

INTERAÇÕES COCHONILHA-DE-LISTRA *Ferrisia virgata* COCKERELL (HEMIPTERA:
PSEUDOCOCCIDAE) E ALGODOEIRO

por

MARTIN DUARTE DE OLIVEIRA

(Sob Orientação do Professor Jorge Braz Torres)

RESUMO

A cochonilha-de-listra, *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae), foi recentemente constatada no Brasil infestando lavouras de algodão. Em busca do manejo adequado desta cochonilha é fundamental conhecer a sua habilidade em se desenvolver no algodoeiro, bem como a influência das condições ambientais e do habitat na susceptibilidade da planta. Assim, foi avaliado o crescimento populacional e verificada a distribuição de *F. virgata* em quatro cultivares de algodão. Além disso, avaliou-se o desenvolvimento desta cochonilha em regime variável de temperatura, o tipo de reprodução, bem como o seu desempenho em plantas de algodão submetidas à adubação nitrogenada e ao déficit hídrico. Plantas de algodoeiro foram infestadas com ninfas neonatas, sendo verificado, aos 25 e 50 dias após a infestação, o número de fêmeas e total de indivíduos, respectivamente. O desenvolvimento de *F. virgata* foi monitorado quando criada em folhas de algodão a 25, 27 e 28 °C, e o tipo de reprodução averiguado quando criada sobre o hospedeiro alternativo (abóbora) e plantas de algodão submetidas ou não ao déficit hídrico. Além disso, foram determinados o estabelecimento, desenvolvimento, produção de descendentes e razão sexual em plantas submetidas ou não a adubações nitrogenadas e ao déficit hídrico. *F. virgata* apresenta crescimento numérico superior a 412 vezes em uma geração, sendo semelhante entre as cultivares de algodão BRS Rubi, BRS Safira, BRS Verde e CNPH 7H, e se

distribuí por toda planta de algodão. As temperaturas de 27 e 28°C foram as mais favoráveis ao desenvolvimento e reprodução de *F. virgata*, enquanto que a 25°C foi observada maior viabilidade para a fase ninfal. A reprodução de *F. virgata*, nas condições do estudo, foi apenas sexuada. O número de descendentes foi duas vezes maior em plantas submetidas a sucessivas adubações nitrogenadas e ao déficit hídrico. Com isto, conclui-se que as informações oriundas deste trabalho contribuem para o conhecimento do potencial que esta espécie tem para atingir o status de praga do algodoeiro.

PALAVRAS-CHAVE: Cochonilha-farinhenta, *Gossypium hirsutum*, crescimento populacional, biologia, adubação nitrogenada, déficit hídrico.

STRIPED MEALYBUG *Ferrisia virgata* COCKERELL (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE)
AND COTTON PLANT INTERACTION

by

MARTIN DUARTE DE OLIVEIRA

(Under the Direction of Professor Jorge Braz Torres)

ABSTRACT

The striped mealybug, *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae), was recently recorded naturally occurring in different cotton fields in Brazil. Aiming a proper control of this insect is essential to obtain information about the life history of the pest on cotton plants and the interactions with this host plant under variable conditions of its environment. This work evaluated the population growth and verified the within-plant distribution of different stages of the pest using four cotton cultivars. Further, development and reproduction of the mealybug was determined under varied conditions of temperature (25, 27, and 28°C), mating status, and host plant condition regarding nitrogen fertilization and water stress. The cotton plants were artificially infested with neonate nymphs and the number of females and the total of individuals were recorded after 25 and 50 days, respectively. Also, the offspring production was evaluated using the factitious host and cotton plants with or without subjecting the plants to water stress with mated and unmated females. The rate of mealybug establishment on cotton plants from artificial infestation, development, type of reproduction, number of offspring produced and their sex ratio was determined on cotton plant submitted to nitrogen fertilization and water stress. The within-plant distribution of *F. virgata* is characterized with mealybugs being found in all plant structures

for second generation of offspring with a numerical growth superior to 412 folds and similar across all four cotton cultivars studied. The temperatures of 27 and 28°C were favorable to the development and reproduction of *F.virgata*, while the nymphal viability was superior at 25°C. Under our studied conditions, *F. virgata* female exhibited only sexual reproduction, hence, with offspring production only by mated females, while unmated females die without offspring production. The offspring production was twice greater on plants subjected to water stress and with successive N fertilizations. Thus, we can conclude that the information generated with this work brings contribution to the knowledge of the potential of this species to reach the status of cotton pest.

KEY WORDS: Mealybugs, *Gossypium hirsutum*, population growth, biology, nitrogen, water stress.

INTERAÇÕES COCHONILHA-DE-LISTRA *Ferrisia virgata* COCKERELL (HEMIPTERA:
PSEUDOCOCCIDAE) E ALGODOEIRO

por

MARTIN DUARTE DE OLIVEIRA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Fevereiro – 2013

INTERAÇÕES COCHONILHA-DE-LISTRA *Ferrisia virgata* COCKERELL (HEMIPTERA:
PSEUDOCOCCIDAE) E ALGODOEIRO

por

MARTIN DUARTE DE OLIVEIRA

Comitê de Orientação:

Jorge Braz Torres – UFRPE

Cristina Schetino Bastos – UnB

José Eudes de Morais Oliveria – Embrapa Semiárido

INTERAÇÕES COCHONILHA-DE-LISTRA *Ferrisia virgata* COCKERELL (HEMIPTERA:
PSEUDOCOCCIDAE) E ALGODOEIRO

por

MARTIN DUARTE DE OLIVEIRA

Orientador:

Jorge Braz Torres – UFRPE

Examinadores:

José Eudes de M. Oliveira – Embrapa Semiárido

Christian S. Araújo da Silva-Torres – PNPd/CAPES

Raul Porfírio de Almeida – Embrapa Algodão

Fábio Aquino de Albuquerque – Embrapa Algodão

DEDICATÓRIA

Dedico ao meu pai, Martiniano Cavalcante de Oliveira (em memória), meu grande incentivador, homem de coração infinito e exímio pesquisador, que de maneira honrosa contribuiu para o desenvolvimento do Brasil. Dedico a minha mãe, Valéria Marta Duarte de Oliveira, mulher batalhadora e dedicada à família, que sempre me deu muito de orgulho. A minha irmã Roberta Duarte de Oliveira, guerreira destemida e de grande inteligência, que tenho como exemplo de força e profissionalismo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola pela realização deste curso.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de Doutorado.

À Deus pela minha vida e saúde.

Aos meus pais e a minha irmã pelo amor e incentivo.

Ao Prof. Jorge Braz Torres, pela oportunidade, orientação, ensinamentos, amizade e principalmente por confiar na minha capacidade profissional.

À Christian Torres e Paulo Roberto (Paulinho) pela amizade e parceria no desenvolvimento das pesquisas.

À Dra. Alessandra Rung e ao Dr. Douglas Miller pela identificação da espécie de cochonilha do estudo

Aos professores Manoel Guedes C. Gondim Jr., Edmilson J. Marques, José Vargas de Oliveira, Adriano Giorgi, Reginaldo Barros, César Badgi, Herbert Siqueira pela consideração e ensinamentos compartilhados durante o curso.

Ao Dr. José Eudes, Dr. Raul Almeida, Dr. Fábio Aquino, Dra. Christian Torres, Dr. Walter Santos pela participação nas bancas de qualificação e examinadora desta tese.

Aos amigos, Felipe, Larissa, Eduardo, Agna, Rodrigo, Robério, Rogério, Aline, Karla, Guilherme, Dijison, Cibele, Ézio, Roberta Leme, Itílio, Nicolle, Maurício, Emerson, pela ajuda, amizade, companhia e descontração.

Ao meu tio Antônio Cavalcanti (tio Toinho) e aos outros familiares que sempre me apoiaram e incentivaram.

A todos os colegas de turma e do Entomófilo e aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola pelas experiências vividas ao longo do curso.

Aos funcionários Darcy, Romildo, Luiz Coelho (Lula), senhor Luiz e Ana Araújo (Comut) pelo suporte técnico.

SUMÁRIO

	Página
DEDICATÓRIA	viii
AGRADECIMENTOS	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	01
Situação do algodão no Brasil e no estado de Pernambuco.....	01
Algodoeiro - hospedeiro de cochonilhas-farinhentas.....	02
<i>Ferrisia virgata</i> Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae).....	04
Tipo de reprodução em cochonilhas-farinhentas.....	06
Determinação da razão sexual em cochonilhas-farinhentas.....	08
Fatores que influenciam a susceptibilidade hospedeira aos insetos herbívoros.....	09
LITERATURA CITADA.....	13
2 CRESCIMENTO POPULACIONAL DA COCHONILHA-DE-LISTRA <i>Ferrisia virgata</i> COCKERELL (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) E SUA DISTRIBUIÇÃO.....	21
RESUMO.....	22
ABSTRACT.....	23
INTRODUÇÃO.....	24
MATERIAL E MÉTODOS.....	25
RESULTADOS.....	29
DISCUSSÃO.....	31

	AGRADECIMENTOS.....	35
	LITERATURA CITADA.....	35
3	DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE <i>Ferrisia virgata</i> COCKERELL (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) EM REGIME VARIÁVEL DE TEMPERATURA E ACASALAMENTO.....	41
	RESUMO	42
	ABSTRACT	43
	INTRODUÇÃO	44
	MATERIAL E MÉTODOS	47
	RESULTADOS	52
	DISCUSSÃO.....	54
	AGRADECIMENTOS.....	59
	LITERATURA CITADA.....	59
4	DESEMPENHO DE <i>Ferrisia virgata</i> COCKERELL (HEMIPTERA: PSDEUDOCOCCIDAE) EM ALGODOEIRO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO NITROGENADA E DÉFICIT HÍDRICO	66
	RESUMO.....	67
	ABSTRACT.....	68
	INTRODUÇÃO.....	69
	MATERIAL E ÉTODOS.....	71
	RESULTADOS.....	76
	DISCUSSÃO.....	77
	AGRADECIMENTOS.....	83
	LITERATURA CITADA.....	83

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Situação do algodão no Brasil e no estado de Pernambuco

O Brasil é um dos maiores produtores de algodão do mundo e ocupou no ano de 2011/2012 o quinto lugar, estando atrás apenas da China, Índia e Estados Unidos e Paquistão (Statista 2012). No ano de 2011, a produção de algodão em caroço no Brasil foi de 5.058.763 toneladas, sendo obtida em 2012 uma produção de 4.949.529 toneladas (IBGE 2012). Enquanto, o rendimento médio em 2011 e 2012 foi de 3.611 kg/ha e 3.597 kg/ha, respectivamente (IBGE 2012, CONAB 2012). As maiores produções e altos rendimentos são verificados nos estados de Mato Grosso, Bahia e Goiás, que se destacam no cenário nacional como os principais produtores de algodão. Nestes estados, o cultivo é realizado de forma empresarial com grande utilização de insumos. De maneira contrária, a maioria dos estados do Nordeste, incluindo Pernambuco, o cultivo é realizado por pequenos produtores, utilizando mão-de-obra familiar, com baixo uso de insumos. O estado de Pernambuco é o 12º produtor de algodão, com área plantada em 2011/2012 de 800 ha, obtendo um rendimento médio de 230 kg/ha de algodão em caroço (CONAB 2012). O cultivo do algodão na região Semiárida do estado de Pernambuco, mesmo apresentando baixa produtividade, é considerado complemento importante na renda do pequeno produtor que é obtida, geralmente, pelo cultivo de feijão e milho (Barros & Torres 2010). Atualmente, na mesma região, os produtores estão sendo incentivados a aumentar o plantio de algodão por vários programas/projetos de diferentes órgãos (governamentais ou não), bem como estimulados, pela valorização comercial do algodão orgânico e de fibra colorida, principalmente das cultivares BRS Verde, BRS Safira e BRS Rubi, que são consideradas promissoras e adaptadas às condições da

região. Além dos algodoeiros de fibras coloridas, cultivares de fibra branca como CNPA 7H, BRS Aroeira, CNPA Precoce 1 e 2, também são adaptadas às condições do Semiárido e o cultivo dessas podem proporcionar fonte de renda para o produtor.

Estas cultivares apresentam grande variação na coloração da fibra, altura, duração do ciclo da emergência à colheita, produção, etc (Carvalho *et al.* 2011). Desta maneira, estudos que avaliem a influência de características morfofisiológicas destas cultivares nos insetos-pragas são importantes para gerar informações úteis à implementação de estratégias de manejo do algodoeiro de baixo custo, praticadas pela agricultura familiar na região Semiárida de Pernambuco.

Algodoeiro - hospedeiro de cochonilhas-farinentas (Hemiptera: Pseudococcidae)

O algodoeiro é planta hospedeira de diversos insetos, dentre eles, as cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea). As cochonilhas alimentam-se sugando a seiva da planta, podendo ocasionar o amarelecimento e queda precoce das folhas, bem como a redução do crescimento e até morte da planta (Culik & Gullan 2005). Ainda, as cochonilhas podem causar perdas indiretas por serem vetores de patógenos e excretar o excesso da seiva ingerido "honeydew", favorecendo o desenvolvimento da fumagina, um fungo de coloração preta que cobre as folhas, e que pode reduzir a fotossíntese da planta (Culik & Gullan 2005). Ainda, a presença do "honeydew" e da fumagina sobre os capulhos abertos afetam a qualidade da fibra produzida por deixá-la escura e com aspecto pegajoso, o que é denominado de "algodão doce" pela indústria algodoeira (Hendrix *et al.* 2001). A fibra neste estado de "algodão doce" não possui valor comercial, além de contaminar outros capulhos devido à mistura durante o processo de descaroçamento na indústria e, até mesmo, provocar problemas no maquinário devido ao embuchamento das lâminas (Hendrix *et al.* 2001, Torres *et al.* 2011).

Entre as cochonilhas que infestam o algodoeiro destacam-se as espécies de Pseudococcidae, conhecidas como cochonilhas-farinhentas, por apresentarem o corpo recoberto por uma secreção cerosa branca que lhes confere o aspecto de terem sido envolvidas em farinha. (Souza *et al.* 2008). Na cultura do algodão, são registradas 13 espécies de cochonilhas-farinhentas (CPC 2012). Dessas, várias espécies são consideradas pragas em diversos países, tendo como destaque a cochonilha-do-algodoeiro, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, encontrada em lavouras de algodão nos EUA (Fuchs *et al.* 1991), Paquistão (Abbas *et al.* 2005, Zaka *et al.* 2006.), Tailândia, Taiwan (Hodgson *et al.* 2008), China (Wang *et al.* 2010, Wu & Zhang 2009) e Índia (Hodgson *et al.* 2008). Neste último país, *P. solenopsis* foi registrada provocando redução de até 50% na produção de algodão (Jhala & Baharpoda 2008).

No Brasil, *P. solenopsis*, tem sido recentemente citadas infestando algodoeiro nas regiões Nordeste e Centro-Oeste (Viana *et al.* 2008, Ferreira *et al.* 2009, Miranda *et al.* 2011). Pela semelhança entre as espécies de cochonilhas farinhentas (Rung *et al.* 2008), *P. solenopsis* pode estar sendo confundida com outras espécies, como *Planococcus minor* Maskell, que foi citada infestando lavouras de algodão nos estados da Paraíba, Ceará, Bahia (Bastos *et al.* 2007). Também, neste grupo de cochonilhas-farinhentas, recentemente a espécie *Ferrisia virgata* Cockerell, conhecida como cochonilha-de-listra, foi registrada em plantas de algodão no Semiárido do estado de Pernambuco (Torres *et al.* 2011, Silva-Torres *et al.* 2013). Esta espécie já foi citada como uma das principais pragas do algodoeiro no Paquistão (Ghouri 1960), o 4º maior produtor de algodão do mundo (Statista 2012). Portanto, pelo potencial de infestação de *F. virgata*, pesquisas são necessárias visando ao entendimento da associação desta cochonilha com o algodoeiro.

***Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae)**

A fêmea adulta de *F. virgata* possui corpo de cor cinza-escuro alongado, oval e coberto por cera branca. Duas características são marcantes nesta cochonilha: a presença de um par de listras longitudinais escuras no dorso, que dá origem ao nome vulgar da espécie e de um par de filamentos de cera caudal, que medem, aproximadamente, a metade do comprimento do corpo (Williams & Granara de Willink 1992). Os machos, diferentemente das fêmeas, apresentam asas, são menores, mais alongados e possuem o aparelho bucal atrofiado na fase adulta (Das *et al.* 1948). As fêmeas de *F. virgata* apresentam três instares enquanto os machos quatro instares. No primeiro e no segundo instares a diferenciação sexual não é evidente. O dimorfismo sexual se torna mais aparente no final do segundo instar quando as ninfas dos machos começam a recobrir o corpo com fios brilhantes de cera (Das *et al.* 1948). As ninfas dos machos após a terceira muda, gradualmente, se transformam em pupa e em seguida emergem os adultos (Das *et al.* 1948).

A cochonilha *F. virgata* está presente no mundo inteiro, sendo citada ocorrendo em plantas pertencentes a mais de 150 gêneros, incluídas em 68 famílias (Miller *et al.* 2012). Entre as plantas hospedeiras estão incluídas ervas daninhas, plantas ornamentais e as de importância econômica como: manga, uva, mamão, café, tomate, mandioca, batata-doce, goiaba, berinjela, e etc (Miller *et al.* 2012). Além das injúrias provocadas por ação da alimentação em suas plantas hospedeiras, *F. virgata* é considerada praga por transmitir vírus às plantas, como em cacau (Bhat *et al.* 2003), pimenta (Miller *et al.* 2012) e limão Tahiti (*Citrus aurantifolia*) (Hughes & Lister 1953). No Brasil, além do estado de Pernambuco, *F. virgata* foi constatada no estado do Espírito Santo em plantas de mamão (Williams & Granara de Willink 1992), na erva daninha *Spermacoce* sp., em *Citrus* sp. e *Ranunculos repens* (Culik *et al.* 2007).

A biologia de *F. virgata* foi estudada na planta ornamental azaléia (*Rhododendron simsii*) (Highland 1956), bem como, em plantas de importância agrícola como batata (*Solanum*

tuberosum) (Awadallah *et al.* 1979), berinjela (*Solanum melongena* L.) (Rawat & Modi 1969) e melóquia (*Corchorus olitorius*) (Das *et al.* 1948). Entretanto, ainda não existem informações sobre a biologia de *F. virgata* em plantas de algodão. Quando *F. virgata* foi criada em azaléia cultivada em casa-de-vegetação, cuja temperatura máxima foi de 35°C e umidade relativa de 65%, apresentou duração média da fase ninfal de 28 dias (Highland 1956). Em batata sob temperatura entre 26,3 e 28,9°C e UR entre 54,8 e 63,8%, *F. virgata* necessitou de 49 a 51 dias para chegar a fase adulta (Awadallah *et al.* 1979). Rawat & Modi (1969) registraram na província de Jabalpur na Índia, que durante os períodos de março-abril (Temp. 26,1 a 33,6°C; UR de 54,8 a 62,8 %,.) e setembro-outubro (Temp. 27,6 a 30,5°C e UR de 50,6-74 %), a fase ninfal de *F. virgata* em berinjela foi de 19 e 20 dias, respectivamente. Na planta de melóquia, durante o período de setembro a outubro no distrito de Dacca, Bangladesh, a fase ninfal de *F. virgata* durou entre 18 e 19 dias (Das *et al.* 1948). Neste trabalho não foram apresentados os intervalos de temperatura e umidade do período das observações.

Em relação aos aspectos reprodutivos, em plantas de azaléia o período pré-reprodutivo de *F. virgata* foi em média de 23 dias (Highland 1956). *F. virgata* em batata sob o intervalo de temperatura entre 25,2 e 28,9°C e UR entre 56,5 e 62%, os períodos pré-reprodutivo e reprodutivo duraram entre 27 a 43 dias e 15 a 21, respectivamente (Awadallah *et al.* 1979). Em berinjela, sob o intervalo de temperatura entre 26,1 e 33,6°C, a duração dos períodos pré-reprodutivo e reprodutivo de *F. virgata* foi entre 15 a 17 dias e 12 a 22 dias, respectivamente (Rawat & Modi 1969). Em melóquia o período reprodutivo de *F. virgata* foi, em média, de 16 dias (Das *et al.* 1948).

Em relação à produção de descendentes, *F. virgata* em batata produziu entre 61,6 a 76,6 descendentes sob intervalo de temperatura entre 25,2 e 28,9°C (Awadallah *et al.* (1979). Já em berinjela *F. virgata* produziu, em média, 313 ovos no período em que a temperatura variou entre

19,6 a 26,2°C, enquanto que a fecundidade foi de apenas 93 ovos, em média, no período de temperatura entre 26,1 a 31,6°C (Rawat & Modi 1969). Em melóquia, *F. virgata* produziu, em média, 657 descendentes (Das *et al.* 1948).

A longevidade das fêmeas que reproduziram em batata, variou entre 50 a 63 dias no intervalo de temperatura entre 25,2 e 28,9°C (Awadallah *et al.* 1979). Já as fêmeas que não reproduziram, a longevidade variou entre 10,4 e 56,2 dias. A longevidade dos machos foi inferior às fêmeas, com média de 2,1 dias sob 25,1 e 26,5°C e UR de 58% (Awadallah *et al.* 1979). Ainda, a longevidade de fêmeas em berinjela variou entre 32 e 39 dias nas condições de 19,6 a 31,6°C (Rawat & Modi 1969).

Tipo de reprodução em cochonilhas-farinhentas

Em cochonilhas-farinhentas a reprodução é tipicamente sexuada, ocorrendo em algumas espécies a reprodução partenogenética (Downie & Gullan 2004). Nesta última, os ovos se desenvolvem sem ocorrer a fertilização (Suomalainen *et al.* 1962). De acordo com Gullan (1997), a reprodução por partenogênese é vantajosa, pela rápida produção de descendentes, pois todos os indivíduos são fêmeas, que se reproduzem sem a presença de machos.

A partenogênese apresenta diferentes tipos, sendo considerada obrigatória quando todos os ovos se desenvolvem sem a fertilização, como também denominada de partenogênese facultativa, quando os ovos se desenvolvem com e sem a fertilização (Nur 1971). A reprodução em Pseudococcidae apresenta grande variação. As espécies de importância agrícola como *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Chong *et al.* 2008), *Planacoccus ficus* Signoret, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti), *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Waterworth & Millar 2011) e *Pseudococcus maritimus* (Ehrhorm) (Waterworth *et al.* 2012), se reproduzem de forma sexual, enquanto *Phenacoccus manihoti* Malite-Ferrero (Calatayud *et al.* 1998) e *Phenacoccus solanis*

Ferris (Lloyd 1952) se reproduzem por partenogênese obrigatória. Ainda, outras espécies podem apresentar partenogênese facultativa, como é o caso de *F. virgata* (Padi 1997) e *Planococcus citri* (Risso) (Malleshaiah *et al.* 2000). Awadallah *et al.* (1979) relataram que *F. virgata* ao se desenvolver em *S. tuberosum* reproduziu por partenogênese obrigatória. Por outro lado, quando criada em *Corchorus olitorius* (Das *et al.* 1948), *Rhododendron simsii* (Highland 1956) e *Solanum melongena* (Rawat & Modi 1969), *F. virgata* foi mencionada reproduzindo por partenogênese facultativa, sendo a forma partenogenética a mais frequente.

Conhecer o tipo de reprodução de espécies de cochonilhas-farinentas é fundamental para implementação de estratégias de manejo de pragas, pois para espécies que se reproduzem obrigatoriamente de forma sexuada, o feromônio sexual pode ser utilizado no monitoramento pela presença e captura de adultos machos, os quais são alados, em armadilhas iscadas com o feromônio das fêmeas (Hinkens *et al.* 2001, Millar *et al.* 2005, Millar & Midland 2007, Figadère *et al.* 2007, Millar *et al.* 2009).

Determinação da razão sexual em cochonilhas-farinentas

Fatores ambientais podem reduzir a condição da fêmea parental, que para recuperar seu desempenho, realiza um ajustamento da razão sexual investindo na produção do sexo que se beneficia ou que sofre menos com aquela condição de estresse (Trivers & Willard 1973). Em cochonilhas, o modo como as fêmeas controlam a razão sexual dos seus descendentes não é completamente conhecido (Ross *et al.* 2010). Em *P. citri* diversos fatores influenciam na determinação da razão sexual, como por exemplo: temperatura (Nelson-Rees 1960, Ross *et al.* 2010, 2011), densidade populacional (Varndell & Godfray 1996, Ross *et al.* 2010), idade da fêmea no primeiro acasalamento (Nelson-Rees 1960, Ross *et al.* 2011) e tempo de privação

alimentar (Ross *et al.* 2011). De acordo com Ross *et al.* (2011), múltiplos fatores podem atuar de forma simultânea na seleção da razão sexual, sendo portanto de difícil definição.

O conhecimento de como é realizado o ajustamento da razão sexual em cochonilhas, pode ser utilizado na recomendação de práticas culturais que reduzam o número de acasalamentos, e conseqüentemente o potencial de infestação.

Fatores que influenciam a susceptibilidade hospedeira aos insetos herbívoros

A influência da planta hospedeira é determinante no sucesso de uma espécie de inseto fitófago, estando envolvidos três aspectos gerais: os estímulos que levam o inseto a localizar e escolher a planta, as condições da planta que levam o inseto a iniciar e manter a sua alimentação, e por último as características qualitativas da planta (especialmente do ponto de vista nutricional) que garantem a sobrevivência do inseto e de sua progênie (Schoonhoven *et al.* 2005). Assim, a susceptibilidade da planta hospedeira é determinada por características morfológicas e fisiológicas, que podem influenciar a seleção do hospedeiro para alimentação e oviposição, bem como na locomoção, acasalamento, ingestão e digestão de alimentos dos insetos (Painter 1958).

Dentre as características morfológicas, às relacionadas à epiderme como a variação da espessura, dureza, textura, cerosidade e pilosidade podem favorecer ou não o estabelecimento, desenvolvimento e reprodução dos insetos herbívoros (Gallo *et al.* 2002). De acordo com Breda (2011) cultivares de algodão de fibra colorida (algodão BRS verde, BRS Safira e BRS Rubi) e branca (BRS 8H e BRS 201) apresentam diferenças na densidade de tricomas. Weathersbee *et al.* (1995) constataram que o mecanismo de resistência ao pulgão do algodoeiro, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) está associado com a ausência de tricomas em algodoeiro. As cultivares de algodão, além de diferenças na epiderme, apresentam variação quanto à fenologia,

estrutura da planta, porte de crescimento, quantidade de maçãs produzidas, entre outras (Carvalho *et al.* 2011), as quais também podem afetar a suscetibilidade aos herbívoros.

Características fisiológicas da planta também influenciam na sua susceptibilidade como hospedeira, estando incluídas as substâncias de defesa, como taninos, compostos fenólicos, terpenos, entre outros (Rhoades 1976, Lara 1991). Em algodoeiro, está presente o gossipol, aldeído-terpeno, que confere resistência a várias espécies de lepidópteros, citado também, como estimulante para oviposição de *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) (Macedo *et al.* 2007). Ainda, outras espécies especializadas em algodoeiro como *Heliothis virescens* (Fabrícus) e *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) não sofrem influencia do gossipol (Montandon *et al.* 1986).

Além dos compostos de defesa, a quantidade e a qualidade de nutrientes, também estão envolvidas na variação da susceptibilidade hospedeira. Dentre os nutrientes, o nitrogênio é um elemento fundamental para o crescimento dos organismos, que desempenha funções centrais sendo utilizado em todos os processos metabólicos, bem como, na estrutura celular e código genético (Mattson 1980). O nitrogênio relaciona-se com a quantidade de aminoácidos presentes na seiva do floema, aumentando a concentração de aminoácidos e de amidas no apoplasto e na superfície foliar (Marschner 1995). Variações na quantidade de nitrogênio na planta podem ocorrer devido às condições do habitat onde são cultivadas (Miles *et al.* 1982, Jansson *et al.* 1991).

Em sistemas agrícolas, fertilizações nitrogenadas são uma das principais táticas de manejo para o aumento de produtividade (Jadoski *et al.* 2010). Esta prática agrícola aumenta a concentração de nitrogênio na planta (Mattson 1980, Bentz *et al.* 1995, Nevo & Coll 2001) afetando positivamente o desempenho de insetos mastigadores como os lepidópteros *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodão (Chen *et al.* 2008) e *Heliconius*

etato phyllis (Fabr.) (Lepdoptera: Nymphalidae) em *Passiflora suberosa* L. (Kerpel *et al.* 2006). As fertilizações nitrogenadas também influenciam positivamente insetos sugadores, como as cigarrinhas *Prokelisia dolus* Wilson e *P. marginata* (Van Duzee) (Hemiptera: Delphacidae), em plantas de *Spartina alterniflora* Loisel. (Huberty & Denno 2006), os pulgões (Hemiptera: Aphidae) *A. gossypii* em algodoeiro (Barros *et al.* 2007), *Rhopalosiphum padi* (L.) e *Sitobion avenae* (Fabr.) em trigo (*Triticum aestivum* L.) (Aqueel & Leather 2011), como também cochonilhas farinhentas (Hemiptera: Pseudococcidae) *Planococcus citri* (Risso) em plantas de cacau (*Theobroma cacao* L.) (Fennah 1959) e em plantas de coleus (*Solenostemon scutellarioides* Green) (Hogendorp *et al.* 2006) e *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) (Rae & Jones 1992). Entretanto, nem sempre a adubação influencia o desempenho de insetos, como no caso do pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani) em sorgo (*Sorghum bicolor* L. Mornch) (Pendleton & Veerabomma 2008). Ainda, Chen & Ruberson (2008) constataram em condições de campo, que a adubação nitrogenada em plantas de algodão não afetou a densidade populacional de *H. virescens*, *Helicoverpa zea* Bod., *Pseudoplusia includens* (Walker), *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), e do percevejo, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera: Miridae). Segundo Chen & Ruberson (2008), o efeito do nitrogênio em campo pode ser mascarado por fatores, como: presença de inimigos naturais, condições ambientais e compostos de defesa da planta. Diante disso, o manejo adequado da adubação nitrogenada, é estratégia importante quando se consegue, por meio de uma adubação equilibrada, afetar o desenvolvimento do inseto-praga e conseqüentemente reduzir o nível das infestações. Esta prática cultural contribuirá para a diminuição do número de aplicações de inseticidas para o controle de pragas, acarretando na redução do custo de produção.

Além da adubação com nitrogênio, a qualidade nutricional da planta hospedeira é influenciada pela condição hídrica da planta (Miles *et al.* 1982). As plantas podem ser submetidas

temporariamente ao déficit hídrico, pela escassez de água por um manejo incorreto da irrigação e, principalmente, pela irregularidade da precipitação. De acordo com White (1969), Mattson & Haack (1987), Brodbeck & Strong (1987), plantas submetidas ao déficit hídrico favorecem o desempenho de insetos herbívoros, por serem fisiologicamente mais adequadas. Plantas submetidas ao déficit hídrico apresenta redução de umidade, amido e carboidratos em suas folhas e aumento de nitrogênio e de açúcares solúveis (Miles *et al.* 1982). Alguns estudos demonstram que em plantas submetidas ao déficit hídrico são encontradas maiores densidades populacionais de insetos como do psíldeo *Cardiaspina densitexta* Taylor em eucalipto (*Eucalyptus fasciculosa* F.v.M.) (White 1969), do pulgão *Diuraphis noxia* (Mordvilko) em trigo (Archer *et al.* 1995) e do minador *Phytomyza conyzae* Hendel (Diptera: Agromyzidae) em plantas de *Inula conyzae* Meikle (Staley *et al.* 2006). Além disso, plantas submetidas ao déficit hídrico favorecem o desempenho de insetos como os pulgões, *Myzus persicae* (Sulz.) e *Brevicoryne brassicae* (L.) em *Brassica napus* L. (Miles *et al.* 1982) e a cochonilha *Phenacoccus herreni* Cox e Williams em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (Calatayud *et al.* 2002). Nestes trabalhos, o efeito positivo no desempenho dos insetos está associado a mudanças na qualidade nutricional da planta concordando com a Hipótese do Estresse Hídrico (PSH) formulada por White (1969).

Na planta submetida ao déficit hídrico, além do aumento da qualidade nutricional para os insetos herbívoros (Brodbeck & Strong 1987, White 1993), ocorre a redução da pressão de turgor e da quantidade de água na planta (Hsiao 1973, Inbar *et al.* 2001) e, muitas vezes, pode ocorrer aumento de aleloquímicos (Gershenson 1984, Mattson & Haack 1987, Inbar *et al.* 2001), bem como a diminuição no crescimento da planta (Price & Clancy 1986, Price 1991). Assim, estas modificações morfofisiológicas podem comprometer o benefício do aumento da qualidade nutricional, não sendo observado o efeito positivo de plantas submetidas ao déficit hídrico no desempenho de insetos herbívoros.

De acordo com Huberty & Denno (2004), plantas submetidas ao déficit hídrico geralmente afetam negativamente o desempenho de insetos sugadores, enquanto que os insetos mastigadores não sofrem influência da condição de déficit hídrico da planta. O resultado deste trabalho é contrário ao que foi estabelecido na histórica “Hipótese do Estresse Hídrico” (White, 1969). Assim, Huberty & Denno (2004) desenvolveram um modelo conceitual para o efeito da condição de déficit hídrico de plantas no desempenho de insetos sugadores. Este conceito leva em consideração o efeito do turgor da célula e do aumento de nitrogênio solúvel em condições de déficit hídrico contínuo e intermitente. Huberty & Denno (2004) sugerem que quando as plantas são submetidas ao déficit hídrico continuamente, a pressão de turgor da planta é sempre negativa, condição esta, que o inseto sugador fica impossibilitado de assimilar o nitrogênio da seiva. Entretanto, quando as plantas são submetidas a pulsos de déficit hídrico, em intervalos quando não há condição de déficit hídrico, a pressão de turgor retorna a ser positiva, requerimento, que torna o inseto capaz de assimilar o nitrogênio do floema. Assim, os insetos sugadores apresentam melhor desempenho em plantas submetidas ao déficit hídrico intermitente.

Desta forma, este trabalho de tese tem como objetivos gerar informações sobre o desenvolvimento de *F.virgata* em diferentes cultivares de algodão e temperaturas. Além disso, verificar o tipo de reprodução de *F. virgata* em função da espécie de planta e qualidade hospedeira, bem como avaliar o desempenho desta cochonilha em plantas de algodão submetidas à adubação nitrogenada e ao déficit hídrico.

Literatura citada

Abbas, G., M.J. Arif & S. Saeed. 2005. Systematic status of new species of genus *Phenacoccus* Cockerell (Pseudococcidae), a serious pest of cotton *Gossypium hirsutum* L. in Pakistan. Pak. Entomol. 27: 83-84.

- Almeida, R.P. 1990.** Aspectos bioecológicos de Predadores (Coleoptera: Coccinellidae) sobre a cochonilha da palma-forrageira *Diaspis echinocacti* Bauché, 1833 (Homoptera: Diaspididae), em condições de laboratório. Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, 138p.
- Aqueel, M.A. & S.R. Leather. 2011.** Effect of nitrogen fertilizer on the growth and survival of *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera: Aphididae) on different wheat cultivars. *Crop Prot.* 30: 216-221.
- Archer, T.L., E.D. Bynum Jr, A.B. Onken & C.W. Wendt. 1995.** Influence of water and nitrogen fertilizer on biology of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphidae) on wheat. *Crop Prot.* 14: 165-169.
- Awadallah, K.T., E.D. Ammar, M.F.S. Tawfik & A. Rashad. 1979.** Life-history of the white mealy – bug *Ferrisia virgata* (Ckll.) (Homoptera, Pseudococcidae). *Disch. Entomol. Z., N. F.* 26: 101-110.
- Bhat A.I., S. Devasahayam, Y.R. Sarma & R.P. Pant. 2003.** Association of a badnavirus in black pepper (*Piper nigrum* L.) transmitted by mealybug (*Ferrisia virgata*) in India. *Curr. Sci.* 84: 1547-1550.
- Barbosa, P.R.R. 2012.** Desempenho de *Tenuisvalvae notata* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) em diferentes presas e sua predação sobre *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae). Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, 69p.
- Barros, E.M & J.B. Torres. 2010.** Diagnóstico parcial do cultivo do algodão em Pernambuco. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 6p. (Informativo REDALGO 004).
- Barros, R., P.E. Degrande, M.G. Fernandes & R.F. Nogueira. 2007.** Efeitos da adubação nitrogenada em algodoeiro sobre a biologia de *Aphis.gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Neotrop. Entomol.* 36: 752-758.
- Bastos, C.S., R.P. Almeida, F.C. Vidal Neto & G.P. Araújo. 2007.** Ocorrência de *Planococcus minor* Maskell (Hemiptera: Pseudococcidae) em algodoeiro no Nordeste do Brasil. *Neotrop. Entomol.* 36: 625-628.
- Bentz, J.A., J. III. Reeves, P. Barbosa & B. Francis. 1995.** Within-plant variation in nitrogen and sugar content of poinsettia and its effects on the oviposition pattern, survival, and development of *Bemisia argentifolii*. *Environ. Entomol.* 24: 271-277.
- Breda, M.O. 2011.** Efeitos letais e subletais de inseticidas botânicos sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) e *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) em cultivares de algodão de fibra branca e colorida. Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, 57p.
- Brodbeck, B. & D. Strong. 1987.** Amino acid nutrition of herbivorous insects and stress to host plants, p. 347-364. In P. Barbosa & J. Schultz (eds.), *Insect outbreaks: ecological and evolutionary perspectives*. San Diego, Academic Press, 578p.

- Calatayud, P.A., M.A. Polanía, C.D. Seligmann & A.C. Bellotti. 2002.** Influence of water-stressed cassava on *Phenacoccus herreni* and three associated parasitoids. *Entomol. Exp. Appl.* 102: 163-175.
- Calatayud, P.A., B. Delobel, J. Guillaud, & Y. Rahbe. 1998.** Rearing the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*, on a defined diet. *Entomol. Exp. Appl.* 86: 325-329.
- Carvalho, L.P., F.P. Andrade & J.L.S. Filho. 2011.** Cultivares de algodão colorido no Brasil. *Rev. Bras. Ol. Fibras.* 15: 37-44.
- Chen, Y. & J.R. Ruberson. 2008.** Impact of variable nitrogen fertilisation on arthropods in cotton in Georgia, USA. *Agric. Ecosyst. Environ.* 126: 281-288.
- Chen, Y., J.R. Ruberson & D.M. Olson. 2008.** Nitrogen fertilization rate affects feeding, larval performance, and oviposition preference of the beet armyworm, *Spodoptera exigua*, on cotton. *Entomol. Exp. Appl.* 126: 244-255.
- Chong, J.H., A.L. Roda, & C.M. Mannion. 2008.** Life history of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at constant temperatures. *Environ. Entomol.* 37: 323-332.
- CONAB. 2012.** (Companhia Nacional de Abastecimento). Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2012/13 – terceiro levantamento – dezembro/2012. Brasília, CONAB, 29p.
- CPC – Crop Protection Compendium. 2012.** Disponível em <<http://www.cabi.org/cpc/>>. Acesso em dez. de 2012.
- Culik, M.P., D.S. Martins, J.A. Ventura, A.L.B.G. Peronti, P.J. Gullan & T. Kondo. 2007.** Coccidae, Pseudococcidae, Ortheziidae and Monophlebidae (Hemiptera: Coccoidea) of Espírito Santo, Brazil. *Biota Neotrop.* 7: 61-65.
- Culik, M.P & P.J. Gullan. 2005.** A new pest of tomato and other records of mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) from Espírito Santo, Brazil. *Zootaxa* 964: 1-8.
- Das, G.M., T.D. Mukherjee & N. San Gupta. 1948.** Biology of the common mealybug, *Ferrisiana virgata* (Ckll.), (Coccidae), a pest on jute (*Corchorus olitorius*) in Bengal. *Proc. Zool. Soc. Bengal* 1: 109-115.
- Downie, D. A. & P.J. Gullan. 2004.** Phylogenetic analysis of mealybugs (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) based on DNA sequences from three nuclear genes, and a review of the higher classification. *Syst. Entomol.* 29: 238-259.
- Fennah, R. T. 1959.** Nutritional factors associated with the development of mealybugs in cacao. *Rep. Cacao Res. Inst. Trinidad* 1957-1958: 18-28.

- Ferreira, E.C.B., C.A.D. Silva, DL. Viana & S.L. Sousa 2009.** A diversidade genética existente entre cultivares de algodão influencia de forma diferente populações de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae)?, p.14. In IV Encontro de Produção Científica da Embrapa Algodão – EPC. Campina Grande, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão.
- Figadère, B.A., J.S. McElfresh, D. Borchardt, K.M. Daane, W.J. Bentley & J.G. Millar. 2007.** Identification and synthesis of trans- α -necrodyl isobutyrate, the sex pheromone of the grape mealybug, *Pseudococcus maritimus*. Tetrah. Lett. 48: 8434-8437.
- Fuchs, T.W., J.W. Stewart, R. Minzenmayer & M. Rose 1991.** First record of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in cultivated cotton in the United States. Southwest. Entomol. 16: 215-221.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. Batista, E. Berti Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto. 2002.** Entomologia agrícola. Piracicaba, FEALQ, 920p.
- Gershenzon, J. 1984.** Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. Recent Adv. Phytoch. 18: 273-320.
- Ghuri, A.S.K. 1960.** Insect pests of Pakistan. FAO Bangkok, Thailand, (Technical Bulletin 8, FAO Regional Office for Asia and the Far East), 30p.
- Gullan, P.J. 1997.** Adaptations in scale insects. Annu. Rev. Entomol. 42: 23-50.
- Hendrix D.I., T.J. Henneberry, C.C. Chu & W.E. Coates. 2001.** Enzyme treatment of honeydew-contaminated cotton fiber. Appl. Eng. Agric. 17: 571-576.
- Highland, H.A. 1956.** The biology of *Ferrisiana virgata*, a pest of azaleas. J. Econ. Entomol. 49: 276-277.
- Hinkens, D.M., J.S. McElfresh & J.G. Millar. 2001.** Identification and synthesis of the sex pheromone of vine mealybug, *Planococcus ficus*. Tetrah. Lett. 42: 1619-1621.
- Hodgson, C., G. Abbas, M.J. Arif, S. Saeed & H. Karar. 2008.** *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae), an invasive mealybug damaging cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation. Zootaxa 1913: 1-35.
- Hogendorp, B., R.A. Cloyd & J.M. Swiader. 2006.** Effect of nitrogen fertility on reproduction and development of citrus mealybug, *Planococcus citri* Risso (Homoptera: Pseudococcidae), feeding on two colors of coleus, *Solenostemon scutellarioides* L. Codd. Environ. Entomol. 35: 201-211.
- Hsiao, T.C. 1973.** Plant responses to water stress. Annu. Rev. Pl. Physiol. 24:519-570.

- Huberty, A.F. & R.F. Denno. 2006.** Consequences of nitrogen and phosphorous limitation for the plant performance of two planthoppers with divergent life-history strategies. *Oecologia* 149: 444-4556.
- Huberty, A.F. & R.F. Denno. 2004.** Plant water stress and its consequences for herbivorous insects: a new synthesis. *Ecology* 85: 1383-1398.
- Hughes, W.A. & C.A. Lister. 1953.** Lime dieback in the Gold Coast, a virus disease of the lime, *Citrus aurantifolia* (Christmann) Swingle. *J. Hortic. Sci.* 28: 131-139.
- IBGE. 2012.**(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em dezembro 2012.
- Inbar, M.I., H. Doostdar, & R.T. Mayer. 2001.** Suitability of stressed and vigorous plants to various insect herbivores. *Oikos* 94:228-235.
- Jadoski, S.O., L.R. Saito, C. Prado, E.C. Lopes & L.L.S.R. Sales. 2010.** Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. *Pesqui. Apl. Agrotec.* 3: 1984-7548.
- Jansson, R.K., G.L. Leibe, C.A. Sanchez & S.H. Lecrone. 1991.** Effects of nitrogen and foliar biomass on population parameters of cabbage insects. *Entomol. Exp. Appl.* 61: 7-16.
- Jhala, R.C. & T.M. Bharpoda. 2008.** Occurrence in Gujarat and suggestions for action plan to combat the menace of mealy bugs on cotton. In workshop organized by Department of Agriculture and Cooperation, Ministry of Agriculture, Krishi Bhavan, New Delhi and held at NCIPM, IARI Campus, New Delhi.
- Kerpel, S.M., E. Soprano & G.R.P. Moreira. 2006.** Effect of nitrogen on *Passiflora suberosa* L. (Passifloraceae) and consequences for larval performance and oviposition in *Helconius eratophyllis* (Fabricius) (Lepidoptera: Nymphalidae). *Neotrop. Entomol.* 35: 192-200.
- Khosla, S., G. Mendiratta & V. Brahmachari. 2006.** Genomic imprinting in the mealybugs. *Cytogenet. Genome Res.* 113: 41-52.
- Lara, F.M. 1991.** Princípios de resistência de plantas a insetos, São Paulo, Ícone, 336p.
- Lloyd, D.C. 1952.** Parthenogenesis in the mealybug, *Phenacoccus solani* Ferris. *Can. Entomol.* 84: 308-310.
- Macedo, L.P.M., U.S. Cunha & J.D. Vendramim. 2007.** Gossipol: fator de resistência a insetos-praga. *Campo Dig.* 2: 34-42.
- Malleshaiah, B., K. Rajagopal & K.N.M. Gowda. 2000.** Biology of citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). *Crop Res.* 20: 130-133.
- Marschner, H. 1995.** Mineral nutrition of higher plants. San Diego, Academic Press, 889p.

- Mattson, W.J. & R.A. Haack. 1987.** The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *BioScience* 37:110-118.
- Mattson, W.D. 1980.** Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 11: 119-161.
- Nevo, E. & M. Coll. 2001.** Effect of nitrogen fertilization on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae): variation in size, color, and reproduction. *J. Econ. Entomol.* 94: 27-32.
- Millar, J.G., J.A. Moreira, J.S. McElfresh, K.M. Daane & A.S. Freund. 2009.** Sex pheromone of longtailed mealybug: a new class of monoterpene structure. *Org. Lett.* 11: 2683-2685
- Millar, J.G. & S.L. Midland. 2007.** Synthesis of the sex pheromone of the obscure mealybug, the First example of a new class of monoterpenoids. *Tetrah. Lett.* 48: 6377-6379.
- Millar, J.G., S.L. Midland, J.S. McElfresh, & K.M. Daane. 2005.** (2,3,4,4-Tetramethylcyclopentyl) methyl acetate, a sex pheromone from the obscure mealybug: First example of a new structural class of monoterpenes. *J. Chem. Ecol.* 31: 2999-3005.
- Miles, P.W., D. Aspinall & L. Rosenberg. 1982.** Performance of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.), on water-stressed rape plants, in relation to the changes in their chemical composition. *Aust. J. Zool.* 30: 337-345.
- Miller, D.Y. Ben-Dov & G. Gibson. 2012.** ScaleNet, Pseudococcidae catalogue. Disponível em <<http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm>. Ferrisia virgata: <http://www.sel.barc.usda.gov/catalogs/pseudoco/Ferrisiavirgata.htm>> Acesso em dez.de 2012).
- Miranda, J.E., V.L. Nascimento, B.M. Tripode, T.P.F. Abreu & D.E. Anjos. 2011.** Suscetibilidade de *Phenacoccus solenopsis* a inseticidas. p. 274-280. In 8º Congresso Brasileiro de Algodão, 1º Cotton Expo, São Paulo. Evolução da cadeia para construção de um setor forte: Anais. Campina Grande, Embrapa Algodão.
- Montandon, R., H.J. Williams, W.L. Sterling, R.D. Stipanovic & S.B. Vinson. 1986.** Comparison of the development of *Alabama argillacea* (Hubner) and *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) fed glanded and glandless cotton leaves. *Environ. Entomol.* 15: 128-131.
- Nelson-Rees WA. 1960.** A study of sex predetermination in the mealybug *Planococcus citri* (Risso). *J. Exp. Zool.* 144:111-137.
- Nur, U. 1971.** Parthenogenesis in Coccids (Homoptera). *Am. Zool.* 11: 301-308.
- Padi, B. 1997.** Parthenogenesis in mealybugs occurring in cocoa. p.242-248. In G.K. Owusu, B. Padi, L.A.A. Ollennu & E. Owusu Manu (eds.), Proceedings of the First International Cocoa Pests and Diseases Seminar. Accra, Ghana, 312p.

- Painter, R.H. 1958.** Resistance of plants to insects. *Annu. Rev. Entomol.* 3: 267-290.
- Pendleton, B.B. & S. Veerabomma. 2008.** Effects of Soil Water and Nitrogen on Fitness of Greenbug (Hemiptera: Aphididae) on Sorghum. *Southwest. Entomol.* 33: 281-287.
- Price, P.W. 1991.** Plant vigor and herbivore attack. *Oikos* 62: 244-251.
- Price, P.W. & K.M. Clancy. 1986.** Multiple effects of precipitation on *Salix lasiolepis* and populations of the stem-galling sawfly, *Euura lasiolepis*. *Ecol. Res.* 1: 1-14.
- Rae, D.J. & R.E. Jones. 1992.** Influence of host nitrogen levels on development, survival, size and population dynamics of sugarcane mealybug, *Saccharicoccus saccari* (Cockerell) (Homoptera: Pseudococcidae). *Aust. J. Zool.* 40: 327-342.
- Rawat R.R. & B.N. Modi. 1969.** Studies on biology of *Ferrisia virgata* Ckll. (Pseudococcidae: Homoptera) in Madhya Pradesh. *Indian J. Agr. Sci.* 6: 274-281.
- Rhoades, D.F. & Cates, R.G. 1976.** Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry, p. 168- 213. In J.W. Wallace & R.L. Mansell (eds.), *Biochemical interactions between plants and insects*. New York, Plenum Press, 425p.
- Ross, L., E.J. Dealey, L.W. Beukeboom & D.M. Shuker. 2011.** Temperature, age of mating and starvation determine the role of maternal effects on sex allocation in the mealybug *Planococcus citri*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 65: 909-919.
- Ross, L., M.B.W. Langenhof, I. Pen, L.W. Beukeboom, S.A. West & D.M. Shuker. 2010.** Sex allocation in a species with Paternal Genome Elimination: clarifying the role of crowding and female age in the mealybug *Planococcus citri*. *Evol. Ecol. Res.* 12:89-104.
- Rung, A., S.J. Scheffer, G. Evans & D. Miller. 2008.** Molecular identification of two closely related species of mealybugs of the Genus *Planococcus* (Homoptera: Pseudococcidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 101: 525-532.
- Schoonhoven, L.M., J.J.A. Van Loon & M. Dicke. 2005.** *Insect plant biology*. Oxford, Oxford University Press, 421p.
- Schrader, F. 1921.** The chromosomes of *Pseudococcus nipae*. *Biol. Bull.* 40: 259-270.
- Silva-Torres, C.S.A., M.D. Oliveira & J.B. Torres. 2013.** Host selection and establishment of striped mealybug, *Ferrisia virgata*, on cotton cultivars. *Phytoparasitica* 41: 31-40.
- Souza B., L.V.C. Santa-Cecília, E. Prado & J.C. Souza. 2008.** Cochonilhas-farinentas (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em Minas Gerais. *Coffee Sci.* 3: 104-107.
- Staley, J.T., S.R. Mortimer, G.J. Masters, M.D. Morecroft, V.K. Brown & M.E. Taylor. 2006.** Drought stress differentially affects leaf-mining species. *Ecol. Entomol.* 31: 460-469.

- Statista. 2012.** Cotton production in top 10 countries 2010-2012. Disponível em <<http://www.statista.com/statistics/187494/cotton-production-in-2010-2011-by-country/>> Acesso em dezembro de 2012.
- Suomalainen, E. 1962.** Significance of parthenogenesis in the evolution of insects. *Annu. Rev. Entomol.* 7: 349-366.
- Torres, J.B., M.D. Oliveira & M.S. Lima. 2011.** Cochonilhas farinhentas: potenciais problemas para o algodão brasileiro. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 6p. (Informativo REDALGO 005).
- Trivers, R.L. & D.E. Willard. 1973.** Natural selection of parental ability to vary sex-ratio of offspring. *Science* 179: 90-92.
- Varndell, N.P. & H.C.J. Godfray. 1996.** Facultative adjustment of the sex ratio in an insect (*Planococcus citri*, Pseudococcidae) with paternal genome loss. *Evolution* 50: 2100-2105.
- Viana, D.L., C.A.D. Silva, E.C.B., Ferreira, E.D. Vasconcelos, D.V. Sousa Júnior. 2008.** Aspectos biológicos da cochonilha *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) em algodoeiro. Resumo On-line. Disponível em <<http://www.seb.org.br>>. In XXII Congresso Brasileiro de Entomologia. Uberlândia, MG.
- Wang, Y., W. Gillian & Z. Runzhi. 2010.** The potencial distribution of an invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* and its threat to cotton in Asia. *Agric. For. Entomol.* 12: 403-416.
- Waterworth, R.A. & J.G. Millar. 2012.** Reproductive biology of *Pseudococcus maritimus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Hortic. Entomol.* 5: 949-956.
- Waterworth, R.A. I.M. Wright & J.G. Millar. 2011.** Reproductive biology of three cosmopolitan mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) species, *Pseudococcus longispinus*, *Pseudococcus viburni* and *Planococcus ficus*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 104: 249-260.
- Weathersbee, A.A., D.D. Hardee & W.R. Meredith Jr. 1995.** Differences in yield response to cotton aphids (Homoptera: Aphididae) between smooth leaf and hairy-leaf isogenic cotton lines. *J. Econ. Entomol.* 88: 749-54.
- White, T.C.R. 1993.** The inadequate environment: nitrogen and the abundance of animals. New York, Springer-Verlag, 425p.
- White, T.C.R. 1969.** An index to measure weather-induced stress of trees associated with outbreaks of psyllids in Australia. *Ecology*.50:905-909.
- Williams, D.J. & M.C. Granara De Willink. 1992.** Mealybugs of Central and South America. London, CAB International, 635p.
- Wu, S.A. & R.Z. Zhang. 2009.** A new invasive pest, *Phenacoccus solenopsis* threatening seriously to cotton production. *Chinese Bull. Entomol.* 46: 159-162.

Zaka, S.M., S. Saeed, S.A. Bukhari & E. Baksh. 2006. Mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Homoptera: Pseudococcidae): A novel pest of cotton in Pakistan. In Proceedings of 34th Pakistan (SAARC) Countries Science Conference. University of Veterinary and Animal Sciences. Lahore, Pakistan, 32p.

CAPÍTULO 2

CRESCIMENTO POPULACIONAL DA COCHONILHA-DE-LISTRA *Ferrisia virgata* COCKERELL (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) E SUA DISTRIBUIÇÃO NA PLANTA DE ALGODÃO¹

MARTIN D. OLIVEIRA² & JORGE B. TORRES²

²Departamento de Agronomia, Área Fitossanidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco.
Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, Pernambuco, Brasil.

¹Oliveira, M.D. & J.B. Torres. Crescimento populacional da cochonilha-de-listra *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae) e sua distribuição na planta de algodão. A ser submetido.

RESUMO - A cochonilha-de-listra *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae) é um praga polífaga e amplamente distribuída no mundo e que recentemente foi constatada no Brasil sobre plantas de algodão. Este trabalho avaliou o estabelecimento e crescimento populacional de *F. virgata*, bem como verificou a sua distribuição em quatro cultivares de algodão: CNPA 7H, BRS Verde, BRS Safira e BRS Rubi. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (cultivares) com 18 repetições cada. Plantas de algodão de cada cultivar foram infestadas com 100 ninfas neonatas de *F. virgata*. O número de fêmeas e o total de indivíduos por planta foram quantificados, respectivamente, aos 25 e 50 dias após a infestação. Os períodos de desenvolvimento + pré-reprodutivo foram também determinados. Ainda, foi verificada a distribuição de *F. virgata* nas plantas aos 25 e 50 dias após a infestação. *F. virgata* apresentou desenvolvimento e crescimento numérico superior a 412 vezes, sendo semelhante nas quatro cultivares de algodão. Quanto a distribuição, ninfas estabeleceram-se predominantemente nas folhas da liberação, enquanto aquelas de segunda geração se deslocaram e se estabeleceram em todas as partes das plantas. Estes resultados caracterizam *F. virgata* com grande potencial para atingir status de praga importante para o algodoeiro no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Cochonilha-farinhenta, *Gossypium hirsutum*, susceptibilidade hospedeira, algodão colorido

POPULATION GROWTH AND WITHIN-PLANT DISTRIBUTION OF THE STRIPED
MEALYBUG *Ferrisia Virgata* COCKERELL (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) ON
COTTON

ABSTRACT - The striped mealybug, *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae), is a widely distributed and polyphagous pest species, which has been found naturally occurring on cotton plants in Brazil. Therefore, this study evaluated the establishment and population growth of *F. virgata*, as well as the within-plant distribution on four cotton cultivars: CNPA 7H, BRS Verde, BRS Safira and BRS Rubi. The experiment was conducted in a complete randomized design with four treatments (cultivars) with 18 replications. Thus, cotton plants of each cultivar were infested with 100 *F. virgata* newly hatched nymphs. The number of adult female mealybugs, the total number of mealybugs per plant were quantified, respectively, at 25 and 50 days after infestation. The developmental and pre-reproductive periods were also determined. Furthermore, was verified the distribution of the *F. virgata* on the plant parts at 25 and 50 days after infestation. *F. virgata* showed similar development with 412 fold from growth in the four studied cotton cultivars. About the distribution, nymphs spread on infestation leaves, whereas those of the second generation spread and established in all plant parts. Our results characterize *F. virgata* as potential to reach the level of important cotton pest in Brazil.

KEY WORDS: Mealybug, *Gossypium hirsutum*, host susceptibility, colored fiber cotton

Introdução

Diversas espécies de herbívoros são registradas como pragas de maior ou menor importância para o algodoeiro dependendo da região de cultivo. As cochonilhas-farinhentas (Hemiptera: Pseudococcidae) vem se destacando por provocar perdas à cultura do algodão em diversos países (Fuchs *et al.* 1991, Muralidharan & Badaya 2000, Dhawan *et al.* 2007, Hodgson *et al.* 2008, Wang *et al.* 2009), incluindo o Brasil (Bastos *et al.* 2007). As cochonilhas alimentam-se sugando a seiva da planta de algodão, podendo ocasionar o amarelecimento e queda das folhas, bem como a redução do crescimento e até morte da planta (Culik & Gullan 2005). As cochonilhas, ainda, podem ocasionar injúrias indiretas por serem vetores de patógenos como viroses (Culik & Gullan 2005), e por excretarem o excesso de seiva sugada (*honeydew*), favorecendo o aparecimento da fumagina sobre a planta. Além da redução da fotossíntese nas plantas cobertas pela fumagina, a presença do *honeydew* em algodoeiro possui um agravante, pois a sua presença sobre o capulho afeta a qualidade da fibra por manchá-la, como também acarreta problemas para o descaroçamento por causar o embuchamento das máquinas (Hendrix *et al.* 2001).

No Paquistão e na Índia as cochonilhas-farinhentas são consideradas pragas importantes do algodoeiro, havendo registro de três espécies principais: *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, *Ferrisia virgata* Cockerell e *Maconellicoccus hirsutus* Green (Dhawan *et al.* 2007). No Brasil, as cochonilhas-farinhentas vem sendo registradas em lavouras de algodoeiro nos estados de Pernambuco, Goiás, Bahia, Mato Grosso e Ceará (Bastos *et al.* 2007, Viana *et al.* 2008, Miranda *et al.* 2011). Recentemente, infestações da cochonilha-de-listra, *F. virgata*, foram constatadas em plantas de algodão no Semiárido de Pernambuco, sendo este, o primeiro registro da espécie *F. virgata* em algodoeiro no Brasil (Torres *et al.* 2011). A cochonilha-de-listra também é citada no estado do Espírito Santo em plantas de mamão (Williams & Granara de Willink 1992), na erva

daninha *Spermacoce* sp., em *Citrus* sp. e em *Ranunculos repens* (Culik *et al.* 2007). Desta maneira, estudos bioecológicos de *F. virgata* são necessários a fim de fundamentar seu manejo na cultura do algodoeiro.

Para que um inseto herbívoro aceite uma planta como hospedeira, é necessário inicialmente, que ocorra a atração e estabelecimento do inseto na planta, bem como este inicie e mantenha a alimentação e/ou oviposição e, por fim, que o inseto e sua progene completem seu desenvolvimento sobre a planta (Schoonhoven *et al.* 2005). O grau de associação com a planta hospedeira está relacionado com as características morfológicas e químicas da mesma, em que variações na pilosidade e textura foliar, bem como presença e quantidade de glândulas, como as de gossipol no algodoeiro, podem favorecer ou não o estabelecimento, desenvolvimento e reprodução dos insetos herbívoros (Painter 1958). Desta maneira, o reconhecimento de cultivares de algodão que possam ser menos afetadas negativamente por *F. virgata* fornecerá subsídios na decisão da escolha da cultivar adequada para o plantio. Este método de controle não químico, usando cultivares comerciais que apresentem menor susceptibilidade à *F. virgata*, facilitará o manejo da praga, principalmente, na região do Semiárido pernambucano, onde o cultivo do algodoeiro é realizado por pequenos produtores e com baixo uso de insumos químicos.

Neste contexto, o presente trabalho avaliou o estabelecimento e o crescimento populacional de *F. virgata* em quatro cultivares de algodão recomendadas para o Semiárido, bem como a sua distribuição nas diferentes partes da planta.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados na área experimental da Área de Fitossanidade-Entomologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em telados medindo 6,0 x 2,0 x 2,0m (comprimento x largura x altura), fechados lateralmente com tela antiafídica e cobertos

com filme agrícola. As condições ambientais foram monitoradas durante o período experimental com o DataLogger Hobo[®] em intervalos de 30 minutos, registrando-se temperatura média de 28,8 °C (min = 20,9 °C; máx = 48,4 °C), 54% de UR, e fotoperíodo natural de ≈12 h de luz.

Plantas de algodão, das cultivares CNPA 7H (fibra branca) e BRS Verde, BRS Safira e BRS Rubi (fibra colorida), foram cultivadas em vasos de 5 L. Para o plantio, foram utilizados uma mistura de solo argilo-arenoso e húmus (proporção de 2:1), e adicionado 5 g do fertilizante NPK (04-14-08). Aos 15 e 25 dias após a emergência, foi realizado adubação de cobertura com 40 mL de uma solução de sulfato de amônia (10g/L).

Crescimento Populacional de *Ferrisia virgata* em Algodão. Plantas de algodão com 40 dias de idade, das quatro cultivares previamente mencionadas, foram infestadas com 100 ninfas neonatas (< 24h de idade). As ninfas foram provenientes da colônia mantida em laboratório sobre abóbora [*Cucurbita moschata* (Duch.) Duch. Ex Poir] da variedade Jacarezinho. Para tal, discos foliares com 4,8 cm de diâmetro das respectivas cultivares de algodão foram inicialmente cortados e em seguida colocados sobre abóboras infestadas com *F. virgata* por aproximadamente 15 minutos para que as ninfas neonatas se deslocassem para os discos foliares. De acordo com Silva-Torres *et al.* (2013), ninfas neonatas de *F. virgata* logo após a eclosão caminham ativamente em busca do local adequado para fixação no hospedeiro facilitando assim o agrupamento de ninfas sobre os discos de folhas de algodão para realizar a infestação das plantas. Em seguida, o número de ninfas neonatas nos discos foliares foi determinado com o auxílio de um microscópio estereoscópico (OPTON – NTB 3A). Após a contagem, os discos contendo ninfas foram transferidos individualmente para a primeira folha expandida do topo de cada planta. A fixação do disco foliar na folha foi realizada utilizando um clipe de metal. A fim de evitar formigas e outros artrópodes oportunistas nas plantas, a base do ramo monopodial de cada planta foi pincelada com cola entomológica (BioStop Cola[®]).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos representados pelas quatro cultivares e 18 plantas por cultivar, sendo 13 plantas por cultivar avaliadas aos 25 dias, e cinco plantas avaliadas aos 50 dias após a infestação por cultivar devido ao caráter destrutivo das amostras. A avaliação consistiu na contagem do número de fêmeas (indivíduos com capacidade reprodutiva) aos 25 dias após a infestação ($n = 13$) e do número total de cochonilhas (ninfas e adultos) aos 50 dias após a infestação ($n = 5$). Para a avaliação, a planta foi coletada, acondicionada em sacos plásticos e conduzidas ao laboratório para completa inspeção sob microscópio estereoscópico. Na avaliação aos 25 dias após a infestação foi calculada a taxa de estabelecimento das ninfas, sendo esta obtida através da razão entre o número de fêmeas presentes nas plantas e o número de ninfas inicialmente liberadas por planta. Além disso, foi realizada a contagem do número de descendentes produzidos aos 50 dias após a liberação das ninfas. Para tal, sete plantas aleatórias de cada cultivar foram previamente selecionadas e receberam fêmeas adultas com 20 dias de idade. Em cada planta, duas fêmeas foram transferidas (com auxílio de pincel de pelo de ponta fina) da folha inicialmente infestada e confinadas para outras duas folhas localizadas na parte intermediária da planta, confinando uma fêmea por folha. Para o confinamento da fêmea e seu monitoramento, o pecíolo foliar foi impregnado com cola entomológica. Assim, como repetição foi considerada a média de descendentes produzidos pelas duas fêmeas por planta, sendo um total de 14 fêmeas avaliadas. Diariamente as fêmeas foram inspecionadas, a fim de registrar o início da reprodução, caracterizado pela presença de ovissacos e ninfas neonatas ao redor do seu corpo. Os ovos não foram observados, pois a eclosão das ninfas ocorre em até 4h (Rawat & Modi 1969, Awadallah *et al.* 1979). Assim, a presença de ninfas define o final do período de pré-oviposição de *F. virgata*. Além disso, foi determinada a sobrevivência das fêmeas progenitoras com até 50 dias de idade.

Por fim, quando a fêmea progenitora completou 50 dias de idade as folhas foram destacadas e levadas ao laboratório, onde se determinou o número de descendentes produzidos.

A partir dos resultados de número de indivíduos aos 50 dias, foi calculada a taxa instantânea de crescimento populacional de *F. virgata* para as quatro cultivares de algodão, utilizando a seguinte fórmula: $r_i = \text{Ln}(N_f/N_0)/\Delta t$; onde N_f , corresponde o número final de indivíduos; N_0 , número de ninfas liberadas por planta; e Δt , tempo decorrido da infestação a avaliação (25 e 50 dias, respectivamente).

A taxa de estabelecimento, bem como o número médio de cochonilhas aos 50 dias após a infestação, o tempo de desenvolvimento e o período pré-reprodutivo de fêmeas de *F. virgata* em plantas de algodão foram submetidos à análise de variância através do PROC ANOVA do SAS, seguida pelo Teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade para separação das médias (SAS Institute 2001). Curvas de sobrevivência foram determinadas para cochonilhas criadas em cada cultivar empregando o método de Kaplan-Meier e as curvas comparadas pelo teste de Wilcoxon a 5% de probabilidade através do PROC LIFETEST do SAS (SAS Institute 2001).

Distribuição de *Ferrisia virgata* na Planta de Algodão. Plantas com 40 dias de idades das diferentes cultivares foram infestadas como descrito no experimento anterior. Após 25 dias da infestação (65 dias de idade das plantas), foi determinado o número de fêmeas na folha que foi realizada a infestação, nas demais folhas da planta, nos ramos monopodial e ramos simpodiais, bem como nos botões florais. Aos 50 dias após a infestação foi observado o número de cochonilhas presentes em folhas, ramos monopodial e simpodiais e nas estruturas reprodutivas.

Para avaliar a distribuição vertical de *F. virgata* nas plantas, foi inicialmente realizada a infestação de 12 plantas de algodão de cada cultivar. A infestação procedeu-se da seguinte forma: seis plantas receberam cochonilhas na primeira folha mais expandida do topo; e as outras seis plantas receberam cochonilhas na penúltima folha do estrato inferior. Após 50 dias da infestação

(90 dias de idade da planta) foi quantificado o número total de cochonilhas nos estratos superior, médio e inferior das plantas, independente da localização nas estruturas das plantas como folhas e botões florais. A distribuição vertical na planta por estrato inferior, médio e superior foi realizada com base no número de nós presentes por planta dividido por três.

Os resultados do número de insetos por estrutura ou estrato foram transformados em proporção em função do total de insetos encontrados, e comparados entre estruturas ou estratos empregando o teste de qui-quadrado a 5% de probabilidade através do PROC FREQ do SAS (SAS Institute 2001).

Resultados

Crescimento Populacional de *Ferrisia virgata* em Diferentes Cultivares de Algodão. Aos 25 dias após a infestação com 100 ninfas neonatas, o número médio de fêmeas estabelecidas variou de $12,8 \pm 1,96$ a $21,6 \pm 4,28$ fêmeas por planta e não diferiu entre as cultivares ($F_{3,48}=1,57$; $P=0,2075$). De maneira semelhante, aos 50 dias após a infestação não foi detectada diferença entre as cultivares de algodão quanto ao número médio de indivíduos por planta ($F_{3,20}=0,33$; $P=0,8013$). O número médio de cochonilhas por planta após uma geração variou de $6702,8 \pm 1757,83$ a $8806,8 \pm 1897,23$ indivíduos, independente da cultivar.

O crescimento populacional de *F. virgata* foi positivo nas quatro cultivares (BRS Rubi, $r_i=0,08 \pm 0,004$; BRS Safira, $r_i=0,07 \pm 0,007$; BRS Verde $r_i=0,08 \pm 0,005$ e CNPA 7H $r_i=0,08 \pm 0,002$). Assim, estima-se um crescimento médio, a partir da infestação inicial de 100 ninfas, superior a 75 vezes ($7697,2/100$ neonatas) e, considerando os indivíduos que foram observados aos 25 dias após a infestação, o crescimento populacional foi de 411,6 vezes em apenas uma geração (média de $7697,2/18,7$).

As fêmeas de *F. virgata* apresentaram o período de desenvolvimento + pré-reprodutivo semelhante quando criadas nas quatro cultivares ($F_{3,60} = 1,42$ P = 0,2449), bem como o número médio de descendentes por fêmea ($F_{3,48} = 1,32$; P = 0,2761). Em média, *F. virgata* iniciou a reprodução aos $32,0 \pm 0,39$ dias ($31,65 \pm 0,37$ a $32,75 \pm 0,55$) e produziu $376,0 \pm 24,45$ ($317,4$ a $438,9$) descendentes/fêmea. Por outro lado, a sobrevivência média de fêmeas aos 50 dias após a infestação com ninfas neonatas foi superior quando criadas nas cultivares BRS Safira e BRS Verde ($49,7 \pm 0,25$ e $48,1 \pm 0,75$ dias, respectivamente), em relação às cultivares BRS Rubi e CNPA 7H ($46,8 \pm 0,8$ e $45,9 \pm 0,14$ dias, respectivamente) ($\chi^2 = 19,92$; P = 0,0002; GL = 3).

Distribuição de *Ferrisia virgata* na Planta de Algodão. Aos 25 dias após a infestação, *F. virgata* foi encontrada em todas as estruturas presentes naquela idade da planta, ou seja, folhas, ramos e botões florais. No entanto, esta distribuição variou significativamente entre as estruturas da planta ($\chi^2 = 78,40$; P < 0,0001; GL = 4) (Fig. 1). Maior número de cochonilhas foi encontrado na folha onde ocorreu a infestação com ninfas neonatas (78,8%). Nas demais partes da planta, a frequência foi relativamente baixa seguida pelo ramo monopodial (9,3%), demais folhas da planta (6,5%), ramos simpodiais (3,5%) e, botões florais (1,94%), não havendo diferença significativa entre os mesmos ($\chi^2 = 2,95$; P = 0,3987; GL = 3).

Aos 50 dias após a infestação, de maneira diferente do que aos 25 dias após a infestação, foi observada diferença apenas parcial no número de cochonilhas nas estruturas, com permanência de maior número de insetos nas folhas ($\chi^2 = 7,37$; P = 0,0607; GL = 4) (Fig. 1). Do total avaliado, 42,8, 20,0, 18,6 e 18,5% das cochonilhas foram encontradas nas folhas, no ramo monopodial, nos ramos simpodiais e nas maçãs, respectivamente.

A distribuição vertical da população de *F. virgata*, aos 50 dias após a infestação, foi variável entre os estratos da planta de algodão. Mesmo sendo realizada a infestação no estrato superior, as

cochonilhas foram encontradas em maior número no estrato inferior ($\chi^2 = 6,22$; $P = 0,044$), seguido pelo estrato médio e, por fim, no estrato superior, embora não diferindo entre os estratos médio e superior (Fig. 2). Quando a infestação foi realizada no estrato inferior, maior frequência de cochonilhas foi também encontrada no estrato inferior ($\chi^2 = 12,07$; $P = 0,0024$) (Fig. 2).

Discussão

O número de cochonilhas aos 25 e 50 dias após a infestação foi semelhante entre as cultivares estudadas, demonstrando uma resposta similar quanto à susceptibilidade destas à *F. virgata*. De acordo com Normark & Johnson (2011), *F. virgata*, dentre outras características, é considerada uma espécie polífaga por se alimentar em 20 ou mais famílias de plantas vasculares. Desta maneira, *F. virgata* parece possuir mecanismos que tolerem ou sobrepujem características de defesa de diversas plantas. Provavelmente, as variações morfofisiológicas entre as cultivares de algodão estudadas, tais como pilosidade (Breda 2011), não foram suficientes para ocasionar mudanças no desenvolvimento de *F. virgata*. Resultados semelhantes também foram encontrados por Fernandes *et al.* (2001) estudando o crescimento populacional do pulgão-do-algodoeiro, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphiidae). Estes autores, também constataram que não houve diferença da densidade populacional aos 15, 30 e 45 dias após a infestação entre as cultivares. Segundo esses autores, a pequena variação morfológica entre as cultivares, como o tamanho, textura e pilosidade das folhas, bem como a taxa de crescimento das plantas parece não ter influenciado no desenvolvimento do pulgão, assim como ocorrido para *F. virgata*.

A cochonilha *F. virgata* foi encontrada em todas as estruturas da planta aos 25 dias após a infestação, porém predominantemente na folha da liberação, indicando que inicialmente as ninfas neonatas se fixam no primeiro local apropriado da planta hospedeira para a alimentação, mesmo que aparentemente este local/estrutura não seja a mais protegida do ataque de inimigos naturais.

De forma semelhante, foram constatadas infestações generalizadas das espécies *P. solenopsis* (Aheer *et al.* 2009), *Planococcus minor* Maskell (Hemiptera: Pseudococcidae) (Bastos *et al.* 2007) e *M. hirsutum* (Muralidharan & Badaya 2000) em plantas de algodão. No intervalo de 25 dias, foi verificada uma distribuição irregular das cochonilhas na planta, sendo a maior densidade encontrada nas folhas. Em outro estudo, McLeod *et al.* (2002) determinaram a distribuição de cochonilhas-farinhentas, em plantas de banana, e encontraram 85% das cochonilhas *Dysmicoccus* sp. no pseudocaule.

Em plantas de algodão, o estabelecimento predominante nas folhas ocorreu, possivelmente, pela baixa dispersão ativa das cochonilhas, bem como pelas folhas apresentarem condições adequadas para o estabelecimento. Ninfas neonatas também podem ser dispersadas passivamente pelo vento e pela água, bem como por implementos agrícolas, atingindo assim distâncias maiores, não apenas entre plantas, mas entre plantios (Silva-Torres *et al.* 2013). No presente trabalho, foi observado que imediatamente após a infestação na folha, ninfas neonatas se estabeleceram nesta mesma estrutura. O estabelecimento das ninfas ocorreu no mesmo local ou a poucos centímetros do ponto da liberação. Além da baixa capacidade de auto-dispersão, o que pode ter favorecido o estabelecimento de *F. virgata* nas folhas da liberação, foi a facilidade de penetração do aparelho bucal do inseto, já que estas estruturas são tenras. Wardhaugh *et al.* (2006) constataram que o diâmetro e a espessura das estruturas infestadas podem influenciar no estabelecimento das cochonilhas. Esses autores verificaram maiores densidades de *Ultracoelostoma assimile* (Maskell) (Hemiptera: Margarodidae) em ramos do que em troncos da espécie arbórea *Nothofagus fusca* (Hook.f.) Oerst. (Nothofagaceae). Os ramos possuíam menores diâmetros e espessura da casca, o que era determinante para a colonização, pois as cochonilhas segundo os autores, preferem se estabelecer em estruturas cujas células do floema se localizem mais próximas a superfície. Isto poderia explicar também nossos resultados por ter sido observada menores densidades de

cochonilhas nos ramos monopodial e simpodiais, em relação às folhas do algodoeiro. O entendimento da capacidade de dispersão de cochonilhas a curta distância, dentro da mesma planta ou entre plantas vizinhas, é tão importante quanto a longa distância, sendo este essencial para prever o curso da infestação da praga no campo bem como às estratégias de manejo (Barrass *et al.* 1994, Rabkin & Lejeune 1954, Loxdale 1993). Este comportamento de dispersão foi observado de forma semelhante por Grasswitz & James (2008) na cochonilha-farinheira *Pseudococcus maritimus* (Ehrhorn) (Hemiptera: Pseudococcidae) em videira.

Aos 50 dias após a infestação, as fêmeas estabelecidas se reproduziram e os seus descendentes foram encontrados por toda a planta. Provavelmente, a alta densidade de cochonilhas nas folhas, principalmente após a reprodução, estimulou o deslocamento das ninfas neonatas para um local onde houvesse menor competição por recurso ou espaço. Além disso, o deslocamento possivelmente ocorreu pela busca de estruturas mais jovens da planta, pois aquelas folhas inicialmente infestadas onde as fêmeas se desenvolveram, muitas delas, encontravam-se em fase de senescência, tanto pela idade (≈ 30 dias), quanto pelas injúrias ocasionadas pela alimentação das cochonilhas.

Maior densidade de cochonilhas no estrato médio e inferior foi verificada aos 50 dias após a infestação. Tal resultado pode ter sido determinado pelo comportamento de dispersão de *F. virgata*, bem como pelo crescimento da planta. Possivelmente, quando houve a infestação as ninfas neonatas rapidamente se fixaram no mesmo local, pelo mesmo comportamento acima explicado para o estabelecimento na folha da infestação. Ainda, a distribuição de *F. virgata*, tanto quando houve a infestação no estrato superior quanto para infestação no estrato inferior, possivelmente foi determinada pelo crescimento da planta devido às seguintes explicações: 1) quando a infestação ocorreu no estrato superior, com o crescimento da planta durante 50 dias, o estrato superior se tornou o estrato médio, ou até mesmo, inferior. Aproximadamente aos 32 dias

após a infestação, foi iniciada a reprodução das cochonilhas, ocorrendo a dispersão dentro da planta por ninfas neonatas, o que também ocasionou a presença de *F. virgata* nestes estratos; 2) quando houve a infestação no estrato inferior, possivelmente mesmo com o crescimento da planta, após 50 dias, o estrato da infestação continuou sendo o inferior considerando que novos nós são produzidos na parte apical das plantas e nós anteriormente agrupados no estrato médio, passaram a ser agrupados no estrato inferior. Após a reprodução, ninfas neonatas possivelmente se movimentaram para o estrato médio em resposta ao comportamento geotrópico negativo registrado em ninfas do primeiro instar de vários gêneros da superfamília Coccoidea (Gullan & Kosztarab 1997). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva-Torres *et al.* (2013), que constataram maior frequência de cochonilhas nos estratos médio e inferior das plantas, aos 60 dias após infestar plantas de algodão (cv. BRS Rubi) em condições de campo com ninfas neonatas de *F. virgata*. McLeod *et al.* (2002) quando estudaram a distribuição vertical de cochonilhas farinhentas em banana, constataram que o estrato médio do pseudocaule apresentou maior densidade de cochonilhas. Entretanto, em plantas de algodão, para pulgões (Fernandes *et al.* 2001) e ácaros (Carey 1982), artrópodes-praga que apresentam maior mobilidade que as cochonilhas, foram constatadas maiores densidades populacionais nos estratos superior e médio, após 50 dias ou mais da infestação. Estes artrópodes se deslocam para o topo da planta à procura de estruturas jovens de melhor qualidade nutricional, como os brotos, bem como para aproveitar as correntes de ar e assim realizar a dispersão. Ninfas de *F. virgata* pela sua menor mobilidade, parece apenas se locomover a fim de buscar um local adequado para seu desenvolvimento, diferindo dos insetos de maior mobilidade, que ainda se aproveitam dessa característica para otimizar a dispersão.

No presente estudo, *F. virgata* apresentou elevado potencial reprodutivo em plantas de algodão em apenas uma geração. Este crescimento populacional em apenas uma geração ocasionou definhamento de várias plantas observado ao final do experimento - 50 dias após

infestação e 90 dias após a emergência das plantas - com produção seriamente comprometida, embora cultivadas em condições adequadas de umidade do solo e adubação. Estudos em condições de campo, no entanto, serão necessários a fim de avaliar o potencial de *F. virgata* de ocasionar redução de produção em plantas de algodão interagindo com fatores bióticos e abióticos. Entretanto, de acordo com os resultados obtidos, *F. virgata* pode ser considerada uma nova ameaça para o algodão no Brasil. A partir deste estudo também se sugere a possibilidade de perdas significativas por altas infestações desta cochonilha em lavouras de algodão no Semiárido nordestino. Além disso, o presente trabalho demonstrou que as folhas em plantas avaliadas com 65 dias de idade, bem como os estratos inferior e médio, em plantas avaliadas com 90 dias de idade, apresentaram maiores densidades populacionais de *F. virgata*. Isto indica que a distribuição da cochonilha na planta pode estar correlacionada com o local da infestação, com a adequabilidade da estrutura para o estabelecimento, bem como a idade da planta. Este trabalho contribui para o entendimento do comportamento de dispersão de *F. virgata* dentro da planta de algodão indicando locais onde devemos focar nossas observações para a constatação da cochonilha e estimar a intensidade de infestação.

Agradecimentos

A FACEPE pela bolsa de estudo concedida a M.D.O. e apoio através do projeto APQ-0538-5.01/10 e a CAPES projeto PNPd No. 02544/09-1. À Dra. Alessandra Rung e ao Dr. Douglas Miller pela identificação da espécie de cochonilha do estudo.

Literatura Citada

Aheer, G.M., Z. Shah & M. Saeed. 2009. Seasonal history and biology of cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley. J. Agric. Res. 47: 423-431.

- Awadallah, K.T., E.D. Ammar, M.F.S. Tawfik & A. Rashad. 1979.** Life-history of the white mealy – bug *Ferrisia virgata* (Ckll.) (Homoptera, Pseudococcidae). Disch. Entomol. Z., N. F. 26: 101-110.
- Barrass, I.C., P. Jerie, & S.A. Ward. 1994.** Aerial dispersal of first- and second-instar longtailed mealybug, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) (Pseudococcidae: Hemiptera). Aust. J. Exp. Agric. 34: 1205-1208.
- Bastos, C.S., R.P. Almeida, F.C. Vidal Neto & G.P. Araújo. 2007.** Ocorrência de *Planococcus minor* Maskell (Hemiptera: Pseudococcidae) em algodoeiro no Nordeste do Brasil. Neotrop. Entomol. 36: 625-628.
- Breda, M.O. 2011.** Efeitos letais e subletais de inseticidas botânicos sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) e *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) em cultivares de algodão de fibra branca e colorida. Dissertação de mestrado, UFRPE, Recife, 57p.
- Carey, J. R. 1982.** Within-plant distribution of tetranychid mites on cotton. Environ. Entomol. 11: 796-800.
- Calatayud, P.A., B. Delobel, J. Guillaud, & Y. Rahbe. 1998.** Rearing the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*, on a defined diet. Entomol. Exp. Appl. 86: 325-329.
- Culik, M.P., D.S. Martins, J.A. Ventura, A.L.B.G. Peronti, P.J. Gullan & T. Kondo. 2007.** Coccidae, Pseudococcidae, Ortheziidae and Monophlebidae (Hemiptera: Coccoidea) of Espírito Santo, Brazil. Biota Neotrop. 7: 61-65.
- Culik, M.P & P.J. Gullan. 2005.** A new pest of tomato and other records of mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) from Espírito Santo, Brazil. Zootaxa 964: 1-8.
- Dhawan, A.K., K. Singh, S. Saini, B. Mohindru, A. Kaur, G. Singh, & S. Singh. 2007.** Incidence and damage potential of mealy bug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley on cotton in Punjab. Indian J. Ecol. 34: 100-109.
- Fernandes, A.M.V., A.M.I. Farias, M.M.M. Soares & S.D. Vasconcelos. 2001.** Desenvolvimento do pulgão *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em três cultivares do algodão herbáceo *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch. Neotrop. Entomol. 30: 467-470.
- Fuchs, T.W., J.W. Stewart, R. Minzenmayer & M. Rose. 1991.** First record of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in cultivated cotton in the United States. Southwest. Entomol. 16: 215-221.
- Grasswitz, T.R. & D.G. James. 2008.** Movement of grape mealybug, *Pseudococcus maritimus*, on and between host plants. Entomol. Exp. Appl. 129: 268-275.
- Gullan, P.J. & M. Kosztarab. 1997.** Adaptations in sacale insects. Annu. Rev. Entomol. 42:23-50.

- Hendrix D.I., T.J. Henneberry, C.C. Chu & W.E. Coates. 2001.** Enzyme treatment of honeydew-contaminated cotton fiber. *Appl. Eng. Agric.* 17: 571-576.
- Hodgson, C., G. Abbas, M.J. Arif, S. Saeed & H. Karar. 2008.** *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae), an invasive mealybug damaging cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation. *Zootaxa* 1913: 1-35.
- Loxdale, H.D., J. Hardie, S. Halbert, R. Footitt, N.A.C. Kidd, & C.I. Carter. 1993.** The relative importance of short- and long-range movement of flying aphids. *Biol. Rev.* 68: 291-311.
- McLeod, P., J. Diaz, L. Vasquez & D.T. Johnson. 2002.** Within-plant distribution and sampling of mealybugs in plantain var. FHIA 21. *Trop. Agric.* 79: 150-153.
- Miranda, J.E., V.L. Nascimento, B.M. Tripode, T.P.F. Abreu & D.E. Anjos. 2011.** Suscetibilidade de *Phenacoccus solenopsis* a inseticidas, p. 274-280. In 8° Congresso Brasileiro de Algodão, 1° Cotton Expo, São Paulo. Evolução da cadeia para construção de um setor forte: Anais. Campina Grande, Embrapa Algodão.
- Muralidharan, C.M. & S.N. Badaya. 2000.** Mealy bug (*Maconellicoccus hirsutus*) (Pseudococcidae: Hemiptera) out break on herbaceous cotton (*Gossypium herbaceum*) in Wagad cotton belt of Kachchh. *Indian. J. Agric. Sci.* 70: 705-706.
- Normark, B.B. & N.A. Johnson. 2011.** Niche explosion. *Genetica* 139:551-564.
- Painter, R.H. 1958.** Resistance of plants to insects. *Annu. Rev. Entomol.* 3: 267-290.
- Rabkin, F.B., & R.R. Lejeune. 1954.** Some Aspects of the Biology and Dispersal of the Pine Tortoise Scale, *Toumeyella numismaticum* (Pettit and McDaniel) (Homoptera: Coccidae). *Can. Entomol.* 86: 570-575.
- Rawat R.R. & B.N. Modi. 1969.** Studies on biology of *Ferrisia virgata* Ckll. (Pseudococcidae: Homoptera) in Madhya Pradesh. *Indian J. Agr. Sci.* 6: 274-281.
- SAS Institute 2001.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schoonhoven, L.M., J.J.A. Van Loon & M. Dicke. 2005.** Insect plant biology. Oxford, Oxford University Press, 421p.
- Silva-Torres, C.S.A., M.D. Oliveira & J.B. Torres. 2013.** Host selection and establishment of striped mealybug, *Ferrisia virgata*, on cotton cultivars. *Phytoparasitica* 41: 31-40.

- Torres, J.B., M.D. Oliveira & M.S. Lima. 2011.** Cochonilhas Farinhentas: potenciais problemas para o algodão brasileiro. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 6p. (Informativo REDALGO 005).
- Viana, D.L., C.A.D. Silva, E.C.B., Ferreira, E.D. Vasconcelos, D.V. Sousa Júnior. 2008.** Aspectos biológicos da cochonilha *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) em algodoeiro. Resumo On-line. Disponível em <<http://www.seb.org.br>>. In XXII Congresso Brasileiro de Entomologia. Uberlândia, MG.
- Wang, Y.P., S.A. Wu & R.Z. Zhang. 2009.** Pest risk analysis of a new invasive pest, *Phenacoccus solenopsis*, to China. Chinese Bull. Entomol. 46: 101-106.
- Wardhaugh, C.W., T.J. Blakely, H. Greig, P.D. Morris, A. Barnden, S. Rickard, B. Atkinson, L.L. Fagan, R.M. Ewers & R.K. Didham. 2006.** Vertical stratification in the distribution of the beech scale insect (*Ultracoelostoma assimile*) in *Nothofagus* tree canopies in New Zealand. Ecol. Entomol. 31: 185-195.
- Williams, D.J. & M.C. Granara De Willink. 1992.** Mealybugs of Central and South America. London, CAB International, 635p.

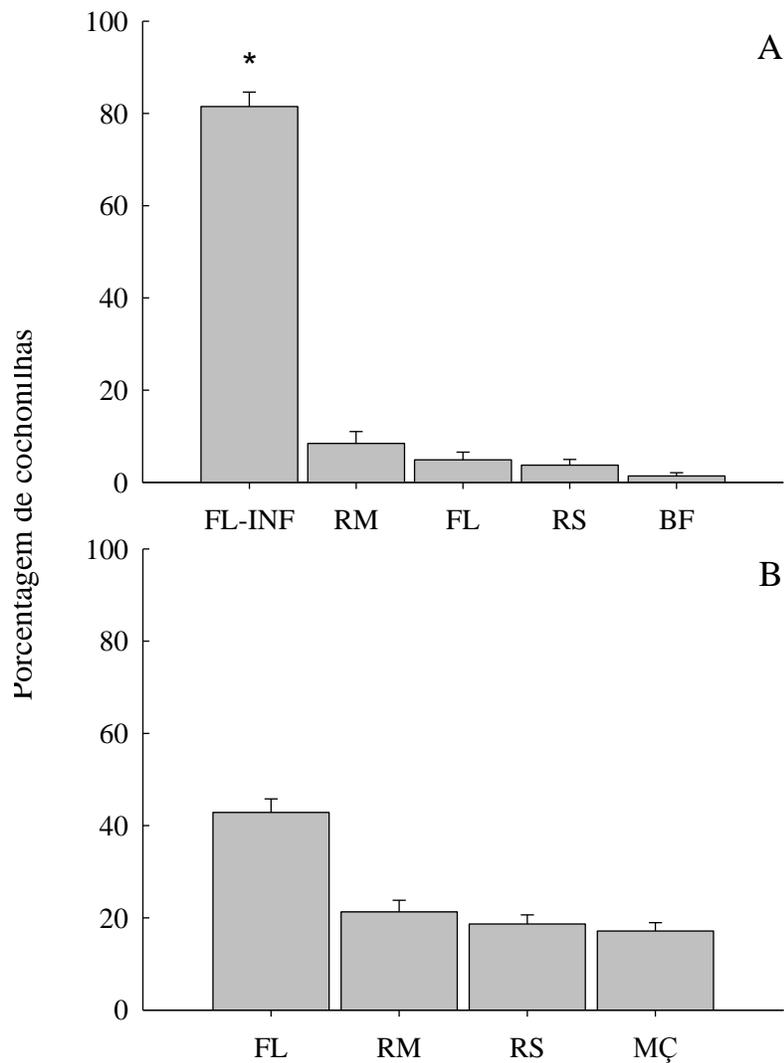


Figura 1. A. Distribuição de fêmeas de *Ferrisia virgata* em diferentes partes da planta de algodão aos 25 dias após a infestação de ninfas neonatas em quatro cultivares; e B. distribuição de ninfas + adultos aos 50 dias após a infestação. Resultados agrupados para as quatro cultivares devido a ausência do efeito de cultivares na distribuição. *Indica diferença entre as partes da planta através do teste de qui-quadrado para a hipótese de igualdade de distribuição (A: $\chi^2=78,40$; $P < 0,0001$; $GL = 4$); (B: $\chi^2=7,37$; $P = 0,0607$; $GL = 3$). Folha do local de infestação (FL-INF), ramo monopodial (RM), ramo simpodial (RS), folhas (FL), botão floral (BF) e maçã (MÇ).

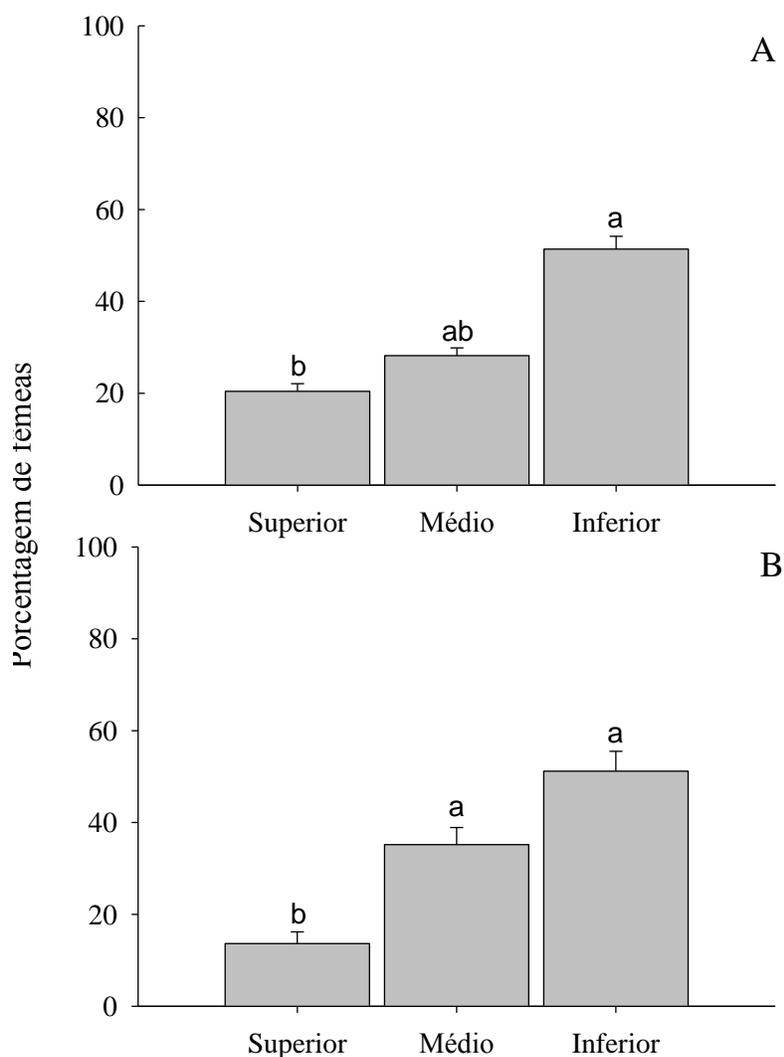


Figura 2. Médias da distribuição vertical de *Ferrisia virgata* obtidas em quatro cultivares de algodoeiro aos 50 dias após a infestação a partir de liberação no estrato superior (A) e inferior (B) das plantas. Barras sob diferentes letras indicam diferenças pelo teste de qui-quadrado a 5% de probabilidade (A: três estratos; $\chi^2 = 6,22$; $P = 0,044$; superior versus médio, $\chi^2 = 0,65$; $P = 0,4168$; médio versus inferior, $\chi^2 = 2,69$; $P = 0,1009$; superior versus inferior, $\chi^2 = 6,0$; $P = 0,0143$); (B: três estratos; $\chi^2 = 12,07$; $P = 0,0024$; superior versus médio, $\chi^2 = 4,99$; $P = 0,0254$; médio versus inferior, $\chi^2 = 1,49$; $P = 0,2213$; superior versus inferior, $\chi^2 = 11,86$; $P = 0,0006$).

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE *Ferrisia virgata* COCKERELL (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) EM REGIME VARIÁVEL DE TEMPERATURA E ACASALAMENTO

MARTIN D. OLIVEIRA² & JORGE B. TORRES²

²Departamento de Agronomia, Área Fitossanidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, Pernambuco, Brasil.

¹Oliveira, M.D. & J.B. Torres. Desenvolvimento e reprodução de *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae) em regime variável de temperatura e acasalamento. A ser submetido.

RESUMO – As cochonilhas possuem restrição de dispersão durante o seu desenvolvimento, sendo influenciadas pelas condições do ambiente e do hospedeiro. Desta maneira, busca-se com este estudo contribuir para o conhecimento do desenvolvimento e reprodução da cochonilha-de-listra, *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae), sendo estes os primeiros resultados biológicos sobre a população brasileira desta espécie. Este estudo avaliou o desenvolvimento e reprodução de *F. virgata* quando criada em discos foliares de algodão a 25, 27 e 28°C e o tipo de reprodução quando criada em laboratório sobre abóbora, como também em plantas de algodão submetidas ou não ao déficit hídrico. A fase ninfal foi menor a 28°C apresentando três e quatro instares com duração média de 19,1 e 20,5 dias para machos e fêmeas, respectivamente. A viabilidade desta fase variou de 77 a 96 % sendo maior a 25°C. As fêmeas apresentaram menor período pré-reprodutivo a 28°C (16,4 dias), enquanto o período reprodutivo foi semelhante nas três temperaturas (16,2 dias). Fêmeas de *F. virgata* produziu em média 440 e 292 descendentes nas temperaturas de 27 e 28°C, respectivamente, enquanto a 25°C, foram produzidos menor número de descendentes (277).. A longevidade de *F. virgata* variou de 53 a 63 dias, sendo maior a 25°C. O tipo de reprodução de *F. virgata* submetida à condição variável de hospedeiro foi apenas sexual, pois todas as fêmeas pareadas acasalaram e reproduziram, enquanto que as fêmeas isoladas morreram e não produziram descendentes.

PALAVRAS-CHAVE: Cochonilha-de-listra, biologia, *Cucurbita moschata*, *Gossypium hirsutum*

DEVELOPEMENT AND REPRODUCTION OF *Ferrisia Virgata* COCKERELL
(HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) UNDER VARIABLE CONDITIONS OF
TEMPERATURE AND MATING

ABSTRACT - Mealybugs have catolic association to their hosts during the development due to the dispersion limitation, thus the environment and the host quality might have direct impact on mealybugs biological traits. The results presented here are a contribution to the knowledge of development and reproduction of the striped mealybug, *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae), to the best of our knowledge, is the first biological data on the brazilian population of *F. virgata* confined on cotton plants testing its response to different temperatures and mating. Development and reproduction of the mealybug were determined when rearing them on cotton leaf discs and maintained at 25, 27, and 28°C. Further, the type of reproduction was studied with insects reared on the factitious host, and on cotton plants subjected or not to water stress. Shorter nymphal development was obtained at 28°C with nymphs originating males and females going through three and four instars with mean duration of 19.1 and 20.5 days, respectively. Nymphal viability ranged from 77 to 96% and it was superior at 25°C. Females reared at 28°C initiated reproduction earlier (16.4 days), but the reproduction period was similar across all three temperatures (~16.2 days). Females of *F. virgata* produced on average 440 and 292 descendents at temperatures of 27 and 28 °C respectively, while at 25 °C, fewer descendents were produced (277). Females lived longer at 25 °C and varied from 53 to 63 days. Under our studied conditions, *F. virgata* female exhibited only sexual reproduction, hence, with offspring production only by mated females, while unmated females die without offspring production.

KEY WORDS: Striped mealybug, biology, *Cucurbita moschata*, *Gossypium hirsutum*

Introdução

Na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) são encontradas diversas espécies de cochonilhas e, dentre elas, destacam-se as espécies de Pseudococcidae. São registradas no algodoeiro 13 espécies de cochonilhas-farinhas (CPC 2012), algumas delas apresentam ampla distribuição geográfica e são altamente polífagas, como é o caso da cochonilha-de-listra, *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae) (Normark & Johnson 2011). Esta espécie é citada ocorrendo em plantas pertencentes a mais de 150 gêneros, incluídas em 68 famílias (Miller *et al.* 2012).

Na planta de algodão, *F. virgata* se distribui de maneira generalizada e apresenta elevado crescimento populacional, podendo provocar rápido definhamento da planta (Silva-Torres *et al.* 2013, Capítulo 2). No Paquistão, *F. virgata* foi relatada como sendo a principal praga do algodoeiro (Ghouri 1960). No Brasil, esta espécie foi constatada em plantas de mamão (Williams & Granara de Willink 1992), na erva daninha *Spermacoce* sp., em *Citrus* sp., *Ranunculos repens* (Culik *et al.* 2007) e, recentemente, em plantas de algodão no Semiárido de Pernambuco (Torres *et al.* 2011, Silva-Torres *et al.* 2013).

O estudo da biologia de qualquer inseto-praga é fundamental para elaboração de táticas de manejo e controle. Assim, devido ao seu grande potencial de infestar várias espécies de plantas, a biologia de *F. virgata* foi estudada na planta ornamental azaléia (*Rhododendron simsii*) (Highland 1956) e plantas de importância agrícola, como batata (*Solanum tuberosum*) (Awadallah *et al.* 1979), berinjela (*Solanum melongena* L.) (Rawat & Modi 1969) e melóquia (*Corchorus olitorius*) (Das *et al.* 1948). Estas informações são importantes para estimar a densidade populacional de *F. virgata* nas respectivas idades, dando condições de determinar o momento mais adequado de aplicação de inseticidas ou liberação de inimigos naturais para um efetivo controle. Desta

maneira, estudos são necessários a fim de conhecer os aspectos biológicos de *F. virgata* em algodoeiro.

A reprodução em Pseudococcidae apresenta grande variação. As espécies de importância agrícola como *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Chong *et al.* 2008), *Planacoccus ficus* Signoret, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti), *Pseudococcus viburni* (Signoret) (Waterworth *et al.* 2011) e *Pseudococcus maritimus* (Ehrhom) (Waterworth & Millar 2012), se reproduzem de forma sexual, enquanto *Phenacoccus manihoti* Malite-Ferrero (Calatayud *et al.* 1998) e *Phenacoccus solanis* Ferris (Lloyd 1952) se reproduzem por partenogênese obrigatória. Ainda, outras espécies podem apresentar partenogênese facultativa (Nur 1971), reproduzindo tanto por partenogênese quanto sexuadamente, como é o caso de *F. virgata* (Padi 1997) e *Planococcus citri* (Risso) (Malleshaiah *et al.* 2000). Awadallah *et al.* (1979) relataram que *F. virgata* ao se desenvolver em *S. tuberosum* reproduziu exclusivamente por partenogênese. Por outro lado, quando criada em *Corchorus olitorius* (Das *et al.* 1948), *Rhododendron simsii* (Highland 1956) e *Solanum melongena* (Rawat & Modi 1969), foi mencionada reproduzindo por partenogênese facultativa, sendo a forma partenogenética a mais frequente. A forma que as fêmeas controlam a partenogênese facultativa ainda não é bem esclarecida.

A razão sexual da descendência em *P. citri*, como na maioria das cochonilhas-farinhas, é determinada pela fêmea materna, devido ao fenômeno de eliminação do genoma paternal, Paternal Genome Elimination (PGE) (Schrader 1921, Nur 1980), que durante o desenvolvimento embrionário do macho ocorre a desativação do genoma herdado do pai (Brown & Nelson-Rees, 1961). A cochonilha *P. citri* apresenta um ajustamento facultativo da razão sexual em repostas a condições locais de desenvolvimento, sendo evidenciado pela averiguação da influencia de diversos fatores na proporção de machos e fêmeas da descendência. Assim, estudos verificaram que a razão sexual de *P. citri* varia em função da temperatura (Nelson-Rees 1960, Ross *et al.*

2010, 2011), da densidade populacional (Varndell & Godfray 1996, Ross *et al.* 2010), da idade da fêmea no momento do primeiro acasalamento (Nelson-Rees 1960, Ross *et al.* 2011) e do tempo de privação alimentar (Ross *et al.* 2011). De acordo com Trivers & Willard (1973) fatores ambientais podem reduzir a condição da fêmea parental, que a fim de recuperar seu desempenho, realiza um ajustamento da razão sexual, investindo na produção do sexo mais adaptado àquela condição de estresse. Dentre as diversas estratégias que os insetos utilizam para recuperar ou alcançar seu melhor desempenho e, conseqüentemente, da população, uma delas é o investimento materno no sucesso reprodutivo de seus descendentes (Trivers & Willard 1973). De acordo com Gullan (1997), a reprodução por partenogênese, sendo do tipo telítoca, eleva o potencial reprodutivo das cochonilhas, pois todos os descendentes são fêmeas, as quais apresentam habilidade de se reproduzir sem a presença do macho.

Diante deste contexto, surgem os seguintes questionamentos: i) em espécies que se reproduzem por partenogênese facultativa, o tipo de reprodução poderá ser determinado pela fêmea materna em resposta às condições locais de desenvolvimento, assim como ocorre na razão sexual? ii) O tipo de reprodução de *F. virgata* poderá ser influenciado pela espécie de planta hospedeira, bem como por diferenças na susceptibilidade hospedeira, visto que foi relatada a reprodução de forma sexual e partenogenética em diferentes espécies de plantas (Awadallah *et al.* 1979, Das *et al.* 1948, Highland 1956, Rawat & Modi 1969), bem como foram observados os dois tipos ocorrendo no mesmo hospedeiro (Das *et al.* 1948, Highland 1956, Rawat & Modi 1969)? Assim, conhecer os fatores que determinam o tipo de reprodução em *F. virgata* é fundamental para o entendimento da ecologia e crescimento populacional da espécie, o que poderá afetar diretamente as estratégias de manejo que possam reduzir a capacidade de infestação desta cochonilha em plantas de algodão.

O presente trabalho teve como objetivo averiguar o desenvolvimento e a reprodução de *F. virgata* em plantas de algodão sob regime variável de temperatura próximo às médias encontradas na região do Semiárido. Além disso, verificar o tipo de reprodução de *F. virgata* ao se alimentar em diferentes hospedeiros (algodão e abóbora), sendo o algodoeiro submetido ou não ao déficit hídrico.

Material e Métodos

Insetos e Plantas. As ninfas de *F. virgata* do estudo foram provenientes de ovissacos de fêmeas de *F. virgata* coletados da criação estoque, mantida em laboratório sobre abóboras (*Cucurbita moschata* (Duch.) Duch. Ex Poir) da variedade Jacarezinho. Essas abóboras foram obtidas no Centro de Abastecimento Alimentar (CEASA) do município de Recife, PE. As plantas de algodão foram cultivadas em vasos de 5L contendo uma mistura de solo argilo-arenoso + húmus (2:1), 5g do fertilizante NPK (04-14-08) e 5g de sulfato de amônia (Yara Brasil Fertilizantes S.A., Porto Alegre, RS) e mantidas em casa telada sob cobertura de plástico (Filme agrícola tipo leitoso para estufas). Aos 15 e 25 dias após a emergência das plantas, foi realizada adubação de cobertura com 40 mL/vaso de uma solução de sulfato de amônia (10g/L). Para a obtenção de folhas de algodão, de aproximadamente mesma idade, foi realizado plantio escalonado no tempo.

Desenvolvimento e Reprodução de *Ferrisia virgata*. O estudo foi conduzido sob três temperaturas constantes 25, 27 e 28°C tendo como hospedeiro, plantas de algodão da cultivar BRS Safira. As plantas foram cultivadas em vasos de 5L contendo uma mistura de solo argilo-arenoso + húmus (2:1), 5g do fertilizante NPK (04-14-08) e 5g de sulfato de amônia (Yara Brasil Fertilizantes S.A., Porto Alegre, RS) e mantidas em casa telada sob cobertura de plástico (Filme agrícola tipo leitoso para estufas). Aos 15 e 25 dias após a emergência das plantas, foi realizada adubação de cobertura com 40 mL/vaso de uma solução de sulfato de amônia (10g/L). Para a

obtenção de folhas de algodão, de aproximadamente mesma idade, foi realizado plantio escalonado no tempo.

Para o monitoramento do desenvolvimento e reprodução de *F. virgata*, ninfas neonatas foram confinadas em discos foliares de algodão medindo 4,8 cm de diâmetro. Estes discos foliares foram provenientes das primeiras folhas expandidas do topo de plantas de algodão com aproximadamente 30 dias após a emergência. Para a coleta dos discos foliares, as folhas foram retiradas das plantas e conduzidas ao laboratório com o pecíolo imerso em água. No laboratório as folhas foram lavadas com água corrente, em solução de hipoclorito de sódio a 1% por cinco minutos para a limpeza. Em seguida, as folhas foram novamente lavadas em água corrente e deixadas para evaporar o excesso de umidade mantendo o pecíolo imerso em água para manter a turgidez das folhas. Com o auxílio de um vazador de metal cilíndrico de 4,8 cm de diâmetro foram cortados discos da parte mediana das folhas. Os discos foliares foram dispostos sobre ágar a 3% já solidificado no fundo de placas de Petri plásticas transparentes (5,5 cm de diâmetro). Assim, foi deixado aproximadamente 0,7 cm de superfície em ágar ao redor dos discos foliares como barreira contra evasão dos insetos. O ágar também serviu para manter a turgescência do disco foliar por maior período de tempo.

A infestação dos discos foliares foi realizada com ninfas neonatas (< 24h de idade) e, sobre essas, iniciada as observações do desenvolvimento. Com auxílio de estereomicroscópio, cinco ninfas neonatas foram coletadas e transferidas para cada disco de folha colocado sobre o ágar no interior das placas. Em seguida, as placas contendo os discos infestados foram vedadas com filme plástico PVC[®], o qual recebeu cinco microfuros realizados com alfinete entomológico (tamanho 00) para favorecer o arejamento e evitar a condensação do vapor de água. As placas contendo os insetos foram acondicionadas em câmaras climáticas reguladas nas temperaturas de 25, 27 e 28°C e fotofase de 12 h. Assim, o experimento constou de três tratamentos (temperaturas) instalado em

delineamento inteiramente casualizado com 30 repetições cada (discos foliares), totalizando 150 ninfas observadas por temperatura. Os discos foliares eram transferidos para novas placas com ágar a intervalos de quatro dias e todo o material era substituído a intervalos de oito dias, incluindo a transferência dos insetos para novos discos de folhas.

As avaliações durante a fase ninfal foram realizadas diariamente para a determinação da duração dos instares pela observação das exúvias, do número de insetos que passaram para o próximo instar e que chegaram a fase adulta, bem como da razão sexual a 25°C. O período de incubação dos ovos não foi observado, pois *F. virgata* é ovovivípara ocorrendo a eclosão das ninfas logo após a deposição dos ovos no ovissaco, sendo necessário a destruição do ovissaco para a sua contagem. Desta maneira, foi agrupada a duração da fase de ovo e ninfa de primeiro instar. A sexagem apenas pôde ser realizada quando os machos passaram para o quarto instar, por apresentar neste estágio, cabeça definida, bem como o corpo mais delgado e cobertura cerosa mais densa que as fêmeas de terceiro instar. Portanto, para fêmeas e machos a duração foi igual até o segundo instar.

Após a emergência, os adultos foram mantidos em discos de folhas de algodão, adotando o mesmo procedimento para a fase ninfal. Assim, para cada temperatura, 15 fêmeas foram individualizadas sendo determinados os períodos pré-reprodutivo e reprodutivo. Neste último, logo após o início das posturas, a produção de ninfas foi contabilizada diariamente. Ainda, para estas fêmeas foram determinados o período pós-reprodutivo e a longevidade. Além disso, foi observada a longevidade de 15 machos virgens e de 15 machos acasalados a 25°C.

Tipo de Reprodução de *Ferrisia virgata*. Este estudo foi conduzido para averiguar se a reprodução de *F. virgata* ocorre de forma sexual ou por partenogênese, quando as cochonilhas maternas se desenvolvem em plantas de algodão submetidas ou não ao déficit hídrico, bem como sobre o hospedeiro da colônia estoque, abóboras var. Jacarezinho. A verificação do tipo de

reprodução de *F. virgata* foi baseada no que ocorre para determinação da razão sexual em cochonilhas (James 1937, Goldasteh *et al.* 2009, Ross *et al.* 2011), cujas fêmeas, em resposta adaptativa às condições locais de desenvolvimento, ajustam a razão sexual dos seus descendentes. Assim, o tipo de reprodução foi determinado em resposta ao hospedeiro natural (algodoeiro) e da criação estoque (abóboras), como também a qualidade do hospedeiro (plantas de algodão submetidas ou não ao déficit hídrico). A diferença na qualidade do hospedeiro é demonstrada pelo melhor desempenho de *F. virgata* ao se desenvolver em plantas de algodão sob déficit hídrico (Capítulo 4).

Para a obtenção das plantas, foi realizado o plantio de algodão da cultivar de fibra branca CNPA 7H cultivadas em vasos de 10 L em casa telada. As plantas aos 30 dias após a emergência foram submetidas diariamente a dois regimes de irrigação sendo quatro plantas/repetição por tratamento, que foram previamente determinados por experimentos pilotos: 1) alto regime hídrico - plantas irrigadas com 600 a 800 mL de água e 2) baixo regime hídrico - plantas irrigadas com 100 a 300 mL de água. A fim de avaliar a condição hídrica da planta, semanalmente (de um total de 16 semanas), no horário entre 8 e 10:00 h da manhã, eram medidos os potenciais de água no solo em quatro vasos de cada tratamento utilizando, o aparelho tensiômetro de pulsão analógico (Sonda Terra Equipamentos Agronômicos, Piracicaba, SP), totalizando 64 aferições por regime hídrico. Assim, as plantas sob alto regime hídrico apresentaram, em média, 0,01 psi, sendo, portanto, consideradas plantas sem déficit hídrico, o que também foi caracterizado visualmente pela turgescência permanente das folhas. Por outro lado, as plantas submetidas a baixo regime de água, apresentaram em média 0,5 psi e foram consideradas plantas com déficit hídrico, sendo evidente a murcha parcial das folhas. Também, para confirmar a condição de déficit da planta no desenvolvimento das plantas, ao final do experimento (plantas com 84 dias), foi contabilizado o

número de maçãs e determinados os pesos fresco e seco (plantas mantidas em estufa a 54°C durante 72 h) de 10 plantas de cada tratamento.

Em cada planta, aos 40 dias após a emergência, as duas folhas mais expandidas do ponteiro foram infestadas por meio de discos foliares de algodão, com aproximadamente 150 ninfas neonatas de *F. virgata*, provenientes da criação estoque. As ninfas foram confinadas na folha pela aplicação de cola entomológica (BioStop Cola[®], Biocontrole S.A., SP) no pecíolo, que serviu para evitar a distribuição generalizada da cochonilha na planta, o que poderia levar a queda de estruturas e morte prematura da planta. Aos 25 dias após a infestação, fêmeas adultas foram retiradas de cada folha originalmente infestada com ninfas neonatas da criação estoque. Assim, duas fêmeas adultas foram individualizadas em outras duas folhas do topo da mesma planta, totalizando oito fêmeas confinadas por tratamento. Tal procedimento foi realizado a fim de se esperar a reprodução destas fêmeas para obtenção de cochonilhas da segunda geração as quais foram utilizadas para averiguar o tipo de reprodução. Utilizou-se indivíduos da segunda geração oriundos de fêmeas criadas nas condições testadas para e evitar a influência do hospedeiro natal usado na criação estoque, como também, permitir que as cochonilhas expressassem o efeito da condição da planta hospedeira submetida ou não ao déficit hídrico. Assim, quando as cochonilhas da segunda geração se encontravam no terceiro instar, quando é possível visualmente separar ninfas machos e fêmeas, dois procedimentos foram realizados para averiguar o tipo de reprodução de *F. virgata*: i) individualização de 20 ninfas fêmeas em placas contendo discos foliares, objetivando verificar a reprodução por partenogênese; ii) pareamento de 10 ninfas fêmeas com ninfas machos em 10 placas, para verificação da reprodução sexual. Em seguida, as cochonilhas foram acondicionadas em câmaras climatizadas a 26°C, que corresponde à temperatura média da na casa telada (temperatura média 26,6 °C min = 19,7 °C; máx = 37,2 °C) registrada durante o período em que as cochonilhas estavam sendo criadas em plantas de algodão submetidas ou não

ao déficit hídrico. Assim, a emergência dos adultos foi esperada e o tipo de reprodução determinado pela observação do início da oviposição e eclosão das ninfas.

Após ter verificado a reprodução sexual em *F. virgata*, outro procedimento foi realizado para confirmação deste tipo de reprodução. Para tal, 10 fêmeas virgens, aos 19 dias após a emergência, foram pareadas durante sete dias com machos obtidos da criação estoque, para observação da reprodução. O pareamento ocorreu, no período logo após o início da oviposição daquelas fêmeas que foram pareadas ainda quando ninfas de terceiro instar e que certamente acasalaram imediatamente após a emergência. Por fim, foi verificado o tipo de reprodução de *F. virgata* quando cochinilhas maternas se desenvolvem em abóbora var. Jacarezinho, utilizada na criação estoque como hospedeira de *F. virgata*. Para tal, 150 ninfas neonatas da criação em abóbora foram confinadas em placas de Petri contendo discos foliares de algodão sobre ágar até atingir o terceiro instar, quando houve a separação dos sexos. Em seguida, seguindo o mesmo procedimento e número de repetições descritos na avaliação anterior, ninfas foram confinadas em placas de Petri para observação do tipo de reprodução.

Os dados de duração e viabilidade ninfal, períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo, fecundidade e longevidade de fêmeas foram submetidos aos testes de Kolmogorov-Smirnov e Bartlett para normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente, pelo Proc Univariate do SAS (SAS Institute 2001), sendo transformados aqueles dados que não assumiram os pré-requisitos da análise de variância (ANOVA); entretanto, valores não transformados são apresentados nas tabelas e figuras. Em seguida, os resultados foram submetidos à ANOVA seguindo o delineamento experimental inteiramente casualizados com três tratamentos (temperaturas) e 30 repetições. Nos casos de significância pela ANOVA, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade para a separação das médias. Ainda, a longevidade de fêmeas virgens e acasaladas, bem como o número de maçãs,

o peso fresco e seco de plantas sem e com déficit hídrico foram comparados pelo test t ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises foram conduzidas empregando o programa SAS (SAS Institute 2001).

Resultados

Desenvolvimento e Reprodução de *Ferrisia virgata*. A temperatura influenciou significativamente a duração dos instares e da fase ninfal de *F. virgata*. De maneira geral, a duração dos instares e da fase ninfal tanto para fêmeas quanto para machos foi menor a 28°C (Tabela 1). Fêmeas e machos apresentaram três e quatro instares, respectivamente, nas três temperaturas (Tabela 1). Especificamente, a temperatura influenciou a duração do terceiro instar ($F_{2, 158} = 15,97$; $P < 0,0001$), e fase ninfal ($F_{2, 146} = 132,56$ $P < 0,0001$). Além disso, houve diferença na duração do terceiro instar ($F_{1, 158} = 32,63$; $P < 0,0001$) e da fase ninfal ($F_{1, 146} = 4,47$; $P = 0,0362$) em função do sexo da ninfa. Entretanto, apenas foi verificada interação para a duração da fase ninfal entre a temperatura e o sexo da ninfa ($F_{2, 146} = 12,95$; $P < 0,0001$).

A duração do terceiro instar de fêmeas foi, de maneira geral, dois a três dias mais longa que nos machos, independente da temperatura. Por outro lado, o macho apresenta quatro instares. Ainda, foi observado que a fase de ninfa do macho foi aproximadamente três dias mais longo do que a da fêmea na temperatura de 27°C ($F_{1, 50} = 21,80$; $P < 0,0001$) e, aproximadamente, um dia mais longo na temperatura de 28°C ($F_{1, 56} = 24,28$; $P < 0,0001$). Entretanto, na temperatura de 25°C, a duração da fase ninfal do macho e da fêmea foi semelhante ($F_{1, 40} = 0,3$; $P = 0,5855$).

A viabilidade de ninfas, de ambos os sexos, do primeiro e do segundo instar foi maior na temperatura de 25°C, ao passo que ninfas do terceiro instar apresentaram viabilidade semelhante nas três temperaturas avaliadas (Tabela 1). Portanto, a viabilidade da fase ninfal foi maior na temperatura de 25°C e menores e semelhantes nas temperaturas de 27 e 28°C.

Em relação aos aspectos reprodutivos, o período pré-reprodutivo de *F. virgata* foi menor na temperatura de 28°C e semelhante nas outras temperaturas (Tabela 2). Os períodos reprodutivo e pós-reprodutivo foram semelhantes nas três temperaturas, sendo em média de 16,2 e 0,97 dias, respectivamente (Tabela 2). A produção de descendentes foi menor a 25°C comparado as temperaturas de 27 e 28°C. Na temperatura de 25°C o número de fêmeas produzidas foi três vezes maior do que a de machos, correspondendo a uma razão sexual de 0,75.

A longevidade das fêmeas foi maior nas temperaturas de 25 e 27°C comparada a 28°C (Tabela 2). Em relação aos machos adultos, a longevidade média com e sem cópula foi semelhante sendo, em média, de 4,4 dias, respectivamente. Os machos começaram a copular, em média, 2,5 dias após a emergência. Depois da cópula os machos sobreviveram em média 2,7 dias.

Tipo de Reprodução de *Ferrisia virgata*. As plantas de algodão com (CD) ou sem déficit hídrico (SD) mostraram diferenças quanto ao desenvolvimento. Foram observadas diferenças significativas em relação ao peso fresco (plantas: média \pm EP: CD 139,1 \pm 8,51; SD: 347,1 \pm 32,87g; $t = -7,22$; $P < 0,0001$), peso seco (CD: 67,4 \pm 3,40 g; SD: 126,2 \pm 13,69g; $t = -4,73$; $P < 0,0001$) e número de maçãs produzidas (CD: 2,5 \pm 0,38; SD: 9,45 \pm 1,15 maçãs; $t = -6,07$; $P < 0,0001$). Contudo, independentemente da condição que a planta foi submetida e da espécie do hospedeiro (abóbora ou algodão) na qual *F. virgata* se desenvolveu, todas as fêmeas que foram pareadas com machos copularam e reproduziram. Por outro lado, aquelas fêmeas que não foram pareadas com machos morreram sem produzir descendentes. Estas fêmeas que não copularam apresentaram longevidade média de 82,6 dias, sendo superior ao período das fêmeas que acasalaram (63,5 dias) ($t = -11,77$; $P < 0,0001$). Ainda, as fêmeas antes isoladas e que foram pareadas com machos aos 19 dias após a emergência, iniciaram a produção de descendentes,

confirmando a necessidade de cópulas para a produção de descendentes e apresentaram longevidade média de 78,1 dias.

Discussão

Desenvolvimento e Reprodução de *Ferrisia virgata*. O presente estudo demonstra que *F. virgata* respondeu a variação de temperatura quando criadas em plantas de algodão sendo as temperaturas de 27 e 28°C as mais favoráveis ao desenvolvimento e reprodução de *F. virgata*, enquanto que maior viabilidade foi encontrada a 25°C.

Em algodoeiro, *F. virgata* completou seu desenvolvimento quase duas vezes mais rápido do que em batata, onde necessitou de aproximadamente 50 dias para chegar a fase adulta (Awadallah *et al.* 1979). Além disso, quando criada em algodoeiro, *F. virgata* apresentou o desenvolvimento ninfal próximo aquele constatado em plantas de azaléia (28 dias) (Highland 1956), e semelhante às registradas em berinjela (19 a 20 dias) (Rawat & Modi 1969) e melóquia (18 a 19 dias) (Das *et al.* 1948).

Em relação aos aspectos reprodutivos, em plantas de algodão o período pré-reprodutivo de *F. virgata* foi em geral, mais curtos que em azaléia (23 dias) (Highland 1956) e batata (27,5 a 43,2 dias) (Awadallah *et al.* 1979) e semelhante quando criada em berinjela (15,3 a 17,4 dias) (Rawat & Modi 1969). O período reprodutivo de *F. virgata* em algodoeiro foi semelhante aos registrados em batata (15 a 21 dias) (Awadallah *et al.* 1979), berinjela (12,3 a 22,5 dias) (Rawat & Modi 1969) e igual em melóquia (16 dias) (Das *et al.* 1948).

Quanto ao número de descendentes, *F. virgata* produziu maior número nas temperaturas mais altas. Por outro lado, Rawat & Modi (1969) verificaram que no período em que a temperatura variou entre 19,6 a 26,2°C, a fecundidade de *F. virgata* foi de 313 ovos criadas em berinjela, enquanto que no período cuja temperatura foi de 26,1 a 31,6°C a fecundidade foi de

apenas 93 ovos. Ou seja, observa-se no estudo realizado por Rawat & Modi (1969), que no período de menor temperatura a fecundidade foi maior, ao contrário do que foi verificado no presente trabalho. Awadallah *et al.* (1979) observaram no período em que a temperatura variou entre 25,2 e 28 ,9°C, (intervalo de temperatura semelhante a deste trabalho) que o número de ninfas produzidas por fêmea de *F. virgata* em batata variou entre 61,6 a 76,6, aproximadamente seis vezes menor ao observado em algodão. Diferentemente, em plantas de melóquia, *F. virgata* produziu em média 657 descendentes.

A longevidade das fêmeas que reproduziram em plantas de algodão foi menor que em brotos de batatas (50 a 63 dias) (Awadallah *et al.* 1979) e próxima a verificada em berinjela (32 a 39 dias) (Rawat & Modi 1969). A longevidade dos machos é bastante inferior às fêmeas, sendo constatado que em algodão os machos viveram em média dois dias a mais que em brotos de batata (Awadallah *et al.* 1979).

Diante das comparações realizadas, os resultados mostram que tanto a temperatura quanto a planta hospedeira influenciam no desenvolvimento e reprodução de *F. virgata*. Além disso, sugere que *F. virgata* tem grande capacidade de se reproduzir e de se estabelecer como praga do algodoeiro no Brasil, uma vez que o cultivo é realizado em épocas do ano cujas temperaturas são semelhantes as deste trabalho, principalmente as de verão.

A fim de avaliar o desempenho de *F. virgata*, a qual foi recentemente encontrada no Brasil em plantios de algodão, é plausível uma comparação de seus aspectos biológicos com os de *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae), a cochonilha mais importante como praga do algodoeiro em diversos países (Fuchs *et al.* 1991, Abbas *et al.* 2005, Zaka *et al.* 2006, Hodgson *et at.* 2008, Wang *et al.* 2010, Wu & Zhang 2009). Quando a cochonilha *P. solenopsis* foi criada em plantas de algodão a 25 e 27°, a fase ninfal de fêmeas durou 25,2 e 19,92 dias, respectivamente (Prasad *et al.* 2012), sendo estes valores bastante próximos aos registrados

para *F. virgata* neste trabalho. Em relação à sobrevivência de ovo a adulto, *F. virgata* apresentou maior porcentagem que *P. solenopsis* (62,3% a 25°C e 65,3% a 27°C). A 25°C, *F. virgata* apresentou os períodos de pré-oviposição e oviposição mais longos do que os observados para *P. solenopsis*, que foram de 12,3 dias e 11 dias, respectivamente. Além disso, a fecundidade de *F. virgata* foi quase duas vezes maior que *P. solenopsis*, que produziu em média 154,3 descendentes por fêmea. Ainda, a longevidade de fêmeas acasaladas de *F. virgata* foi superior à de *P. solenopsis* a 25°C, que foi de 25,2 dias. Desta maneira, em condições de laboratório, o período de desenvolvimento de *F. virgata* é semelhante ao de *P. solenopsis*, entretanto a primeira espécie apresenta maior sobrevivência e produção de descendentes por fêmea, bem como maior longevidade. Por todos estes aspectos, *F. virgata* apresenta grande potencial de se tornar praga importante do algodoeiro no Brasil, da mesma maneira como foi relatada no Paquistão (Ghouri 1960).

Tipo de Reprodução de *Ferrisia virgata*. A cochonilha produziu descendentes apenas quando houve o acasalamento, assim, a criação em plantas de algodão submetidas ou não ao déficit hídrico, bem como no hospedeiro de manutenção em laboratório (abóbora), não ocasionaram variação no tipo de reprodução. Desta maneira, o hospedeiro e sua qualidade não influenciaram no tipo de reprodução de *F. virgata*. Entretanto, esperava-se que *F. virgata* variasse o tipo de reprodução em função dos hospedeiros, ou ainda, que houvesse a reprodução por partenogênese obrigatória, baseado em Awadallah *et al.* (1979), ou ao menos partenogênese facultativa, pelo mencionado por (Das *et al.* (1948), Highland (1956) e Rawat & Modi (1969). Além disso, como em *P. citri*, e na maioria das cochonilhas-farinentas, a determinação da razão sexual ocorre em resposta a condições locais de desenvolvimento, esperava-se que a variação na qualidade hospedeira, apresentada em plantas de algodão submetidas ou não ao déficit hídrico fosse capaz de influenciar o tipo de reprodução de *F. virgata*.

Semelhantemente a *F. virgata*, a cochonilha-do-algodeiro *P. solenopsis* foi relatada por Hodgson *et al.* (2008) e Prasad *et al.* (2012) reproduzindo apenas de forma sexual em plantas de algodão. Outros autores, no entanto, observaram também em algodão, a obrigatoriedade da reprodução partenogenética de *P. solenopsis* (Kumar *et al.* 2010, Nikam *et al.* 2010, Vennila *et al.* 2010). Neste caso, a espécie de planta e a sua qualidade parecem não estar envolvidas no tipo de reprodução de *P. solenopsis*. Entretanto, os trabalhos foram realizados em diferentes regiões e provavelmente com diferentes populações de *P. solenopsis*. Possivelmente, características populacionais podem estar relacionadas na determinação do tipo de reprodução, da mesma maneira como foi observado para populações geneticamente diferentes do pulgão, *Diuraphis noxia* (Kurdjumov) (Hemiptera: Aphididae), que reproduziam por partenogênese cíclica e obrigatória em lavouras de trigo nos Estados Unidos (Puterka *et al.* 2012). Como no presente trabalho, para averiguação do tipo de reprodução, foi utilizada apenas uma população de *F. virgata* (proveniente do estado de Pernambuco), a reprodução sexual pode ser uma característica desta população e por este motivo não foi observada influencia da qualidade hospedeira. Portanto, futuros estudos envolvendo diferentes espécies de plantas e populações poderão ser conduzidos para caracterizar o tipo de reprodução desta espécie.

Poucos trabalhos verificam o tipo de reprodução de cochonilhas-farinhas utilizando o método de isolamento de fêmeas virgens para verificar a reprodução por partenogênese e o pareamento de fêmeas virgens com machos para a observação da reprodução sexual (Lloyd 1952, Silva *et al.* 2010, Waterworth *et al.* 2011, Waterworth & Millar 2012). Pelo contrário, vários autores apenas mencionam o tipo de reprodução sem realizar esta metodologia. Dentre os diversos fatores que podem estar envolvidos no tipo de reprodução, a ausência destes testes científicos podem ser uma das causas da divergência de muitos resultados.

A obrigatoriedade da reprodução sexuada de *F. virgata*, ao se desenvolver em plantas de algodão, possui significado prático de manejo, pois permite a realização de estudos e o emprego de feromônio sexual para o seu monitoramento através da captura de machos em armadilhas, estratégia que vem sendo utilizada no monitoramento de cochonilhas-farinhentas (Hinkens *et al.* 2001, Millar *et al.* 2005, Millar & Midland 2007, Figadère *et al.* 2007, Millar *et al.* 2009). Ainda, o controle biológico aplicado depende do desenvolvimento de técnicas para a criação e multiplicação massal de inimigos naturais. Além da planta de algodão, *F. virgata* possui grande habilidade de se desenvolver em abóbora var. Jacarezinho, apresentando potencial para ser utilizada como presa de joaninhas predadoras como *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant e *Tenuisvalve notata* (Mulsant) (Barbosa 2012), espécies mantidas em criação no Laboratório de Ecologia e Controle Biológico da Universidade Federal Rural de Pernambuco, entre outras.

Ter observado que a fêmea de *F. virgata* necessita de acasalamento para a reprodução em abóbora var. Jacarezinho é o primeiro passo para o aperfeiçoamento da metodologia de criação desta espécie, sendo importante a realização de estudos a fim de conhecer a razão sexual, a habilidade em acasalar múltiplas vezes para maximizar a fecundidade, bem como os fatores que as influenciam.

O presente estudo fornece informações sobre os aspectos biológicos de *F. virgata* em plantas de algodão, demonstrando que a cochonilha-de-listra em condições de laboratório, apresenta elevada habilidade de desenvolvimento. Entretanto, são necessários estudos em campo, onde existe a influencia de fatores bióticos e abióticos, a fim de conhecer o potencial de infestação, bem com os prejuízos causados as plantas de algodão. Ainda, neste trabalho foi determinado o tipo de reprodução de *F. virgata* em plantas de algodão e abóbora, entretanto, as causas da partenogênese facultativa desta cochonilha precisam ser estudadas.

Agradecimentos

A FACEPE pela bolsa de estudo concedida a M.D.O. e apoio através do projeto APQ-0538-5.01/10 e a CAPES projeto PNPd No. 02544/09-1. À Dra. Alessandra Rung e ao Dr. Douglas Miller pela identificação da espécie de cochonilha do estudo.

Literatura Citada

- Abbas, G., M.J. Arif & S. Saeed. 2005.** Systematic status of new species of genus *Phenacoccus* Cockerell (Pseudococcidae), a serious pest of cotton *Gossypium hirsutum* L. in Pakistan. Pak. Entomol. 27: 83-84.
- Awadallah, K.T., E.D. Ammar, M.F.S. Tawfik & A. Rashad. 1979.** Life-history of the white mealy – bug *Ferrisia virgata* (Ckll.) (Homoptera, Pseudococcidae). Disch. Entomol. Z., N. F. 26: 101-110.
- Barbosa, P.R.R. 2012.** Desempenho de *Tenuisvalvae notata* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) em diferentes presas e sua predação sobre *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae). Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, 69p.
- Brown, S.W. & W.A. Nelson-Rees. 1961.** Radiation analysis of a Lecanoid genetic system. Genetics 46: 983-1006.
- Calatayud, P.A., B. Delobel, J. Guillaud, & Y. Rahbe. 1998.** Rearing the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*, on a defined diet. Entomol. Exp. Appl. 86: 325-329.
- Chong, J.H., A.L. Roda, & C.M. Mannion. 2008.** Life history of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at constant temperatures. Environ. Entomol. 37: 323-332.
- CPC – Crop Protection Compendium. 2012.** Disponível em <<http://www.cabi.org/cpc/>>. Acesso em dez. de 2012.
- Culik, M.P., D.S. Martins, J.A. Ventura, A.L.B.G. Peronti, P.J. Gullan & T. Kondo. 2007.** Coccidae, Pseudococcidae, Ortheziidae and Monophlebidae (Hemiptera: Coccoidea) of Espírito Santo, Brazil. Biota Neotrop. 7: 61-65.
- Das, G.M., T.D. Mukherjee & N. San Gupta. 1948.** Biology of the common mealybug, *Ferrisiana virgata* (Ckll.), (Coccidae), a pest on jute (*Corchorus olitorius*) in Bengal. Proc. Zool. Soc. Bengal. 1: 109-115.

- Figadère, B.A., J.S. McElfresh, D. Borchardt, K.M. Daane, W.J. Bentley & J.G. Millar. 2007.** Identification and synthesis of trans- α -necrodyl isobutyrate, the sex pheromone of the grape mealybug, *Pseudococcus maritimus*. *Tetrah. Lett.* 48: 8434-8437.
- Fuchs, T.W., J. W. Stewart, R. Minzenmayer & M. Rose. 1991.** First record of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in cultivated cotton in the United States. *Southwest. Entomol.* 16: 215-221.
- Ghouri, A.S.K. 1960.** Insect Pests of Pakistan. FAO Bangkok, Thailand, (Technical Bulletin 8, FAO Regional Office for Asia and the Far East), 30p.
- Goldasteh, S., A.A. Talebi, Y. Fathipour, H. Ostavan, A. Zamani & R.V. Shoushtari. 2009.** Effect of temperature on life history and population growth parameters of *Planococcus citri* (Homoptera, Pseudococcidae) on coleus [*Solenostemon scutellarioides* (L.) Codd.]. *Arch. Biol. Sci.* 61: 329-336.
- Gullan, P.J. 1997.** Adaptations in scale insects. *Annu. Rev. Entomol.* 42: 23-50.
- Highland, H.A. 1956.** The biology of *Ferrisiana virgata*, a pest of azaleas. *J. Econ. Entomol.* 49: 276-277.
- Hinkens, D.M., J.S. McElfresh & J.G. Millar. 2001.** Identification and synthesis of the sex pheromone of vine mealybug, *Planococcus ficus*. *Tetrah. Lett.* 42: 1619-1621.
- Hodgson, C., G. Abbas, M. J. Arif, S. Saeed & H. Karar. 2008.** *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae), an invasive mealybug damaging cotton in Pakistan and India, with a discussion on seasonal morphological variation. *Zootaxa* 1913: 1-35.
- James, H.C. 1937.** Sex ratios and the status of the male in Pseudococcidae (Hem. Coccidae). *Bull. Entomol. Res.* 28: 429-461.
- Kumar, R., S.L. Jat, V. Pal & R. Chauhan. 2010.** Biology of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) in India. *Entomon* 34: 189-192.
- Lloyd, D.C. 1952.** Parthenogenesis in the mealybug, *Phenacoccus solani* Ferris. *Can. Entomol.* 84: 308-310.
- Malleshaiah, B., K. Rajagopal & K.N.M. Gowda. 2000.** Biology of citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae). *Crop Res.* 20: 130-133.
- Millar, J.G. & S.L. Midland. 2007.** Synthesis of the sex pheromone of the obscure mealybug, the First example of a new class of monoterpenoids. *Tetrah. Lett.* 48: 6377-6379.
- Millar, J.G., S.L. Midland, J.S. McElfresh, & K.M. Daane. 2005.** (2,3,4,4-Tetramethylcyclopentyl) methyl acetate, a sex pheromone from the obscure mealybug: First example of a new structural class of monoterpenes. *J. Chem. Ecol.* 31: 2999-3005.

- Millar, J.G., J.A. Moreira, J.S. McElfresh, K.M. Daane & A.S. Freund. 2009.** Sex pheromone of longtailed mealybug: a new class of monoterpene structure. *Org. Lett.* 11: 2683-2685
- Miller, D.Y. Ben-Dov & G. Gibson. 2012.** ScaleNet, Pseudococcidae catalogue. Disponível em <<http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm>. *Ferrisia virgata*: <http://www.sel.barc.usda.gov/catalogs/pseudoco/Ferrisiavirgata.htm>> Acesso em dez.de 2012).
- Nelson-Rees WA. 1960.** A study of sex predetermination in the mealybug *Planococcus citri* (Risso). *J. Exp. Zool.* 144: 111-137.
- Nikam, N.D., B.H. Patel & D.M. Korat. 2010.** Biology of invasive mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton. *Karnataka J. Agri. Sci.* 23: 649-651.
- Normark, B.B. & N.A. Johnson. 2011.** Niche explosion. *Genetica* 139: 551-564.
- Nur, U. 1980.** Evolution of unusual chromosome systems in scale insects (Coccoidea: Homoptera), p. 97-118. In R.L. Blackman, G.M. Hewitt & M. Ashburner (eds.), *Insect Cytogenetics*. Oxford, Blackwell, 278p.
- Nur, U. 1971.** Parthenogenesis in Coccids (Homoptera). *Am. Zool.* 11: 301-308.
- Padi, B. 1997.** Parthenogenesis in mealybugs occurring in cocoa, p. 242-248. In G.K. Owusu, B. Padi, L.A.A. Ollennu & E. Owusu Manu (eds.), *Proceedings of the First International Cocoa Pests and Diseases Seminar*. Accra, Ghana, 312p.
- Puterka, G.J., R.W. Hammon, J.D. Burd, F.B. Peairs, T.L. Randolph & W.R. Cooper. 2012.** Cyclical parthenogenetic reproduction in the russian wheat aphid (Hemiptera: Aphididae) in the United States: sexual reproduction and its outcome on biotypic diversity. *J. Econ. Entomol.* 105: 1057-1068.
- Prasad, Y.G., M. Prabhakar, G. Sreedevi, G. Ramachandra Rao & B. Venkateswarlu. 2012.** Effect of the temperature on development, survival and reproduction of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton. *Crop Prot.* 39: 81-88.
- Rawat R.R. & B.N. Modi. 1969.** Studies on biology of *Ferrisia virgata* Ckll. (Pseudococcidae: Homoptera) in Madhya Pradesh. *Indian J. Agr. Sci.* 6: 274-281.
- Ross, L., E.J. Dealey, L.W. Beukeboom & D.M. Shuker. 2011.** Temperature, age of mating and starvation determine the role of maternal effects on sex allocation in the mealybug *Planococcus citri*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 65: 909-919.
- Ross, L., M.B.W. Langenhof, I. Pen, L.W. Beukeboom, S.A. West & D.M. Shuker. 2010.** Sex allocation in a species with paternal genome elimination: the roles of crowding and female age in the mealybug *Planococcus citri*. *Evol. Ecol. Res.* 12: 89-104.

- SAS Institute 2001.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Silva, E. B., Z. Mendel, J. C. Franco. 2010.** Can facultative parthenogenesis occur in biparental mealybug species? *Phytoparasitica* 38: 19-21.
- Silva-Torres, C.S.A., M.D. Oliveira & J.B. Torres. 2013.** Host selection and establishment of striped mealybug, *Ferrisia virgata*, on cotton cultivars. *Phytoparasitica* 41: 31-40.
- Torres, J.B., M.D. Oliveira & M.S. Lima. 2011.** Cochonilhas Farinhentas: potenciais problemas para o algodão brasileiro. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 6p. (Informativo REDALGO 005).
- Trivers, R.L. & D.E. Willard. 1973.** Natural selection of parental ability to vary sex-ratio of offspring. *Science* 179: 90-92.
- Varndell N.P. & H.C.J. Godfray. 1996.** Facultative adjustment of sex ratio in a insect (*Planococcus citri*, Pseudococcidae) with paternal genome loss. *Evolution* 50: 2100-2105.
- Vennila S., A.J. Deshmukh, D. Pinjarkar, M. Agarwal, V.V. Ramamurthy, S. Joshi, K.R. Kranthi & O.M. Bambawale. 2010.** Biology of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* on cotton in the laboratory. *J. Insect Sci.* 10: 1-9.
- Zaka, S.M., S. Saeed, S.A. Bukhari & E. Baksh. 2006.** Mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Homoptera: Pseudococcidae): A novel pest of cotton in Pakistan. In Proceedings of 34th Pakistan (SAARC) Countries Science Conference. University of Veterinary and Animal Sciences. Lahore, Pakistan, 32p.
- Waterworth, R.A. I.M. Wright & J.G. Millar. 2011.** Reproductive biology of three cosmopolitan mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) species, *Pseudococcus longispinus*, *Pseudococcus viburni*, and *Planococcus ficus*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 104: 249-260.
- Waterworth, R.A. & J.G. Millar. 2012.** Reproductive biology of *Pseudococcus maritimus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Hortic. Entomol.* 5: 949-956.
- Wang, Y., W. Gillian & Z. Runzhi. 2010.** The potencial distribution of an invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* and its threat to cotton in Asia. *Agric. For. Entomol.* 12: 403-416.
- Williams, D.J. & M.C. Granara De Willink. 1992.** Mealybugs of Central and South America. London, CAB International, 635p.
- Wu, S.A. & R. Z. Zhang. 2009.** A new invasive pest, *Phenacoccus solenopsis* threatening seriously to cotton production. *Chinese Bull. Entomol.* 46: 159-162.

Tabela 1. Duração (dias) dos instares de machos e fêmeas e viabilidade (%) de fêmeas de *Ferrisia virgata* criadas em algodão nas temperaturas de 25, 27 e 28 °C.

Temp. °C	Instares ¹				Fase ninfal
	Ovo+Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto	
Duração fêmea					
25	10,8 ± 0,13 a	7,7 ± 0,22 a	7,8 ± 0,50 a	- ²	26,3 ± 0,60 a
27	8,4 ± 0,13 b	6,2 ± 0,21 b	5,4 ± 0,51 b	-	20,2 ± 0,46 b
28	8,7 ± 0,07 b	5,3 ± 0,15 c	5,0 ± 0,22 b	-	19,1 ± 0,22 b
<i>F</i>	116,66	34,85	12,02	-	77,43
<i>GL</i>	2, 87	2, 87	2, 86	-	2, 86
<i>P</i>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	<0,0001
Duração macho					
25	- ³	-	5,0 ± 0,63 a	3,2 ± 0,45 b	26,8 ± 0,32 a
27	-	-	3,6 ± 0,31 b	5,0 ± 0,28 a	23,0 ± 0,33 b
28	-	-	3,8 ± 0,15 ab	2,4 ± 0,17 b	20,5 ± 0,15 c
<i>F</i>			3,53	28,29	116,86
<i>GL</i>			2, 72	2, 60	2, 60
<i>P</i>			0,0343	<0,0001	<0,0001
Viabilidade fêmea					
25	98,6 ± 0,92 a	98,8 ± 1,14 a	96,8 ± 3,12	-	96,0 ± 2,58 a
27	90,0 ± 2,66 b	81,5 ± 4,24 b	95,0 ± 2,48	-	76,9 ± 3,62 b
28	92,0 ± 2,64 ab	89,2 ± 3,38 ab	90,0 ± 3,35	-	79,2 ± 3,15 b
<i>F</i>	4,13	7,36	1,55		18,43
<i>GL</i>	2, 87	2, 84	2, 74		2, 78
<i>P</i>	0,0194	0,0011	0,2193		<0,0001

¹Médias (±EP) seguidas por letras diferentes, na mesma coluna para fêmeas ou machos, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey HSD ($P < 0,05$).

²Ninfas originando adultos fêmeas não possuem o quarto instar.

³Dimorfismo sexual indefinido de ninfas do primeiro e segundo instar.

Tabela 2. Parâmetros (média \pm EP) reprodutivos e longevidade de *Ferrisia virgata* criada em algodoeiro nas temperaturas de 25, 27 e 28 °C.

Características	Temperaturas (°C)			Estatística, F ^P
	25	27	28	
Período pré-reprodutivo (dias)	19,7 \pm 0,62 a	19,7 \pm 0,64 a	16,4 \pm 0,23 b	15,16 ^{<0,0001}
Período reprodutivo (dias)	16,3 \pm 0,85 a	16,2 \pm 1,09 a	16,1 \pm 1,34 a	0,02 ^{0,9839}
Período pós-reprodutivo (dias)	1,2 \pm 0,23 a	0,6 \pm 0,16 a	1,1 \pm 1,12 a	2,61 ^{0,0863}
Ninfas por fêmea	276,7 \pm 37,49 b	440,5 \pm 45,79 a	392,3 \pm 34,00 ab	4,56 ^{0,0166}
Longevidade (dias)	63,5 \pm 1,15 a	56,8 \pm 0,76 b	53,6 \pm 2,26 b	10,90 ^{0,0002}

¹Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey HSD (P < 0,05).

CAPÍTULO 4

DESEMPENHO DE *Ferrisia virgata* COCKERELL (HEMIPTERA: PSDEUDOCOCCIDAE)
EM ALGODOEIRO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO NITROGENADA E DÉFICIT HÍDRICO¹

MARTIN D. OLIVEIRA² & JORGE B. TORRES²

²Departamento de Agronomia, Área Fitossanidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, Pernambuco, Brasil.

¹Oliveira, M.D. & J.B. Torres Desempenho de *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Psdeudococcidae) em algodoeiro submetido a adubação nitrogenada e déficit hídrico. A ser submetido.

RESUMO - Insetos sugadores e sésseis dependem da planta hospedeira colonizada para o desenvolvimento e, conseqüentemente, são influenciados pela sua qualidade que pode ser determinada pela interação de fatores como a adubação nitrogenada e a umidade no solo. Este trabalho avaliou o desempenho da cochonilha-de-listra *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae) em plantas de algodão submetidas ou não a adubação nitrogenada e ao déficit hídrico. Assim, plantas de algodão foram cultivadas em casa telada e submetidas ou não a adubações com nitrogênio e ao déficit hídrico. Essas plantas foram infestadas com 150 ninfas neonatas de *F. virgata* nas duas folhas mais expandidas do topo. A taxa de estabelecimento como sendo o número de cochonilhas vivas aos 25 dias após a infestação, a duração do período de desenvolvimento + pré-reprodutivo, o número de descendentes produzidos, bem como a razão sexual da descendência foram determinados. O estabelecimento não foi influenciado pelas condições das plantas, apresentando 38% de viabilidade, como também não foram afetados o período de desenvolvimento + período pré-reprodutivo, que durou em média 47 dias e razão sexual, composta por 84% de fêmeas. Contudo, a produção de descendentes foi aproximadamente duas vezes maior em plantas submetidas ao déficit hídrico e com subsequentes adubações de cobertura com nitrogênio. Assim, *F. virgata* apresentou um ganho médio de 37% em produção de descendente em função do déficit hídrico e de 18% em função das adubações nitrogenadas. Desta maneira, conclui-se que adubações nitrogenadas e o déficit hídrico favorecem o desempenho de *F. virgata*.

PALAVRAS CHAVE: Herbivoria, cochonilhas-farinhentas, adubação, umidade do solo

PERFORMANCE OF *Ferrisia virgata* COCKERELL (HEMIPTERA: PSDEUDOCOCCIDAE)
ON COTTON PLANTS SUBJECTED TO VARIATION OF NITROGEN FERTILIZATION
AND WATER STRESS

ABSTRACT - Sucking and sessile insects depend on the selected host plant for the whole development and, hence, they are influenced by the nutritional quality of such plant, especially when related to nitrogen and water stress. This work evaluated the performance of the striped mealybug, *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton plants subjected to nitrogen fertilization and water stress. The plants were grown in greenhouse and subjected to the treatments with or without N application or water stress. The plants were artificially infested with 150 neonated (<24h-old) *F. virgata* nymphs released on the two upper fully expanded leaves. The establishment rate measured as the percentage of mealybugs alive 25 days after releasing the nymphs, the duration of the development + the pre-reproductive period, the number of offspring produced, and the sex ratio of the offspring were determined. The establishment rate was similar across all treatments and averaged 38%. Likewise, the developmental time + the pre-reproductive period and offspring sex ratio were also similar across the treatments averaging 47 days and 84% of females, respectively. The offspring production, however, was nearly twice higher on plants subjected to water stress and with successive N fertilizations. *F. virgata* exhibited increased offspring production by 37% as function of water stress and 18% as function of N fertilization. Therefore, we concluded that *F. virgata* performance is enhanced on cotton plants under N fertilization and subjected to water stress.

KEY WORDS: Herbivory, mealybug, fertilization, soil moisture

Introdução

O desempenho de insetos sugadores, como as cochonilhas, pode ser determinado pela composição da seiva do floema das plantas hospedeiras (Larsson 1989). Na seiva do floema são encontrados os aminoácidos livres, que são a principal fonte de nitrogênio para os insetos sugadores (Panizzi & Parra 1991). O nitrogênio é um nutriente de grande importância, que desempenha funções centrais em todos os processos metabólicos, bem como, na estrutura celular e código genético de todos os organismos (Mattson 1980). A quantidade de nitrogênio na planta pode ser alterada devido às condições do habitat onde são cultivadas, influenciando assim a sua qualidade para os insetos herbívoros (Miles *et al.* 1982, Jansson *et al.* 1991).

Em sistemas agrícolas, diversas táticas de manejo são aplicadas para alcançar a máxima produtividade por área. Dentre elas, a adubação está diretamente relacionada ao aumento da produtividade. Na agricultura onde se busca a maximização da produtividade, o uso de elevadas doses de fertilizantes nitrogenados tem sido uma característica marcante para a obtenção de maiores rendimentos e qualidade dos produtos (Jadoskil *et al.* 2010). Porém, o manejo inadequado de fertilizantes pela utilização de doses excessivas de nitrogênio, pode resultar em efeitos indesejáveis, em decorrência do aumento da concentração de nitrogênio na planta, tornando-a mais favorável aos herbívoros. Diversos trabalhos demonstram que adubações com elevada concentração de nitrogênio favorecem o desempenho de insetos mastigadores como os lepidópteros *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodão (Chen *et al.* 2008) e *Heliconius etato phyllis* (Fabr.) (Lepdoptera: Nymphalidae) em *Passiflora suberosa* L. (Kerpel *et al.* 2006). As fertilizações nitrogenadas também influenciam positivamente insetos sugadores como as cigarrinhas *Prokelisia dolus* Wilson e *P. marginata* (Van Duzee) (Hemiptera: Delphacidae), em plantas de *Spartina alterniflora* Loisel. (Huberty & Denno 2006), os pulgões (Hemiptera: Aphidae) *Aphis gossypii* Glover em algodoeiro (Barros *et al.* 20007), *Rhopalosiphum*

padi (L.) e *Sitobion avenae* (Fabr.) em trigo (Aqueel & Leather 2011), como também cochonilhas farinhentas (Hemiptera: Pseudococcidae) *Planococcus citri* (Risso) em plantas de cacau (Fennah 1959) e em plantas de coleus (Hogendorp *et al.* 2006) e *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) em cana-de-açúcar (Rae & Jones 1992).

Além do manejo correto da fertilidade do solo, o suprimento adequado de água é essencial para a absorção e alocação dos nutrientes nas diferentes partes da planta e, conseqüentemente, para o seu bom desenvolvimento e produtividade. Contudo, as plantas podem ser submetidas temporariamente ao déficit hídrico pela irregularidade da precipitação, fato comum na região do Semiárido brasileiro, bem como devido a veranicos (i.e., estiagem temporária) durante o verão como sendo a estação de maior precipitação. Segundo Miles *et al.* (1982), em plantas submetidas ao déficit hídrico, ocorre redução de umidade, amido e carboidratos em suas folhas como também aumento de nitrogênio e de açúcares solúveis. Alguns trabalhos mostram que sobre plantas submetidas ao déficit hídrico são encontradas maiores densidades populacionais de insetos como do psilídeo *Cardiaspina densitexta* Taylor em eucalipto (White 1969), do pulgão *Diuraphis noxia* (Mordvilko) em trigo (Archer *et al.* 1995) e do minador *Phytomyza conyzae* Hendel (Diptera: Agromyzidae) em plantas de *Inula conyzae* Meikle (Staley *et al.* 2006). Além disso, estudos demonstram que plantas submetidas ao déficit hídrico favorecem o desempenho de insetos como os pulgões, *Myzus persicae* (Sulz.) e *Brevicoryne brassicae* (L.) em *Brassica napus* L. (Miles *et al.* 1982) e a cochonilha *Phenacoccus herreni* Cox & Williams, em mandioca (Calatayud *et al.* 2002). Nestes trabalhos, o efeito positivo no desempenho dos insetos está associado a mudanças na qualidade nutricional da planta concordando com a Hipótese do Estresse Hídrico (PSH) formulada por White (1969). Contudo, de acordo com Huberty & Denno (2004), plantas submetidas ao déficit hídrico geralmente afetam negativamente o desempenho de insetos sugadores, enquanto que os insetos mastigadores não sofrem influencia da condição de déficit

hídrico da planta. O efeito positivo no desempenho de insetos herbívoros pelo aumento da qualidade nutricional de plantas submetidas ao déficit hídrico pode ser sobrepujado por outras modificações morfofisiológicas que também ocorrem nesta condição, como por exemplo: a redução da pressão de turgor e da quantidade de água na planta (Hsiao 1973, Inbar *et al.* 2001, Huberty & Denno 2004), o aumento de aleloquímicos (Gershenson 1984, Mattson & Haack 1987, Inbar *et al.* 2001), bem como a diminuição no crescimento da planta (Price & Clancy 1986, Price 1991).

Infestações de cochonilhas-farinhentas (Hemiptera: Psuedococcidae) em algodoeiro tem ocorrido em diferentes localidades no Brasil (Bastos *et al.* 2007, Ferreira *et al.* 2009, Miranda *et al.* 2011). Recentemente a cochonilha-de-listra, *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae), foi constatada infestando lavouras de algodão no Semiárido de Pernambuco, onde o cultivo é realizado por pequenos produtores em condições de sequeiro sem irrigação e com baixos investimentos em insumos externos. No Semiárido, a precipitação é irregular podendo o algodoeiro ser submetido ao déficit hídrico durante o seu desenvolvimento. Desta maneira, conhecer os efeitos da adubação nitrogenada e do déficit hídrico em plantas de algodão sobre o desempenho de *F. virgata*, fornecerá informações importantes para o entendimento do seu potencial como praga.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho da cochonilha *F. virgata* em plantas de algodão submetidas ou não a adubação nitrogenada, como também em plantas com e sem déficit hídrico.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados na área experimental da Área de Fitossanidade-Entomologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), utilizando telados

medindo 6,0 x 2,0 x 2,0m (comprimento x largura x altura), fechados lateralmente com tela antiáfídica e cobertos com filme agrícola. As condições ambientais foram monitoradas durante o período experimental com o DataLogger Hobo[®] (Onset Computer, Bourne, MA) em intervalos de 30 minutos, registrando-se temperatura média de 26,6 °C (min = 19,7 °C; máx = 37,2 °C), 69,0% de UR (mínima de 34,6% e máxima de 93,8%), e fotoperíodo natural de ≈12 h de luz.

Definição dos Tratamentos. Plantas de algodão, *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae) da cultivar CNPA 7H foram cultivadas em vasos de 10 L, contendo uma mistura de argila, areia e húmus na proporção de 2:1:1 e 20 g de uma mistura de fósforo e potássio (1:1) (Yara Brasil Fertilizantes S.A., Porto Alegre, RS). De um total de 56 plantas, a metade delas receberam apenas adubação de fundação, enquanto que a outra metade além da adubação de fundação foram realizadas adubações de cobertura com nitrogênio. As adubações de cobertura com adubo nitrogenado foram realizadas em intervalos de 10 dias, ocorrendo aos 20, 30, 40, 50, 60 e 70 dias após a emergência das plantas, sendo realizada com 40 mL/vaso de uma solução de sulfato de amônia (NH₄)₂SO₄ de 10g/L. Desta maneira, as plantas foram diferenciadas quanto à condição de adubação: (+N) plantas submetidas a adubação com adição de nitrogênio; (-N) plantas sem adubação com adição de nitrogênio.

Aos 30 dias após a emergência, as plantas + N e - N foram submetidas a dois regimes de irrigação, que foram previamente determinados por experimentos pilotos. Metade das plantas foram irrigadas diariamente com 600 a 800 mL de água por vaso/planta, depositada na superfície do solo, enquanto que a outra metade foi irrigada com apenas 100 a 300 mL de água. Os dois regimes de irrigação foram escolhidos para obtenção de plantas que visualmente apresentassem a turgescência permanente das folhas, como também de plantas que fossem evidenciadas folhas com murcha parcial. Assim, para avaliar e determinar a condição hídrica destas plantas, a cada semana (de um total de 16 semanas), no horário entre 8 e 10:00 h era medido os potenciais de

água no solo em quatro vasos de plantas submetidas a cada regime de irrigação utilizando um tensiômetro de pulsão analógicos (SondaTerra[®] Equipamentos Agronômicos, Piracicaba, SP). Desta maneira, as plantas submetidas ao maior regime de água apresentaram, em média, 0,01 psi, sendo, portanto, consideradas plantas sem déficit hídrico. Enquanto as plantas submetidas a menor regime de irrigação apresentaram em média 0,5 psi e foram, assim, consideradas plantas com déficit hídrico.

Desempenho de *Ferrisia virgata* em Plantas de Algodão Submetidas a Adubação com Nitrogênio e ao Déficit Hídrico. Plantas de algodão, aos 40 dias de idade, submetidas às diferentes condições de adubação e irrigação foram infestadas com ninfas neonatas de *F. virgata*. As ninfas foram provenientes da criação de *F. virgata* mantida em laboratório sobre abóbora var. Jacarezinho (*Cucurbita moschata* (Duch.) Duch. Ex Poir). Para tal, discos foliares com 4,8 cm de diâmetro das respectivas plantas tratadas foram inicialmente cortados e em seguida colocados sobre abóboras infestadas com *F. virgata* por aproximadamente 15 minutos para que as ninfas neonatas se deslocassem para os discos foliares. Em seguida, o número de ninfas neonatas nos discos foliares foi determinado com o auxílio de um microscópio estereoscópico (Opton-NTB 3A). Após a contagem, dois discos contendo 150 ninfas neonatas cada foram transferidos individualmente para as duas primeiras folhas expandidas do topo da planta. A fixação do disco foliar na folha foi realizada utilizando um clipe de metal. A fim de confinar as ninfas na folha da infestação, o pecíolo desta folha foi pincelado com cola entomológica (BioStop Cola[®], Biocontrole S.A., São Paulo, SP). Além disso, para evitar a presença de formigas e de outros artrópodes oportunistas nas plantas, a base do ramo monopodial de cada planta foi também pincelada com cola entomológica.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, representados pelas plantas submetidas a duas condições de adubação (+N e -N) e a

duas condições hídricas (plantas com e sem déficit hídrico) e 14 repetições constituídas por uma planta de algodão cada. A média da repetição consistiu da avaliação de duas folhas por planta. Assim, o efeito dos tratamentos foi avaliado sobre os seguintes parâmetros biológicos de *F. virgata*: estabelecimento, duração do período de desenvolvimento + pré-reprodutivo, número de descendentes produzidos, bem como a razão sexual.

Para a determinação do estabelecimento foi realizada a contagem de cochonilhas na folha aos 25 dias após a infestação. A partir deste, foi calculado a porcentagem do estabelecimento como a razão do número inicial de ninfas neonatas (150 ninfas) e o número de ninfas estabelecidas aos 25 dias após a infestação. Cada repetição foi considerada como sendo a média do estabelecimento (%) de *F. virgata* nas duas folhas infestadas por planta. Após esta avaliação, duas fêmeas adultas foram retiradas das folhas e transferidas para outras duas folhas expandidas do topo da planta, sendo o pecíolo novamente pincelado com cola entomológica. Pelo confinamento destas fêmeas, pôde ser verificada a duração média do período de desenvolvimento + pré-reprodutivo, pela observação do início da oviposição, bem como avaliado o número médio de descendentes produzidos durante 16 dias. Este intervalo de avaliação corresponde à duração do período reprodutivo de *F. virgata* ao se desenvolver nas temperaturas constantes de 25, 27 e 28°C (Capítulo 3), no qual foi estabelecido, pela temperatura em casa telada, onde o experimento foi conduzido, ter sido em média 26°C. Por último, foi determinada a razão sexual, em resposta ao desenvolvimento das fêmeas sobre as plantas de algodão submetidas aos tratamentos. Para tal, após a reprodução, foram retiradas aleatoriamente 128 ninfas do segundo instar das plantas de cada tratamento, provenientes de progênie de oito fêmeas (16 ninfas de cada fêmea). Estas ninfas foram confinadas em cinco placas de Petri contendo cada uma 25 cochonilhas sobre um disco foliar. Cada placa foi considerada uma repetição. Em seguida, as cochonilhas foram acondicionadas em câmara climática mantida a 26°C, temperatura média em que estavam

anteriormente submetidas em casa telada. Assim, a razão sexual foi determinada quando as cochonilhas passaram para o terceiro instar, quando é possível separar visualmente ninfas machos e fêmeas.

Para confirmar tanto o efeito da adubação nitrogenada quanto do déficit hídrico no desenvolvimento da planta, cinco dias após a quarta adubação de cobertura com nitrogênio, (plantas com 55 dias de idade) foram colhidas 12 folhas do terço mediano (determinado pelo número de nós) de quatro plantas de cada tratamento (três folhas/planta), para análise dos nutrientes em laboratório (LabFert – Laboratório de Análises Agrícolas Ltda) realizada pela metodologia de Orlando Filho & Zambello (1983). Além disso, ao final da última avaliação (plantas com 123 dias de idade), 10 plantas de cada tratamento foram colhidas e determinados o peso fresco de toda a planta, bem como o número de maçãs produzidas. Além disso, foi aferido o peso seco das plantas, que para tal, foram secadas em estufa a 54°C durante 72 h.

Os resultados referentes ao desempenho da cochonilha e desenvolvimento das plantas foram submetidos ao teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e de homogeneidade (Bartlett) de variância pelo Proc Univariate do SAS (SAS Institute 2001) e transformados quando necessário. Desta maneira, o número médio de cochonilhas aos 25 dias após a infestação, a duração média do período de desenvolvimento + pré-reprodutivo, o número médio de descendentes produzidos, a razão sexual média, o peso fresco e seco das plantas, bem como o número de maçãs por planta, foram comparados entre os tratamentos por meio da análise de variância em esquema fatorial (2 x 2) considerando adubação +N e -N e plantas submetidas ou não ao déficit hídrico mediante Proc ANOVA do SAS (SAS Institute 2001). Nos casos de significância pela ANOVA (teste de Fisher), as médias dos tratamentos foram interpretadas considerando significância ao nível de 5% de probabilidade da ANOVA. Ainda, as concentrações dos nutrientes foliares das plantas de algodão submetidas aos diferentes tratamentos foram transformados em proporção em função do maior

valor e comparadas empregando o teste de qui-quadrado a 5% de probabilidade através do PROC FREQ do SAS (SAS Institute 2001).

Resultados

As plantas de algodão submetidas aos tratamentos apresentaram diferenças quanto a concentração de nutrientes (Tabela 1). Especificamente o nitrogênio, o qual foi adicionado repetidamente através de adubações de cobertura, apresentou maior porcentagem em plantas +N com déficit hídrico, seguidas de plantas +N sem déficit hídrico e plantas -N com déficit hídrico e menor em plantas -N sem déficit hídrico (Tabela 1). Entre as plantas +N sem déficit e -N com déficit a porcentagem de nitrogênio foi aproximadamente igual ($\chi^2 = 0,11$; $P = 0,7360$). Contudo, em plantas +N com déficit hídrico a porcentagem de nitrogênio foi duas vezes maior do que em plantas -N sem déficit hídrico ($\chi^2 = 7,85$; $P = 0,0051$). Além disso, as plantas de algodão submetidas aos tratamentos apresentaram diferenças quanto ao peso e número de maçãs. As plantas +N e -N sem déficit hídrico, de maneira semelhante, tiveram maior peso fresco e seco, e produziram maior quantidade de maçãs do que as plantas +N e -N com déficit hídrico (Tabela 2). De maneira geral, o peso e a produção de maçãs de plantas sem déficit hídrico foram, respectivamente, duas e quatro vezes maior que plantas submetidas ao déficit hídrico (Tabela 2).

O estabelecimento de *F. virgata* a partir da liberação de ninfas neonatas avaliado aos 25 dias após infestação, bem como a duração do período de desenvolvimento + pré-reprodutivo e a razão sexual dos descendentes foram similares entre os tratamentos (Tabela 3). Desta maneira, o estabelecimento de *F. virgata* aos 25 dias após a infestação em plantas de algodão foi em média de $38,0 \pm 1,60\%$ (média \pm EP); o período de desenvolvimento + pré-reprodutivo durou, em média, $47,3 \pm 0,65$ dias e a razão sexual foi de $84,0 \pm 3,0\%$ de fêmeas. A produção de descendentes por *F. virgata*, diferentemente dos outros parâmetros biológicos, apresentou variação em função das

condições de adubação e de déficit hídrico da planta de algodão (Tabela 3). Porém, não houve interação entre as duas condições na produção de descendentes apresentando o mesmo padrão de produção de descendentes entre plantas +N e -N e submetidas ao déficit hídrico (Tabela 3 e Fig. 1).

O número médio de descendentes em plantas com e sem déficit hídrico, independente da condição de adubação, diferiu significativamente (Tabela 3), sendo respectivamente de $359,5 \pm 25,41$ e $225,3 \pm 11,62$ ninfas/fêmea. Desta maneira, fêmeas criadas em plantas com déficit hídrico produziram 37% mais descendentes do que aquelas criadas em plantas sem déficit hídrico. Além disso, a produção média de descendentes em plantas +N e -N, independente da condição hídrica da planta, também diferiu sendo de $320,3 \pm 25,41$ e $264,5 \pm 19,90$ ninfas/fêmea, respectivamente. Assim, *F. virgata* apresentou um ganho na produção de descendentes de aproximadamente 18% em função da adubação com nitrogênio.

Ao analisar a combinação das condições de adubação e hídrica da planta na reprodução de *F. virgata*, observa-se maior número médio de descendentes produzido sem plantas +N com déficit hídrico, seguida de plantas -N com déficit hídrico, e em menor quantidade e de forma semelhante, em plantas +N e -N sem déficit hídrico (Fig. 1). Ainda, a produção de descendentes nas plantas +N com déficit hídrico foi aproximadamente duas vezes maior do que em plantas -N sem déficit hídrico.

Discussão

Variações na concentração de nutrientes e no desenvolvimento foram evidentes nas plantas submetidas às diferentes condições de adubação com nitrogênio e disponibilidade de água. As plantas submetidas a adubação nitrogenada e/ou ao déficit hídrico apresentaram maior concentração de nitrogênio do que as plantas não adubadas com nitrogênio e sem déficit hídrico.

Este resultado está de acordo com diversos trabalhos, que demonstram o aumento da concentração de nitrogênio em plantas devido as adubações nitrogenadas (Mattson 1980, Bentz *et al.* 1995, Nevo & Coll 2001), ou ao déficit hídrico (White 1969, Miles *et al.* 1982, Brodbeck & Strong 1987). A maior concentração de nitrogênio em plantas submetidas a adubações nitrogenadas e ao déficit hídrico parece demonstrar o efeito aditivo dessas duas condições.

Plantas sem déficit hídrico se desenvolveram mais do que aquelas submetidas ao déficit hídrico, assim como, as plantas submetidas à adubação com nitrogênio exibiram desenvolvimento maior comparado àquelas não adubadas com nitrogênio (-N). No entanto, a condição hídrica da planta foi o fator mais importante para provocar diferenças no desenvolvimento (Tabela 2).

Adubações com nitrogênio, bem como o déficit hídrico afetaram positivamente a produção de descendentes de *F. virgata*. Entretanto, não foi observado efeito dos tratamentos no estabelecimento e no desenvolvimento da cochonilha. Assim, de maneira geral, adubações nitrogenadas e o déficit hídrico em plantas de algodão favoreceram o desempenho de *F. virgata* em função da produção de descendentes. Isto, possivelmente, se deve, pelas plantas se tornarem nutricionalmente mais adequadas aos herbívoros, devido ao aumento da concentração de nitrogênio, quando submetidas a adubações com nitrogênio (Mattson 1980, White 1993) e ao déficit hídrico (White 1969, Mattson & Haack 1987, Brodbeck & Strong 1987).

Em plantas submetidas ao déficit hídrico, *F. virgata* produziu maior número de descendentes. Contudo, em plantas submetidas ao déficit hídrico e adubadas com nitrogênio *F. virgata* produziu mais descendentes do que aquelas submetidas ao déficit hídrico e não adubadas. Assim, a combinação da adubação nitrogenada e o déficit hídrico, parece ter promovido um efeito aditivo na reprodução de *F. virgata*.

O presente trabalho demonstra uma das prováveis causas dos surtos de cochonilhas ao final da safra de algodão na região Semiárida, quando as chuvas tornam-se escassas ou cessam

completamente. Ainda, este estudo pode explicar a ocorrência em plantios irrigados, de altas infestações em áreas que ficam fora da cobertura dos pivôs (JB Torres, observações), onde as plantas geralmente se encontram sob déficit hídrico. Outros fatores, no entanto, podem estar envolvidos no aumento populacional de cochonilhas, pela diminuição da taxa de mortalidade, como por exemplo: pouca remoção de ninfas das plantas pela baixa precipitação ou menor irrigação, como também, maior temperatura e menor umidade relativa do ar, ou ainda, menor ação de inimigos naturais.

Poucos trabalhos avaliaram o efeito da adubação nitrogenada (Lema & Mahungu 1983, Hogendorp *et al.* 2006) e do déficit hídrico (Calatayud *et al.* 2002) no desempenho de cochonilhas, sendo a combinação dos dois fatores realizada pela primeira vez. Em relação ao tempo de desenvolvimento, a cochonilha *P. citri* desenvolveu mais rapidamente em plantas adubadas com maiores níveis de nitrogênio (Hogendorp *et al.* 2006), como também *P. herreni* (Calatayud *et al.* 2002) em plantas sob déficit hídrico. Ainda, *P. citri* e *P. herreni* apresentaram maior fecundidade nas mesmas condições, ou seja, o efeito positivo no desempenho foi observado em ambas as espécies, de maneira semelhante a *F. virgata*. No entanto, o efeito no desempenho de *Phenacoccus manihot* (Malite-Ferrero) (Hemiptera: Pseudococcidae) não foi observado em plantas de mandioca adubadas com nitrogênio (Lema & Mahungu 1983).

É evidente que existem variações entre as espécies de cochonilhas quanto ao desenvolvimento e reprodução em resposta a adubação nitrogenada e ao déficit hídrico da planta hospedeira. Para *F. virgata*, o efeito dessas condições apenas foi observado na fêmea adulta, especificamente na reprodução. Variações no desempenho de cochonilhas farinhentas podem estar relacionadas à planta hospedeira em questão, como também ao teor de nitrogênio aplicado, a severidade e a duração do déficit hídrico, visto que todos estes fatores foram empregados de forma diferente nos diversos trabalhos.

No presente trabalho, não houve variação no estabelecimento de *F. virgata* em resposta as condições de adubação e hídrica da planta. De maneira semelhante, foi demonstrado que o estabelecimento de *F. virgata* não foi influenciado por diferenças morfofisiológicas entre cultivares de algodão, que variou entre 12 a 21% (Capítulo 2). O sucesso no estabelecimento é estratégia importante para insetos que apresentam pouca mobilidade como *F. virgata* (Silva-Torres *et al.* 2013). Pelo seu comportamento polífago e pelo sucesso em se desenvolver e reproduzir em plantas de algodão (Capítulo 2), provavelmente o estabelecimento de *F. virgata* é mais influenciado por fatores não relacionados ao hospedeiro, como fatores abióticos que atuam, principalmente, durante o processo de dispersão. De acordo com Strickland (1950), Grasswitz, & James (2008) e Silva-Torres *et al.* (2013) a distância entre plantas, o vento e a chuva podem ser determinantes no estabelecimento de *F. virgata* em plantas de algodão; fatores estes, que não foram levados em consideração neste trabalho pelo experimento ter sido conduzido em casa telada.

Ainda, foi demonstrado que a razão sexual dos descendentes de *F. virgata* não variou em resposta as diferentes condições em que as fêmeas se desenvolveram. Na maioria das cochonilhas farinhentas, a razão sexual é determinada pela fêmea progenitora devido à desativação do genoma herdado do pai durante o desenvolvimento embrionário do macho, fenômeno que é chamado de eliminação do genoma paternal (Paternal Genome Elimination - PGE) (Schrader 1921, Nur 1980). Ross *et al.* (2011) demonstraram que a razão sexual da descendência de *P. citri* varia em resposta a condição de restrição alimentar. Isto indica que variações na quantidade de nutrientes ingeridos pela fêmea possivelmente provocam ajustamento na razão sexual da descendência. Desta maneira, esperava-se neste trabalho que a proporção de machos e fêmeas da descendência variasse em resposta a qualidade da planta que é influenciada pela adubação e déficit hídrico (White 1969, Mattson & Haack 1987, Brodbeck & Strong 1987). Mais estudos, no entanto, serão necessários a

fim de averiguar se *F. virgata* apresenta um ajustamento facultativo da razão sexual em repostas a variações na temperatura, densidades populacionais, idade da fêmea no primeiro acasalamento, como observado em outras espécies de cochonilhas (Nelson-Rees 1960, Varndell & Godfray 1996, Ross *et al.* 2010, 2011). O conhecimento de como é realizado o ajustamento sexual em *F. virgata*, pode ser utilizado na recomendação de práticas culturais que reduzam o número de acasalamentos e, conseqüentemente, o potencial de infestação. Ainda, *F. virgata* vem sendo criadas em laboratório servindo como presa para espécies de joaninhas utilizadas no controle biológico (Barbosa 2012).

A adubação com nitrogênio, de maneira geral, é demonstrada afetando positivamente o desempenho de insetos herbívoros (Mattson 1980, Rae & Jones 1992, White 1993, Hogendorp *et al.* 2006, Kerpel *et al.* 2006, Huberty & Denno 2006, Barros *et al.* 2007, Chen *et al.* 2008, Aqueel & Leather 2011). Contudo, existem divergências em relação ao efeito do déficit hídrico no desempenho de insetos herbívoros. Huberty & Denno (2004), ao comparar resultados de 82 estudos, concluíram que plantas submetidas ao déficit hídrico afetam negativamente o desempenho de insetos sugadores, afirmação contrária, ao que foi proposto por diversos autores (White 1969, Mattson & Haack 1987, Brodbeck & Strong 1987). Assim, Huberty & Denno (2004) desenvolveram um modelo conceitual para o efeito da condição de déficit hídrico de plantas no desempenho de insetos sugadores. Estes autores sugerem que as plantas quando são submetidas ao déficit hídrico continuamente, a pressão de turgor da planta é sempre negativa, condição esta, que o inseto sugador fica impossibilitado de assimilar o nitrogênio da seiva. Entretanto, quando as plantas são submetidas ao déficit hídrico de maneira descontínua, em intervalos quando as plantas não estão sob déficit hídrico, a pressão de turgor é positiva, requerimento, que torna o inseto capaz de assimilar o nitrogênio do floema. Assim, os insetos sugadores apresentam melhor desempenho em plantas submetidas ao déficit hídrico intermitente.

Contudo, no presente trabalho as plantas de algodão foram submetidas ao déficit hídrico de forma contínua, e mesmo assim, promoveram melhor desempenho de *F. virgata*. Esta cochonilha, pela sua extrema polifagia (Normark & Johnson 2011), provavelmente, é capaz de tolerar o déficit hídrico, assimilando nutrientes mesmo de plantas com baixa pressão de turgor, aproveitando assim, a maior quantidade de aminoácidos livres na seiva, proporcionada por esta condição. Além disso, a maioria dos trabalhos analisados por Huberty & Denno (2004) se referem aos pulgões, psílídeos, cigarrinhas e fulgorídeos, existindo apenas um trabalho, citando cochonilhas. Neste, Schowalter *et al.* (1999) observaram maior abundância da cochonilha *Tachardiella larreae* Comstock (Kerriidae) em plantas de *Larrea tridentata* ("Creosote bush") irrigadas do que naquelas não irrigadas

O presente trabalho fornece informações que podem ser usadas para prever o desempenho de *F. virgata* em plantas submetidas a sucessivas adubações com nitrogênio, como também, quando são cultivadas sob déficit hídrico. Desta maneira, em épocas de baixa precipitação, deve-se intensificar o monitoramento de cochonilhas em plantios de algodão, a fim de detectar o foco inicial da infestação para adoção de medidas de controle, retardando assim, a infestação generalizada. Estudos em campo empregando diferentes doses de nitrogênio e regimes de água são fundamentais para recomendação de práticas culturais adequadas a fim de prevenir ou reduzir populações de *F. virgata* em lavouras de algodão. O manejo da fertilidade e da irrigação são práticas que atuam em conjunto com outros métodos de controle de pragas, sendo fundamentais para o cultivo do algodão em condições de sequeiro, realizadas no Semiárido pernambucano.

Agradecimentos

A FACEPE pela bolsa de estudo concedida a M.D.O. e apoio através do projeto APQ-0538-5.01/10 e a CAPES projeto PNPd No. 02544/09-1. À Dra. Alessandra Rung e ao Dr. Douglas Miller pela identificação da espécie de cochonilha do estudo.

Literatura Citada

- Aqueel, M.A. & S.R. Leather. 2011.** Effect of nitrogen fertilizer on the growth and survival of *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera: Aphididae) on different wheat cultivars. *Crop Prot.* 30: 216-221.
- Archer, T.L., E.D. Bynum Jr, A.B. Onken & C.W. Wendt. 1995.** Influence of water and nitrogen fertilizer on biology of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphidae) on wheat. *Crop Prot.* 14: 165-169.
- Barbosa, P.R.R. 2012.** Desempenho de *Tenuisvalvae notata* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) em diferentes presas e sua predação sobre *Ferrisia virgata* Cockerell (Hemiptera: Pseudococcidae). Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, 69p.
- Barros, R., P.E. Degrande, M.G. Fernandes & R.F. Nogueira. 2007.** Efeitos da adubação nitrogenada em algodoeiro sobre a biologia de *Aphis.gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Neotrop. Entomol.* 36: 752-758.
- Bastos, C.S., R.P. Almeida, F.C. Vidal Neto & G.P. Araújo. 2007.** Ocorrência de *Planococcus minor* Maskell (Hemiptera: Pseudococcidae) em algodoeiro no Nordeste do Brasil. *Neotrop. Entomol.* 36: 625-628.
- Bentz, J.A., J. III. Reeves, P. Barbosa & B. Francis. 1995.** Within-plant variation in nitrogen and sugar content of poinsettia and its effects on the oviposition pattern, survival, and development of *Bemisia argentifolii*. *Environ. Entomol.* 24: 271-277.
- Brodbeck, B. & D. Strong. 1987.** Amino acid nutrition of herbivorous insects and stress to host plants, p. 347-364. In P. Barbosa & J. Schultz (eds.), *Insect outbreaks: ecological and evolutionary perspectives*. San Diego, Academic Press, 578p.
- Calatayud, P.A., M.A. Polanía, C.D. Seligmann & A.C. Bellotti. 2002.** Influence of water-stressed cassava on *Phenacoccus herreni* and three associated parasitoids. *Entomol. Exp. Appl.* 102: 163-175.
- Chen, Y., J.R. Ruberson & D.M. Olson. 2008.** Nitrogen fertilization rate affects feeding, larval performance, and oviposition preference of the beet armyworm, *Spodoptera exigua*, on cotton. *Entomol. Exp. Appl.* 126: 244-255.

- Fennah, R. T. 1959.** Nutritional factors associated with the development of mealybugs in cacao. Rep. Cacao Res. Inst.Trinidad 1957-1958: 18-28.
- Ferreira, E.C.B., C.A.D. Silva, DL. Viana & S.L. Sousa 2009.** A diversidade genética existente entre cultivares de algodão influencia de forma diferente populações de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae)?, p. 14. In IV Encontro de Produção Científica da Embrapa Algodão – EPC. Campina Grande, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão.
- Gershenson, J. 1984.** Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. Recent Adv. Phytoch. 18: 273–320.
- Grasswitz, T.R. & James, D.G. 2008.** Movement of grape mealybug, *Pseudococcus maritimus*, on and between host plants. Entomol. Exp. Appl. 129: 268-275.
- Hogendorp, B., R.A. Cloyd & J.M. Swiader. 2006.** Effect of nitrogen fertility on reproduction and development of citrus mealybug, *Planococcus citri* Risso (Homoptera: Pseudococcidae), feeding on two colors of coleus, *Solenostemon scutellarioides* L. Codd. Environ. Entomol. 35: 201-211.
- Hsiao, T.C. 1973.** Plant responses to water stress. Annu. Rev. Pl. Physiol. 24: 519-570.
- Huberty, A.F. & R.F. Denno. 2006.** Consequences of nitrogen and phosphorous limitation for the plant performance of two planthoppers with divergent life-history strategies. Oecologia 149: 444-4556.
- Huberty, A.F. & R.F. Denno. 2004.** Plant water stress and its consequences for herbivorous insects: a new synthesis. Ecology 85: 1383-1398.
- Inbar, M.I., H. Doostdar, & R.T. Mayer. 2001.** Suitability of stressed and vigorous plants to various insect herbivores. Oikos 94:228-235.
- Jadoskil, S.O., L.R. Saito, C. Prado, E.C. Lopes & L.L.S.R. Sales. 2010.** Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. Pesqui. Apl. Agrotec. 3: 1984-7548.
- Jansson, R.K., G.L. Leibe. C.A. Sanchez & S.H. Lecrone. 1991.** Effects of nitrogen and foliar biomass on population parameters of cabbage insects. Entomol. Exp. Appl. 61: 7-16.
- Kerpel, S.M., E. Soprano & G.R.P. Moreira. 2006.** Effect of nitrogen on *Passiflora suberosa* L. (Passifloraceae) and consequences for larval performance and oviposition in *Helconius eratophyllis* (Fabricius) (Lepidoptera: Nymphalidae). Neotrop. Entomol. 35: 192-200.
- Larsson, D. 1989.** Stressful times for the plant stress-insect performance hypothesis. Oikos 56: 277-283.

- Lema, K.M. & N.M. Mahungu. 1983.** Effects of fertilizer applications on postembryonic development and reproduction of the cassava mealybug. In Proceedings of the Second Triennial Symposium of the International Society for the Tropical Root Crops. Africa Branch, Douala, Cameroon, 231p.
- Mattson, W.J. & R.A. Haack. 1987.** The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *BioScience* 37:110-118.
- Mattson, W.D. 1980.** Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 11: 119-161.
- Miles, P.W., D. Aspinall & L. Rosenberg. 1982.** Performance of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.), on water-stressed rape plants, in relation to the changes in their chemical composition. *Aust. J. Zool.* 30: 337-345.
- Miranda, J.E., V.L. Nascimento, B.M. Tripode, T.P.F. Abreu & D.E. Anjos. 2011.** Suscetibilidade de *Phenacoccus solenopsis* a inseticidas, p. 274-280. In 8° Congresso Brasileiro de Algodão, 1° Cotton Expo, São Paulo. Evolução da cadeia para construção de um setor forte: Anais. Campina Grande, Embrapa Algodão.
- Nelson-Rees WA. 1960.** A study of sex predetermination in the mealybug *Planococcus citri* (Risso). *J. Exp. Zool.* 144:111-137.
- Nevo, E. & M. Coll. 2001.** Effect of nitrogen fertilization on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae): variation in size, color, and reproduction. *J. Econ. Entomol.* 94: 27-32.
- Normark B.B. & N.A. Johnson. 2011.** Niche explosion. *Genetica* 139: 551-564.
- Nur, U. 1980.** Evolution of unusual chromosome systems in scale insects (Coccoidea: Homoptera), p. 97-118. In R.L. Blackman, G.M. Hewitt & M. Ashburner (eds.), *Insect Cytogenetics*. Oxford, Blackwell, 278p.
- Orlando Filho, J., & E. Zambello Jr. 1983.** Diagnose foliar, p.125-152. In J. Orlando Filho (eds.), *Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil*. Piracicaba, IAA/Planalsucar, 368p.
- Panizzi, A.R. & J.R.P. Parra. 1991.** Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo, Manole, 359p.
- Price, P.W. 1991.** Plant vigor and herbivore attack. *Oikos* 62: 244-251.
- Price, P.W. & K.M. Clancy. 1986.** Multiple effects of precipitation on *Salix lasiolepis* and populations of the stem-galling sawfly, *Euura lasiolepis*. *Ecol. Res.* 1: 1-14.
- Rae, D.J. & R.E. Jones. 1992.** Influence of host nitrogen levels on development, survival, size and population dynamics of sugarcane mealybug, *Saccharicoccus sacchari* (Cockerell) (Homoptera: Pseudococcidae). *Aust. J. Zool.* 40: 327-342.

- Ross, L., E.J. Dealey, L.W. Beukeboom & D.M. Shuker. 2011.** Temperature, age of mating and starvation determine the role of maternal effects on sex allocation in the mealybug *Planococcus citri*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 65: 909-919.
- Ross, L., M.B.W. Langenhof, I. Pen, L.W. Beukeboom, S.A. West & D.M. Shuker. 2010.** Sex allocation in a species with Paternal Genome Elimination: clarifying the role of crowding and female age in the mealybug *Planococcus citri*. *Evol. Ecol. Res.* 12:89-104.
- SAS Institute 2001.** SAS/STAT User's guide, version 8.02, TS level 2MO. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schowalter, T.D., D.C. Lightfoot & W.G. Whitford. 1999.** Diversity of arthropod responses to host-plant water stress in a desert ecosystem in southern New Mexico. *Amer. Midl. Naturalist.* 142: 281-290.
- Schrader, F. 1921.** The chromosomes of *Pseudococcus nipae*. *Biol. Bull.* 40: 259-270.
- Silva-Torres, C.S.A., M.D. Oliveira & J.B. Torres. 2013.** Host selection and establishment of striped mealybug, *Ferrisia virgata*, on cotton cultivars. *Phytoparasitica* 41: 31-40.
- Staley, J.T., S.R. Mortimer, G.J. Masters, M.D. Morecroft, V.K. Brown & M.E. Taylor. 2006.** Drought stress differentially affects leaf-mining species. *Ecol. Entomol.* 31: 460-469.
- Strickland, A.H. 1950.** The dispersal of Pseudococcidae (Hemiptera-Homoptera) by air currents in the Gold Coast. *Proc. R. Entomol. Soc. Lond.* 25: 1-9.
- Varndell, N.P. & H.C.J. Godfray. 1996.** Facultative adjustment of the sex ratio in an insect (*Planococcus citri*, Pseudococcidae) with paternal genome loss. *Evolution* 50: 2100-2105.
- White, T.C.R. 1993.** The inadequate environment: nitrogen and the abundance of animals. New York, USA, Springer-Verlag, 425p.
- White, T.C.R. 1969.** An index to measure weather-induced stress of trees associated with outbreaks of psyllids in Australia. *Ecology* 50: 905-909.

Tabela 1. Quantificação de nutrientes em folhas de plantas de algodão submetidas a duas condições de adubação (+N, plantas com adubação nitrogenada; -N, sem adubação nitrogenada) e a duas condições hídricas [plantas com (+) e sem (-) déficit hídrico].

Tratamentos ¹	N	P	K	Na	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
	%						Ppm			
+ N e + déficit hídrico	3,733a	0,300ab	1,285	0,090a	1,907	0,148a	44	48a	140a	26
+ N e - déficit hídrico	2,533ab	0,440a	1,205	0,062ab	1,774	0,135a	36	26b	130a	22
- N e + déficit hídrico	2,333b	0,200b	1,030	0,048b	1,366	0,102ab	28	9bc	44b	19
- N e - déficit hídrico	1,933b	0,320ab	0,960	0,050b	1,334	0,084b	32	25b	52b	17

¹ Valores seguidos de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de qui-quadrado a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Número de maçãs, peso fresco e seco de plantas de algodão submetidas a duas condições de adubação (+N, plantas com adubação nitrogenada; -N, sem adubação com nitrogênio) e a duas condições hídricas [plantas com (+) e sem (-) déficit hídrico].

Tratamentos ¹	Número de maçãs	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
+ N e + déficit hídrico	3,1 ± 0,60 b	146,2 ± 10,23 b	71,0 ± 2,35 bc
+ N e - déficit hídrico	10,1 ± 1,28 a	359,4 ± 32,46 a	124,8 ± 12,83 ab
- N e + déficit hídrico	1,9 ± 0,43 b	132,0 ± 13, 80 b	63,8 ± 6,36 c
- N e - déficit hídrico	8,8 ± 1,97 a	334,8 ± 59,19 a	127,6 ± 25,03 a

¹Médias (±EP) seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Resultados das análises de variância para a porcentagem de estabelecimento, período de desenvolvimento + pré-reprodutivo, número de descendentes produzidos e razão sexual da descendência de *Ferrisia virgata* em função de duas condições de adubações (com e sem adubação com nitrogênio) e de duas condições de umidade do solo (planta com e sem déficit hídrico).

Fonte de Variação	G.L.	Estabelecimento (%)		Período de Desenvolvimento + pré-reprodutivo		Número de descendentes		Razão sexual	
		<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Adubação (A)	1	1,47	0,230	0,16	0,689	4,71	0,034	2,01	0,175
Umidade do solo (U)	1	0,21	0,646	2,00	0,163	25,52	<0,000	0,18	0,678
A*U	1	0,50	0,481	0,21	0,650	1,22	0,273	2,32	0,146
Erro	52								

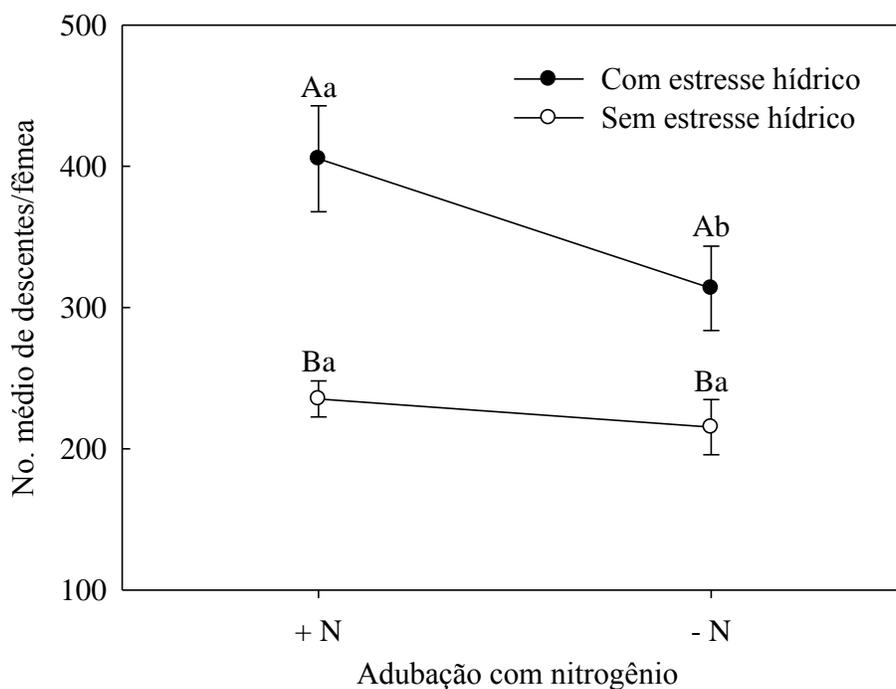


Figura 1. Número médio de descendentes produzidos por fêmeas de *Ferrisia virgata*, que se desenvolveram em plantas submetidas a duas condições de adubações com nitrogênio e a duas condições hídricas. Nota: Plantas com (+N) e sem (-N) sucessivas adubações com nitrogênio e submetidas ou não ao déficit hídrico. Médias (\pm EP) acompanhadas de letras diferentes maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal indicam diferenças significativas pelo teste de Fisher (análise de variância) a 5% de probabilidade.