002).

Associado ao parasitoide registramos, durante o estudo, a presença de ovos, larvas e adultos de bicho-lixero (Chrysopidae). Trata-se de um predador generalista com grande potencial para controle de *M. hirsutus* e outras pragas de fruteiras, como cochonilhas e pulgões. Na Austrália, os parasitoides não são os agentes mais importantes no controle *M. hirsutus*, contudo, devido à ação da joaninha predadora *C. montrouzieri* que por si só é capaz de manter a praga abaixo do nível de dano (GOOLSBY et al., 2002). Predadores são importantes agentes de controle biológico, pois podem reduzir mais rapidamente os níveis populacionais da praga que os parasitoides. Apesar de *C. montrouzieri* não ser observada em Roraima, o bicho-lixero desempenha um papel semelhante no controle de *M. hirsutus* no pomar estudado. De modo geral, observa-se que o controle biológico de *M. hirsutus* mantém suas populações abaixo do nível de dano (SAGARRA; PETERKIN, 1999). A classificação dos níveis de infestação indica que *M. hirsutus* não é capaz de formar grandes populações, fato também observado no México, onde 94% das infestações em brotos de espécies florestais e arbustivas foram classificadas como nível baixo, principalmente devido à ação de *C. montrouzieri* e *A. kamali*. (ISORDIA – AQUINO et al., 2012). Entretanto, considera-se alto o nível de infestação quando constatadas mais do que 20 cochonilhas por estrutura avaliada (SURESH; CHANDRA, 2008). Insetos que injetam saliva tóxica em seus hospedeiros, como *M. hirsutus*, causam

danos severos, portanto mesmo em baixos níveis populacionais justifica-se a realização do controle.

Apesar de *M. hirsutus* ser considerada polífaga (CERMELI et al, 2002; MANI, 1989), ao redor do pomar estudado, as infestações foram observadas apenas em frutos de carambola e graviola, no período entressafra da ata, concordando com o fato de que *M. hirsutus* tem preferência por alguns hospedeiros (CULIK et al., 2013a). O monitoramento e controle nas plantas adjacentes deve fazer parte das estratégias de manejo integrado da cochonilha-rosada.

Como o controle biológico é o método mais eficiente para manter baixas as populações de *M. hirsutus*, boas práticas visando à manutenção dos inimigos naturais em áreas de cultivo devem ser consideradas. Dentre as práticas pode-se destacar o uso de inseticidas seletivos e aplicação de agrotóxicos no período de menor atividade dos inimigos naturais, preservação do hábitat e fontes de alimento alternativas e práticas adequadas de manejo da cultura, como por exemplo, a poda.

Não houve correlação entre os fatores climáticos e as taxas de parasitismo. A taxa de parasitismo estimada através do número de múmias no campo foi 19,2%, entretanto esta é subestimada, pois pode haver indivíduos parasitados que ainda não apresentam aspecto de múmia. Por isso, as taxas de parasitismo avaliadas em laboratório variaram entre 15,1% a 78,8%. A taxa média de parasitismo de *A. kamali* em *M. hirsutus* nas culturas estudadas foi de 47,9%, sendo maior em ata (55,4%), seguida por graviola (48,7%) e carambola (39,7%), conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Taxa de parasitismo, número médio de fêmeas, ninfas e ovissacos de *M. hirsutus*, múmias e parasitoides emergidos por fruto de ata, graviola e carambola.

Cultura	Taxa de Parasitismo	Erro padrão	<i>A. kamali</i>			
			Parasitados/ Fruto	Erro padrão	Parasitoides emergidos/ Fruto	Erro padrão
Ata	55,4%	± 0,10	20,7	± 0,10	28,1	± 0,11
Graviola	48,7%	± 0,11	259,2	± 0,11	111,1	± 0,01
Carambola	39,7%	± 0,34	5,7	± 0,35	0,3	± 0,02
Média	47,9%	± 0,06	95,18	± 0,10	46,52	± 0,10

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ Em temperatura de 27 °C e em seu hospedeiro preferencial o hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* apresenta elevado potencial biótico produzindo em média 98 ovos/fêmea com elevada viabilidade (97%).
- ✓ *Maconellicoccus hirsutus* pode obter até nove gerações por ano em temperatura média de 27 °C.
- ✓ Em uma população de *Maconellicoccus hirsutus* existem cerca de 3,4 vezes mais fêmeas do que machos a 27 °C;
- ✓ As condições climatológicas de Roraima são favoráveis ao desenvolvimento de *Maconellicoccus hirsutus*.
- ✓ As chuvas não afetaram as densidades populacionais de *Maconellicoccus hirsutus*, entretanto durante o ano de estudo a precipitação pluvial foi menor que o normal esperado.
- ✓ O manejo cultural, principalmente a poda de frutificação e a aplicação de calda bordalesa pode reduzir os níveis populacionais de *Maconellicoccus hirsutus*.
- ✓ O monitoramento e o controle de *Maconellicoccus hirsutus* em plantas adjacentes às culturas hospedeiras são necessários para se evitar a manutenção de focos na área e a re-insfestaç o da praga.
- ✓ O parasitoide *Anagyrus kamali* e o predador bicho-lixeiro são importantes agentes de controle biológico de *Maconellicoccus hirsutus* em Roraima.

REFERÊNCIAS

ADEAL. **Foco da cochonilha-rosada é encontrado em Alagoas**. Maceió, 2014. Disponível em: < <http://www.defesaagropecuaria.al.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/2014/maio/foco-da-cochonilha-rosada-e-confirmado-em-alagoas> > acesso em: 04 Nov. 2002.

AHMED, A.S. et al. Host-parasitoid relationship between the parasitoid, *Anagyrus kamali* Mourse (Hymenoptera: Encyrtidae) and pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), (Homoptera: Pseudococcidae). **Egyptian Journal of Biological Control**, Cairo, v. 17, p. 107 – 113, 2007.

AL-FWAEER, M. et al. Population Dynamics of the Hibiscus Mealybug *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hom., Pseudococcidae) and Its Parasitoid on Guava Trees in Madaba-Jordan. **International Journal of Agriculture and Forestry**, Rosemead, v. 4, p. 171-177, 2014.

ARISTIZÁBAL, L. F. et al. Life History of Pink Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on Three *Hibiscus Rosa- Sinensis* Cultivars. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 95, n. 1, p. 89-94, mar. 2012.

ATKINSON, D; SIBLY, R.M. Why are organisms usually bigger in colder environments? Making sense of a life history puzzle. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 6, p. 235-239, 1997.

BABU, T. R; AZAM K.M. Biology of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae: Coleoptera) in relation with temperature. **Entomophaga**, Paris, v. 32, p. 381-386, 1987.

BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Org.). **Homem, ambiente e ecologia no Estado de Roraima**. Boa Vista: INPA, 1997. p. 325 – 335.

BRANCO, M. et al. Biological control reduces herbivore's host range. **Biological control**, Amsterdã, v. 69, p. 59-64, 2014.

BRASIL. Instrução Normativa n. 41, de 01 de julho de 2008. Lista de Pragas Quarentenárias. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 jul. 2008.

BRASIL. Instrução Normativa n. 30, de 24 de agosto de 2011. Proibir a saída de mudas e de demais materiais de propagação, exceto sementes e material in vitro, de qualquer espécie vegetal do Estado de Roraima para qualquer Unidade da Federação. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 24 Ago. 2011.

BROGLIO S. M. F. Registro da cochonilha-rosada-do-hibisco infestando frutíferas em Maceió, Alagoas, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 242 – 248, jun. 2015.

CABI. *Maconellicoccus hirsutus* (pink hibiscus mealybug). Wallingford, 2014. Disponível em < <http://www.cabi.org/isc/datasheet/40171> > acesso em: 15 setembro 2015.

CASTLE, S.J.; S. J. PRABHAKER. N. Field evaluation of two systemic neonicotinoid insecticides against pink hibiscus mealybug (*Maconellicoccus hirsutus* (Green) on mulberry trees. **Journal of Pest Science**, Riverside, v. 84, p. 363-371, jun. 2011.

CEPLAC. Ocorrência da cochonilha rosada em cacauais da Bahia e Espírito Santo. **Comunicado n. 01/2014**, Ilhéus, p. 1 – 3, jul. 2014.

CERMILI, M. et al. Presencia de la cochinilla rosada de la cayena *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en Venezuela. **Entomotropica**, Maracay, v. 17, n. 1, p. 103-105, abr. 2002.

CHONG, J. H. First Report of the Pink Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), in South Carolina. **Journal of Agricultural and Urban Entomology**, Carolina do Sul, v. 26, n. 2, p. 87-94, abr. 2009.

CHONG, J. H; ARISTÍZABAL, L. F; ARTHURS, S. P. Biology and Management of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on Ornamental Plants. **Journal of Integrated Pest Management**, Oxford, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2015.

CHONG, J. H.; RODA, A. L.; MANNION, C. M. Life History of the Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at Constant Temperatures. **Environmental Entomology**, Miami, v. 37, n. 2, p. 323-332, abr. 2008.

CULIK, M. P. et al. The Invasive Hibiscus Mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) and its Recent Range Expansion in Brazil. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 96, n. 2, p. 638-640, jun. 2013a.

CULIK, M. P. et al. The invasive mealybug *Maconellicoccus hirsutus*: lessons for its current range expansion in South America and invasive pest management in general. **Journal of Pest Science**, Riverside, v. 86, n. 3, p. 387 – 398, jun. 2013b.

EPPO. *Maconellicoccus hirsutus* **Bulletin 35**, Paris, p. 413 – 415, 2005.

EVANS, G. et al. First report of *Anagyrus kamali* Moursi and *Gyranusoidea indica* Shafee, Alam and Agarwal (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoids of the pink hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), on San

Andres Island, Colombia. **Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria**, Bogotá, v. 13, n. 2, p. 219-222, dez. 2012.

FINLAY-DONEY, M.; WALTER, G. H. Behavioral responses to specific prey and host plant species by a generalist predatory coccinellid (*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant). **Biological Control**, Amsterdã, v. 63, p. 270–278, set. 2012.

GARCÍA-VALENTE, F. et al. Parasitismo natural e inducido de *Anagyrus kamali* sobre la cochinilla rosada en brotes de teca, en Bahía de Banderas, Nayarit. **Agrociencia**, San Luis Huexotla, v. 43, p. 729-738, nov. 2009.

GHORBANIAN, S. et al. Life Cycle and Population Growth Parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.: Coccinellidae) Reared on *Planococcus citri* (Risso) (Hem.: Pseudococcidae) on Coleus. **Journal of the Entomological Research Society**, Ancara, v. 13, n. 2, p. 53-59, 2011.

GONÇALVES-ALVIM, S.J. et al. Growth, defense and herbivory on Young leaves of *Qualea parviflora* (Vochysiaceae) in three diferente Cerrado habitats. **Neotropical Biology and Conservation**, São Leopoldo, v. 5, p. 86-92, 2010.

GOOLSBY, A. J; KIRK, A. A; MEYERDIRK D. E. Seasonal phenology and natural enemies of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Australia. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 85, n. 3. p. 494-498, set. 2002.

GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 281-299, abr. 1992.

GRAVENA, S. Manejo ecológico da cochonilha-branca dos citros, com ênfase no controle biológico pela joaninha *Cryptolaemus montrouzieri*. **Laranja**, Cordeirópolis, v.24, n.1, p.71-82, 2003.

GULLAN, P. J; CRANSTON, P. S. **Os insetos**: um resumo de entomologia. 4. ed. São Paulo: Roca. 2012. 480 p.

HALL, D.G, et al. 2008. Phenology of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Florida based on attraction of adult males to pheromone traps. **Florida Entomologist**, Lutz, v.91, n. 2. p. 305 – 310, 2008.

HERNÁNDEZ-MORENO, S. et al. Efecto de *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) em la actividad parasitoide de *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae) sobre *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 38, n. 1, p. 64-69, 2012.

HOY, M. A; HAMON, A; NGUYEN, R. Pink Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green). **Institute of Food and Agricultural Sciences**, Florida, p. 1- 6, 2006.

IBARRA-CORTÉS, K. H. et al. Selection of a fungal isolate for the control of the pink hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. **Pest Management Science**, Malden, v. 69, p. 874-882, dez. 2012.

INMET. **Normais Climatológicas**. Brasília, 2014. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas> < acesso em: 19 maio 2014.

ISIORDIA-AQUINO, N. et al. Especies forestales y arbustivas asociadas a *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en el norte de Nayarit, Mexico. **Acta Zoológica Mexicana**, Cidade do México, v. 28, n. 2, p. 414-426, mar. 2012.

JARA, V. et al. Climate change impacts on invasive potential of pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), in Chile. **Climatic Change**, Londres, v. 117, p. 305–317, jul. 2012.

KAIRO, M. T. K. et al. *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): a review of biology, ecology, and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms. **CABI**, Wallingford, v. 8, n. 005, 20 p. nov. 2012.

KAIRO, M. T. K. et al. Biological control of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Caribbean. **Integrated Pest Management Reviews**, Londres, v. 5, p. 241–254, jul. 2000.

KATKE, M; BALIKAI, R.A; VENKATESH, H. Seasonal incidence of grape mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) and its relation with weather parameters. **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, Amsterdã, v. 15, p. 9-16. 2009.

KREBS, C.J. **Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance**. New York: Harper & Row, 1994. 801 p.

KUMAR, A; SINGH, N. First report of *Maconellicoccus hirsutus* Green infestation on *Jatropha curcas* saplings. **Phytoparasitica**, Texas, v. 42, p. 71-73, ago. 2013.

KUMAR, V; TEWARI, S. K; DATTA, R K.. Dermal pores and wax secretion in mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera, Pseudococcidae) a pest of mulberry, **Italian Journal of Zoology**, Roma, v. 64, n. 4, p. 307-311, 1997.

MANI, M. A review of de hibiscus mealybug-*Maconellicoccus hirsutus* (Green). **Insect Science and Its Application**, Cambridge, v. 10, p. 157 -167, 1989.

MANI, M; THONTADARYA, T.S. Population dynamics of mealybug *Maconellicoccus hirsutus* Green and its natural enemies in grapevine ecosystem. **Jornal of Biological Control**, Bangalore, v. 2, p. 93-97, 1988.

MARSARO JÚNIOR, A. et al. First report of *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) and the associated parasitoid *Anagyrus kamali* Moursi, 1948 (Hymenoptera: Encyrtidae), in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 73, n. 2, p. 413-418, may. 2013.

MICHAUD, J. P; EVANS, G. A. Current status of pink hibiscus mealybug in Puerto Rico including a key to parasitoid species. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 83, p. 97-101, 2000.

MICHELETTI, L.B. et al. Registro da cochonilha-rosada atacando frutíferas em Maceió, AL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25, 2014, Goiania. **Resumos...** Goiania: SBE, 2014. p. 1 -1.

MILLER, T. C. et al. Potential for Using *Lecanicillium lecanii* for Suppression of Strawberry Powdery Mildew. **Biocontrol Science and Technology**, London, v. 14, n. 2, p. 215-220, mar. 2004.

MOURA, E. A. et al. Qualidade e caracterização física e físico-química de frutos de Ata cultivadas nas condições do Cerrado de Roraima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PROCESSAMENTO MÍNIMO E PÓS – COLHEITA DE FRUTOS, FLORES E HORTALIÇAS, 1, 2015, Aracajú. **Anais...** Aracajú: CBPMPC, 2015, p. 1 -7.

NAKANO, O. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

NARDO, E.A.B. et al. Perspectivas do controle biológico da praga quarentenária cochonilha-rosada no Brasil (*Maconellicoccus hirsutus* (GREEN) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Embrapa Meio Ambiente: Documentos** 2, Jaguariúna, p. 1 -38, 1999.

NARDO, E.A.B.; TAMBASCO, F. J. O Brasil se prepara para receber (*Maconellicoccus hirsutus* (GREEN) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Informativo da Sociedade Entomológica do Brasil**, Santo Antônio de Goiás, v. 23, n. 2, p. 1-5, ago. 1998.

OLIVEIRA, J.E.M. et al. Registro de ocorrência da cochonilha rosada *Maconellicoccus hirsutus* no Semiárido Brasileiro In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25, 2014, Goiania, **Resumos...** Goiania: SEB, 2014, p. 1.

ÖZGÖKÇE, M. S; ATLIHAN, R; KARACA, I. The life table of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) after different storage periods.

Journal of Food, Agriculture & Environment, Helsinki, v.4, n. 1, p. 282-287. jan. 2006.

PASTEELS, J. M. Chemical defence, offence and alliance in ants–aphids–ladybirds relationships. **Population Ecology**, Paris, v. 49, p. 5-14, jan. 2007.

PATIL, S.V. et al. Potential of extracts of the tropical plant *Balanites aegyptiaca* (L) Del. (Balanitaceae) to control the mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* (Homoptera: Pseudococcidae). **Crop Protection**, Amsterdã, v. 29, p. 1293-1296, mai. 2010.

PATIL, S.V. et al. Studies on life cycle of mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), on different hosts at different constant temperatures. **Crop Protection**, Amsterdã, v. 30, p. 1553-1556, ago. 2011.

PEARL R. **The rate of living**. New York: Knopf, 1928. 226 p.

PERONTI ALBG, MARTINELLI, NM. Cochonilha-rosada no Estado de São Paulo: Distribuição e Plantas Hospedeiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25, 2014, Goiania. **Resumos...** Goiana: SEB, 2014, p. 1.

PERSAD, A; KHAN, A. Comparison of life table parameters for *Maconellicoccus hirsutus*, *Anagyrus kamali*, *Cryptolaemus montrouzieri* and *Scymnus coccivora*. **Biocontrol**, Paris, v. 47, p. 137-149, abr. 2001. .

PRICE, P.W. **Insect ecology**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 874 p.

RANJAM, R. Economic impacts of Pink Hibiscus Mealybug in Florida and the United States. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, San Diego, v. 20, p. 353-362, jan. 2006.

RAVIKUMAR et al. Integrated Pest Management (IPM) module for Tukra mealy bug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) and leaf webber, *Diaphania pulverulentalis* (Hamp.) in mulberry. **Journal of Biopesticides**, Nova Deli, v. 3, n. 1, p. 354-357, 2010.

REDDY, C. V. P. et al. Present Status of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Mariana Islands and Its Control by Two Fortuitously Introduced Natural Enemies. **Journal of Economic Entomology**, Hilo, v. 102, n. 4, p. 1431-1439, 2009.

RICKLEFS, R. E. **A economia da Natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara. 2012. 546 p.

RIVERO, M, Dos. A. M. La cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (GREEN), un peligro potencial para la agricultura Cubana. **Revista Protección Vegetal**, Havana, v. 22 n. 3, p. 166-182, 2007.

ROCHA, L. C. D. et al. Seletividade de inseticidas utilizados em cultura cafeeira para larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 939-946, jun 2011.

RODRÍGUEZ, J. M. M. Primer registro de parasitoides de la cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), em Colombia. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 38, n. 2, p. 274-275, 2012.

ROLTSCH, W. J. et al. Classical biological control of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), in southern California. **Biological Control**, Amsterdã, v. 37. p. 155–166, feb. 2006.

ROSAS-GARCÍA, N. M; PARRA-BRANCAMONTE, G. M. Incidencia de la cochinilla rosada del hibisco em cultivares de mango de Nayarit, México. **Acta Zoológica Mexicana**, Cidade do México, v. 27, n. 2, p. 407-418, fev. 2011.

SAGARRA, L. D; PETERKIN, D. D. Invasion of the Carribean by the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae). **Phytoprotection**, Québec, v. 80, n. 2, p. 103-113, jun. 1999.

SAGARRA, L. D; VICENT, C. Influence of Host Stage on Oviposition, Development, Sex Ratio, and Survival of *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae), a Parasitoid of the Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae). **Biological Control**, Amsterdã, v. 15, p. 51–56, jan. 1999.

SAGARRA, L. D. et al. Effect of host density, temperature, and photoperiod on the fitness of *Anagyrus kamali*, a parasitoid of the hibiscus mealybug *Maconellicoccus Hirsutus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Groninga, v. 96, p. 141–147, fev. 2000a.

SAGARRA, L. D. et al. Immune response of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Homoptera: Pseudococcidae), to oviposition of the parasitoid *Anagyrus kamali* Moursi (Hymenoptera: Encyrtidae). **Journal of Insect Physiology**, Texas, v. 46 p. 647–653, jan. 2000b.

SAGARRA, L. A; VINCENT, C; STEWART, R. K. Fecundity and survival of *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae) under different feeding and storage temperature conditions. **European Journal of Entomology**, Ceske Budejovice, v. 97, p. 177-181, 2000.

SAGARRA, L. A; VINCENT, C; STEWART, R. K. Suitability of nine mealybug species (Homoptera: Pseudococcidae) as hosts for the parasitoid *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Florida Entomologist**, Lutz, v. 84, n. 1, mar. 2001.

SAHITO, H. A. et al. Biology of mulberry mealybug, *Maconellicoccus Hirsutus* (Green) in laboratory conditions. **Basic Research Journal of Agricultural Science and Review**, v. 1, n. 1, p. 11-18, jul. 2012.

SALUNKHE, R. B. et al. Effect of wax degrading bacteria on life cycle of the pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Biocontrol**, Paris, v. 58, p. 535-542, mar. 2014.

SANCHES, N. F; CARVALHO, R. Da. S. Procedimento para manejo da criação e multiplicação do predador exótico *Cryptolaemus montrouzieri*. **Embrapa mandioca e fruticultura**: Circular técnica nº 99, Cruz das Almas, p. 1 -5, dez. 2010.

SERRANO, M. S; LAPOINTE, S. L; MEYERDIRK, D. E. Attraction of Males by Virgin Females of the Mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) **Environmental Entomology**, South Rock Road, v. 30, n. 2, p. 339-345, 2001.

SILVEIRA NETO, S. et al. **Manual de ecologia de insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1976, 419 p.

SOLONGI, G. S. et al. Biology and release of exotic predator *Cryptolaemus montrouzieri* mulsant on mealybug *Phenacoccus solenopsis* tinsley at Tandojam. **Sarhad Journal of Agricultural**, Peshawar, v. 28, n. 3, 2012.

STIBICK, J.N.L. New pest response guidelines. Pink Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus*. **USDA-APHIS.PPQ**, Washington, v. 1, 1997.

SURESH, S; CHANDRA, K.P. Seasonal incidence of economically importance coccid pests in Tamil Nadu, In: Branco M.; Franco J.C.; Hodgson, C.J. (Org.). **PROCEEDINGS OF THE XI INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SCALE INSECT STUDIES**. Lisboa: Oeiras, 2008. p. 285 – 291.

SUSIKARAN, S. MAHALINGAM, C. A; SRIDHAR, R. P. Bio-intensive Management of Pink Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green in Mulberry. **Madras Agricultural Journal**, Coimbatore, v. 100, p. 196-199, mar. 2013.

TAMBASCO, F. J. et al. Cochonilha-rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green): uma praga de importância quarentenária já se encontra na Guiana Inglesa. **Floresta**, Curitiba, v. 30, p. 85-93, 2000.

TAMBASCO, F.J.; NARDO, E.B.A. Atenção para a cochonilha rosada: colabore para evitar sua introdução no país ou denunciar focos de infestação. **Embrapa Meio Ambiente Informativo Embrapa Meio Ambiente**, Jaguariúna, p. 1-11, 1998.

TORRES, F; MARCANO, R. Efecto de la temperatura en el desarrollo de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) utilizando como presa *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae). **Entomotropica**, Caracas, v. 22, n. 1, p. 17-25, abr. 2007.

UJJAM, A. A; SHAHZAD, S. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* var. *Acridum* strains on pink hibiscus mealy bug (*Maconellicoccus hirsutus*) affecting cotton crop. **Pakistan Journal of Botany**, Islamabad, v. 39, n. 3, p. 967-973, 2007.

VÁZQUEZ, LL. Contribución al conocimiento de la chinche harinosa rosada (*Maconellicoccus hirsutus* Green). **Boletín Técnico n.4**, Havana, p. 1-3, 1997.

VILLEGAS-MENDONZA, J. M; RIVERA, G; ROSAS-GARCÍA, N. M. Behavioral Analysis of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant while Preying on the Pink Hibiscus Mealybug under Field Conditions. **Southwestern Entomologist**, Washington, v. 37, n. 2, p 177-185, jun. 2012.

VITULLO, J. et al. Expression of Feeding Symptoms from Pink Hibiscus Mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) by Commercially Important Cultivars of Hibiscus. **Florida Entomologist**, Lutz, v. 92, n. 2, p. 248-254. Jun. 2009.

WILLIAMS, D.J. A brief account of the hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), a pest of agriculture and horticulture, with descriptions of two related species from southern Asia. **Bulletin of Entomological Research**, Cambridge, v. 86, p. 617-628. 1996.