

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

VANESSA DA SILVA GUEDES

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Phenacoccus solenopsis* TINSLEY
(HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) EM ALGODOEIROS COM E
SEM CAULIM**

**CAMPINA GRANDE-PB
FEVEREIRO DE 2017**

VANESSA DA SILVA GUEDES

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Phenacoccus solenopsis* TINSLEY
(HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) EM ALGODOEIROS COM E
SEM CAULIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias/ Área de Concentração: Agrobioenergia e Agricultura Familiar

ORIENTADOR: DR. CARLOS ALBERTO DOMINGUES DA SILVA

**CAMPINA GRANDE – PB
FEVEREIRO DE 2017**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

G924a Guedes, Vanessa da Silva.
Aspectos biológicos de *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) em algodoeiros com e sem caulim [manuscrito] / Vanessa da Silva Guedes. - 2017.
48 p. : il.

Digitado.
Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2017.
"Orientação: Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa".

1. Algodão. 2. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley. 3. Caulim.
4. Filme de partículas. I. Título.

21. ed. CDD 633.51

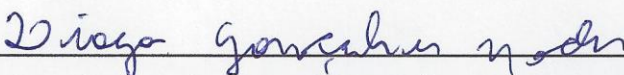
**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Phenacoccus solenopsis* TINSLEY
(HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) EM ALGODOEIROS COM E
SEM CAULIM**

VANESSA DA SILVA GUEDES

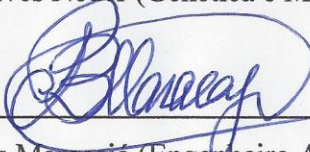
Dissertação apresentada
ao Programa de Pós-
Graduação em Ciências
Agrárias da Universidade
Estadual da Paraíba /
Embrapa Algodão, como
parte das exigências para
obtenção do título de
Mestre em Ciências
Agrárias/ Área de
Concentração:
Agrobioenergia e
Agricultura Familiar

Aprovada em 20 de fevereiro de 2017

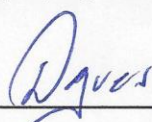
Banca Examinadora



Prof. Dr. Diogo Gonçalves Neder (Genética e Melhoramento de Plantas) - UEPB



Pro. Dr. Patrício Borges Maracajá (Engenheiro Agrônomo- Entomologia) UFCG



Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva (Entomologia) – Embrapa Algodão

Orientador

Aos meus queridos pais, Gorette e Beto, pelo esforço e investimento dedicados a minha formação profissional. A minha irmã, Viviane e ao meu companheiro Higgo, por todo apoio, paciência, carinho e motivação, primordiais para a conclusão deste trabalho.

Ofereço!

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por me proporcionar saúde, paciência, sabedoria e discernimento para enfrentar meus medos e auxiliar a subir mais um degrau na minha formação profissional.

Sou muito grata a minha mãe, Maria Gorette da Silva Guedes, e ao meu pai, João Guedes Filho (Beto) pelo amor incondicional, incentivo, carinho e por estarem presentes em todas as minhas conquistas.

À minha irmã, Viviane, pela motivação e apoio. A minha avozinha, Inês, pelos abraços carinhosos e amparo.

Aos meus familiares, tios (as), primos (as), cunhados (as) e a minha futura sogra, pelos estímulos e por acreditarem no meu esforço.

Ao meu companheiro e porto seguro, Higgo, pela atenção, apoio e por presenciar minha formação e me acompanhar nos momentos que mais precisei como aqueles aos domingos na Embrapa.

Ao meu orientador, Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva, pela dedicação, orientação, paciência, ensinamentos e seu comprometimento com a minha formação. A ele toda a minha gratidão, respeito e admiração.

À Universidade Estadual da Paraíba e a Coordenação de Pós-Graduação em Ciências Agrárias pelas condições oferecidas para realização do Mestrado.

À Embrapa Algodão pela disponibilização da infraestrutura e pelo incentivo à pesquisa necessário para desenvolver o experimento.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado.

Aos professores do curso de pós-graduação em Ciências Agrárias, Alberto Melo, Pedro Dantas, Diogo Néder, Carlos Henrique, Carlos Domingues, Élide Barbosa, Francisco Farias pelos conhecimentos transmitidos e experiência compartilhada.

Aos todos os profissionais do Laboratório de Patologia e Biologia Molecular de Insetos da Embrapa Algodão, especialmente ao técnico, Antônio, e ao Assistente, Airton, pelo auxílio na implantação e condução dos experimentos de laboratório e campo, assim como, pela amizade e momentos de descontração. A Maysa pela amizade e companheirismo.

As minhas queridas amigas de mestrado, Nadja e Silmara, pela parceria nas atividades e por todos os momentos que compartilhamos juntas, desde os de estresse até os de satisfação.

Aos colegas de turma, Bruna, Jeneilson, Edilene, Damião, Erika, Magaly, Rommel, Natanael e Jonathan pelo convívio, momentos de descontração e conhecimento compartilhado.

RESUMO

GUEDES, VANESSA DA SILVA. M.Sc. Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão. Fevereiro de 2017. Aspectos biológicos de *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) em algodoeiros com e sem caulim. Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva.

A cultura do algodão é bem conhecida do homem desde antiguidade, porém um dos principais problemas dessa a cultura é o ataque de pragas. A cochonilha *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) apresenta uma grande diversidade morfológica, adaptações biológicas e ajustes ecológicos que conferem a essa espécie uma alta capacidade de se alimentar de plantas hospedeiras. O controle químico é o principal método empregado para controlar os surtos populacionais dessa cochonilha. No entanto, é difícil controlar plenamente essa cochonilha com inseticidas convencionais, devido ao material ceroso que recobre os corpos das fêmeas adultas. O objetivo deste trabalho foi estudar os aspectos biológicos de *P. solenopsis* em discos de folhas de algodão com e sem caulim. O caulim é um mineral de argila branca com diversas aplicações agrícolas. O filme de partículas de caulim cria uma barreira física ou mecânica de proteção contra os artrópodes e patógenos. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, município de Campina Grande, Estado da Paraíba, Brasil, em câmaras climatizadas do tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand), ajustadas para à temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e cinquenta repetições. Os tratamentos consistiram da pulverização dos estágios imaturos e adultos recém-emergidos de *P. solenopsis* e da imersão dos discos de folhas de algodoeiro em suspensão de caulim (com caulim) em água destilada a 60 gL^{-1} ou em água destilada, testemunha (sem caulim). Foram determinados o tempo de duração e a sobrevivência dos estágios imaturos de *P. solenopsis* e, na fase adulta, os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, longevidade, fecundidade, número de ovos/dia, número de ovos/fêmea/dia. Foram também estimados os parâmetros das tabelas de fertilidade e de esperança de vida de *P. solenopsis* para se determinar o potencial de crescimento populacional dessa cochonilha em ambos os tratamentos. Os resultados obtidos nesta pesquisa demonstram que a sobrevivência dos estágios imaturos de *P. solenopsis* em discos de folhas de algodoeiro não foi prejudicada pelo caulim. No entanto, observou-se menor duração do desenvolvimento dos segundo e terceiro instares e do período de ovo à adultos de fêmeas de *P. solenopsis* no tratamento com suspensão de caulim e um maior período de oviposição, fecundidade e número de ovos por fêmea nesse mesmo tratamento. Além disso, o menor tempo necessário para a população de *P. solenopsis* duplicar em número de indivíduos (TD) associado aos maiores valores das taxas bruta (TBR) e líquida de reprodução (Ro), razões intrínseca (rm) e finita de crescimento (λ), sobrevivência, fertilidade específica (mx), valor reprodutivo (VRx) e esperança de vida (ex) no tratamento com suspensão de caulim, indicam que as pulverizações desse produto nas lavouras de algodoeiro infestadas pela cochonilha devem ser evitadas porque favorecem seu crescimento populacional.

Palavras-chave: Algodão, filme de partículas, tabela de vida.

ABSTRACT

GUEDES, VANESSA DA SILVA. M.Sc. Universidade Estadual da Paraíba/Embrapa Algodão. February, 2017. Biological aspects of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) in cottons with and without kaolin. Advisor: Prof. Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva.

Cotton crop has been well known to man since ancient times, but one of the main problems of this culture is the attack of pests. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) has a high morphological diversity, biological adaptations and ecological adjustments that give this species a high capacity to feed host plants. Chemical control is the main method used to control population outbreaks of this mealybug. However, it is difficult to fully control this mealybug with conventional insecticides because of the waxy material that covers the bodies of adult females. The objective of this research was to study the biological aspects of *P. solenopsis* in cotton leaf discs with and without kaolin. Kaolin is a white clay mineral with various agricultural applications. The film of kaolin particles creates a physical or mechanical barrier of protection against arthropods and pathogens. The work was carried out in the Embrapa Algodão Entomology Laboratory, Campina Grande, State of Paraíba, Brazil, in climatic chamber of type B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand), adjusted to a temperature of 25 ± 1 °C, relative humidity of $60 \pm 10\%$ and photophase of 12 hours. The experimental design was completely randomized with two treatments and fifty replicates. The treatments consisted of spraying the immature and newly emerged adult stages of *P. solenopsis* and immersing cotton leaf discs in kaolin suspension (with kaolin) in distilled water at 60 gL^{-1} or in distilled water (control, without kaolin). The duration and survival of the immature stages of *P. solenopsis* were determined and, in the adult phase, the periods of pre-oviposition, oviposition, post-oviposition, longevity, fecundity, number of eggs/day, number of eggs/female/day. The parameters of the fertility and life expectancy tables of *P. solenopsis* were also estimated to determine the population growth potential of this mealybug in both treatments. The results obtained in this research demonstrate that the survival of the immature stages of *P. solenopsis* in cotton leaves disks was not affected by kaolin. However, it was observed a shorter duration of development of the second and third instars and of the egg period to the adults of *P. solenopsis* females in the treatment with kaolin suspension and a longer period of oviposition, fecundity and number of eggs per female in that same treatment. In addition, the shortest time required for the *P. solenopsis* population to double time (TD) associated with the highest values of gross (TBR) and net reproductive rate (R_0), intrinsic (r_m) and finite rates of increase (λ), survival, specific fertility (m_x), reproductive value (VR_x) and life expectancy (e_x) in treatment with kaolin suspension indicate that spraying of this product on cotton plants infested by mealybug should be avoided because they favor its growth populational.

Keywords: Cotton, particle film, life table.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Modelo resumido dos efeitos dos tratamentos⁽¹⁾ e estágios imaturos sobre o tempo de desenvolvimento e sobrevivência⁽²⁾ dos estágios imaturos de *Phenacoccus solenopsis* utilizando análise de variância (ANOVA). Campina Grande, 2016..... 25
- Tabela 2. Sobrevivência (%) e desenvolvimento (dias \pm EP) dos estágios imaturos de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodoeiro pulverizados com suspensão de caulim e água destilada (testemunha). Campina Grande, Paraíba, 2016..... 26
- Tabela 3. Características reprodutivas (média \pm erro padrão) de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodoeiro pulverizados com suspensão de caulim e água destilada (testemunha). Campina Grande, Paraíba, 2016..... 27
- Tabela 4. Parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodão pulverizados com suspensão de caulim e água destilada (testemunha). Campina Grande, Paraíba, 2016..... 28
- Tabela 5. Tabela de esperança de vida de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodão pulverizados com suspensão de caulim e água destilada (Testemunha). Campina Grande, Paraíba, 2016..... 31

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) da cochonilha *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodão pulverizados com suspensão de caulim (T1) e água destilada (T2). Campina Grande, Paraíba, 2016..... 29
- Figura 2. Valor reprodutivo de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodão pulverizados com suspensão de caulim (T1) e água destilada (T2). Campina Grande, Paraíba, 2016..... 30
- Figura 3 Curvas de regressão para a esperança de vida da cochonilha *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodão pulverizados com suspensão de caulim (T1) e água destilada (T2). Campina Grande, Paraíba, 2016..... 30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo Geral.....	13
2.2. Objetivos Específicos.....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1. A cultura do algodão.....	14
3.2. A cochonilha do algodão.....	16
3.3. Caulim.....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1. Localização do experimento.....	21
4.2. Obtenção do inseto.....	20
4.3. Sobrevivência, desenvolvimento e reprodução.....	21
4.4. Tabelas de fertilidade e de esperança de vida.....	22
5. RESULTADOS.....	25
5.1. Sobrevivência, desenvolvimento e reprodução	25
5.2. Tabelas de fertilidade e de esperança de vida.....	27
6. DISCUSSÃO	32
6.1. Sobrevivência, desenvolvimento e reprodução.....	32
6.2. Tabelas de fertilidade e de esperança de vida.....	33
7. CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

O emprego do algodoeiro ocorre há séculos por populações antigas do Egito e do Peru e sua importância vem crescendo com o passar dos anos e das civilizações. Atualmente, o algodão é cultivado em vários países do globo e se tornou uma matéria-prima responsável por quase metade da produção mundial de vestuário. Além disso, o algodoeiro pode ser empregado na produção de biodiesel e em diversos segmentos da indústria médica, moveleira, automobilística e têxtil (RETAMIRO et al., 2013).

A cultura do algodão atrai e hospeda um complexo significativo de pragas, as quais atacam as raízes, caule, folhas, botões florais, maçãs e capulhos. Dentre as pragas merece destaque a cochonilha *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). Essa cochonilha foi descrita originalmente nos Estados Unidos em 1898, onde se encontra amplamente distribuída (BEN-DOV, 2004). A partir de 1992, essa praga se disseminou pela América Central (WILLIAMS e WILLINK, 1992; BEN-DOV, 2004) sendo atualmente encontrada em diversos países do mundo, infestando espécies vegetais de importância econômica (CULIK e GULLAN, 2005).

No ano de 2009, *P. solenopsis* foi registrada infestando lavouras de algodoeiro nas regiões do Sudoeste e Médio São Francisco, Estado da Bahia, com destaque para a região de Guanambi (SILVA, 2012). Essa espécie se constitui em um importante grupo de pragas face à injúria provocada, sugando a seiva das plantas e, em grandes infestações, podendo causar seu definhamento e morte.

Apesar da recente constatação de *P. solenopsis* como praga do algodoeiro no semiárido nordestino, pouco se conhece sobre sua biologia, potencial biótico, hábitos alimentares, capacidade de dispersão e adaptação às condições climáticas predominantes nessas regiões brasileiras.

O controle químico é o principal método empregado para reduzir os surtos populacionais dessa cochonilha (HUANG et al., 2012). No entanto, é difícil controlar plenamente essa cochonilha com inseticidas convencionais, devido ao material ceroso que recobre os corpos das fêmeas (RAO e DAVID, 1958; DEAN et al., 1971; JOSHI et al., 2010). Além disso, vários são os problemas advindos do uso inapropriados dos inseticidas químicos.

A utilização de produtos naturais em substituição aos inseticidas químicos convencionais, portanto, tem se constituído em uma importante ferramenta para o controle de

pragas do algodoeiro. Assim, o desenvolvimento de novas formulações de inseticidas com propriedades físico-químicas efetivas contra essa praga, biodegradáveis e com maior seletividade, se constitui em características desejáveis que, na maioria das vezes, são encontradas nos extratos de plantas ou em parte deles, ou ainda nos minerais (COATS, 1994). O caulim é um pó de rocha composto, principalmente, por silicato de alumínio hidratado que apresenta grão fino de cor branca, achatado, poroso, não expansivo e não abrasivo que se dispersa em água e é quimicamente inerte em amplo espectro de pH (HARBEN, 1995). Esse mineral suspenso em água forma uma calda branca que tem sido empregada com sucesso no controle de insetos-pragas de diversas culturas por impedir o contato visual e tátil do artrópode com a planta hospedeira e apresentar efeito deterrente sobre o comportamento de alimentação e oviposição desses organismos.

Estudos anteriores indicam que o caulim afeta a alimentação, oviposição e o comportamento de algumas pragas do algodoeiro, podendo apresentar ação específica para cada praga em seu ambiente (SILVA e RAMALHO, 2013).

Por esta razão, o objetivo deste trabalho foi estudar os aspectos biológicos de *P. solenopsis* em algodoeiros com e sem caulim.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL:

2.1.1. Estudar os aspectos biológicos de *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) em algodoeiros com e sem caulim.

2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO:

2.2.1. Determinar o desenvolvimento, a sobrevivência e a reprodução de *P. solenopsis* em algodoeiros com e sem caulim.

2.2.2. Determinar os parâmetros da tabela de vida e de fertilidade de *P. solenopsis* para se estimar o potencial de crescimento populacional desse inseto-praga em algodoeiros com e sem caulim.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Cultura do algodão

O algodão aparece pela primeira vez na história séculos antes de Cristo (ALMEIDA, 2012). Sendo os povos Árabes pioneiros na utilização desse produto. Na Europa, o cultivo do algodoeiro teve início na época das cruzadas. Nos Estados Unidos, o cultivo comercial do algodoeiro se iniciou nos estados da Carolina do Sul e da Geórgia (AMAPA, 2012). No Brasil, por outro lado, não há registros precisos do início do cultivo e utilização do algodão. Porém, os índios já conheciam e dominavam o cultivo dessa malvácea desde antes do descobrimento do país pelos portugueses (ALMEIDA, 2012; AMAPA, 2012). Na região Nordeste, o primeiro estado a se beneficiar com a produção e comercialização do algodão foi o Maranhão, cujas primeiras sacas do produto foram exportadas para a Europa em 1760 (FREIRE, 2011). Naquela época, os cotonicultores se especializaram na produção de pluma de algodão com fibras longas. Os algodoeiros de fibras curtas, entretanto, foram introduzidos em Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo, Brasil por imigrantes norte-americanos que perderam a guerra da secessão nos Estados Unidos (PASSOS, 1977). Esse algodão de fibras curtas, mais produtivo, logo se firmou como uma das principais “commodities” agrícolas de São Paulo e Paraná, que se tornou o maior centro produtor de algodão nas décadas de 70-80. Porém, alguns fatores como o custo elevado das terras e a concorrência com outras culturas, obrigaram os produtores rurais a buscar novas áreas de plantio nos estados de Goiás e Mato Grosso (AMAPA, 2012).

A segunda metade da década de 90 significou um marco na migração da cultura do algodoeiro, das regiões tradicionalmente produtoras para a região Centro-Oeste do Brasil (FREIRE, 2011). Atualmente, essa região responde por 84% da produção nacional de algodão (RICHETTI et al., 2003), a qual foi impulsionada pelas condições de clima favorável e terras planas do Cerrado - que permitem mecanização total da lavoura -, programas de incentivo à cultura adotada pelos estados da região e, sobretudo, pelo uso intensivo de tecnologias modernas (TAKIZAWA e GUERRA, 1998). Este fato contribuiu para que os produtores brasileiros, localizados na região Centro-Oeste, detenham as mais altas produtividades com a cultura no mundo em áreas não irrigadas. No entanto, esse uso intensivo de tecnologias modernas em áreas muito extensas e contíguas cultivadas com reduzido número de espécies vegetais (milho, soja e algodão) associados ao uso inapropriado dos defensivos agrícolas têm tornado os agroecossistemas da citada região progressivamente suscetíveis a doenças e aos

insetos-praga (SILVA e RAMALHO, 2013). No Nordeste, por outro lado, os problemas de ordem financeira e fitossanitária, associado a um sistema de produção com baixo uso de tecnologias para convivência com insetos-praga, especialmente o bicudo, *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae) contribuíram de forma considerável para a redução da área plantada na região.

Pelo exposto, verifica-se que os insetos-praga se não forem controlados de forma adequada, eles podem infestar severamente as lavouras de algodão, acarretando elevados prejuízos aos produtores. Desse modo, a utilização conjunta de várias táticas de controle de pragas se faz necessária para reduzir os surtos populacionais desses organismos. Esse conjunto de táticas de controle é chamado de manejo integrado de pragas (MIP). No MIP, não se recomenda o uso de inseticidas piretróides na fase inicial do cultivo do algodoeiro (até 80 dias), pois esse grupo químico de inseticida apresenta baixa seletividade, eliminando os inimigos naturais e favorecendo o aumento populacional das pragas (ARAÚJO et al, 2003).

No Brasil, estima-se que a fauna de artrópodes associada à cultura do algodão inclua 259 espécies (SILVA et al., 1968). Dentre as espécies, o pulgão, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), o bicudo, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), e o curuquerê, *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) se destacam porque exigem que medidas de controle sejam adotadas para contenção de seus surtos populacionais, independentemente do local onde o algodoeiro é cultivado, sendo, por isso, denominadas de pragas-chave (RAMALHO, 1994; SILVA e RAMALHO, 2013).

O percevejo-castanho, *Scaptocoris castanea* Perty (Heteroptera: Cydnidae), as lagartas-das-maçãs, *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) são também consideradas pragas-chave no Cerrado brasileiro, pela alta frequência de ocorrência e por ocasionarem perdas severas à produção (SILVA e RAMALHO, 2013). Além dessa, a cochonilha *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) é uma importante praga que ocorre na região sudoeste da Bahia, especialmente em períodos de seca onde tem ocasionado perdas severas à produção do algodoeiro (SILVA, 2012).

Outras pragas de menor importância, como as lagartas do gênero *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) e as espécies *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae), *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae), *Bemisia argentifolii* Bellows e Perring (Hemiptera: Aleyrodidae), *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae); bem como os percevejos migrantes da soja, *Nezara viridula* (Linnaeus) (Heteroptera: Pentatomidae), *Euschistus heros* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae) e *Piezodorus*

guildinii (Westwood) (Heteroptera: Pentatomidae), reconhecidas como secundárias, ou mesmo, como pragas-chave de outras culturas, também, passaram a atacar o algodoeiro (SILVA et al., 2013).

3.2. A cochonilha do algodão

As cochonilhas pertencem à Ordem Hemiptera, Subordem Sternorrhyncha, e Superfamília Coccoidea (GULLAN e KOSZTARAB, 1997), a qual inclui mais de 7700 espécies compreendidas em 28 famílias (MILLER et al., 1999). A família Pseudococcidae pertence a um grupo de cochonilhas chamadas de farinhentas, sendo a segunda maior família dos Coccoidea, com cerca de 2000 espécies e mais de 270 gêneros. Dentre os Pseudococcidae, o gênero *Phenacoccus* é um dos maiores e contém atualmente cerca de 180 espécies (BEN-DOV, 1994). As cochonilhas se alimentam das plantas pela sucção de seiva e algumas espécies causam danos econômicos consideráveis às plantas cultivadas (MILLER e KOSZTARAB, 1979; WILLIAMS, 1985). Os danos são provenientes não apenas da remoção da seiva, mas também da injeção de toxinas e do “*honeydew*” que é liberado após sugarem a seiva (WILLIAMS, 1985). O “*honeydew*” se constitui em um substrato favorável para a incidência e multiplicação do fungo da fumagina, reduzindo a fotossíntese e dificultando a respiração das plantas (GRAVENA, 2003).

A cochonilha *P. solenopsis* apresenta uma grande diversidade morfológica, adaptações biológicas e ajustes ecológicos (HODGSON et al., 2008) que conferem a essa espécie uma alta capacidade de se alimentar de plantas hospedeiras, incluindo espécies vegetais de importância econômica e pertencente à família Cucurbitaceae, Fabaceae e Solanaceae (CULIK e GULLAN, 2005; KUMAR et al., 2014).

Phenacoccus solenopsis foi inicialmente registrada como praga de algodão no Texas, Estados Unidos (FUCHS et al., 1991; BEN-DOV, 2004). No entanto, desde 1992, esta praga se espalhou pela América Central (HODGSON et al., 2008) e do Sul (WATSON e CHANDLER, 2000) sendo encontrada em vários países como Argentina (GRANARA De WILLINK, 2003), Brasil (CULIK e GULLAN, 2005), Chile (LARRAIN, 2002), Ilhas do Caribe (HODGSON et al., 2008), Equador, mas também na China (WANG et al, 2009; WU e ZHANG, 2009), Haváí (KUMASHIRO et al., 2001), Nigéria (AKINTOLA e ANDE, 2008), Paquistão e Índia (AKINTOLA e ANDE, 2008; ARIF et al., 2009; NAGRARE et al, 2009), Sri Lanka (PRISHANTHINI e VINOBABA, 2009), Tailândia e Taiwan (HODGSON et al., 2008), Austrália (CHARLESTON et al., 2010) e na Turquia (KAYDAN et al., 2013).

Espécie bissexual, *P. solenopsis* apresenta múltiplas gerações por ano e pode ser distinguida do macho pela morfologia da fêmea. As fêmeas são recobertas por uma substância pulverulenta de cor branca, secreção de cera e com seis pares de faixas escuras transversais, localizadas em todos os segmentos do protórax ao metatórax. Uma série de filamentos de cera se estende ao redor da margem do corpo com o par de filamentos terminais mais longos. O ovissaco é composto de fios macios, soltos de textura de cera (MCKENZIE, 1967; GULLAN e KOSZTARAB, 1997). As fêmeas adultas variam de 2-5 mm de comprimento e 2-4 mm de largura.

Na Índia, a biologia de *P. solenopsis* foi estudada em laboratório a 23-30° C de temperatura e 49-92% de umidade relativa (VENILLA et al., 2010). Ninfas de *P. solenopsis* que deram origem a machos apresentaram maior período de desenvolvimento ($18,7 \pm 0,9$ dias) que aquelas ninfas que originaram fêmeas ($13,2 \pm 1,8$ dias), provavelmente devido à fase adicional de pupa dos machos. A duração das fases ninfais de primeiro, segundo e terceiro ínstar foram de 3,9, 5,1 e 4,2 dias, respectivamente. A longevidade de cochonilhas macho e fêmea foram de 1,5 e 42,4 dias, respectivamente. Fêmeas vivíparas originam uma média de 344 ninfas, com o período reprodutivo de 30,2 dias (VENILLA et al., 2010).

No Brasil, *P. solenopsis* foi identificada pela primeira vez em uma amostra de tomateiro (*Solanum lycopersicum*) coletados no jardim de uma residência localizada na cidade de Vitória, Espírito Santo, em outubro de 2003 (CULIK e GULLAN, 2005). Atualmente, essa cochonilha encontra-se disseminada em diversas regiões do país, atacando algodão (*Gossypium hirsutum*L.) (SILVA, 2012). No Nordeste onde se constatou a ocorrência de *P. solenopsis*, as infestações foram altas, chegando a ocasionar a morte das plantas infestadas que incluíam o algodoeiro herbáceo, *G. hirsutum* L. e a espécie arbórea, *G. hirsutum* var. Marie galante (BASTOS et al., 2007). No início da infestação, *P. solenopsis* concentra-se nos locais onde o metabolismo é acelerado (ponteiro das plantas, base de botões e de flores) e com o passar do tempo, passam a infestar todas as partes das plantas de maneira generalizada, principalmente quando não há disponibilidade de outros hospedeiros alternativos, condição bastante similar àquela observada em cultivos irrigados do sertão (SILVA, 2012). Constatou-se também a infestação do inseto em outras espécies agrícolas, tais como: gergelim, amendoim, melancia, goiaba e algumas plantas espontâneas como guanxuma [*Sida carpinifolia* L. (Malvales: Malvaceae)], fedegoso [*Heliotropium indicum* L. (Boraginales: Boraginaceae)], erva-de-santa-luzia [*Euphorbia hirta* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae)], bredo [*Amaranthus* Sp. (Caryophyllales: Amaranthaceae)] e jurubeba branca [*Solanum paniculatum* L. (Solanales: Solanaceae)] quando disponíveis (BASTOS et al., 2007).

O controle químico é o principal método empregado para controlar os surtos populacionais dessa cochonilha (HUANG et al., 2012) e, por isto, a eficácia de controle de vários inseticidas, como profenofos, triazofos, carbaril, thiodicarb, buprofezin e acefato tem sido estudados para o manejo dessa praga (AGGARWAL et al., 2009; DHAVAN et al., 2009; HU et al., 2010; SINGH e DHAVAN, 2009; SOUSA JÚNIOR, 2010; NIKAM et al., 2010; PATEL et al., 2010; RASHID et al., 2011). No entanto, é difícil controlar plenamente essa cochonilha com inseticidas convencionais, devido ao material ceroso que recobre os corpos das fêmeas adultas (RAO e DAVID, 1958; DEAN et al., 1971; JOSHI et al., 2010). Esforços para controlar quimicamente essa espécie de cochonilha no Texas, Estados Unidos demonstraram ser insatisfatórios (FUCHS et al., 1991).

Por isto, a utilização de produtos naturais em substituição aos inseticidas químicos convencionais tem se constituído em uma importante ferramenta para o controle de pragas do algodoeiro. Assim, o desenvolvimento de novas formulações de inseticidas com propriedades físico-químicas efetivas contra essa praga, biodegradáveis e com maior seletividade aos inimigos naturais, se constitui em características desejáveis que, na maioria das vezes, são encontradas nos extratos de plantas ou em parte deles, ou ainda nos minerais (COATS, 1994). Este é o caso do filme de partículas a base de caulim.

3.3. CAULIM

Um dos principais problemas no cultivo do algodão é o ataque de pragas. Geralmente o controle ocorre por meio da aplicação de inseticidas de largo espectro, que podem inviabilizar a produção devido aos custos econômicos (MIRANDA e SILVA, 2005). Esses inseticidas são eficientes e se adaptam a diversas situações, podendo ser considerados uma ferramenta de grande valor no manejo de pragas (ALVES e SERIKAWA, 2006). No entanto, o uso de inseticidas contra os insetos-praga do algodão pelos produtores brasileiros tem, em geral, provocado desequilíbrios biológicos no agroecossistema do algodoeiro, devido ao surgimento de populações de insetos resistentes (SILVA et al., 2011; GONÇALVES et al., 2015).

O cultivo de algodão com baixa utilização de inseticidas químicos sintéticos, que não gere desequilíbrios ecológicos, não contribua para o aumento das populações de insetos resistentes e não afete a populações de inimigos naturais é um grande desafio para a agricultura moderna (SILVA e SILVA, 2015). Uma alternativa viável para reduzir o uso

desses produtos químicos consiste na integração entre os métodos de controle químico e biológico.

A integração entre os métodos de controle químico e biológico somente é possível por meio do uso de produtos seletivos aos inimigos naturais (EVANGELISTA Jr et al., 2006). Por isto, a prospecção e seleção de inseticidas seletivos, sejam eles químicos, botânicos ou naturais, é de fundamental importância para a preservação dos inimigos naturais no agroecossistema algodoeiro. Estudos anteriores indicam que o caulim apresenta seletividade contra vários insetos predadores e parasitóides de pragas do algodoeiro (SILVA e RAMALHO, 2013).

O caulim é um mineral de argila branca com diversas aplicações agrícolas (KARISE et al., 2015). Esse produto foi desenvolvido originalmente hidrofóbico por um revestimento de silicone para melhorar o controle de doenças de plantas (M96-018; Engelhard Corporation, Iselin, NJ, EUA) e como ele não podia ser adicionado à água foi misturado ao metanol (GLENN e PUTERKA, 2005). Para atingir uma melhor mistura com água e compatibilidade com outros materiais, o caulim hidrofóbico foi substituído por uma formulação hidrofílica que usa a mesma partícula de caulim baseada no M96-018 (GLENN e PUTERKA, 2005). Assim, após ser pulverizado sobre a superfície das plantas, o filme de partículas de caulim cria uma barreira física ou mecânica de proteção contra os artrópodes e patógenos (GLENN et al., 1999). As partículas desse mineral provoca a dissecação do inseto através do quebra de sua cutícula, afeta o seu sistema digestivo, o reconhecimento e a atratividade da planta (SHOWLER, 2002; SILVA e RAMALHO, 2013).

O caulim é usado, por exemplo, para controlar pragas de grãos armazenados (GOLOB, 1997; KLJAJIC et al., 2010; MIKAMI et al., 2010) e, também, para proteger as plantas cultivadas contra diferentes ordens de insetos-praga (MARKO et al., 2008; MIKAMI et al., 2010; MUNCHA e PELZER et al., 2010; SILVA e SILVA, 2015) e de várias doenças (GLENN et al., 1999; GLENN e PUTERKA, 2005). Entre os vários mecanismos de ação contra os artrópodes-praga, os mais importantes são: (i) deterrência (orientação dos insetos para longe do filme de partículas após o contato); (ii) aumento do tempo de desenvolvimento e mortalidade, e diminuição de massa corporal; (iii) redução no sucesso de acasalamento e; (iv) na habilidade de reconhecer as plantas hospedeiras cobertas com caulim; e (vi) empecilho para movimentação e colonização das plantas hospedeiras (WYSS e DANIEL, 2004; GLENN e PUTERKA, 2005; SACKETT et al., 2005; BARKER et al., 2006). O caulim processado parece ser um composto de largo espectro. No entanto, por se tratar de um produto natural, com modo de ação físico ou deterrente sobre os organismos-alvo e apresentar baixa

toxicidade para seres humanos, aves e peixes com baixo impacto sobre o meio ambiente, o filme de partículas de caulim foi certificado para o controle de pragas em cultivos orgânicos (MARKÓ et al., 2008; SILVA e RAMALHO, 2013).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização do experimento

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Embrapa Algodão, município de Campina Grande, Estado da Paraíba, Brasil, em câmaras climatizadas do tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand), ajustadas para à temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

4.2. Obtenção do Inseto

Os espécimes *P. solenopsis* foram obtidos de um plantio experimental de algodoeiro localizado na sede da Embrapa Algodão e criados no laboratório em brotos de batata-doce conforme metodologia adaptada de FLANDERS (1942) e BLUMBERG e SWIRSKI (1977).

4.3. Sobrevivência, desenvolvimento e reprodução

Para obtenção das ninfas de primeiro ínstar de *P. solenopsis*, 100 adultos da cochonilha foram transferidos da criação-estoque para folhas de algodoeiro cultivar BRS 286 para efetuarem posturas. Quarenta e oito horas após a transferência, as fêmeas foram eliminadas e as folhas com as ninfas coletadas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e cinquenta repetições. Os tratamentos consistiram da pulverização dos estágios imaturos e adultos recém-emergidos de *P. solenopsis* e da imersão dos discos de folhas de algodoeiro em suspensão de caulim (com caulim) em água destilada a 60 gL^{-1} ou em água destilada, testemunha (sem caulim). Os estágios imaturos e adultos recém-emergidos de *P. solenopsis* foram pulverizados com um pulverizador manual de compressão prévia com capacidade para 1,2 L de calda e bico D2 (GUARANY INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA, ITU, SP, BRASIL) e deixados para secar por 30 minutos antes de serem transferidos para as unidades de criação. A dose de caulim foi escolhida com base em estudos anteriores, realizados com hemípteros-praga do algodoeiro (SHOWLER e ARMSTRONG, 2007). Por sua vez, os discos de folhas de algodoeiro foram imersos na suspensão de caulim ou em água destilada e

deixados para secar por 30 minutos antes de serem oferecidos para as ninfas de primeiro instar de *P. solenopsis*.

Foram utilizadas 50 ninfas de primeiro instar recém-emergidas mantidas individualizadas em unidades de criação constituída por tubos de PVC (2,5 cm x 2,0 cm) fechados na base. No interior dos tubos foi colocado um papel de filtro umedecido e, sobre este, um disco de folha de algodoeiro medindo 2,4 cm de diâmetro, tomado da face ventral da cultivar mencionada. Posteriormente, as unidades de criação foram tampadas com uma película de filme plástico transparente e mantidas em estufa incubadora B.O.D. até o término das observações.

As observações biológicas foram realizadas diariamente às 8:00 horas e às 16:00 horas, com auxílio de um microscópio estereoscópico.

Foram determinadas as seguintes variáveis biológicas: número de instares, período de desenvolvimento e a sobrevivência de cada instar; o período de desenvolvimento e a sobrevivência da fase de ninfa e o de ninfa à emergência de adultos machos e fêmeas, que foram sexados de acordo com o dimorfismo sexual. Na fase adulta foram avaliados os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, longevidade, fecundidade, número de ovos/dia, número de ovos/fêmea/dia. Para se determinar a fecundidade e a razão sexual da progênie em discos de folhas de algodoeiro com e sem caulim, os adultos foram separados em casais, sendo os machos recém-emergidos transferidos isoladamente, para novas arenas contendo uma fêmea recém-emergida. O número de ovos depositados nessas arenas foi quantificado diariamente, até às 16:00 horas.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Liliefors e transformados, quando necessário, para atender aos pré-requisitos da análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste LSD de Fisher utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

4.4. Tabelas de fertilidade e de esperança de vida

As tabelas de fertilidade e esperança de vida de *P. solenopsis* foram elaboradas a partir dos dados obtidos nos ensaios descritos, obtendo-se a taxa líquida de reprodução (R_0), a duração média de uma geração (DG), a taxa intrínseca de crescimento (r_m) e a razão finita de aumento (λ) e o tempo necessário para a cochonilha dobrar sua população em número de indivíduos (TD). Para tanto, machos e fêmeas recém-emergidos de *P. solenopsis* foram pareados em novas unidades de criação e o número de ovos quantificado diariamente para se

determinar a fertilidade e a razão sexual da cochonilha. Esses parâmetros foram estimados utilizando-se o programa de computador SAS (SAS Institute 2008) de acordo com BIRCH (1948), adaptado por MAIA et al. (2000), que utiliza o método de "Jackknife" para estimar intervalos de confiança das médias dos tratamentos e permite comparações entre pares de tratamentos empregando o teste "t", sendo:

- a) A taxa líquida de reprodução (R_0) que consiste na contribuição média para a população, em termos de descendentes por fêmea, foi dada pela fórmula de Krebs (1994): $R_0 = \sum_{x=0}^y l_x m_x$ em que l_x é a proporção de indivíduos vivos no ponto médio da idade x e m_x é a fertilidade específica;
- b) A duração de uma geração (DG) que consiste no nascimento dos pais até o de seus descendentes foi obtida pela fórmula de KREBS, (1994): $DG = \ln(R_0)/r_m$
- c) Taxa intrínseca de crescimento (r_m) que consiste na taxa de aumento populacional por unidade de tempo foi calculada com a equação de LOKTA (1907): $\sum_{x=0}^y \exp^{-rx} l_x m_x = 1$, onde x é a classe de idade; y , a idade mais velha; m_x , o número de fêmeas produzidas por fêmea de idade x ; e l_x , a proporção de indivíduos vivos no ponto médio do intervalo de idade x ;
- d) A razão finita de aumento populacional (λ) que consiste no número de fêmeas adicionadas a população por fêmea por unidade de tempo foi calculada pela fórmula de KREBS, (1994): $\lambda = \text{anti log}(r_m \times 0,4343)$
- e) o tempo necessário para a cochonilha dobrar sua população em número de indivíduos (TD) foi calculado com a fórmula de KREBS (1994): $TD = \ln(2)/r_m$.

As tabelas etárias foram elaboradas para uma geração de *P. solenopsis* e a viabilidade dos ovos avaliada a partir das posturas dos descendentes.

As tabelas de esperança de vida (e_x) de fêmeas de *P. solenopsis* foram calculadas por classe de idade (x = quatro dias) com:

- f) O intervalo de idade (x);
- g) A fertilidade específica (m_x) que consiste no número de fêmeas produzidas por fêmea sobrevivente no intervalo de idade x ;
- h) A taxa de sobrevivência (l_x) que estima a sobrevivência a partir da idade zero até o início da idade x .

Os valores de sobrevivência (l_x) de fêmeas de *P. solenopsis*, em função de sua fertilidade específica (m_x) a partir da emergência das mesmas, foram plotados para descrever

a produção de descendentes fêmeas por tratamento, dividindo-se a idade em classes de idade de quatro dias. Os dados foram obtidos com o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2008).

O valor reprodutivo (VR_x) que consiste na contribuição de uma fêmea de idade x para a população futura foi calculada por classe de idade, pela fórmula de KREBS (1994):

$$RV_x = \sum_{t=x}^y \left(\frac{l_t}{l_x} \right) m_t, \text{ onde } x \text{ é a classe de idade base, } y, \text{ a classe mais velha e } t, \text{ todas as}$$

classes de idade entre x e y.

5. RESULTADOS

5.1. Sobrevivência, desenvolvimento e reprodução

A análise de variância da sobrevivência dos estágios imaturos de *P. solenopsis* não apresentou interação significativa entre os tratamentos dos discos de folhas de algodoeiro e do inseto alvo com suspensão de caulim e água destilada e os estágios imaturos de desenvolvimento da cochonilha (Tabela 1), mas diferiu entre os estágios imaturos. As maiores sobrevivências dos estágios imaturos de *P. solenopsis* foram observadas para ninfas de segundo e terceiro ínstars e pupas e a menor para o estágio de ninfa de primeiro ínstar para ambos os tratamentos (Tabela 2). Não foram observadas variações de sobrevivência entre os tratamentos.

Tabela 1. Modelo resumido dos efeitos dos tratamentos ⁽¹⁾ e estágios imaturos sobre o tempo de desenvolvimento e sobrevivência ⁽²⁾ dos estágios imaturos de *P. solenopsis* utilizando análise de variância (ANOVA). Campina Grande, Paraíba, 2016

Fonte	Modelo	gl	F	P
Desenvolvimento (dias)	Tratamento (T)	1	15,33	< 0,01
	Estágio imaturo (EI)	5	444,45	< 0,01
	T x EI	5	1,36	> 0,05
	Resíduo	144		
Sobrevivência (%)	Tratamento (T)	1	0,03	> 0,05
	Estágio imaturo (EI)	5	17,96	< 0,01
	T x EI	5	0,14	> 0,05
	Resíduo	212		

¹Tratamentos: pulverização dos estágios imaturos e adultos recém-emergidos de *P. solenopsis* e da imersão dos discos de folhas de algodão com suspensão de caulim em água destilada a 60 gL⁻¹ ou com água destilada (testemunha).²Sobrevivência: dados transformados em raiz de $x+0,5$.

Tabela 2. Sobrevivência (%) e desenvolvimento (dias \pm EP) dos estágios imaturos de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodoeiro pulverizados com suspensão de caulim e água destilada (testemunha). Campina Grande, Paraíba, 2016.

Estágio	Tratamento					
	Ind	Sob. (%)	Com caulim	Ind	Sob. (%)	Sem caulim
1° instar	50	40,0 aB	6,50 \pm 0,19 aB ⁽¹⁾	50	44,0 aB	6,75 \pm 0,28 aB
2° instar	18	90,0 aA	3,92 \pm 0,10 bC	22	100,0 aA	4,80 \pm 0,40 aC
3° instar	12	88,9 aA	5,25 \pm 0,11 bC	10	91,0 aA	6,17 \pm 0,14 aC
Pupa	06	85,7 aA	7,83 \pm 0,28 aA	10	91,0 aA	7,95 \pm 0,46 aA
Ovo-Adulto (fêmea)	12	36,4 aA	15,75 \pm 0,28 bB	10	40,0 aA	17,50 \pm 0,42 aB
Ovo-Adulto (macho)	06	35,0 aA	17,92 \pm 0,32 aA	10	40,0 aA	19,50 \pm 0,90 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula ⁽¹⁾ na linha e maiúscula na coluna não são diferentes pelo teste F – LSD (P < 0,05)

A análise de variância para o tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos de *P. solenopsis* não apresentou interação significativa entre os tratamentos dos discos de folhas de algodoeiro e do inseto alvo com suspensão de caulim e água destilada e os estágios imaturos de desenvolvimento da cochonilha (Tabela 1), mas diferiu entre os tratamentos e estágios imaturos.

As maiores durações dos estágios imaturos de segundo e terceiro instares e de ovo à adultos de fêmeas *P. solenopsis* foram observadas nos tratamentos em que os insetos e os discos de folhas de algodoeiro foram tratados com água destilada (sem caulim) e os menores para o tratamento com suspensão de caulim, respectivamente (Tabela 2). Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para a duração dos estágios de primeiro instar, pupa e de ovo à adultos machos.

No que diz respeito aos estágios imaturos de *P. solenopsis*, as maiores durações foram observadas nos estágios de pupa e as menores para as ninfas de segundo e terceiro instares em ambos os tratamentos (Tabela 2), mas a duração do período de ovo à adulto foi maior para os machos do que para as fêmeas.

A duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição de *P. solenopsis* foram maiores nos tratamentos sem e com caulim, respectivamente (Tabela 3). Não foi observada diferença entre os tratamentos para o período de pós-oviposição.

Tabela 3. Características reprodutivas (média \pm erro padrão) de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodoeiro pulverizados com suspensão de caulim e água destilada (testemunha). Campina Grande, Paraíba, 2016.

Variáveis	Com caulim	Sem caulim
Período de pré-oviposição (dias)	9,50 \pm 0,34 b	10,83 \pm 0,28 a
Período de oviposição (dias)	22,67 \pm 2,11 a	15,17 \pm 1,38 b
Período de pós-oviposição (dias)	1,50 \pm 0,94 a	2,50 \pm 1,28 a
Número de ovos por fêmea	24,61 \pm 4,66 a	18,81 \pm 3,05 b
Número de ovos por dia	29,32 \pm 5,24 a	22,19 \pm 4,74 a
Fecundidade	642,00 \pm 71,53a	374,84 \pm 117,21b
Razão sexual	0,67	0,47

Médias seguidas pela mesma letra minúscula ⁽¹⁾ na linha e maiúscula ⁽²⁾ na coluna não são diferentes pelo teste F – LSD (P < 0,05)

Os números de ovos por fêmea e a sua fecundidade foram maiores no tratamento com caulim (Tabela 3), mas o número de ovos por dia não diferiu entre os tratamentos.

A longevidade de *P. solenopsis* não variou com o tratamento ($F_{1,33} = 1,64$; $P = 0,21$), mas variou com o sexo ($F_{1,33} = 180,62$; $P < 0,01$), sendo as fêmeas sempre mais longevas que os machos. A longevidade média das fêmeas foi de $38,50 \pm 2,23$ dias e a dos machos de $3,50 \pm 0,33$ dias.

5.2. Tabela de fertilidade e de esperança de vida

A duração de uma geração (DG) e o tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD) de *P. solenopsis* não diferiu entre os tratamentos (Tabela 4), mas a taxa bruta de reprodução (TBR) e as razões de crescimento (R_0), intrínseca de crescimento (r_m) e finita de aumento (λ) diferiram e foram maiores no tratamento com suspensão de caulim.

A sobrevivência e a fertilidade específica (m_x) das fêmeas de *P. solenopsis* foram maiores no tratamento com suspensão de caulim do que no sem caulim (Figura 1). Os maiores picos de produção de descendentes fêmeas (m_x) foram aos 4 e 8 dias no tratamento com água e aos 6 e 9 dias no tratamento com suspensão de caulim.

O valor reprodutivo (VR_x) de *P. solenopsis* foi maior no tratamento com suspensão de caulim do que no tratamento sem caulim (Figura 2). Os valores máximos de VR_x foram registrados aos 3 e 4 dias no tratamentos com e sem suspensão de caulim, respectivamente.

Tabela 4. Parâmetros da tabela de vida de fertilidade de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodão pulverizados com suspensão de caulim e água destilada (testemunha). Campina Grande, Paraíba, 2016.

Parâmetros	Com caulim	Sem caulim
Taxa bruta de reprodução (TBR)	443,00 a	194,78 b
Razão de crescimento (R_0)	79,38 a	44,27 b
Duração de uma geração (DG)	20,50 a	20,47 a
Razão intrínseca de crescimento (r_m)	0,21 a	0,18 b
Razão finita de aumento (λ)	1,24 a	1,20 b
Tempo necessário para a população duplicar em número de indivíduos (TD)	3,24 a	3,67 a

A curva de esperança de vida (e_x) de *P. solenopsis* foi maior no tratamento com suspensão de caulim do que naquele com água destilada (Figura 3). No entanto, a maior esperança de vida (e_x) de *P. solenopsis* ocorreu aos oito dias de idade de suas fases imaturas em ambos os tratamentos (Tabela 5). Na fase adulta, a maior esperança de vida (e_x) ocorreu aos 24 e 28 dias de idade de suas fêmeas no tratamento com suspensão de caulim e água destilada, respectivamente.

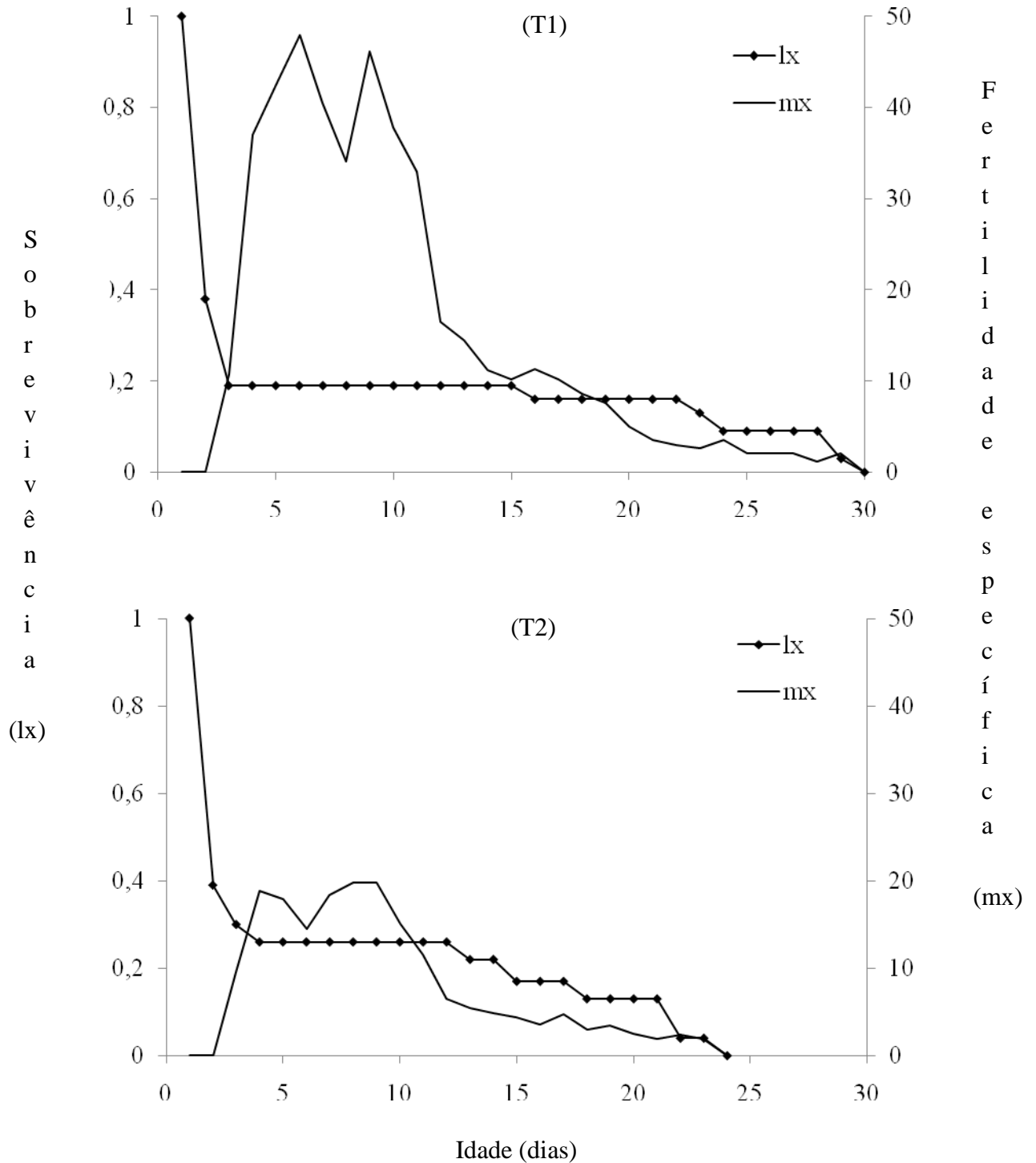


Figura 1. Sobrevivência (lx) e fertilidade específica (mx) da cochonilha *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodão pulverizados com suspensão de caulim (T1) e água destilada (T2). Campina Grande, Paraíba, 2016.

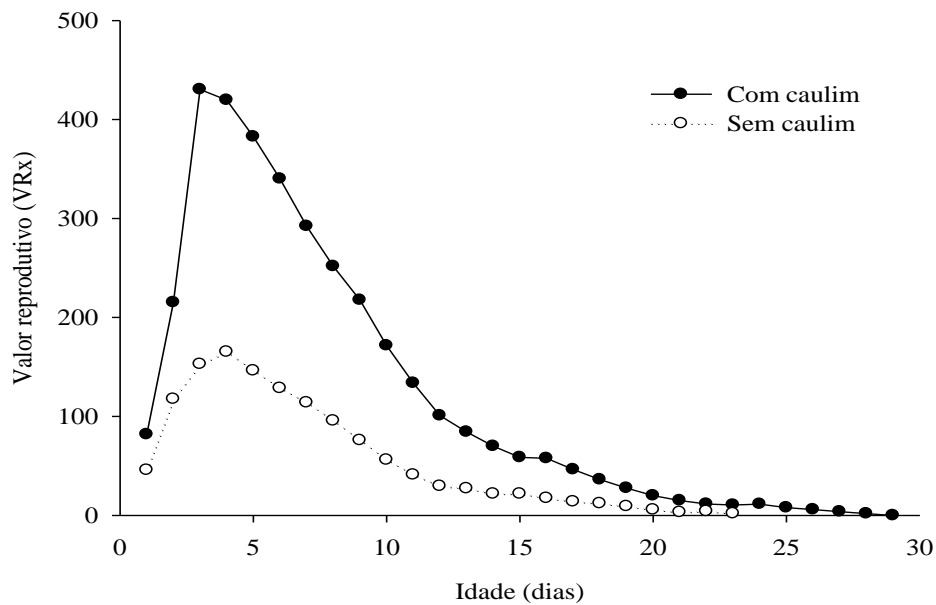


Figura 2. Valor reprodutivo de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodão pulverizados com suspensão de caulim (T1) e água destilada (T2). Campina Grande, Paraíba, 2016.

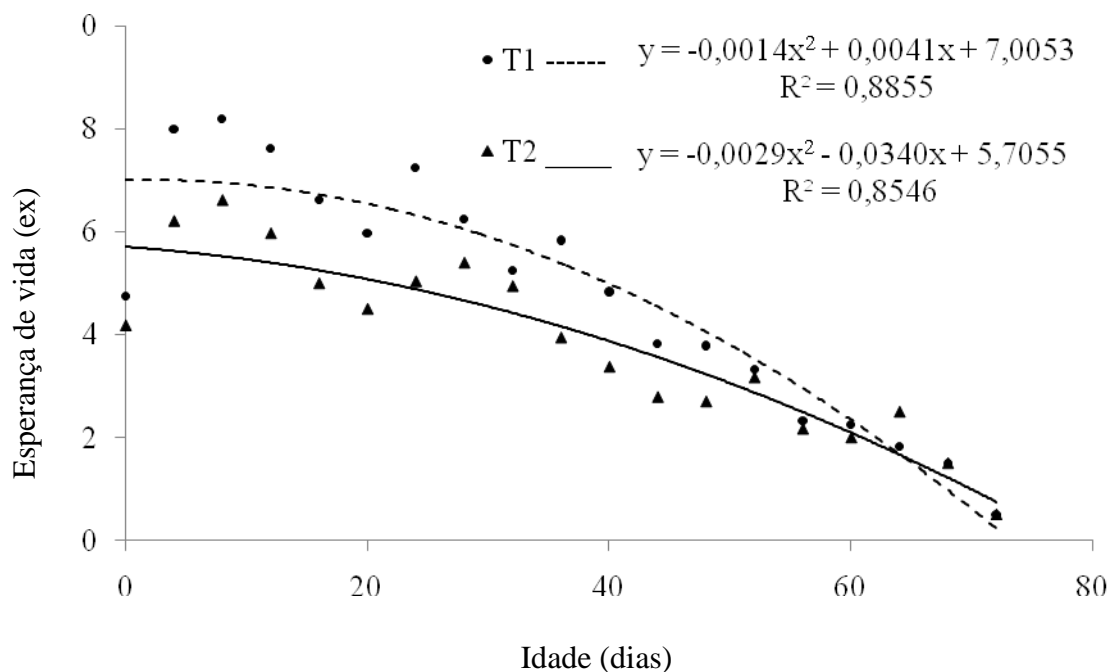


Figura 3. Curvas de regressão para a esperança de vida da cochonilha *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodão pulverizados com suspensão de caulim (T1) e água destilada (T2). Campina Grande, Paraíba, 2016.

Tabela 5. Tabela de esperança de vida de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) sobre discos de folhas de algodão pulverizados com suspensão de caulim e água destilada (Testemunha). Campina Grande, Paraíba, 2016.

Com caulim									
x	Lx	dx	sx	lx	ex	qx	Ex	tx	Fase
0	44	22	0,50	1,00	5,44	0,50	33,0	209,0	Imatura
4	22	3	0,86	0,50	4,44	0,14	20,5	176,0	
8	19	1	0,95	0,43	8,95	0,05	18,5	155,5	
12	18	0	1,00	0,41	7,95	0,00	18,0	137,0	
16	18	1	0,94	0,41	6,95	0,06	17,5	119,0	Adulta
20	17	5	0,71	0,39	6,29	0,29	14,5	101,5	
24	12	0	1,00	0,27	7,36	0,00	12,0	87,0	
28	12	0	1,00	0,27	6,36	0,00	12,0	75,0	
32	12	3	0,75	0,27	5,36	0,25	10,5	63,0	
36	9	0	1,00	0,20	5,68	0,00	9,0	52,5	
40	9	0	1,00	0,20	4,68	0,00	9,0	43,5	
44	9	2	0,78	0,20	3,68	0,22	8,0	34,5	
48	7	1	0,86	0,16	3,39	0,14	6,5	26,5	
52	6	0	1,00	0,14	2,39	0,00	6,0	20,0	
56	6	2	0,67	0,14	2,33	0,33	5,0	14,0	
60	4	1	0,75	0,09	2,25	0,25	3,5	9,0	
64	3	1	0,67	0,07	1,83	0,33	2,5	5,5	
68	2	0	1,00	0,05	1,50	0,00	2,0	3,0	
72	2	2	0,00	0,05	0,50	1,00	1,0	1,0	
Sem caulim									
0	47	21	0,55	1,00	4,18	0,45	36,5	196,5	Imatura
4	26	5	0,81	0,55	6,21	0,19	23,5	161,5	
8	21	1	0,95	0,45	6,62	0,05	20,5	139,0	
12	20	0	1,00	0,43	5,98	0,00	20,0	119,5	
16	20	2	0,90	0,43	5,00	0,10	19,0	100,0	Adulta
20	18	5	0,72	0,38	4,50	0,28	15,5	81,0	
24	13	3	0,77	0,28	5,04	0,23	11,5	65,5	
28	10	1	0,90	0,21	5,40	0,10	9,5	54,0	
32	9	0	1,00	0,19	4,94	0,00	9,0	44,5	
36	9	1	0,89	0,19	3,94	0,11	8,5	35,5	
40	8	1	0,88	0,17	3,38	0,13	7,5	27,0	
44	7	2	0,71	0,15	2,79	0,29	6,0	19,5	
48	5	2	0,60	0,11	2,70	0,40	4,0	13,5	
52	3	0	1,00	0,06	3,17	0,00	3,0	9,5	
56	3	1	0,67	0,06	2,17	0,33	2,5	6,5	
60	2	1	0,50	0,04	2,00	0,50	1,5	4,0	
64	1	0	1,00	0,02	2,50	0,00	1,0	2,5	
68	1	0	1,00	0,02	1,50	0,00	1,0	1,5	
72	1	1	0,00	0,02	0,50	1,00	0,5	0,5	

x= idade; Lx= número de sobrevivente no começo da idade x; dx= número de indivíduos mortos durante a idade x; sx= taxa de sobrevivência durante a idade x; lx= taxa de sobrevivência a partir da idade zero ao começo da idade x; ex= esperança de vida para indivíduos de idade x; qx= razão de mortalidade no intervalo da idade x; Ex= estrutura etária; tx= número acumulado de indivíduos.

6. DISCUSSÃO

6.1. Sobrevivência, desenvolvimento e reprodução

Com exceção das ninfas de primeiro instar, a sobrevivência dos demais estágios imaturos de *P. solenopsis* em discos foliares de algodoeiros em ambos os tratamentos foram semelhantes aquelas registradas para essa espécie de cochonilha com folhas de algodoeiros (NIKAN et al., 2010; VENILLA et al., 2010; PRASAD et al., 2012) e tomateiro (HUANG et al. 2012). A menor sobrevivência das ninfas de primeiro instar recém-emergidas pode ser atribuída às aplicações da suspensão de caulim e água destilada. Ninfas de primeiro instar são mais vulneráveis as suspensões aquosas e a água porque apresentam o corpo revestido por uma reduzida camada de cera em comparação aos estágios mais avançados de desenvolvimento. Além disso, a remoção dessas ninfas do interior do ovissaco da fêmea por razões metodológicas pode ter contribuído para a redução de sua sobrevivência. As ceras dos coccideos se constituem em uma importante barreira física ou química aos parasitas, predadores, e ambiente externo, protegendo esses organismos contra fatores ambientais e inseticidas químicos (COX e PEARCE, 1983; FOLDI, 1983; ZHANG et al., 2012). O ovissaco, por sua vez, representa uma barreira física contra insetos predadores e apresenta propriedades hidrofóbicas que auxiliam as fêmeas da cochonilha a manter o interior dessa estrutura morfológica seca (FOLDI e CASSIER, 1985; ZHANG et al., 2012).

As menores durações dos segundo e terceiro instares e do período de ovo à adultos de fêmeas de *P. solenopsis* no tratamento com caulim em comparação ao sem caulim, pode ser explicada pela absorção de umidade da superfície do disco foliar de algodão pelo caulim devido a sua propriedade higroscópica, associada a temperatura ambiente de 25°C. Estudos conduzidos em florestas de coníferas na Itália demonstraram que a combinação de altas temperaturas com baixos teores de umidade encurtaram o desenvolvimento larval de *Cephalcia arvensis* (Panzer, 1805) (Hymenoptera: Pamphiliidae) (BATTISTI, 1993).

A duração dos estágios imaturos de desenvolvimento de *P. solenopsis* em discos de folhas de algodoeiros tratados com e sem caulim foi semelhante aquelas observadas com folhas de algodoeiro por NIKAN et al. (2010) e VENILLA et al. (2010) e de tomateiro por HUANG et al. (2012), sendo porém inferior aquela com folhas de algodoeiro por PRASAD et al. (2012). Dentre os estágios imaturos, a maior duração das ninfas de primeiro instar e as menores das ninfas de segundo e terceiro instares de *P. solenopsis* podem ser atribuídas à metodologia dos tratamentos em que tanto os insetos como os discos de folhas de algodoeiro

foram tratados com suspensão de caulim ou água destilada. No entanto, a maior duração do período de ovo à adultos machos que o período de ovo à adultos fêmeas parece ser um padrão geral desse gênero de cochonilha, pois os resultados foram semelhantes aos registrados por outros autores (CHONG et al., 2003; VENILLA et al. 2010; HUANG et al. 2012; PRASAD et al. 2012; TOK et al., 2016).

O maior período de oviposição e as maiores fecundidade e número de ovos por fêmea de *P. solenopsis* no tratamento com caulim, indicam que o filme de partículas minerais influenciou positivamente esses parâmetros reprodutivos da cochonilha. Isto se deve, provavelmente, a redução da umidade na superfície dos discos foliares de algodoeiros, como consequência da absorção de água pelo caulim. Variações de umidade no ambiente podem moldar a morfologia do ovo, a fisiologia do embrião e as preferências de oviposição dos insetos; por exemplo, baixos teores de umidade podem estimular o arrefecimento dos ovos por evaporação e assim proteger os ovos de choques térmicos curtos, assegurando sua viabilidade (POTTER, 2010). A fecundidade pode ser afetada por vários fatores como: qualidade nutricional do hospedeiro, disponibilidade de alimentos, intensidade luminosa, umidade relativa (AKINTOLA e ANDE, 2008; VENNILA et al., 2010; ASIFA et al., 2012; FAND et al., 2014) e pela ação de inimigos naturais (GAUTAM et al., 2009; PALA E SAINI, 2010; FAND et al., 2011; FAND et al., 2014).

6.2. Tabela de fertilidade e de esperança de vida

A taxa líquida de crescimento de uma população pode ser expressa pela taxa líquida de crescimento (r_m) e/ou pela razão finita de aumento (λ), que é o antilog de r_m (STARK e BANKS, 2003). O valor de r_m determina se uma população cresce exponencialmente ($r_m > 0$), permanece constante ($r_m = 0$) ou decresce até a sua extinção ($r_m < 0$). Nesta pesquisa, os valores positivos de r_m e λ demonstram que populações de *P. solenopsis* tendem a crescer, exponencialmente, em ambos os tratamentos, embora com maior tendência de crescimento no tratamento com caulim. Além disso, o menor tempo necessário para a população de *P. solenopsis* duplicar em número de indivíduos (TD) associado aos maiores valores da taxa bruta de reprodução (TBR), razão de crescimento (Ro), sobrevivência, fertilidade específica (mx), valor reprodutivo (VRx) e esperança de vida (ex) no tratamento com suspensão de caulim do que no tratamento sem caulim, confirma que o caulim favorece o crescimento populacional dessa cochonilha.

Os valores da taxa líquida de crescimento (r_m) e finita de aumento (λ) de *P. solenopsis* obtidos na presente pesquisa em ambos os tratamentos foram superiores aos valores de r_m e λ , respectivamente de, 0,13 e 1,14 (GUAN et al. 2012) e de 0,14 e 1,15 (KUMAR et al. 2013b) obtidos para *P. solenopsis* com folhas de algodoeiro de mesmo estágio fenológico, e também, aos valores médios de 0,15 e 1,00 obtidos para essa cochonilha com folhas de algodoeiro de diferentes estágios fenológicos (KUMAR et al., 2013a). A duração de uma geração (DG) e a razão de crescimento (Ro) de *P. solenopsis* para ambos os tratamentos foi menor que os valores de DG e Ro, respectivamente de, 27,27 e 90,51 (KUMAR et al. 2013a) e de 39,3 e 194,20 (GUAN et al. (2012)). Do mesmo modo, a DG de ambos os tratamentos foi menor que os valores de DG de 30,08 obtidos por KUMAR et al. (2013b), mas a Ro dos tratamentos com e sem caulim foi, respectivamente, maior e menor que o valor de Ro de 60,02 obtida por esse autor. Esses resultados indicam que o crescimento populacional de *P. solenopsis* em algodoeiro com e sem caulim foi maior que aqueles observados para essa cochonilha com a mesma espécie de planta por outros autores (GUAN et al. 2012; KUMAR et al. 2013a, b), o que pode ser explicado, provavelmente, pelas diferenças metodológicas e de cultivares de algodoeiro utilizadas nesta pesquisa e aquelas realizadas pelos autores citados.

Os resultados obtidos demonstram que a pulverização dos estágios imaturos e adultos recém-emergidos de *P. solenopsis* e a imersão dos discos de folhas de algodoeiro em suspensão de caulim favorecem o crescimento populacional dessa cochonilha. O caulim, aparentemente, reduz a umidade da superfície foliar do algodoeiro e como consequência reduz o ciclo de vida e aumenta o potencial reprodutivo desta cochonilha. Efeitos indesejáveis do uso do caulim têm sido demonstrados por outros autores. Aplicações de caulim têm proporcionado aumentos na densidade populacional de *Aphis gossypii* (Glover, 1877) (Homoptera: Aphididae) em algodoeiro (SHOWLER e ARMSTRONG, 2007) e de *Archips argyrospila* (Walcher, 1863) (Lepidoptera: Tortricidae), *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Tortricidae), *Dysaphis plantaginea* (Passerini, 1860) (Homoptera: Aphididae), *Lyonettia clerkella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Lyonetiidae), *Phyllonorycter blancardella* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera: Gracillariidae), *Phyllonorycter elmaella* (Doganlar e Mutuura, 1980) (Lepidoptera: Gracillariidae), *Phytomyza heringiana* (Hendel, 1922) (Diptera: Agromyzidae), *Quadraspidotus perniciosus* (Comstock, 1881) (Homoptera, Diaspididae) em pomares de maçãs (KNIGHT et al., 2001; MARKÓ et al., 2008; BOSTANIAN e RACETTE, 2008). Isto demonstra a necessidade de se avaliar os efeitos do caulim sob diferentes condições ambientais e contra espécies diferentes de pragas do algodoeiro e de outras culturas. Por outro lado, indica que o filme de partículas de caulim não deve ser utilizado em

lavouras de algodão pertencente a regiões brasileiras com histórico de ocorrência de *P. solenopsis*, como aquelas da região semiárida do nordeste do Brasil.

7. CONCLUSÕES

- A sobrevivência dos estágios imaturos de *P. solenopsis* não foi prejudicada pelo caulim;
- A duração do desenvolvimento dos segundo e terceiro instares e do período de ovo à adultos de fêmeas de *P. solenopsis* em discos de folhas de algodoeiro com caulim foi menor do que sem caulim;
- A duração do período de oviposição, fecundidade e número de ovos por fêmea de *P. solenopsis* em discos de folhas de algodoeiro com caulim foi maior do que sem caulim;
- O menor tempo necessário para a população de *P. solenopsis* duplicar em número de indivíduos (TD) associado aos maiores valores das taxas bruta (TBR) e líquida de reprodução (Ro), razões intrínseca (rm) e finita de crescimento (λ), sobrevivência, fertilidade específica (mx), valor reprodutivo (VRx) e esperança de vida (ex) de *P. solenopsis* em discos de folhas de algodoeiro com caulim demonstram que o filme de partículas de caulim favorece o crescimento populacional dessa cochonilha.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, N., JINDAL, V.; SINGH, V. Evaluation of some insecticides against mealy bug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton. **Pestology**, v. 33, p. 29-33, 2009.
- AKINTOLA, A.J.; ANDE, A.T. First Record of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on *Hibiscus rosa-sinensis* in Nigeria. **Agricultural Journal**, v. 3, p. 1–3, 2008.
- ALMEIDA, E.S.A.B. Comportamento do algodoeiro herbáceo BRS Araripe em diferentes lâminas de irrigação. Monografia (Graduação em agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia – PB. 2012. 28p.
- ALVES, A.P.; SERIKAWA, R.H. Controle químico de pragas do algodoeiro. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.10, p.1197-1209, 2006.
- AMAPA, Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão. História do Algodão. Cuiabá, MG. 2012. Disponível em: <http://ampa.com.br/site/qs_historia.php> Acesso em: 25 de outubro de 2015.
- ARAÚJO, E.A.; SILVA, C.A.D.; FREIRE, E.C. Cultura do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar. Embrapa Algodão. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/pragas.htm>> Acesso em: 25 de outubro de 2015.
- ARIF, M.I.; RAFIQ, M.; GHAFAR, A. Host plants of cotton mealy bug (*Phenacoccus solenopsis*): A new menace to cotton agro ecosystem of Punjab, Pakistan. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 11, p. 163-167, 2009.
- ASIFA, H., AZIZ, M.A., AHEER, G.M. Impact of ecological conditions on biology of cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) in laboratory. **Pak. J. Zool.** 44, 685 e 690, 2012.

BARKER, J.E.; FULTON, A.; EVANS, K.A.; POWELL, G. The effects of kaolin particle film on *Plutella xylostella* behaviour and development. **Pest Management Science**, v. 62, p. 498–504, 2006.

BASTOS, C.S.; ALMEIDA, R.P.; VIDAL NETO, F.C.; ARAÚJO, G.P. Ocorrência de *Planococcus minor* Maskell (Hemiptera: Pseudococcidae) em algodoeiro no nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology**, v.36, p.625-628, 2007.

BATTISTI, A. Bionomics of the spruce web-spinning sawfly *Cephalcia arvensis* Panzer (Hym., Pamphiliidae) in Northeastern Italy. **Journal of Applied Entomology**, v. 115, 52-61, 1993.

BEN-DOV, Y. Scalet Net, *Phenacoccus solenopsis*, 2004. Available from: <http://198.77.169.79/catalogs/pseudoco/Phenacoccussolenopsis.htm>. Accessed: October 6, 2010.

BEN-DOV, Y. A systematic catalogue of the mealybugs of the world (Insecta: Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae and Putoidae) with data on geographical distribution, host plants, biology and economic importance. Intercept Limited, Andover, UK. 1994. 686 p.

BIRCH, L.C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **Journal of Animal Ecology**, v. 17, p. 15-26, 1948.

BLUMBERG, D.; SWIRSKI, E. Mass breeding of two species of *Saissetia* (Hom.: Coccidae) for propagation of their parasitoids. **Entomophaga**, v. 22, p. 147-150, 1977.

BOSTANIAN, N.J.; RACETTE, G. Particles films for managing of arthropod pests of apple. **Journal of Economic Entomology**, v. 101, p. 145-150, 2008.

CHARLESTON, K.; ADDISON, S.; MILES, M.; MAAS, S. The solenopsis mealybug outbreak in Emerald. **The Australian Cotton Grower**, v. 31, p. 18–22, 2010.

CHONG, J.H.; OETTING, D.R.; IERSEL, V.W.M. Temperature effects on the development, survival and reproduction of the Madeira mealybug, *Phenacoccus madeirensis* Green

(Hemiptera: Pseudococcidae) on Chrysanthemum. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 96, p. 539–543, 2003.

COATS, J.R. Risks from natural versus synthetic insecticides. **Annual Review of Entomology**, v.39, p.489-515, 1994.

COX, J.M.; PEARCE, M.J. Wax produced by dermal pores in three species of mealybug (Homoptera: Pseudococcidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, v. 12, p. 235-248, 1983.

CULIK, M.P.; GULLAN, P.J. A new pest of tomato and other records of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from Espírito Santo, Brazil. **Zootaxa**, v. 964, p. 1-8, 2005.

DEAN, H.A.; HART, W.G.; INGLE, S.J. Citrus mealybug, a potential problem on Texas grapefruit. **Journal of the Rio Grande Valley Horticultural Society**, v.15, p. 46-53, 1971.

DHAWAN, A. K., SAINI, S.; SINGH, K.; ANEJA, A. Persistence and residual toxicity of some insecticides against *Phenacoccus solenopsis* on cotton (*Gossypium* spp). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 79, p. 203–206, 2009.

EVANGELISTA JÚNIOR, W.S.; ZANUNCIO JÚNIOR, J.S.; et al. Controle Biológico de Artrópodes Pragas do Algodoeiro Com Predadores e Parasitóides. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**, v.10, p.1147-1165, 2006.

FAND, B.B., GAUTAM, R.D., SUROSHE, S.S. Suitability of various stages of mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Homoptera: Pseudococcidae) for development and survival of the solitary endoparasitoid, *Aenasius bambawalei* (Hymenoptera: Encyrtidae). **Biocont. Sci. Technol.** 21, 51 e 55, 2011.

FAND, B.B., TONNANG, H. E.Z., KUMAR, M., KAMBLE, A., BAL, S. K. A temperature-based phenology model for predicting development, survival and population growth potential of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). **Crop Protection**, v. 55, p. 98-108, 2014.

FLANDERS, S.E. Propagation of black scale on potato sprouts. **Journal of Economic Entomology**, v. 35, p. 687-689, 1942.

FOLDI, I. Structure et fonctions des glandes tegumentaires des Cochenilles Pseudococcines et de leur sécrétion. **Annales de la Société Entomologique de France**, v. 19, p. 155-166, 1983.

FOLDI, I.; CASSIER, P. Ultrastructure comparee des glands tegumentaires de treize familles de cochenilles (Homoptera: Coccoidea). **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, v. 14, p. 33-50, 1985.

FREIRE, E. C. Algodão no cerrado do Brasil. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2011. 1082p.

FUCHS, T.W.; STEWART, J.W.; MINZENMAYER, R.; ROSE, M.. First record of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in cultivated cotton in the United States. **Southwestern Entomologist**, v. 16, p. 215-221, 1991.

GAUTAM, R.D., SUROSHE, S.S., GAUTAM, S., SAXENA, U., FAND, B.B., GUPTA, T. Fortuitous biological control of exotic mealy bug, *Phenacoccus solenopsis*- A boon for Indian growers. *Ann. Plant Prot. Sci.* 17, 459 e 526. 2009.

GLENN, D.M.; PUTERKA, G.J. Particle films: a new technology for agriculture. **Horticultural Reviews**, v. 31, p. 1-44, 2005.

GLENN, D.M.; PUTERKA, G.J.; VANDERZWET, T.; BYERS, R.E.; FELDMAN, C. Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. **Journal of Economic Entomology**, v.92, p. 759–771, 1999.

GOLOB, P. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. **Journal of Stored Products Research**, v. 33, p. 69–79, 1997.

GONÇALVES, S.G.; SILVA, C.A.D.; MACÊDO, M. DE M.F.D.; VASCONCELOS, E.D. Oviposição do curuquerê e alimentação de suas lagartas neonatas em algodoeiros tratados com caulim. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.50, p.526-533, 2015.

GRANARA DE WILLINK, M.C. New records and host plants of *Phenacoccus* for Argentina (Hemiptera: Pseudococcidae). **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 62, p. 80-82, 2003.

GRAVENA, S. Cochonilha branca: descontrolada em 2001. **Laranja**, v.24, p.71-82, 2003.

GUAN, X.; LU, Y.; ZENG, L.; YANG, Y. Life tables of experimental population of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley at different temperatures. **Agricultural Science and Technology**, v.13, p. 792-797, 2012.

GULLAN, P.J.; KOSZTARAB, M. Adaptation in scales insects. **Annual Review of Entomology**, v. 42, p. 23-50,1997.

HARBEN, P.W. The Industrial Minerals Handbook II: A Guide to Markets, Specifications, and Prices. Arby Industrial Minerals Division Metal Bulletin. PLC, London, UK. 1995.

HODGSON, C.J.; ABBAS, G.; ARIF, M.J.; SAEED, S.; KARAR, H. *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae), a new invasive species attacking cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation. **Zootaxa**, v. 1913, p. 1-33, 2008.

HU, X.N., MA, J.; ZHOU, J.Y.; RONG, X.D.; LIU, H.J.; LU, Y.Y.; WANG, Y.J. Laboratory toxicity of six chemical insecticides to *Phenacoccus solenopsis*. **Plant Quarantine**, v. 24, p.26–28, 2010.

HUANG, J.; ZHANG, J.; YONG-MING, Y.; YAO-BIN, L.; JUN-BO, L. Biological characteristic sand chemical control of the invasive mealy bug, *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) on tomato in the laboratory. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.85, p.179–185, 2012.

JOSHI, M.D.; BUTANI, P.G.; PATEL, V.N.; JEYAKUMAR, P. Cotton mealy bug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley – A review. **Agricultural Review**, v. 31, p. 113 - 119, 2010.

KARISE, R.; MULJAR, R.; SMAGGHE, G.; KAART, T.; KUUSIK, A.; DREYERSDORFF, G.; WILLIAMS, I.H.; MAND, M. Sublethal effects of kaolin and the biopesticides Prestop-Mix and Botani Gardon metabolic rate, water loss and longevity in bumblebees (*Bombus terrestris*). **Journal of Pest Science**, 2015.

KAYDAN, M.B.; ÇALISKAN, A.F.; ULUSOY, M.R. New record of invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) in Turkey. **Bulletin OEPP/EPP Bulletin**, v. 43, p. 169-171, 2013.

KLJAJIC, P.; ANDRIC, G.; ADAMOVIC, M.; BODROZˇA-SOLAROV, M.; MARKOVIC, M.; PERIC, I. Laboratory assessment of insecticidal effectiveness of natural zeolite and diatomaceous earth formulations against three stored-product beetle pests. **Journal of Stored Products Research**, v.46, p.1–6, 2010.

KNIGHT, A.L.; CHRISTIANSON JR., B.; UNRUH, T.R.; PUTERKA, G.J.; GLENN, D.M. Impacts of seasonal kaolin particle films on apple pest management. **Canadian Entomologist**, v.133, p.413-428, 2001.

KREBS, C.J. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance Harper Collins College Publishers, New York. 1994. 801p.

KUMAR, R.; NAGRARE, V. S.; NITHARWAL, M.; SWAMI, D.; PRASAD, Y.G. Within-plant distribution of an invasive mealybug, *Phenacoccus solenopsis*, and associated losses in cotton. **Phytoparasitica**, v. 42, p. 311–316, 2014.

KUMAR, S.; KULAR, J.S.; MAHAL, M.S.; DHAWAN, A.K. Life table of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Pseudococcidae: Hemiptera) on various phenological stages of cotton. **African Journal of Agriculture Research**, v.8, p. 1669-1676, 2013a.

KUMAR, S.; SIDHU, J.K.; HAMM, J.C.; KULAR, J.S.; MAHAL, M.S. Effects of temperature and relative humidity on the life table of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton. **Florida Entomologist**, v. 96, p. 19-28, 2013b.

KUMASHIRO, B.R.; HEU, R.A.; NISHIDA, G.M.; BEARDSLEY, J.W. New state records of immigrant insects in the Hawaiian Islands for the year 1999. **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, v. 35, p. 170–184, 2001.

LARRAIN, S.P. Insect and mite pest incidence on sweet pepinos *Solanum muricatum* (Ait.) cultivated in the IV Region, Chile. *Agricultura-Tecnica*, v. 62, p. 15–26, 2002.

LOTKA, A.J. Studies on the mode of growth of material aggregates. **American Journal of Science**, v. 24, p. 199-216, 1907.

MAIA, A. de H.N.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, p.511-518, 2000.

MARKÓ, V.; BLOMMERS, L.H.M.; BOGYA, S.; HELSEN, H. Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. **Journal of Applied Entomology**, v.132, p. 26–35, 2008.

MCKENZIE, H.L. Mealybugs of California with taxonomy, biology, and control of North American species (Homoptera: Coccoidea: Pseudococcidae). Berkeley: University of California Press, 1967. 526 p

MIKAMI, A.Y.; PISSINATI, A.; FAGOTTI, D.; MENEZES JUNIOR A. de O.; VENTURA, U.M. Control of the Mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* with kaolin. **Ciência Rural**, v.40, p.1497–1501, 2010.

MILLER, D.R.; KOSZTARAB, M. Recent advances in the study of scales insects. **Annual Review of Entomology**, v.24, p.1-27, 1979.

MILLER, D.R.; BEN-DOV, Y; GIBSON, G.A.P. Systematic entomology laboratory. Scalet Net: a DataBase of scale insects of the world, 1999

MIRANDA, J.E.; SILVA, C.A.D. Behavioural Control of the cotton boll weevil, *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae), in Northeast Brazil. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 31, p. 509-515, 2005.

MUNCHA-PELZER, T.; BAUER, R.; SCOBEL, E.; ULRICHS, C. Insecticidal effect of different application techniques for silica dusts in plant protection on *Phaedon cochleariae* Fab. and *Pieris brassicae* L. **HortScience** v. 45, p. 1349–1356, 2010.

NAGRARE, V.S.; KRANTHI, S.; BIRADAR, V.K.; ZADE, N.N.; SANGODE, V.; KAKDE, G.; SHUKLA, R.M.; SHIVARE, D.; KHADI, B.M.; KRANTHI, K.R. Widespread infestation of the exotic mealybug species *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton in India. **Bulletin of Entomological Research**, v. 99, p. 537–541, 2009.

NIKAM, N.D.; PATEL, B.H.; KORAT, D.M. Biology of invasive mealy bug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton. **Karnataka Journal of Agricultural Science**, v.23, p.649-651, 2010.

PALA, R., SAINI, R.K. Biological control of solenopsis mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley on cotton: a typical example of fortuitous biological control. *J. Biol.Control* 24, 104e109, 2010.

PASSOS, S. M. G. **Algodão**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977. 424p.

PATEL, M.G.; JHALA, R.C.; VAGHELA, N.M.; CHAUHAN, N.R. “Bio-efficacy of buprofezin against mealy bug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) an invasive pest of cotton,” **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 23, p. 14-18, 2010.

POTTER, K.A. Life on a Leaf: Causes and Consequences of Oviposition-Site Choice in *Manduca sexta*. PhD Dissertation, University of Arizona, Tucson, AZ, USA. 2010. 129p.

PRASAD, Y.G.; PRABHAKAR, M.; SREEDEVI, G.; RAMACHANDRA RAO, G.; VENKATESWARLU, B. Effect of temperature on development, survival and reproduction of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton. **Crop Protection**, v. 39, p. 81-88, 2012.

PRISHANTHINI, M.; VINOBABA, M. First record of new exotic Mealybug species, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae), its Host range and abundance in the Eastern Sri Lanka. **Journal of Science**, v. 6, p. 88-100, 2009.

PUTERKA, G.J.; GLENN, D.M.; SEKATOWSKI, D.G.; UNRUH, T.R.; JONES, S.K. Progress towards liquid formulations of particle films for insect and disease control in pear. **Environmental Entomology**, v. 29, p. 329-339, 2000.

RAMALHO, F.S. Cotton Pest Management. Part 4. A Brazilian Perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 563-578, 1994.

RAO, T.V.; DAVID, L.A. The biological control of coccid pests in South India by use of beetle, *Cryptolaemus montrouzieri* Muslant. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 28, p. 545-552, 1958.

RASHID, M.M.; KHATTAK, M.K.; ABDULLAH, K. Toxic and residual activities of selected insecticides and neem oil against cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Pseudococcidae) under laboratory and field conditions. **Pakistan Entomology**, v. 33, p.151-155, 2011.

RETAMIRO, W.; SILVA, J.L.G.; VIEIRA, E.T. A sustentabilidade na cadeia produtiva do algodão orgânico. **Latin American Journal of Business Management**, v. 4, p. 25-43, 2013.

RICHETTI, A.; ARAÚJO, A.E.; MORELLO, C.L.; SILVA, C.A.D. et al. Cultura do Algodão no Cerrado. Embrapa Algodão. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoCerrado/>> Acesso em: 25 de outubro de 2015.

SACKETT, T.E.; BUDDLE, C.M.; VINCENT, C. Effect of kaolin on fitness and behavior of *Choristoneura rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae) Larvae. **Journal of Economic Entomology**, v.98, p.1648-1653, 2005.

SAS INSTITUTE (2008) SAS/STAT® 9.2. User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SHOWLER, A.T.; ARMSTRONG, J.S. Kaolin particle film associated with increased cotton aphid infestations in cotton. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 124, p. 55–60, 2007.

SHOWLER, AT. Effects of kaolin-based particle film application on boll weevil (Coleoptera: Curculionidae) injury to cotton. **Journal of Economic Entomology**, v. 95, p. 754–762, 2002.

SILVA, A.G.A.; GONÇALVES, C.R.; GALVÃO, D.M.; GONÇALVES, A.J.L.; GOMES, J.; SILVA, M. do N.; SIMONI, L. de. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: seus parasitos e predadores**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1968. pt. II, t. 1. 622 p.

SILVA, C.A.D. Occurrence of new species of mealybug on cotton fields in the States of Bahia and Paraíba, Brazil. *Bragantia* [online]. 2012, vol.71, n.4, pp. 467-470. Campinas, . ISSN 0006-8705.

SILVA, A.L.A.L.; SILVA, C.A.D. Concentração eficiente e econômica de caulim para a proteção de algodoeiro contra o bicudo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 52, p.763-768, set. 2015.

SILVA, C.A.D. da; RAMALHO, F.S. Kaolin spraying protects cotton plants against damages by boll weevil *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Pest Science**, v.86, p. 563-560, 2013.

SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S.; MIRANDA, J.E. Sugestões Técnicas para o Manejo Integrado de Pragas do Algodoeiro no Brasil. Circular Técnica, 135. Embrapa Algodão. Campina Grande, PB. 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97869/1/CIRTEC135.pdf>> Aceso em: 25 de outubro de 2015.

SILVA, T.B.M.; SIQUEIRA, H.A.A.; OLIVEIRA, A.C.; TORRES, J.B.; OLIVEIRA, J.V.; MONTARROYOS, P.A.V.; FARIAS, M.J.D.C. Insecticide resistance in Brazilian populations of the cotton leaf worm, *Alabama argillacea*. **Crop Protection**, v.30, p.1156-1161, 2011.

SINGH, R.; DHAWAN, K. Evaluation of different insecticides against *Phenacoccus solenopsis* Tinsley on transgenic cotton. **Journal of Insect Science**, v. 22, p. 95-97, 2009.

SOUSA JÚNIOR, D.V. Toxicidade de inseticidas à cochonilha *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) em folhas de algodão. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2010. 30p.

STARK, J.D.; BANKS, J.E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 48, p. 505-519, 2003.

TAKIZAWA, E.K.; GUERRA, J. Tecnologia de manejo do algodão nos Cerrados. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DO ALGODÃO, 4.; ENCONTRO ALGODÃO MATO GROSSO 2000, 1., 1998, Cuiabá. **Anais**. Rondonópolis: Fundação MT, 1998. p. 61-66.

TOK, B.; KAYDAN, M.B.; MUSTU, M.; ULUSOY, M.R. Development and Life Table Parameters of *Phenacoccus madeirensis* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) on Four Ornamental Plants. **Neotropical Entomology**, v. 45, p. 389–396, 2016.

VENNILA, S.; DESHMUKH, A.J.; PINJARKAR, D.; AGARWAL, M.; RAMAMURTHY, V.V.; JOSHI, S.; KRANTHI, K.R.; BAMBAWALE, O.M. Biology of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* on cotton in the laboratory. **Journal of Insect Science**, v. 10, p. 115, 2010.

WANG, Y.P., WU, S.A.; ZHANG, R.Z. Pest risk analysis of a new invasive pest, *Phenacoccus solenopsis*, to China. **Chinese Bulletin of Entomology**, v. 46, p. 101-106, 2009.

WATSON, G.W.; CHANDLER, L.R. Identification of mealybugs important in the Caribbean region. 2nd ed. (revised). Egham, Surrey, UK: CABI Bioscience. 2000.

WILLIAMS D.J. Australian Mealybugs. British Museum (Natural History), London, England, 1985. 431p.

WILLIAMS, D.J.; WILLINK, M.C.G. Mealybugs of Central and South America. CAB International, London, England, 1992. 635p.

WU, S.A.; ZHANG. R.Z. A new invasive pest, *Phenacoccus solenopsis* seriously threatening cotton production. **Chinese Bulletin of Entomology**, v. 46, p. 159–162, 2009.

WYSS, E.; DANIEL, C. Effects of autumn kaolin and pyrethrin treatments on the spring population of *Dysaphis plantaginea* in apple orchards. **Journal of Applied Entomology**, v. 128, p. 147–149, 2004.

ZHANG, Y.; XIE, Y.; XUE, J.; FU, X.; LIU, W. The structure of integument and wax glands of *Phenacoccus fraxinus* (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae). **Zoological Research**, v. 33, p.13-17, 2012.