

Biology of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on *Hibiscus rosa-sinensis*

Biologia de Maconellicoccus hirsutus (Hemiptera: Pseudococcidae) em *Hibiscus rosa-sinensis*¹

Marcelo Negrini^{2*}, Elisângela Gomes Fidelis de Moraes³, José Cola Zanuncio⁴

Abstract: *Maconellicoccus hirsutus* Green, 1908 (Hemiptera: Pseudococcidae) is an introduced pest that threatens fruit and ornamental plant production in Brazil. Reported in Brazil for the first time in 2010, in the state of Roraima, *M. hirsutus*, has spread rapidly to other regions of the country. The objective of this study was to investigate the biology of *M. hirsutus* on *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae) leaves in laboratory conditions with climatic parameters similar to those of the Brazilian North and Northeast (27 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ relative humidity and 12 hours light and 12 hours dark). Eighty *M. hirsutus* nymphs were individualized on rooted *H. rosa-sinensis* leaves and their survival, mortality, sex ratio, and egg numbers per female emerged were recorded. *Maconellicoccus hirsutus* can have up to nine generations per year, taking 6.5 days to double its population size. The female numbers of this pest are about three times higher than those for its male counterparts, with 98 eggs per female and 97% viability. The survival curve of the species is type I, that is, mortality rates are higher in adulthood. *Maconellicoccus hirsutus*, especially, a pest of fruit trees and ornamental plants, presents great potential for population growth in Brazilian tropical conditions.

Key words: Climate. Life table. Pink hibiscus mealybug. Quarantine pest.

Resumo: *Maconellicoccus hirsutus* Green, 1908 (Hemiptera: Pseudococcidae) é uma praga introduzida que ameaça a produção de frutas e plantas ornamentais no Brasil. Registrada no Brasil pela primeira vez em 2010, no estado de Roraima, *M. hirsutus* se espalhou rapidamente para outras regiões do país. O objetivo deste estudo foi investigar a biologia de *M. hirsutus* em folhas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae), em condições de laboratório com parâmetros climáticos semelhantes aos das regiões Norte e Nordeste do Brasil (27 ± 1 °C, $60 \pm 10\%$ de umidade relativa e 12 h de luz e 12 h de escuro). Oitenta ninfas de *M. hirsutus* foram individualizadas em folhas enraizadas de *H. rosa-sinensis* e sua sobrevivência, mortalidade, razão sexual e número de ovos por fêmea foram registrados. *Maconellicoccus hirsutus* pode ter até nove gerações por ano, levando 6,5 dias para dobrar o tamanho da população. O número de fêmeas é cerca de três vezes maior que o número de machos, com oviposição média de 98 ovos por fêmea e 97% de viabilidade. A curva de sobrevivência dessa espécie é do tipo I, ou seja, as taxas de mortalidade são maiores na fase adulta. *Maconellicoccus hirsutus*, praga de árvores frutíferas e plantas ornamentais, apresenta grande potencial de crescimento populacional nas condições tropicais brasileiras.

Palavras-chave: Clima. Tabela de vida. Cochonilha-rosada do hibisco. Praga quarentenária.

*Corresponding author

Posted to 01/08/2017 and approved on 14/09/2017

¹Work from the Master's thesis of the first author in the Graduate Program in Natural Resources - PRONAT

²PPG-BIONORTE, Universidade Federal de Roraima - UFRR, Boa Vista – RR. marcelo.negrini@gmail.com

³Embrapa Roraima, Boa Vista – RR. elisangela.fidelis@gmail.com

⁴Department of Entomology - BIOAGRO, Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, MG. zanuncio@ufv.br

INTRODUCTION

The pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green, 1908 (Hemiptera: Pseudococcidae), native to South Asia (WILLIAMS, 1996), has been reported as a pest in India, Pakistan, Mexico, Caribbean, Hawaii, and California (CHONG *et al.*, 2009; SAHITO *et al.*, 2012) and in Africa and Oceania (EPPO, 2005). In Central America, this pest was recorded for the first time in Grenada in 1994 and spread to 25 other Caribbean territories (KAIRO *et al.*, 2000). In 1997 it was detected in French Guiana, Guyana, in 1999 in Venezuela, and in 2001 in Suriname (CERMILI *et al.*, 2002; EPPO, 2005).

Since 2000, Brazil has been considered at risk of *M. hirsutus* entry and establishment due to its proximity to infested regions and its favorable conditions (TAMBASCO *et al.*, 2000). This species was listed as a Quarantine Absent Pest in the country (BRASIL, 2008), but in 2010 it was reported in Roraima state, Brazil (MARSARO JUNIOR *et al.*, 2013).

In 2011, Brazil prohibited the transportation of seedlings and other plant propagation material, except for seeds and plant parts *in vitro* from Roraima to other states, aiming to avoid *M. hirsutus* dispersion (Normative Instruction nº 41, Brazilian Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply, 2011). However, in 2012, *M. hirsutus* was found in Espírito Santo State (CULIK *et al.*, 2013a, 2013b), in 2013, in Bahia (CEPLAC/CEPEC, 2014) and Santa Catarina (ALEXANDRE *et al.*, 2014), in 2014, in Alagoas (BROGLIO *et al.*, 2015) in São Paulo (PERONTI *et al.*, 2016), Mato Grosso (MORAIS *et al.*, 2015) and in the Brazilian Semi-Arid region (OLIVEIRA *et al.*, 2014). *Maconellicoccus hirsutus* is a serious pest for forestry and ornamental crops, and in native systems due to its polyphagy and establishment (TAMBASCO *et al.*, 2000). This pest spread through the transportation of infested hosts and by rain, wind, birds, and ants (KAIRO *et al.*, 2000; RIVERO, 2007). The transportation of ornamental plants, such as the hibiscus, can be one of the main disseminating factors of *M. hirsutus* (CHONG *et al.*, 2015).

Nymph and adult *M. hirsutus* females inject toxic substances during feeding, which cause leaf curling, internode shortening, and reduced growth, increasing new shoot formation, falling or deformation of flowers and fruits, and plant death (SAGARRA; PETERKIN, 1999; KAIRO *et al.*, 2000). The honeydew associated with this pest is a black fungus reducing photosynthesis and fruit production. The white wax produced by *M. hirsutus* affects the ornamental plant and fruit markets (KAIRO *et al.*, 2000).

INTRODUÇÃO

A cochonilha-rosada do hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* Green, 1908 (Hemiptera: Pseudococcidae), nativa do sul da Ásia (WILLIAMS, 1996), foi relatada como uma praga na Índia, Paquistão, México, Caribe, Havai e Califórnia (CHONG *et al.*, 2009, SAHITO *et al.*, 2012), na África e na Oceania (OEPP, 2005). Na América Central, foi relatada pela primeira vez em Granada em 1994 e se espalhou para outros 25 territórios do Caribe (KAIRO *et al.*, 2000). Em 1997, foi detectada na Guiana Francesa e na Guiana; em 1999, na Venezuela; e em 2001 no Suriname (CERMILI *et al.*, 2002, EPPO, 2005).

Desde 2000, o Brasil foi considerado área de risco para entrada e estabelecimento de *M. hirsutus* devido à sua proximidade com regiões infestadas e suas condições favoráveis (TAMBASCO *et al.*, 2000). Esta espécie foi listada como Praga Quarentenaria Ausente no país (BRASIL, 2008), mas em 2010 foi relatada no estado de Roraima, Brasil (MARSARO JUNIOR *et al.*, 2013).

Em 2011, o Brasil proibiu o transporte de mudas e outros materiais de propagação de plantas, exceto sementes e plantas *in vitro* de Roraima para outros estados, visando evitar a dispersão de *M. hirsutus* (Instrução Normativa nº 41, MAPA, 2011). No entanto, em 2012, *M. hirsutus* foi encontrada no Espírito Santo (CULIK *et al.*, 2013a, 2013b), em 2013, na Bahia (CEPLAC/CEPEC, 2014) e Santa Catarina (ALEXANDRE *et al.*, 2014), em 2014, em Alagoas (BROGLIO *et al.*, 2015), São Paulo (PERONTI *et al.*, 2016), Mato Grosso (MORAIS *et al.*, 2015) e na região semi-árida brasileira (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Maconellicoccus hirsutus é uma séria praga para culturas florestais e ornamentais, bem como para sistemas nativos devido à sua polifagia e estabelecimento (TAMBASCO *et al.*, 2000). Essa praga se espalhou através do transporte de hospedeiros infestados e da chuva, vento, aves e formigas (KAIRO *et al.*, 2000; RIVERO, 2007). O transporte de plantas ornamentais, como o hibisco, pode ser um dos principais fatores de disseminação de *M. hirsutus* (CHONG *et al.*, 2015).

A ninfa e as fêmeas adultas de *M. hirsutus* injetam substâncias tóxicas durante a alimentação, que causam enrolamento de folhas, encurtamento dos entrenós e crescimento reduzido, aumentando a formação de novas brotações, queda ou deformação de flores e frutos e morte de plantas (SAGARRA; PETERKIN, 1999; KAIRO *et al.*, 2000). O melado produzido durante sua alimentação é um meio para fungos pretos que reduzem a fotossíntese e a produção de frutos. A cera branca produzida por *M. hirsutus* afeta a comercialização de plantas ornamentais e frutas (KAIRO *et al.*, 2000).

Maconellicoccus hirsutus can develop in a wide thermal range and it may spread from Chile to Southern Canada (CHONG *et al.*, 2008; JARA *et al.*, 2012). This pest was detected in the San Francisco Valley (Petrolina in Pernambuco, and Juazeiro in Bahia), irrigated fruit production in Brazil on grape, mango, pear, and plants used as windbreaks (*Mimosa caesalpinifolia* Benth. (Mimosaceae), *Talinum paniculatum* Jacq. (Portulacaceae), *Mimosa tenuiflora* Benth. (Fabaceae) and *Grevillea robusta* Cunn. (Proteaceae) (OLIVEIRA *et al.*, 2014). It is a threat to fruit production in this region.

Brazil, mainly in the North and Northeast, has favorable climatic conditions for the development of the pink hibiscus mealybug. Researches into its biology and population growth potential assist integrated management programs for this pest. Life tables, by cohort type, allow the analysis of life history and the estimation of population dynamics, mortality data, and the fertility at each stage of the organism development (BELLOWS *et al.*, 1992).

The objective of this work was to study *M. hirsutus* biology in the laboratory under conditions similar to the climatic zones of the North and Northeast of Brazil on *Hibiscus rosa-sinensis* leaves.

MATERIALS AND METHODS

Colony establishment

Hibiscus rosa-sinensis L. (Malvaceae) branches infested by *M. hirsutus* colonies were collected in gardens in Roraima state, Brazil, and taken to the Entomology Laboratory of Embrapa Roraima. The ovisacs of this mealybug were transferred, with a fine-bristled brush, to *Cucurbita moschata* Duchesne (Cucurbitaceae) fruits.

Maconellicoccus hirsutus was reared in a room with 27 ± 1 °C, $60 \pm 5\%$ relative humidity and a photoperiod of 12:12h (L:D).

Biology

The biology of *M. hirsutus* was studied on leaves of *H. rosa-sinensis* L seedlings cultivated in a greenhouse. The petiole the damage free leaves was submerged in a solution of indolbutyric acid (1 mg), alcohol 99% (50 mL), and distilled water (50 mL) and planted in 200 tray cells each with 12.5 mL of substrate composed by 50% vermiculite and 50% carbonized rice straw. *Hibiscus rosa-sinensis* leaves were planted after rooting (about 15 days) in 150 mL plastic cups with commercial substrate made of animal dung and carbonized plant material. After this period, the most vigorous leaves were taken to the laboratory and their edges covered with a fine entomological glue to prevent mealybug escape.

M. hirsutus pode desenvolver-se em ampla faixa térmica, podendo se espalhar do Chile até o sul do Canadá (CHONG *et al.*, 2008; JARA *et al.*, 2012). Essa praga foi detectada no Vale do São Francisco (Petrolina em Pernambuco e Juazeiro na Bahia), polo da fruticultura irrigada no Brasil, em uva, manga, pera e plantas utilizadas como quebra-ventos (*Mimosa caesalpinifolia* Benth. (Mimosaceae), *Talinum paniculatum* Jacq. (Portulacaceae), *Mimosa tenuiflora* Benth. (Fabaceae) e *Grevillea robusta* Cunn. (Proteaceae) (OLIVEIRA *et al.*, 2014). É uma ameaça à produção de frutos nesta região.

O Brasil, principalmente as regiões Norte e Nordeste, tem condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da cochonilha-rosada. Pesquisas sobre sua biologia e potencial de crescimento populacional auxiliam programas de manejo integrado para essa praga. As tabelas de vida e tipo de corte permitem a análise da história da vida e a estimativa da dinâmica populacional, dados de mortalidade e fertilidade em cada estágio do desenvolvimento do organismo (BELLOWS *et al.*, 1992).

O objetivo deste trabalho foi a biologia de *M. hirsutus*, em condições de laboratório que se assemelham às das zonas climáticas das regiões Norte e Nordeste do Brasil, sobre as folhas de *Hibiscus rosa-sinensis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Estabelecimento da colônia

Ramos de *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae) infestados com colônias de *M. hirsutus* foram coletados em diversas áreas do estado de Roraima - Brasil e levados para o laboratório de entomologia da Embrapa Roraima. Os ovissacos dessa cochonilha foram transferidos com pincel de cerdas finas para frutos de *Cucurbita moschata* Duchesne (Cucurbitaceae). *Maconellicoccus hirsutus* foi mantida em sala a 27 ± 1 °C, $60 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12:12h (L:D).

Biologia

A biologia de *M. hirsutus* foi estudada nas folhas de mudas de *H. rosa-sinensis* L cultivadas em casa de vegetação. O pecíolo de folhas livres de danos foi submerso em solução de ácido indolbutírico (1 mg), álcool 99% (50 mL) e água destilada (50 mL) e plantada em bandeja de germinação com 200 células, contendo, cada célula, 12,5 mL de substrato, formado por 50% de vermiculita e 50% de palha de arroz carbonizada. As folhas de *Hibiscus rosa-sinensis* foram plantadas, após o enraizamento (cerca de 15 dias), em copos de plástico de 150 ml com substrato comercial feito de esterco animal e material vegetal carbonizado. Após esse período, as folhas mais vigorosas foram levadas ao laboratório e as bordas cobertas com uma fina cola entomológica para evitar a fuga da cochonilha.

Ten *M. hirsutus* adult females from mass rearing were individualized per hibiscus leaf. After the oviposition, the female was removed and the nymphs hatched, counted, and daily removed. Ten days after the last nymph hatch, the ovisacs were opened and unhatched eggs counted to ascertain their viability. Immediately after hatching, 80 nymphs were individualized on rooted hibiscus leaves with entomological glue on the edges. These nymphs were observed daily where stage change and death of insects were recorded. The insects were observed under stereoscope microscope with 40X magnification. The work was carried out between July 07, 2014 and September 1, 2014.

Life Table

Data on *M. hirsutus* biology was analyzed according to life expectancy and fertility tables. The life expectancy table were based on age in days (x) of individuals; number of survivors at the beginning of each age (L_x); death from one day to another (d_x); age structure (E_x), referring to the number of live insects from one day to another calculated using the equation: $T_x = E_x + E_{x+1} + E_{x+2} + \dots + E_w$ where w is the last age; life expectancy at every age, by the equation: $e_x = T_x / L_x$; and the death probability at each age: $100q_x = 100 \times (d_x / L_x)$ were determined (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976). The fertility tables were determined with fecundity (m_x); and reproduction values (RV_x) as the contribution of each female of age x for the future population, calculated per age group according to the equation: $RV_x = S(l/l_x)m_t$, where x is the age group class; y , the oldest age class; t , any age class between x and y (KREBS, 1994).

Also estimated were: (1) Gross reproduction rate ($GRR = \sum m_x$); (2) Net reproduction rate ($R_0 = \sum l_x m_x$); (2) Intrinsic rate of population increase ($r_m = \ln(R_0) / T$); (3) Average generation time ($T = \ln(R_0) / r_m$); (4) Time for population to double in number ($TD = \ln(2) / r_m$) and (4) Finite rate of population increase ($\lambda = \text{antilog}(r_m \times 0.4443)$) (KREBS, 1994; PRICE, 1997).

RESULTS

The life cycle of *M. hirsutus* was 59 days, with 7.4 ± 0.16 , 6.8 ± 0.23 , 6.0 ± 0.20 and 4.7 ± 0.31 days for egg stage and first, second, and third instars, respectively, 3.1 ± 0.55 days for the pupa stage, 1.6 ± 0.18 for male and 19.2 ± 1.85 for female period. Female and male longevity were 37.4 ± 1.93 and 19.8 ± 0.41 days, respectively (Table 1).

Dez fêmeas adultas de *M. hirsutus*, da criação massal, foram individualizadas por folhas de hibisco. Após a oviposição, a fêmea foi removida, e as ninfas emergidas, contadas e separadas diariamente. Dez dias após a última eclosão de ninfa, os ovissacos foram abertos e os ovos que não eclodiram foram contados para verificar sua viabilidade. Imediatamente após a eclosão, 80 ninfas foram individualizadas em folhas de hibisco enraizadas com cola entomológica nas bordas. Essas ninfas foram observadas diariamente, onde a mudança do estágio e a morte de insetos foram registradas. Os insetos foram observados sob microscópio estereoscópico com ampliação de 40 vezes. O trabalho foi realizado entre 07 de julho de 2014 e 1º de setembro de 2014.

Tabelas de vida

Os dados da biologia de *M. hirsutus* foram analisados de acordo com tabelas de esperança de vida e de fertilidade. 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: $e_x = T_x / L_x$, e (6) probabilidade de morte em cada idade, pela equação $100q_x = 100 \times (d_x / L_x)$. Na tabela de fertilidade, foram determinadas: (1) a fecundidade (m_x), por meio da taxa média de oviposição e (2) o 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: $RV_x = \sum (l/l_x)m_t$, 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).

Também foram estimados: (1) taxa bruta de reprodução ($TBR = \sum m_x$); (2) taxa líquida de reprodução ($R_0 = \sum l_x m_x$); (2) taxa intrínseca de aumento populacional ($r_m = \ln(R_0) / T$); (3) tempo médio de geração ($T = \ln(R_0) / r_m$); (4) tempo para a população dobrar em número ($TD = \ln(2) / r_m$) e (4) taxa finita de aumento populacional ($\lambda = \text{antilog}(r_m \times 0,4343)$) (KREBS, 1994; PRICE, 1997).

RESULTADOS

O ciclo de vida de *M. hirsutus* foi 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 as fases de ovo, primeiro, segundo e terceiro instares, respectivamente, $3,1 \pm 0,55$ dias para a fase de pupa, $1,6 \pm 0,18$ dias, para os machos, e $19,2 \pm 1,85$ dias para as fêmeas. A longevidade de fêmeas e machos foi de $37,4 \pm 1,93$ e $19,8 \pm 0,41$ dias, respectivamente (Tabela 1).

Table 1 - Life table parameters of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) under different conditions comparing data of this research (Data) with those of Sahito *et al.* (2012), Chong *et al.* (2008) and Persad; Khan (2001)

Tabela 1 – Parâmetros da tabela de vida de *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) sob diferentes condições, comparando os dados dessa pesquisa (Dados) com os dados obtidos por Sahito *et al.* (2012), Chong *et al.* (2008) e Persad; Khan (2001)

Conditions	Data	Sahito <i>et al.</i>	Chong <i>et al.</i>	Persad and Khan
Temperature	27 ± 1°C	25 ± 2°C	27 ± 1°C	27 ± 3°C
Photoperiod (L:D)	12:12	-	14:10	12:12
Relative humidity	65 ± 5%	54.65%	65 ± 2%	58 ± 3%
Host	Hibiscus	Mulberry	Hibiscus	Hibiscus
Life Table Parameters				
Egg incubation	7.4 ± 0.16	15.2 ± 1.52	8.6 ± 0.1	9
1st instar	6.8 ± 0.23	3.9 ± 0.38	8.1 ± 0.2	-
2nd instar	6.0 ± 0.20	9.30 ± 1.32	5.6 ± 0.6	-
3rd instar	4.7 ± 0.31	13.4 ± 1.68	6.9 ± 0.2	-
4th (pupae male)	3.1 ± 0.55	4.1 ± 0.03	4.6 ± 0.3	-
Male adult	1.6 ± 0.18	2.4 ± 0.04	-	2.73 ± 0.14
Female adult	19.2 ± 1.85	21.0 ± 1.89	-	13.87 ± 2.25
Male longevity	19.8 ± 0.41	33.2 ± 2.89	29.8 ± 0.3	-
Female longevity	37.4 ± 1.93	47.7 ± 2.55	29.2 ± 0.4	-
Sex ratio	01:03.4	01:14.5	-	01:01.4
Eggs/female	98.18 ± 23.66	-	274 ± 23	178 ± 32.92
Estimative				
R ₀ (female/female)	71.9	-	165.8	15.51
r _m (female/female/day)	0.106	-	0.119	0.0801
T (days)	40.2	-	43	34.23
T.D (days)	6.5	-	5.8	8.83
λ	1.112	-	1.126	1.08

Maconellicoccus hirsutus started oviposition at an average of 40.3 days old, and minimum and maximum of 34 and 49 days, respectively. The pre-oviposition period was 14.72 ± 0.81 days. Females died on average at 7.5 days after starting oviposition, a period similar to that of the egg incubation period (7.4 ± 0.16 days) (Figure 1). Mean number of eggs per female was 98.18 ± 23.66 eggs. The sex ratio was of one male per 3.4 females (Table 1).

Maconellicoccus hirsutus life expectancy (ex) was 33.65 days with 29.0, 29.81, and 27.80 days for the first, second, and third instars, respectively, and 22.78 for the adult stage. The mortality rate was higher in the first instar and became constant over time until reaching higher values in the adult period (Figure 1). High mortality at the adult stage indicates a type I survival curve for this insect.

M. hirsutus iniciou a oviposição, em média, aos 40,3 dias de idade, com idade mínima de 34 dias e máxima de 49 dias. O período pré-oviposição foi de 14,72 ± 0,81 dias. As fêmeas morreram, em média, 7,5 dias após o início da oviposição, período semelhante ao de incubação do ovo (7,4 ± 0,16 dias) (Figura 1). O número médio de ovos por fêmea foi de 98,18 ± 23,66. A razão sexual foi de um macho para 3,4 fêmeas (Tabela 1).

A expectativa de vida (ex) de *Maconellicoccus hirsutus* foi de 33,65 dias com 29,0, 29,81 e 27,80 dias para o primeiro, segundo e terceiro instar, respectivamente, e 22,78 para o estágio adulto. A taxa de mortalidade foi maior no primeiro instar e se tornou constante ao longo do tempo até atingir valores mais elevados no estágio adulto (Figura 1). A alta mortalidade no estágio adulto indica uma curva de sobrevivência do tipo I para este inseto.

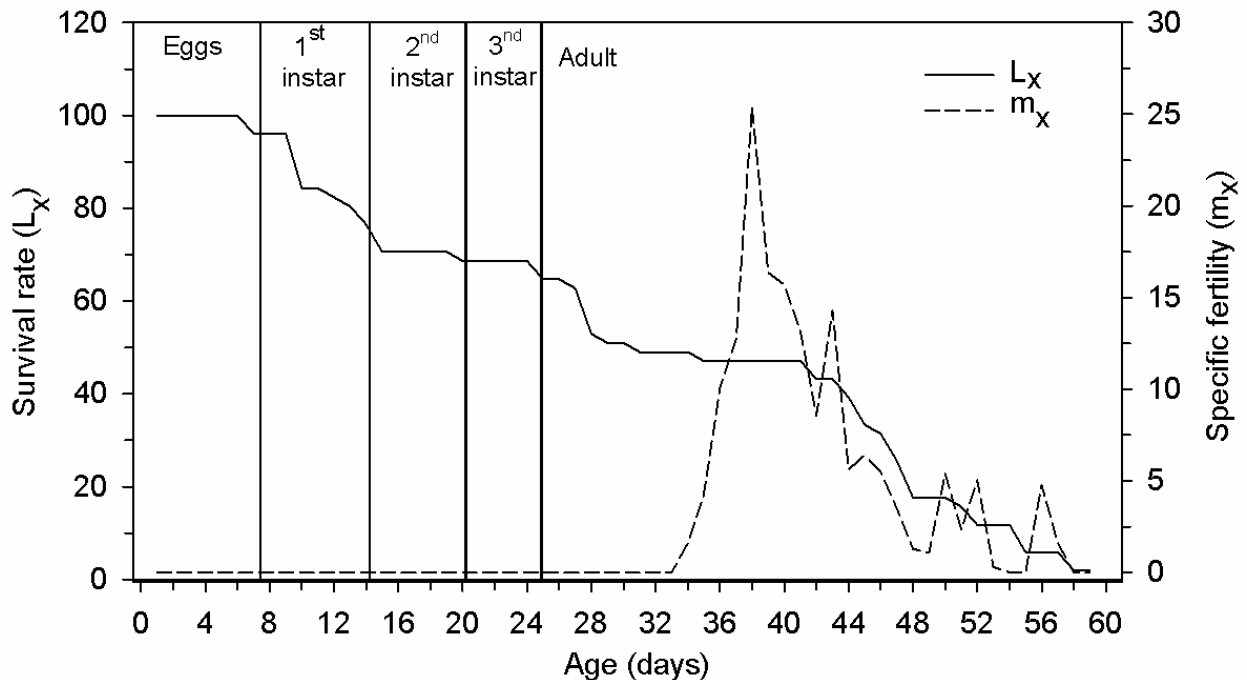


Figure 1 - Survival rate (L_x) and specific fertility (eggs/female/day) (m_x) of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) at $27 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ relative humidity and L12:D12. Boa Vista, Roraima State, Brazil.

Figura 1 - Taxa de sobrevivência (L_x) e taxa específica de fertilidade (ovos/fêmea/dia) (m_x) de *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) em $27 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12 h, Boa Vista, Roraima, Brasil.

The intersection of the specific fertility curve (m_x) with that of the survival curve (L_x) at 37 days old indicates population growth from this point. The oviposition peaked (23.2 eggs/female) when *M. hirsutus* was 38 days old and lower peaks at 43 (13.1 eggs/female), 50 (4.9 eggs/female), 52 (4.6 eggs/female) and 56 (4.4 eggs/female) days during the adult period of this insect (Figure 1).

Gross reproduction rate (GRB) of *M. hirsutus* was 150.9 females/female with net reproductive rate (R_0) of 71.9 females/female; generation time (T) of 40.2 days; doubling time (DT) of 6.5 days, intrinsic (r_m) and finite (λ) rate of increase of 0.106 and 1.112, respectively and $\lambda > 1$ indicating population growth of this insect (Table 1).

A interseção da curva de fertilidade específica (m_x) com a da curva de sobrevivência (L_x) aos 37 dias de idade indica crescimento populacional a partir deste ponto. A oviposição atingiu o pico (23,2 ovos/fêmea) quando *M. hirsutus* tinha 38 dias e picos baixos em 43 (13,1 ovos/fêmea), 50 (4,9 ovos/fêmea), 52 (4,6 ovos/fêmea) e 56 dias (4,4 ovos/fêmea), durante o seu período adulto (Figura 1).

A taxa bruta de reprodução (TBR) de *M. hirsutus* foi de 150,9 fêmeas/fêmea com taxa de reprodução líquida (R_0) de 71,9 fêmeas/fêmea; Tempo de geração (T) de 40,2 dias; Tempo de duplicação (TD) de 6,5 dias, taxa intrínseca (r_m) e finita (λ) de aumento de 0,106 e 1,112, respectivamente, e a taxa finita de aumento populacional (λ) maior do que 1, indicando crescimento populacional desse inseto (Tabela 1).

DISCUSSION

The life parameters of *M. hirsutus* were similar to those obtained on hibiscus in similar conditions ($27 \pm 1^\circ\text{C}$, 65% relative humidity and 14L: 10D) also on rooted hibiscus leaves (CHONG *et al.*, 2008). However, the use of mulberry leaves at $25 \pm 2^\circ\text{C}$ and relative humidity of 54.65% increased life parameters (SAHITO *et al.*, 2002), with a longer egg incubation period (15.2 ± 1.52 days) and duration of the second, and third instars (9.30 ± 1.32 and 13.4 ± 1.68 days, respectively) and about a four times higher number of males per female than in our study (Table 1). This shows that temperature, relative humidity, photoperiod, and host, affect the life parameters of *M. hirsutus* (PERSAD; KHAN, 2001; CHONG *et al.*, 2008; SAHITO *et al.*, 2012).

The higher intrinsic (r_m) and finite (λ) rate of increase than that in other studies is due to higher relative humidity and differences in propagation type for the host plant (PERSAD; KHAN, 2001; CHONG *et al.*, 2008). In the laboratory, the higher relative humidity favored *M. hirsutus*, however, in the field, rainfall caused a negative impact on this insect (KATKE *et al.*, 2009). The host plant propagation type by leaf cuttings uses mature leaves and stem cuttings with young leaves which have a softer texture and higher nitrogen content and are thus usually preferred by phytophagous (GONÇALVEZ-ALVIM *et al.*, 2011; RICKLEFS, 2012).

The temperature was the main factor affecting *M. hirsutus*, with a longer life cycle (66.4 ± 0.4 days) than that at 27°C (29.2 ± 0.4 days) in Miami, Florida (USA) (CHONG *et al.*, 2008). Highest *M. hirsutus* population densities at temperatures above 25°C (MANI; THONTADARYA, 1988; GOOLSBY *et al.*, 2002; HALL *et al.*, 2008; KATKE *et al.*, 2009; ISORDIA-AQUINO *et al.*, 2012; AL – FWAEER *et al.*, 2014) were due to the shorter duration of the young stages at these conditions (ATKINSON; SIBLY, 1997).

The modeling of the thermal requirement indicates that *M. hirsutus* can survive in a wide temperature range between 14.5°C to 29°C , but with a higher population growth rate at 27°C (CHONG *et al.*, 2008). It means that *M. hirsutus* can establish itself on the American continent from Chile (JARA *et al.*, 2012) to southern Canada (CHONG *et al.*, 2008), unlike the EPPO estimate, suggesting a possible dispersion of this insect along latitudes from 30°N to 30°S (EPPO, 2005). At 35°C the development of *M. hirsutus* stopped (CHONG *et al.*, 2008), however this insect produced high numbers of eggs, nymphs, and adults at 38°C and 70% relative humidity on *Praecitrullus fistulosus* (Stocks) Pangalo (Curcubitaceae) fruits in Maharashtra (India) (PATIL *et al.*, 2011). This suggests that the interaction between temperature and humidity may favor *M. hirsutus*.

DISCUSSÃO

Os parâmetros de vida de *M. hirsutus* foram parecidos aos obtidos em hibisco em condições semelhantes ($27 \pm 1^\circ\text{C}$, 65% de umidade relativa e 14L: 10D), também em folhas de hibisco enraizadas (CHONG *et al.*, 2008). No entanto, o uso de folhas de amoreira a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 54,65% aumentou os parâmetros de vida (SAHITO *et al.*, 2002), com um período de incubação mais longo ($15,2 \pm 1,52$ dias) e duração do segundo e do terceiro estádios ($9,30 \pm 1,32$ e $13,4 \pm 1,68$ dias, respectivamente), além disso, o número de machos foi cerca de quatro vezes maior que o de fêmeas obtido nesse estudo (Tabela 1). Isso mostra que a temperatura, umidade relativa, fotoperíodo e hospedeiro afetam os parâmetros de vida de *M. hirsutus* (PERSAD; KHAN, 2001; CHONG *et al.*, 2008; SAHITO *et al.*, 2012).

A maior taxa intrínseca de aumento (r_m) e finita (λ), em relação aos outros estudos, deve-se à maior umidade relativa e às diferenças no tipo de propagação da planta hospedeira (PERSAD; KHAN, 2001; CHONG *et al.*, 2008). No laboratório, a maior umidade relativa favoreceu *M. hirsutus*, no entanto, no campo, a precipitação causou um impacto negativo sobre esse inseto (KATKE *et al.*, 2009). O tipo de propagação da planta hospedeira por estacas foliares de folhas maduras, diferente de estacas caulinares com folhas mais jovens e tenras, com um maior teor de nitrogênio e, portanto, preferidas por fitófagos (GONÇALVEZ - ALVIM *et al.*, 2011; RICKLEFS, 2012).

A temperatura foi o principal fator que afetou *M. hirsutus*, com um ciclo de vida mais longo em temperaturas menores ($66,4 \pm 0,4$ dias) que 27°C ($29,2 \pm 0,4$ dias) em Miami, Flórida (EUA) (CHONG *et al.*, 2008). Maiores densidades populacionais de *M. hirsutus* são observadas em temperaturas acima de 25°C (MANI; THONTADARYA, 1988; GOOLSBY *et al.*, 2002; HALL *et al.*, 2008; KATKE *et al.*, 2009; ISORDIA-AQUINO *et al.*, 2012; AL – FWAEER *et al.*, 2014), especialmente, devido à menor duração dos estágios jovens nessas condições (ATKINSON; SIBLY, 1997).

A modelagem térmica indica que *M. hirsutus* pode sobreviver em uma ampla faixa de temperatura, entre $14,5$ e 29°C , mas com maior taxa de crescimento populacional a 27°C (CHONG *et al.*, 2008). Isso significa que *M. hirsutus* pode se estabelecer no continente americano desde o Chile (JARA *et al.*, 2012) até o sul do Canadá (CHONG *et al.*, 2008), ao contrário da estimativa da EPPO, que sugere que esse inseto tenha sua dispersão limitada entre as latitudes de 30°N a 30°S (EPPO, 2005). A 35°C , o desenvolvimento de *M. hirsutus* é interrompido (CHONG *et al.*, 2008), no entanto, esse inseto produziu grande número de ovos, ninfas e adultos a 38°C e 70% de umidade relativa em *Praecitrullus fistulosus* (Stocks) Pangalo (Curcubitaceae) em Maharashtra (Índia) (PATIL *et al.*, 2011). Isso sugere que a interação entre temperatura e umidade podem favorecer a *M. hirsutus*.

The net reproductive rate and time to double the population of the life table for *M. hirsutus* in Roraima, Brazil had intermediate values compared to those in Trinidad and Tobago (PERSAD; KHAN, 2001) and in Florida (EUA) (CHONG *et al.*, 2008). The generation time period was similar to that in Florida but with higher population growth for this insect in Roraima (CHONG *et al.*, 2008) (Table 1).

The *M. hirsutus* survival curve is type I, characteristic of many insect species with mortality predominantly at old age (PEARL, 1928). The abrupt drop in the mortality curve of *M. hirsutus* at the end of its life cycle, from 43 days old is similar to that reported in Florida (for this insect with 50 days old) (CHONG *et al.*, 2008) but longer than the 16 days in Tobago (PERSAD; KHAN, 2001). The higher population growth of *M. hirsutus* on hibiscus than on mulberry may be associated with nutritional host quality, important for phytophagous insects (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976). Plant host type and structure can also influence *M. hirsutus* biological parameters because its number of eggs, nymphs, and adults was higher on *H. rosasinensis* leaves than on *Cucurbita pepo*, *Lagenarias iceraria* and *Praecitrullus fistulosus* fruits and on *Solanum tuberosum* (Solanaceae) and *Triticuma estivum* (PATIL *et al.*, 2011). Hibiscus is the preferred host of *M. hirsutus* as shown for some of its cultivars without tolerance to this pest such as President, Double Red, and Joanne (ARISTIZABAL *et al.*, 2012). The transport of ornamental plants, such as the hibiscus, can be considered one of the main means for dispersion of this pest (CHONG *et al.*, 2015).

The high biotic potential of *M. hirsutus* under the climatic conditions of Roraima, Brazil (27.4 °C and 74.9% relative humidity) (INMET, 2014) indicates that this pest can establish itself in the main fruit producing regions of Brazil, such as São Francisco Valley in Pernambuco and Bahia states with climatic conditions similar to those of Roraima (INMET, 2014). This mealybug has been already reported in that Brazilian region (OLIVEIRA *et al.*, 2014) and may impact fruit development and quality (KAIRO *et al.*, 2000; ROSAS-GARCIA; PARRA-BRANCAMONTE, 2011) besides exportation, due to phytosanitary measures imposed by importing countries. The high potential of *M. hirsutus* population growth in the producing regions of Brazil requires the development of Integrated Pest Management Programs for this pest.

CONCLUSION

The pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus*, has a great potential for population growth in Brazilian tropical conditions, since it can have up to nine generations per year, taking 6.5 days to double its population size, with 98 eggs per female and 97% viability of eggs.

A taxa líquida de reprodução e o tempo para a população de *M. hirsutus* dobrar seu tamanho em Roraima - Brasil, tiveram valores intermediários quando comparados aos obtidos em Trinidad e Tobago (PERSAD, KHAN, 2001) e na Flórida (EUA) (CHONG *et al.*, 2008). O período de uma geração foi semelhante ao da Flórida, mas com maior crescimento populacional desse inseto em Roraima (CHONG *et al.*, 2008) (Tabela 1).

A curva de sobrevivência de *M. hirsutus* é do tipo I, característica de muitas espécies de insetos com mortalidade predominantemente na fase adulta (PEARL, 1928). A queda abrupta na curva de mortalidade de *M. hirsutus* no final de seu ciclo de vida, a partir de 43 dias de idade, é próxima à relatada na Flórida (50 dias de idade) (CHONG *et al.*, 2008) e maior do que os 16 dias observados em Tobago (PERSAD, KHAN, 2001). O maior crescimento populacional de *M. hirsutus* no hibisco do que na amora pode estar associado à qualidade nutricional do hospedeiro, fator importante para insetos fitófagos (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976). O tipo e a estrutura da planta hospedeira também podem influenciar os parâmetros biológicos de *M. hirsutus* porque o número de ovos, ninfas e adultos foi maior nas folhas de *H. rosasinensis* do que nas frutas de *Cucurbita pepo*, *Lagenarias iceraria* e *Praecitrullus fistulosus* e *Solanum tuberosum* (Solanaceae) e *Triticuma Estivum* (PATIL *et al.*, 2011). Hibisco é o hospedeiro preferido de *M. hirsutus*, como mostrado para algumas de suas cultivares sem tolerância a essa praga, como President, Double Red e Joanne (ARISTIZABAL *et al.*, 2012). O transporte de plantas ornamentais, como o hibisco, pode ser considerado um dos principais meios para dispersão dessa praga (CHONG *et al.*, 2015).

O alto potencial biótico de *M. hirsutus* sob as condições climáticas de Roraima, Brasil (27,4 °C e 74,9% de umidade relativa) (INMET, 2014) indica que esta praga pode se estabelecer nas principais regiões produtoras de frutas do Brasil, como no Vale do São Francisco em Pernambuco e Bahia, com condições climáticas semelhantes às de Roraima (INMET, 2014). Essa cochonilha já foi relatada nessas regiões no Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2014) e pode afetar o desenvolvimento e a qualidade dos frutos (KAIRO *et al.*, 2000; ROSAS-GARCIA; PARRA-BRANCAMONTE, 2011), além da exportação, devido às medidas fitossanitárias impostas pelos países importadores. O alto potencial de crescimento populacional de *M. hirsutus* nas regiões produtoras do Brasil requer o desenvolvimento de Programas Integrados de Gerenciamento de Pragas para essa espécie.

CONCLUSÃO

A cochonilha-rosada do hibisco, *Maconellicoccus hirsutus*, tem um grande potencial de crescimento populacional em condições tropicais, uma vez que pode ter até nove gerações por ano, levando 6,5 dias para dobrar o tamanho da população, com 98 ovos por fêmea e 97% de viabilidade dos ovos.

ACKNOWLEDGMENTS

To Embrapa Roraima, “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)”, “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)” and “Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)” for financial support. Phillip Villani revised and corrected the English of this manuscript.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa/Roraima, “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)”, “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)” e “Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)” pelo financiamento. E a Phillip Villani que revisou e corrigiu o manuscrito em inglês.

SCIENTIFIC LITERATURE CITED

- AL-FWAEER, M.; ABU-OBAID, I.; AL-ZYOUN, F.; ABO-ALOSH, A.; HALAYBEH, M. 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**, v. 4, p. 171-177, 2014.
- ALEXANDRE, F.; SOUZA, G.P.; EBEL, J.; VIEIRA, R.D.A.; KRUEGER, R. Levantamento de detecção da praga *Maconellicoccus hirsutus* Green (cochonilha rosada do hibisco), em cultivos urbanos de hibiscos e ornamentais em Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, n. 25, 2014, Goiania, **Resumos**, Goiana: SEB, 2014, p. 1.
- ARISTIZÁBAL, L.F.; MANNION, C.; BERGH, C.; ARTHURS, S. Life history of pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on three *Hibiscus rosa-sinensis* cultivars. **Florida Entomologist**, v. 95, p. 89-94, 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**, v. 6, p. 235-239, 1997.
- BELLOWS, T.S.J.; VAN DRIESCHE, R.G.; ELKINTON, J.S. Life - table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, v. 37, p. 587-614, 1992.
- BRASIL. Instrução Normativa n. 41, de 01 de julho de 2008. Lista de Pragas Quarentenárias. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 01 Jul. 2008.
- BROGLIO, S.M.F.; CORDERO, E.P.; SANTOS, J.M.DOS.; MICHELETTI, L.B. Registro da cochonilha-rosada-do-hibisco infestando frutíferas em Maceió, Alagoas, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 242-248, 2015.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA (CEPLAC). Superintendência de Desenvolvimento da Região Cacaueira no Estado da Bahia (SUEBA). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC). **Comunicado n. 01/2014**. Ilhéus, 2014. 3 p.
- CERMILI, M.; VALLES, P.M.; GODOY, F.; ROMERO, R.; CÁRDENAS, O. Presencia de la cochinilla rosada de la cayena *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en Venezuela. **Entomotropica**, v. 17, p. 103-105. 2002.
- CHONG, J.H.; RODA, A.L.; MANNION, C. Life history of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at constant temperatures. **Environmental Entomology**, v. 37, p. 323-332. 2008.
- CHONG, J.H. First report of the Pink Hibiscus Mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), in South Carolina. **Journal of Agricultural and Urban Entomology**, v. 26, p. 87-94. 2009.
- CHONG, J.H.; ARISTIZÁBAL, L.F.; ARTHURS, S. P. Biology and Management of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on Ornamental Plants. **Journal of Integrated Pest Management**, v. 6, n. 1, p. 1-14. 2015.
- CULIK, M.P.; FORNAZIER, M.J.; MARTINS, D.S.; ZANUNCIO JUNIOR, J.S.; VENTURA, J.A.; PERONTI, A.L.B.G.; ZANUNCIO, J.C. The invasive hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) and its recent range expansion in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 96, p. 638-640. 2013a.
- CULIK, M.P.; FORNAZIER, M.J.; MARTINS, D.S.; ZANUNCIO JUNIOR, J.S.; VENTURA, J.A.; PERONTI, A.L.B.G.; ZANUNCIO, J.C. The invasive mealybug *Maconellicoccus hirsutus*: lessons for its current range expansion in South America and invasive pest management in general. **Journal of Pest Science**, v. 86, p. 387-398, 2013b.
- EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION (EPPO) ORGANIZATION. **Bulletin 35**, Paris, 2005. 2 p.
- GONÇALVES-ALVIM, S.J.; LANA, T.C.; RANIERI, B.D.; SILVEIRA, F.A.O.; RIBEIRO, V.; FERNANDES, G.W. Growth, defense and herbivory on young leaves of *Qualea parviflora* (Vochysiaceae) in three diferente Cerrado habitats. **Neotropical Biology and Conservation**, 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**, v. 85, p. 494-498. 2002.
- HALL, D.G.; RODA, A.; LAPOINTE, S.L.; HIBBARD, K. Phenology of *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Florida based on attraction of adult males to pheromone traps. **Florida Entomologist**, v. 91, p. 305-310. 2008.
- INMET INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais Climatológicas**. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas> < acesso em: 19 maio 2014.
- ISIORDIA-AQUINO, N.; ROBLES – BERMÚDEZ, A.; GRACÍA – MARTÍNEZ, O.; LOMELÍ – FLORES, R.; GÓMEZ – AGUILAR, J.R.; ESPINO – ALVAREZ, R. Especies forestales y arbustivas asociadas a *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) en el norte de Nayarit, Mexico. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 28, p. 414-426, 2012.
- JARA, V.; MEZA, F.J.; ZAVIEZO, T.; CHORBADJIAN, R. Climate change impacts on invasive potential of pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), in Chile. **Climatic Change**, v. 117, p. 305-317, 2012.
- KAIRO, M.T.K.; POLLARD, G.V.; PETERKIN, D.D.; LOPEZ, V.F. Biological control of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Caribbean. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 5, p. 241-254, 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**, v. 15, p. 9-16. 2009.
- KREBS, C.J. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper & Row, New York, EUA. 1999. 688 p.
- MANI, M.; THONTADARYA, T.S. Population dynamics of mealybug *Maconellicoccus hirsutus* Green and its natural enemies in grapevine ecosystem. **Journal of Biological Control**, v. 2, p. 93-97, 1988.
- MARSARO JÚNIOR, A.; PERONTI, A.L.B.G.; PENTEADO-DIAS, A.M.; MORAIS, E.G.F. 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**, v. 73, p. 413-418. 2013.
- MORAIS, E.G.F.; PERONTI, A.L.B.G.; MARSARO JÚNIOR, A.L.; AMARO, G.C. Cochonilha rosada, *Maconellicoccus hirsutus* (Green). In VILELA, E.F., ZUCCHI, R.A. (Eds.), Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros. FEALQ, Piracicaba, p. 328 -344. 2015.
- OLIVEIRA, J.E.M. et al. Registro de ocorrência da cochonilha rosada *Maconellicoccus hirsutus* no Semiárido Brasileiro In: Congresso Brasileiro de Entomologia, n. 25, 2014 Goiania, **Resumos**, Goiania: SEB, 2014, p. 1.
- PATIL, S.V.; PATIL, C.D.; SALUNKE, R.B.; MAHESHWARI, V.L.; SALUNKE, B.K. Studies on life cycle of mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), on different hosts at different constant temperatures. **Crop Protection**, v. 30, p. 1553-1556. 2011.
- PEARL, R. The rate of living. Knopf, New York, EUA. 1928. 226 p.
- PERONTIALBG, MARTINELLI, NM. Cochonilha-rosada no Estado de São Paulo: Distribuição e Plantas Hospedeiras. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, n. 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**, v. 47, p. 137-149, 2001.
- PRICE, P.W. Insect Ecology. John Wiley & Sons, New York, EUA. 1997. 774 p.
- RICKLEFS, R.E. A Economia da Natureza. Rio de Janeiro, Brasil. 2012. 546 p.
- RIVERO, M.A.M. La cochinilla rosada del hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), un peligro potencial para la agricultura Cubana. **Revista Protección Vegetal**, v. 22, p. 166-182, 2007.
- ROSAS-GARCÍA, N.M.; PARRA-BRANCAMONTE, G.M. Incidencia de la cochinilla rosada del hibisco en cultivares de mango de Nayarit, México. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 27, p. 407-418, 2011.
- SAGARRA, L, A.; PETERKIN, D.D. Invasion of the Caribbean by the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green [Homoptera: Pseudococcidae]. **Phytoprotection**, v. 80, p. 103-113, 1999.
- SAHITO, H.A.; SOOMRO, R.B.; TAPUR, M.A.; MEMON, S.A.; DHILOO, K.H. Biology of mulberry mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) in laboratory conditions. **Basic Research Journal of Agricultural Science and Review**, v. 1, p. 11-18, 2012.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARDIN, D.; NOVA, N.A.V. Manual de Ecologia de Insetos. Agronômica Ceres, São Paulo, Brasil. 1976. 420 p.

TAMBASCO, F.J.; NOGUEIRA, DE SÁ, L.A.; NARDO, E.A.B. DE.; TAVARES, M.T. Cochonilha-rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Green): uma praga de importância quarentenária já se encontra na Guiana Inglesa. **Floresta**, v. 30, p. 85-93. 2000.

WILLIAMS, D.J. 1996. 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**, v. 86, p. 617–628, 1996.