

BIOLOGIA E TABELA DE VIDA ECOLÓGICA DA MOSCA-BRANCA *Bemisia tabaci*
(GENNADIUS) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM MELOEIRO

por

JASMINE ASNATHE MARTINS RODRIGUES

(Sob Orientação do Professor Elton Lucio Araujo – UFERSA)

RESUMO

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae), é considerada uma das principais pragas do meloeiro (*Cucumis melo* L.), em várias regiões do mundo. Informação sobre os aspectos bioecológicos da mosca-branca em meloeiro torna-se de suma importância para o conhecimento de sua dinâmica populacional e, conseqüentemente, o desenvolvimento de programas de manejo integrado. Dessa maneira, os objetivos deste estudo foram: i) Determinar a duração e sobrevivência das fases imaturas da mosca-branca, em um ambiente Semiárido; e ii) Conhecer os fatores chaves de mortalidade que atuam sobre a mosca-branca, mediante construção de tabelas de vida ecológica, em meloeiro. Para isso, plantas de meloeiro foram infestadas com ovos de *B. tabaci* e avaliadas em condições de campo, para conhecer o desenvolvimento das fases imaturas e elaborar tabelas de vida ecológica para quantificar os fatores de mortalidade. O ciclo da mosca-branca teve menor duração no período seco, com duração média da fase de ovo a adulto de $19,4 \pm 0,23$. A sobrevivência das fases imaturas da mosca-branca foi similar no período seco e de chuva, sendo de 87,8% e 87,9% para a fase de ovo, 92,8% e 96,7% para a fase ninfal, e 80,6% e 84,7% para a fase de ovo a adulto, respectivamente. O desalojamento ($r^2 = 0,93$) e o parasitismo ($r^2 = 0,87$) foram os fatores mais relacionados com a mortalidade geracional, especialmente no quarto instar. Com isso, pode-se concluir que o período seco favoreceu o desenvolvimento da praga e que fatores de

mortalidade como desalojamento e parasitismo apresentaram potencial de impacto para a população da mosca-branca nas condições do estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Fatores de mortalidade, praga-chave, parasitismo, predação.

BIOLOGY AND ECOLOGICAL LIFE TABLE OF WHITE FLY *Bemisia tabaci*
(GENNADIUS) BIOTYPE B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) ON MELON

por

JASMINE ASNATHE MARTINS RODRIGUES

(Under the Direction of Professor Elton Lucio Araujo - UFERSA)

ABSTRACT

The whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae), is considered one of the most important pest species of melon (*Cucumis melo* L.), in several regions of the world. Information on bioecological aspects of the whitefly in melon is extremely important for the knowledge of its population dynamics and, hence, for supporting integrated pest management program of this pest. Thus, the objectives of this study were: i) To determine the duration and survival of the immature stages of the whitefly, in a semiarid environment; and ii) To know the key mortality factors that act on the whitefly population through ecological life table, in melon. Melon plants infested with *B. tabaci* eggs were placed in the field to assess the biological characteristics of the immature stages, and to elaborate ecological life tables to quantify the mortality factors. The whitefly cycle had a shorter duration during in the dry period, with an average duration of the egg to adult phase of 19.4 ± 0.23 days. The survival of the whitefly was similar in the dry and rainy periods for egg stage (87.8% and 87.9%), nymphal stage (92.8% and 96.7%), and for whole developmental from egg to adult eclosion (80.6% and 84.7%). Displacement ($r^2 = 0.93$) and parasitism ($r^2 = 0.87$) acted as key mortality factors and highly correlated to generational mortality, especially in the fourth instar. We can conclude that the dry period favored the development of *B.*

tabaci in our studied area, immature displacement and parasitism acted as mortality factors showing potential for reducing the whitefly population under the conditions of the study.

KEY WORDS: Mortality factors, key pest, parasitism, predation.

BIOLOGIA E TABELA DE VIDA ECOLÓGICA DA MOSCA-BRANCA *Bemisia tabaci*
(GENNADIUS) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM MELOEIRO

por

JASMINE ASNATHE MARTINS RODRIGUES

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

Outubro –2020

BIOLOGIA E TABELA DE VIDA ECOLÓGICA DA MOSCA-BRANCA *Bemisia tabaci*
(GENNADIUS) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM MELOEIRO

por

JASMINE ASNATHE MARTINS RODRIGUES

Comitê de Orientação:

Elton Lucio Araujo – UFERSA

Jorge Braz Torres – UFRPE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Rodrigues, Jasmine
A. Martinsb
RODRIGUES, Jasmine
BIOLOGIA E TABELA DE VIDA ECOLÓGICA DA MOSCA-BRANCA Bemisia tabaci (GENNADIUS) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM MELOEIRO / Jasmine RODRIGUES. - 2020.
68 f. : il.

Orientador: Elton Lucio Araujo UFERSA.
Coorientador: Jorge Braz Torres UFRPE.
Inclui referências e apêndice(s).

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, Recife, 2021.

1. fatores de mortalidade. 2. praga-chave. 3. parasitismo. 4. predação. I. UFERSA, Elton Lucio Araujo , orient. II. UFRPE, Jorge Braz Torres , coorient. III. Título

CDD 632.7

BIOLOGIA E TABELA DE VIDA ECOLÓGICA DA MOSCA-BRANCA *Bemisia tabaci*
(GENNADIUS) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM MELOEIRO

por

JASMINE ASNATHE MARTINS RODRIGUES

Banca Examinadora:

Elton Lucio Araujo – UFERSA

Jorge Braz Torres – UFRPE

Daniell Rodrigo Rodrigues Fernandes – INPA

Ewerton Marinho da Costa – UFCG

Elania Clementino Fernandes – UFERSA

Jasmine Asnathe Martins Rodrigues
Doutoranda

Prof. Elton Lucio Araujo - UFERSA
Orientador

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Ruy Rodrigues de Luna e Ivonete Martins Rodrigues,

Com amor.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador, Professor Elton Lucio Araujo, pelas oportunidades e conhecimentos adquiridos durante a pesquisa. Por todo o apoio, colaboração e paciência durante o desenvolvimento desse trabalho. Ao meu co-orientador, Professor Jorge Braz Torres, por toda colaboração e assistência.

Ao professor Vargas Oliveira, por todo o auxílio durante o curso. E aos demais docentes do Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola (PPGEA-UFRPE) por todos os ensinamentos.

Agradeço ao Instituto Biológico pela atenção e auxílio na pesquisa, em especial a pesquisadora Ana Wengrat pela identificação dos parasitoides.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) por disponibilizar a estrutura de laboratório e campo para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Entomologia Aplicada da UFERSA por todos os momentos de convivência no laboratório e ajuda. Aos amigos do Laboratório de Comportamento de Insetos (PPGEA-UFRPE).

E por fim, agradeço em especial a minha família por todo incentivo, e apoio prestados durante o curso de doutorado.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	ix
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO	1
LITERATURA CITADA.....	8
2 DESENVOLVIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE <i>Bemisia tabaci</i> (GENNADIUS) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM UM AMBIENTE SEMIÁRIDO	12
RESUMO	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO	15
MATERIAL E MÉTODOS	16
RESULTADOS.....	18
DISCUSSÃO.....	19
LITERATURA CITADA.....	23
3 TABELA DE VIDA ECOLÓGICA DA MOSCA-BRANCA <i>Bemisia tabaci</i> (GENNADIUS) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM MELOEIRO	29
RESUMO	30
ABSTRACT	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS	33
RESULTADOS.....	38
DISCUSSÃO.....	41

LITERATURA CITADA.....	45
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
APÊNDICES	56

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

No Brasil, principalmente nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, o melão (*Cucumis melo* L.) destaca-se pela importância econômica e social, sendo um dos frutos *in natura* de maior volume de exportação (Kist *et al.* 2018). Entre as variedades de melão, o tipo Amarelo, conhecido também como Valenciano ou Espanhol é o mais produzido no Brasil (Paiva *et al.* 2002, Costa 2008, Kiiil *et al.* 2015). Em 2019, a produção de melão no estado do Rio Grande do Norte foi de 356.705 toneladas, e um valor de produção na ordem de 340 milhões de reais (IBGE 2019).

A mosca-branca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) foi descrita há mais de 100 anos e, desde então, é considerada uma das principais pragas das plantas cultivadas em todo o mundo (Oliveira *et al.* 2001). A espécie foi originalmente descrita como *Aleyrodes tabaci* Gennadius em 1889, na Grécia, em plantas de fumo (Gennadius 1889). Esta praga se adapta facilmente a diferentes espécies de plantas com registro em mais de 600 espécies de plantas, encontra-se em todos os continentes, exceto na Antártica (Oliveira *et al.* 2001). No Brasil, é relatada desde 1923, e ressurgiu em importância na década de 90, com a introdução do biótipo B, apresentando altos índices populacionais no Sudeste, Centro-Oeste, Sul e Nordeste, ocasionando grandes perdas em diversas culturas (Czepak 2010).

Os adultos de *B. tabaci* medem de 1,0 a 2,0mm de comprimento, apresentam coloração amarelo clara e asas brancas, sendo as fêmeas maiores que os machos (Villas Bôas & Branco 2009). As fêmeas depositam os seus ovos na face inferior das folhas, os quais são fixados por um pedúnculo curto (Haji *et al.* 2005). Os ovos possuem formato oval com aproximadamente 0,21mm de comprimento e 0,096mm de largura, apresentando coloração amarelada nos primeiros dias e

marrom quando próximos à eclosão. As ninfas de primeiro instar medem aproximadamente 0,27mm de comprimento e 0,14mm de largura, são translúcidas e apresentam coloração amarelo a amarelo-clara. Logo após a eclosão, as ninfas de primeiro instar se dispersam procurando um local para se fixarem e iniciarem a alimentação na folha, que se dá pela sucção da seiva da planta. A muda para o segundo instar ninfal ocorre, geralmente, dois a três dias após a eclosão. O segundo, terceiro e quarto instares são imóveis, com as ninfas tendo as pernas atrofiadas, olhos pequenos e variam de 0,365 (segundo instar) a 0,662mm (quarto instar). O quarto instar é, também, chamado de pupa e caracteriza-se pelo aparecimento de olhos (ocelos) vermelhos que podem ser vistos através do tegumento das ninfas (MCauslane 2000, Haji *et al.* 2005). A emergência do adulto pode ser percebida por meio de uma abertura em forma de “T” invertido, na região anterior dorsal do pupário (exúvia do último instar ninfal) (Haji *et al.* 2005).

A mosca-branca apresenta reprodução sexuada ou por partenogênese arrenótoca. As fêmeas não acasaladas, produzem descendência masculina e as fêmeas acasaladas podem produzir machos e fêmeas (Byrne & Bellows Jr 1991). As fêmeas podem regular o sexo de sua progênie desde que tenham um suprimento suficiente de espermatozoides, fecundando seletivamente alguns de seus óvulos (Horowitz & Gerling 1992).

O ciclo de ovo a adulto de *B. tabaci* criada em meloeiro a 25°C e 70% de UR variou de 20,2 ± 0,39 a 22,1 ± 0,92 dias (Baldin *et al.* 2012). Quando criada em feijoeiro, *Vigna mungo* (L.) e *V. radiata* (L.), ou em algodão, *Gossypium hirsutum* (L.), a 26°C e 75% de UR, o ciclo foi de 20,3 ± 1,22, 20,5 ± 1,00 e 14,9 ± 0,82 dias, respectivamente (Ahmad *et al.* 2014). Em temperaturas de 20 a 32°C e 60% de UR, o tempo de desenvolvimento de ovo a adulto de *B. tabaci* variou de 14,6 ± 0,8 a 36,0 ± 1,0 dias, em meloeiro, e de 16,3 ± 0,7 a 37,9 ± 2,1 dias em algodão (Nava-Camberos *et al.* 2001). Assim, demonstra que o ciclo de vida de *B. tabaci* é variável dependendo da temperatura de criação e planta hospedeira utilizada, e diferentes crescimentos populacionais

podem ocorrer dependendo das condições climáticas e suscetibilidade do hospedeiro, o que interfere diretamente nas tomadas de decisão de controle da praga, o qual é realizado dependendo da densidade de infestação.

A mosca-branca acarreta diversos danos as culturas. Ao se alimentarem sugando a seiva da planta afetam o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, causando perdas de rendimento (Cock 1986). A grande quantidade de “honeydew” que pode ser secretada sobre as folhas e frutos, propiciam a colonização por fungos (fumagina), o que reduz a qualidade dos vegetais, frutos e plantas ornamentais, além de atrair formigas, que interferem na ação de controle exercida pelos inimigos naturais (Gangwar & Gangwar 2018). De forma indireta, a mosca-branca pode transmitir mais de 60 tipos de viroses capazes de impactar severamente as plantas suscetíveis. Viroses como Geminivírus, Closterovírus, Nepovírus, Carlavírus, Potyvírus e um vírus de DNA em forma de bastonete, entre os quais os Begomovírus (anteriormente chamados Geminivírus) são alguns dos mais importantes para a agricultura (Gangwar & Gangwar 2018), como o *tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV), *tomato mottle virus* (TMoV), e *bean golden mosaic virus* (BGMV) (Mcauslane 2000). Na cultura do meloeiro, a mosca-branca provoca à redução do teor de açúcares (Brix) nos frutos, surgimento da fumagina sobre toda a planta, e a transmissão do amarelão (causado por vírus) (Braga Sobrinho *et al.* 2011).

O principal método de controle da mosca-branca no meloeiro é por meio da aplicação de inseticidas (Costa-Lima *et al.* 2016). Entretanto, esta praga é rapidamente selecionada para resistência aos inseticidas, bem como, apresenta grande plasticidade genética para desenvolver biótipos adaptados a condições novas ou adversas (Haji & Bleicher 2004). O manejo integrado de pragas é considerado uma das melhores alternativas para reduzir os danos causados pela mosca-branca, devido a sua capacidade de se adaptar às mais variadas condições e hospedeiros (Torres *et al.* 2007).

Há diversos inimigos naturais associados a *B. tabaci* biótipo B, como os ácaros predadores Phytoseiidae (Acari), os insetos predadores Coccinellidae (Coleoptera), Syrphidae (Diptera), Anthocoridae, Nabidae e Miridae (Hemiptera), Chrysopidae e Coniopterygidae (Neuroptera), e os parasitoides de três famílias de himenópteros: Platygasteridae (*Amitus* spp.), Aphelinidae (*Eretmocerus* spp. e *Encarsia* spp.) e Eulophidae (*Euderomphale* spp.). Entre os entomopatógenos, os fungos mais comumente observados são *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown e Smith, *Aschersonia aleyrodis* Webber, *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas e *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Hoddle 2013).

No Brasil, há relatos de parasitoides de *B. tabaci* dos gêneros *Encarsia* e *Eretmocerus* (Lourenção *et al.* 2014, Torres *et al.* 2014) e diversos predadores associados à praga. Espécies dos gêneros *Chrysoperla* e *Ceraeochrysa* (Neuroptera) (Bezerra *et al.* 2010), as moscas do gênero *Condylostylus* (Diptera), sirfídeos e aranhas (Costa-Lima *et al.* 2016). No entanto, o conhecimento de inimigos naturais de *B. tabaci* no Brasil, ainda é limitado (Lourenção *et al.* 2014).

Torres *et al.* (2014) observaram as espécies de parasitoides *Encarsia desantisi* Viggiani, *Encarsia pergandiella* Howard, *Encarsia nigricephala* Dozier, *Encarsia lutea* (Masi), *Encarsia inaron* (Walker), *Encarsia hispida* De Santis parasitando ninfas de *B. tabaci* no estado de Minas Gerais, Brasil. Além destas espécies, também foi registrado, *E. aleurothrix* Evans & Polaszek, *Encarsia formosa* Gahan, *Encarsia luteola* Howard, *Encarsia porteri* (Mercet), e o hiperparasitoide Signiphoridae *Signiphora aleyrodis* Ashmead associados a *B. tabaci* (Oliveira *et al.* 2003). Lourenção *et al.* (2014), observaram a ocorrência de *Encarsia inaron* (Walker), *Encarsia lutea* (Masi) e o parasitoide *Eretmocerus mundus* (Mercet) parasitando ninfas de *B. tabaci*, em Campinas. Entre os insetos predadores, destacam-se coccinelídeos, *Cycloneda* spp. (L.), *Delphastus devidsoni* Gordon, *Eriopis conexa* (Germar), *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, *Nephaspis gemini* Gordon, *N. hydra* Gordon; dípteros como *Allograpta exotica* (Wiedemann), *Ocyptamus mentor*

(Curran), *Toxomerus lacrimostus* (Bigot), e os neurópteros *Ceraeochrysa cincta* (Schneider), *C. claveri* (Navás), *Chrysoperla defreitasi* Brooks, *C. externa* (Hagen) (Oliveira *et al.* 2003). Além desses, outros predadores Coccinellidae, espécimes de Hemerobiidae, Syrphidae e Vespidae (Torres *et al.* 2014), *Lebia* sp. (Carabidae), *Lyctocoris* sp., *Orius* spp. (Anthocoridae), *Geocoris* spp. (Geocoridae), *Campylomma* sp., *Lygus* sp., *Macrolophus* sp., *Spanagonicus* sp. (Miridae), *Condylostylus* sp., (Dolichopodidae), *Doru luteipes* (Scudder) (Forficulidae) e aranhas são mencionadas como predadores de *B. tabaci* (Souza *et al.* 2016).

As tabelas de vida, também, conhecidas como tabelas etárias, são de grande importância para a compreensão da dinâmica populacional de uma espécie, de forma que condensam dados essenciais de uma população, com relação às taxas de mortalidade, sobrevivência e esperança de vida (Silveira Neto *et al.* 1976, Ricklefs 2003). As tabelas de vida de idade específica, para os casos onde se fixa a idade e acompanha-se um grupo de indivíduos dentro de uma ou mais gerações através de amostragens, subdividem-se em dois tipos distintos: simples ou biológica e ecológica (Silveira Neto *et al.* 1976). Por meio das tabelas de vida simples ou biológicas é possível avaliar o potencial de crescimento populacional e de esperança de vida da população. Já a partir da tabela de vida ecológica podem ser determinados os fatores de mortalidade de cada fase de desenvolvimento do inseto, considerando para isso a população inicial e a população sobrevivente no final de cada fase do inseto.

As tabelas de vida podem ser organizadas por classes de idade ou estágio, mas em populações de campo, a idade dos insetos raramente é conhecida com precisão, enquanto os estádios de desenvolvimento, geralmente, podem ser determinados (Bellows & van Driesche 1999). Nas tabelas de estágio/idade específico, os dados dos parâmetros demográficos de um grupo ou *cohort*, amostrados em uma ou mais gerações de indivíduos, são determinados ao longo do tempo para cada uma das classes de idade ou estágios (tabela de vida horizontal). Enquanto que nas tabelas de vida

de tempo específico, mais aplicada às populações de reprodução contínua, a amostragem da população é realizada em um determinado momento no tempo, avaliando-se todos os estágios presentes naquele momento (tabela de vida vertical) (Silveira Neto *et al.* 1976, Bellows *et al.* 1992).

Nas tabelas de vida, os pesquisadores expressam a mortalidade atribuída às populações de diferentes maneiras, sendo as principais: mortalidade real - aquela calculada com base na população inicial de cada geração; mortalidade aparente - porcentagem de indivíduos morrendo em uma determinada fase, sendo calculada com relação ao número de indivíduos que iniciam esta fase; e mortalidade indispensável – para seu cálculo considera-se que não ocorreu a mortalidade aparente no estágio em foco (Silveira Neto *et al.* 1976). Neste caso, o cálculo da mortalidade indispensável, ou insubstituível, determina a porção da mortalidade geracional total que não ocorreria se um determinado fator de mortalidade fosse removido (Naranjo & Ellsworth 2017, Southwood & Henderson 2000).

A mortalidade geralmente é atribuída a causas específicas (Bellows & van Driesche 1999), e através do acompanhamento de várias gerações é possível determinar quais os fatores de mortalidade que mais atuam sob uma determinada população para aquela localidade. Naranjo & Ellsworth (2005) utilizaram o método de observação *in situ* para a construção das tabelas de vida baseada na *cohort* de *B. tabaci* biótipo B em algodoeiro, e observaram que o fator chave de mortalidade foi a predação, estando relacionada às densidades de *Geocoris* spp., *Orius tristicolor* (White), *Chrysoperla carnea* (Stephens) e *Lygus hesperus* (Knight), evidenciando a importância e impacto dos fatores de mortalidade natural no algodoeiro. Albergaria *et al.* (2003) ao construírem tabelas de vida ecológica para *B. tabaci* biótipo B em soja, verificaram que o parasitismo por *Encarsia* spp., na fase “pupal”, foi o fator mais importante na mortalidade de *B. tabaci*. Em tomateiro cultivado no sistema orgânico, os predadores foram os principais contribuintes na mortalidade de *B. tabaci*, atuando no controle de ninfas (Souza *et al.* 2016).

Muitos fatores influenciam a taxa de crescimento populacional, mas somente os fatores que atuam como dependentes da densidade, cujos efeitos aumentam em função da densidade, podem colocar uma população sob regulação (Ricklefs 2003). Os fatores-chaves de mortalidade que regulam as densidades das populações, calculados como *k-values*, podem ser identificados através da amostragem da população ao longo do ciclo de vida, sendo medidos ao longo de diversas gerações (Varley & Gradwell 1960, Podoler & Rogers 1975). O método do fator parcial proposto por Varley & Gradwell (1960), método gráfico, é utilizado para comparar padrões de mortalidade total ($K_{total} = \sum k_s$) às taxas de mortalidades individuais (*k* parciais) nas populações. E o método de Podoler & Rogers (1975) é utilizado para análises quantitativas dos fatores-chave, por regressão linear dos valores de *k*-parciais e *K*-total.

Horowitz *et al.* (1984), ao calcularem as tabelas de vida ecológica para *B. tabaci* na cultura do algodão, em Israel, observaram que a mortalidade na fase de ovo foi a que mais influenciou a mortalidade total, seguida da mortalidade no primeiro instar, com *K*-total de 0,784 e *k*-parciais de 0,382, 0,157, 0,062, 0,072, 0,108, para fase de ovos, n1, n2, n3, n4 (pupa), respectivamente. Estudo conduzido com *B. tabaci* em algodão na região central Arizona, EUA, associaram a predação durante o quarto instar como o principal fator-chave de mortalidade neste sistema ($k_{predação} = 0,222$) (Naranjo & Ellsworth 2005).

A aplicação da tabela de vida ecológica e avaliação de parâmetros biológicos da mosca-branca se tornam importantes para o conhecimento do seu desenvolvimento e dos fatores de mortalidade que atuam sobre esta praga nas condições do Semiárido brasileiro. Os fatores de mortalidade natural podem variar em função da localidade e planta hospedeira da praga. Agentes abióticos como umidade relativa e precipitação pluvial possuem impacto no desenvolvimento e mortalidade de pragas através do ressecamento, no caso de baixas umidades, bem como desalojando fases sésseis como ovos e ninfas fixas a planta hospedeira devido ao impacto da chuva (Naranjo & Ellsworth

2005, Naranjo *et al.* 2009, Felicio *et al.* 2019). Também, a ocorrência dos agentes bióticos como parasitoides, predadores e entomopatógenos são influenciados pelo clima, bem como pela planta hospedeira da praga (Lara 1991, Gamarra *et al.* 1998, Gallo *et al.* 2002).

Portanto, os principais objetivos deste trabalho foram: 1) Avaliar a duração e sobrevivência das fases imaturas da mosca-branca infestando plantas de meloeiro, em um ambiente Semiárido; e 2) Conhecer os fatores chaves de mortalidade que atuam sobre a mosca-branca, mediante construção de tabela de vida ecológica, em meloeiro.

Literatura Citada

- Ahmad, S.K., P.Q. Rizvi & S.M. Badruddin. 2014.** Comparative age specific life parameters of whitefly (*Bemisia tabaci* genn.) on some preferred host plants. *Int. J. Entomol. Res.* 2: 41-45.
- Albergaria, N.M., F.J. Cividanes & H.O. Dória. 2003.** Tabela de vida ecológica de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Neotrop. Entomol.* 32: 559-563.
- Baldin, E.L., J.P.G. Silva & L.E.R. Pannuti. 2012.** Resistance of melon cultivars to *Bemisia tabaci* biotype B. *Hort. Bras.* 30: 600-606.
- Bellows, T.S & R.G. van Driesche. 1999.** Life table construction and analysis for evaluating biological control agents, p. 199-221. In Fisher, T.W., T.S. Bellows, L.E. Caltagirone, D.L. Dahlsten, C.B. Huffaker & G. Gordh (eds.). *Handbook of biological control: principles and applications of biological control.* San Diego, Academic Press, 1046p.
- Bellows, T.S., R.G. van Driesche & J.S. Elkinton. 1992.** Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. *Annu. Rev. Entomol.* 37: 587-614.
- Bezerra, E.S.C., P.K.A. Tavares, L.P.M. Macedo, S. Freitas & E.L. Araújo. 2010.** *Green lacewings* (Neuroptera: Chrysopidae) associated with melon crop in Mossoró, Rio Grande do Norte state, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 39: 454-455.
- Braga Sobrinho, R., J.A. Guimarães, E.L. Araújo, M.A.B. Moreira & A.L.M. Mesquita. 2011.** Manejo integrado de pragas do meloeiro. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 20p.
- Byrne, D.N. & T.S. Bellows. 1991.** Whitefly biology. *Annu. Rev. Entomol.* 36: 431-457.
- Cock, M.J.W. 1986.** *Bemisia tabaci*: A literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. FAO/CAB International Institute of Biological Control, Ascot, UK, 121p.

- Costa, N.D. 2008.** A cultura do melão. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 191p. (Coleção Plantar, 60).
- Costa-Lima, T.C., M.M. Filho, M.F. Lima & J.A. Alencar. 2016.** Guia sobre mosca-branca em meloeiro: monitoramento e táticas de controle. Petrolina, Embrapa Semiárido, 8p. (Circular Técnica 112).
- Czepak, C. 2010.** Reação em cadeia. Pelotas, Cultivar Hortaliças e frutas, 5p. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/ativemanager/uploads/arquivos/artigos/hf_61.pdf>. Acesso em 02/2017.
- Felicio, T.N.P., T.L. Costa, R.A. Sarmiento, R.S. Ramos, P.S. Pereira, R.S. Silva & M.C. Picanço. 2019.** Surrounding vegetation, climatic elements, and predators affect the spatial dynamics of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in commercial melon fields. J. Econ. Entomol. 112: 2774-2781.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R.P. Carvalho, G.C.D. Baptista, E. Berti Filho, R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramin, L.C. Marchini, J.R.C. Lopes & C. Omoto. 2002.** Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 920p.
- Gamarra, D.C., V.H. Bueno, J.C. Moraes & A.M. Auad. 1998.** Influência de tricomas glandulares de *Solanum berthaultii* na predação de *Scymnus* (Pullus) *argentinicus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) em *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). An. Soc. Entomol. Brasil 27: 59-65.
- Gangwar, R.K. & C. Gangwar. 2018.** Lifecycle, distribution, nature of damage and economic importance of whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius). Acta Scientific Agric. 2: 36-39.
- Gennadius, P. 1889.** Disease of tobacco plantations in the trikonia. The aleurodid of tobacco. Ellenike Georgia (Grecia) 5: 1-3.
- Haji, F.N.P. & E. Bleicher. 2004.** Avanços no manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera, Aleyrodidae). Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 186p.
- Haji, F.N.P., M.A.A. Mattos, J.A. Alencar, F.R. Barbosa & B.J. Paranhos. 2005.** Manejo da mosca-branca na cultura do tomate. Petrolina, Embrapa Semiárido, 16p. (Circular Técnica 81).
- Hodde, M. 2013.** The biology and management of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) on greenhouse grown ornamentals. Riverside, University of California. Disponível em: <<http://biocontrol.ucr.edu/bemisia.html>>. Acesso em 06/2017.
- Horowitz, A.R. & D. Gerling. 1992.** Seasonal variation of sex ratio in *Bemisia tabaci* on cotton in Israel. Environ. Entomol. 21: 556-559.

- Horowitz, A.R., H. Podoler & D. Gerling. 1984.** Life table analysis of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) in cotton fields in Israel. *Oecol. Appl.* 5: 221-233.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2019.** Produção Agrícola Municipal - PAM. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 11/2020.
- Kiill, L.H.P., M.F. Ribeiro, K.M.M. Siqueira & E.M.S. Silva. 2015.** Polinização do meloeiro: biologia reprodutiva e manejo de polinizadores. Rio de Janeiro, Funbio, 32p.
- Kist, B. B., C.E. Santos, C. Carvalho & R.R. Beling. 2018.** Anuário brasileiro de horti & fruti 2019. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 96p.
- Lara, F.M. 1991.** Princípios de Resistência de plantas a insetos. São Paulo, Ícone, 336p.
- Lourenção, A.L., V.A. Costa, L. S. Pereira & J.C. Prado. 2014.** Occurrence of *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitizing *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brazil. *Bragantia* 73: 160-162.
- Mcauslane, H.K. 2000.** Featured creatures: *Bemisia tabaci* (Gennadius) or *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Gainesville, University of Florida, 8p. Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/silverleaf_whitefly.htm>. Acesso em 02/2017.
- Naranjo, S.E. & P.C. Ellsworth. 2005.** Mortality dynamics and population regulation in *Bemisia tabaci*. *Entomol. Exp. Appl.* 116: 93-108.
- Naranjo, S.E. & P.C. Ellsworth. 2017.** Methodology for developing life tables for sessile insects in the field using the whitefly, *Bemisia tabaci*, in cotton as a model system. *J. Vis. Exp.* 129: e56150.
- Naranjo, S.E., L. Cañas & P.C. Ellsworth. 2009.** Mortality and population dynamics of *Bemisia tabaci* within a multi-crop system. In Proceedings of the third international symposium on biological control of arthropods, Christchurch, New Zealand (p. 202-207). USDA Forest Service, Publ. FHTET.
- Nava-Camberos, U., D.G. Riley & M.K. Harris. 2001.** Temperature and host plant effects on development, survival and fecundity of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environ. Entomol.* 30: 55-63.
- Oliveira, M.R.V., T.E. Henneberry & P. Anderson. 2001.** History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.* 20: 709-723.
- Oliveira, M. R., E. Amancio, R.A. Laumann & L.D.O. Gomes. 2003.** Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Gennadius) B biotype and *Trialeurodes vaporariorum* (westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brasília, Brazil. *Neotrop. Entomol.* 32: 151-154.

- Paiva, W.O., H.A.C. Filgueiras, J.A. Araújo Lima, G.S.C Buso & J.A. Buso. 2002.** Melão Tupã: origem e melhoramento genético. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 39p.
- Podoler, H. & D. Rogers. 1975.** A new method for the identification of key factors from life-table data. *J. Anim. Ecol.* 44: 85-114.
- Ricklefs, R.E. 2003.** A economia da natureza. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan S.A., 504p.
- Silveira Neto, S., O. Nakano, D. Bardin & N.A. Villa Nova. 1976.** Manual de ecologia dos insetos. Piracicaba, CERES, 419p.
- Southwood, T.R.E. & P.A. Henderson. 2000.** Ecological methods. 3rd Edition. Oxford, Blackwell Science, 575p.
- Souza, L.M., J. Santos, A.A.T.C. Sousa, E. Fontes, C. Pires, E. Sujii, M. Venzon & P. Togni. 2016.** Fatores de mortalidade de ninfas da mosca-branca em tomateiros orgânicos e convencionais no Distrito Federal. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia- Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E).
- Torres, L.C., A.L. Lourenção, V.A. Costa, B. Souza, M.B. Costa & R.L. Tanque. 2014.** Records of natural enemies of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B in Brazil. *Neotrop. Entomol.* 43: 189-191.
- Torres, L.C., B. Souza, B.B. Amaral & R.L. Tanque. 2007.** Biologia e não-preferência para oviposição por *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivares de algodoeiro. *Neotrop. Entomol.* 36: 445-453.
- Varley, G.C. & G.R. Gradwell. 1960.** Key factors in insect population studies. *J. Anim. Ecol.* 29: 399-401.
- Villas Bôas, G.L. & M.C. Branco. 2009.** Manejo integrado da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) em sistema de produção integrada de tomate indústria (PITI). Brasília, Embrapa Hortaliças, 16p. (Circular Técnica 70).

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE *Bemisia tabaci* (GENNADIUS) BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM UM AMBIENTE SEMIÁRIDO¹

JASMINE A. M. RODRIGUES²

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

¹Rodrigues, J.A.M. 2020. Desenvolvimento e sobrevivência de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em um ambiente Semiárido. A ser submetido.

RESUMO – A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma praga de importância econômica para várias culturas, em diferentes regiões do mundo, incluindo regiões com ambientes de clima seco a moderadamente úmido. Apesar da importância econômica da mosca-branca, ainda, são escassas as informações sobre seus aspectos biológicos, em ambientes semiáridos. Portanto, o objetivo deste estudo foi conhecer a duração e sobrevivência das fases imaturas da mosca-branca, em plantas de meloeiro (*Cucumis melo* L.), durante os períodos seco e de chuva em um ambiente semiárido. Para isso, plantas de meloeiro foram infestadas por *B. tabaci* em laboratório e, posteriormente, transferidas para o campo, para completar seu desenvolvimento. Diariamente, por um período de uma hora, as plantas eram levadas ao laboratório para avaliação das fases imaturas, com auxílio de microscópio estereoscópio, e levadas de volta para o campo. O período embrionário teve duração média de 6,6 e 6,9 dias, no período seco e de chuva, respectivamente. A fase de ninfa teve duração média de 12,8 dias no período seco e 14,5 dias no período de chuva. A duração média da fase de ovo até a emergência do adulto foi em média de 19,4 e 21,3 dias nos períodos seco e de chuva, respectivamente. As sobrevivências médias no período seco e de chuva foram os seguintes: fase de ovo 87,8% e 87,9%, fase ninfal 92,8% e 96,7%, período de ovo a adulto 80,6% e 84,8%. O desenvolvimento da mosca-branca foi mais rápido durante o período seco, enquanto a sobrevivência foi similar nos dois períodos do estudo.

PALAVRAS CHAVES: Mosca-branca, biologia, sazonalidade, meloeiro

DEVELOPMENT AND SURVIVAL OF *Bemisia tabaci* (GENNADIUS) BIOTYPE B
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) IN A SEMIARID LOCATION

ABSTRACT – The whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) is a pest of economic importance for several crops in different regions of the world, including regions with dry to moderately humid climates. Despite the economic importance of the whitefly, there is still little information on its biological aspects in semiarid environments. Therefore, this study aimed to the objective know the duration and survival of the immature phases of the whitefly, in melon plants (*Cucumis melo* L.), during the dry and rainy periods in a semiarid environment. For that, melon plants were infested with populations of *B. tabaci* in the laboratory and, later, transferred to the field, to complete their development. Daily, for a period of one hour, the plants were brought to the laboratory for evaluation of immature stages, with the aid of a stereomicroscope, and after returned to the field. The embryonic period lasted, on average, 6.6 and 6.9 days, in the dry and rainy periods, respectively. The nymph stage lasted 12.8 days in the dry period and 14.5 days in the rainy period. The whole developmental duration from egg to adult emergence was, on average, 19.4 and 21.3 days in the dry and rainy periods, respectively. The average survivals in the dry and rainy periods were as follows: for egg stage were 87.8% and 87.9%, nymphal stage were 92.8% and 96.7%, and from egg to adult 80.6% and 84.8%. Developmental period of whitefly was shorter during the dry period relative to the rainy period; while, the survival rates were statistically similar.

KEY WORDS: Whitefly, biology, seasonality, melon

Introdução

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) é uma praga de importância econômica para várias culturas, em diferentes regiões do mundo (de Barro *et al.* 2011, Perring *et al.* 2018). As perdas ocasionadas por esta praga estão relacionadas à sua alimentação e transmissão de viroses, provocando danos que afetam a fisiologia e crescimento das plantas (Cock, 1986, Gangwar & Gangwar 2018). Esta espécie ocupa a maioria dos habitats climáticos adequados para o seu desenvolvimento, que inclui as temperaturas de países tropicais e subtropicais e condições secas a moderadamente úmidas, e foi registrada em mais de 600 espécies de plantas (Gerling *et al.* 1986, Oliveira *et al.* 2001). A mosca-branca apresenta as fases de ovo, ninfas e adulto, fixam os ovos na parte inferior das folhas por meio de uma haste, possuem quatro estádios ninfais, com o primeiro estágio ninfal móvel, e a emergência dos adultos ocorre pelo dorso da ninfa de último estágio, também denominado pupário, deixando uma fenda em forma de “T” (Hodges & Evans 2005).

O Semiárido brasileiro apresenta elevadas taxas de insolação, elevadas temperaturas, baixas amplitudes térmicas, apresentando temperaturas médias que variam entre 26 e 28°C, altas taxas de evapotranspiração e elevado déficit hídrico. Apresenta baixos índices pluviométricos, onde a período de chuva dura em torno de 3 a 5 meses (iniciando em fevereiro ou março), enquanto a período seco se prolonga por 7 a 9 meses (iniciando em agosto ou setembro) (Marengo *et al.* 2011, Zanella 2014).

Apesar dessas condições climáticas serem restritivas a maioria dos cultivos, a agricultura irrigada feita com diversas espécies de fruteiras, entre elas o meloeiro (*Cucumis melo* L.), tem se destacado. No Brasil, principalmente nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, o melão é considerado um importante negócio para os agricultores da região do Semiárido irrigado, gerando renda e emprego, apresentando-se como cultura de alta produtividade, frutos com alto teor de

açúcares, o que favorece a sua comercialização (Kist *et al.* 2018). No estado do Rio Grande do Norte, a produção de melão em 2019 foi de 356.705 toneladas, e um valor de produção na ordem de 340 milhões de reais (IBGE 2019).

O conhecimento da influência dos fatores climáticos, em condições naturais, sobre populações de pragas, revela informação sobre a dinâmica populacional dos insetos e fornecem informações importantes para o desenvolvimento de programas de manejo integrado de pragas (Jesus *et al.* 2010, Fidelis *et al.* 2019, Farias *et al.* 2020). Apesar da importância econômica da mosca-branca para várias culturas exploradas na região Semiárida do Brasil, ainda, são escassas as informações sobre os aspectos biológicos dessa praga, em campo, nas condições ambientais do Semiárido brasileiro. Portanto, o objetivo deste estudo foi conhecer a duração e sobrevivência das fases imaturas de *B. tabaci*, em plantas de meloeiro, em um ambiente semiárido.

Material e Métodos

Este estudo foi realizado na área de experimentação agrícola da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) (5°11'15" S e 37°20'39" O), no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. Essa região possui clima Semiárido, com temperatura média compensada anual de 28°C e índice pluviométrico de 835 mm/ano, concentrados entre os meses de fevereiro e maio, umidade relativa média anual de 70% e 2.700 horas de insolação, com formação vegetal do tipo Caatinga hiperxerófila (Idema 2008).

A biologia de *B. tabaci* foi avaliada no período seco e de chuva. Durante o período seco (novembro de 2019), a temperatura média do ar foi de $27,8 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$, umidade relativa média do ar de $64,5 \pm 0,56\%$, com poucas nuvens, 0,2mm de precipitação pluvial e radiação solar de 1069,5 (kJ/m²). Durante o período de chuva (julho de 2020), a temperatura média do ar foi de $25,8 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$,

umidade média do ar de $66,9 \pm 0,71\%$, com alta nebulosidade e chuvas espaçadas, com índice pluviométrico de 38mm/mês e radiação solar de 905,3 (kJ/m²).

Produção das Plantas de Meloeiro. Sementes de meloeiro do tipo amarelo da cultivar Goldmine[®] (Semini, Campinas, SP) foram plantadas em bandejas de polietileno de 162 células, contendo substrato de fibra de coco Golden Mix[®] (Amafibra, Ananindeua, PA). As mudas com duas folhas cotiledonares foram transplantadas para vasos de polietileno (10 cm de diâmetro x 10 cm de altura), usando também o mesmo substrato juntamente com fonte de matéria orgânica (esterco bovino e de galinha) Pole[®] (Nibrafertil, Mossoró, RN), em uma proporção de 75% e 25%, respectivamente. A rega foi realizada pela manhã e no final da tarde, e as plantas adubadas três vezes por semana com adubação mineral de NPK fórmula 06-24-12, na proporção de 5g/L aplicando 40 mL desta diluição por vaso.

Infestação das Plantas. A infestação das plantas foi realizada com uma população de *B. tabaci* mantidas em laboratório. Para essa infestação, os vasos de polietileno com as mudas de meloeiro com 12 dias de idade foram colocados no interior das gaiolas criação (61 × 64 × 80 cm) de *B. tabaci* para serem ovipositadas por um período de 24 horas.

Após a oviposição, foi realizada a marcação e contagem dos ovos, com auxílio de um microscópio estereoscópio, observando-se a parte abaxial das folhas do meloeiro. Os ovos foram marcados fazendo-se um círculo ao redor desses, com um marcador preto permanente e não tóxico. Posteriormente, este mesmo procedimento foi realizado para localizar e marcar a posição de ninfas de primeiro instar (recém-eclodidas). As ninfas foram observadas entre 1 e 2 horas após a marcação para certificar de sua presença na área marcada. Os ovos, bem como as ninfas de primeiro instar foram marcados em diferentes plantas, utilizando um total 390 ovos e 140 ninfas avaliados.

Para determinar o desenvolvimento das fases imaturas da mosca-branca em condições ambiente, logo após a marcação e contagem dos ovos e ninfas, as plantas de meloeiro foram

transferidas para a área de experimentação agrícola da UFERSA. As avaliações das características de desenvolvimento e mortalidade foram realizadas diariamente até a emergência dos adultos, com o auxílio de um microscópio estereoscópio. Para isto, diariamente, as plantas eram transportadas para o laboratório, onde permaneciam durante o período de uma hora para avaliação e, novamente, eram levadas para o campo. A transição entre as diferentes fases de ninfa foi observada através da mudança na cor, tamanho das ninfas, e tamanho dos micetomas, ou pela presença da exúvia (Fig. 1).

Duração e Sobrevivência das Fases Imaturas. As seguintes características biológicas foram determinadas: tempo de desenvolvimento (dias) da fase de ovo e de cada estágio ninfal, duração total do período de ovo a adulto; sobrevivência de cada fase e sobrevivência total (%). O tempo de desenvolvimento foi obtido pela duração de dias em cada fase, ovo e ninfa. Para obter o tempo de desenvolvimento total de ovo a adulto, somou-se o tempo de desenvolvimento da fase de ovo e da fase ninfal. A sobrevivência de ovos foi determinada pela relação entre o número de ninfas eclodidas e o número ovos marcados. A sobrevivência ninfal foi determinada pela relação entre o número de ninfas “pós muda” e o número de ninfas + o número de ninfas inviáveis (ninfas/ninfas + ninfas mortas).

Para verificar a normalidade e homogeneidade dos dados, esses foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk. Para verificar diferenças entre pares de amostras no período seco e período de chuva foi aplicado teste U de Mann-Whitney caso constatada a não homogeneidade das amostras, ou teste t caso constatada a normalidade. Os testes foram aplicados a probabilidade de 95% de confiança empregando o pacote estatístico do SAS (SAS Institute 2002).

Resultados

Duração das Fases Imaturas. No período seco, a duração média da fase de ovo de *B. tabaci* biótipo B foi de $6,6 \pm 0,05$ dias (amplitude de 5 a 8 dias) e no período de chuva essa duração foi de $6,9 \pm 0,05$ dias (amplitude de 6 a 9 dias), com diferença significativa na duração da fase de ovo entre os períodos seco e de chuva ($Z = 3,7998$; $P < 0,001$) (Tabela 1).

A fase de ninfa teve uma duração média de $12,8 \pm 0,12$ dias no período seco e de $14,5 \pm 0,12$ dias no período de chuva ($t = -5,040$, $P < 0,001$), havendo diferença significativa entre os períodos seco e de chuva na duração do primeiro instar ($Z = -4,2044$; $P < 0,001$), terceiro instar ($Z = 2,4978$; $P = 0,012$) e quarto instar ($Z = -4,446$; $P < 0,001$) (Tabela 1).

O tempo total de desenvolvimento de ovo a adulto foi de $19,4 \pm 0,23$ dias (amplitude de 16,6 a 22,6 dias) no período seco e de $21,3 \pm 0,24$ dias (amplitude de 17,8 a 24,8 dias) no período de chuva, com diferença significativa entre os períodos seco e de chuva ($t = -5,874$; $P < 0,001$) (Tabela 1).

Sobrevivência das Fases Imaturas. A sobrevivência da fase de ovo foi de $87,8 \pm 4,21\%$ e de $87,92 \pm 3,11\%$, nos períodos seco e de chuva, não havendo diferença significativa ($Z = -0,6369$; $P = 0,524$) (Tabela 2). Também, não houve diferenças significativas para a sobrevivência entre os dois períodos avaliados para cada instar específico: primeiro instar ($Z = -0,2497$; $P = 0,803$), segundo instar ($Z = 0,3874$; $P = 0,698$), terceiro instar ($t = 0,785$; $P = 0,450$), e quarto instar ($Z = -1,448$; $P = 0,147$) (Tabela 2). De forma similar, não ocorreu diferença na sobrevivência para a fase ninfal entre os períodos seco e de chuva ($t = 1,515$; $P = 0,161$). Fato que resultou em similar sobrevivência para o desenvolvimento de ovo-adulto nos dois períodos, seco e de chuva ($t = 1,552$; $P = 0,151$) (Tabela 2).

Discussão

A variação no tempo de desenvolvimento de *B. tabaci* possivelmente está relacionada com a diferença de temperatura entre o período de seca e de chuva no ambiente Semiárido. Nava-Camberos *et al.* (2001) observaram em melões Gold Rush[®], nas temperaturas constantes de 25°C e 30°C, 60% UR e fotoperíodo de 14:10 (L: D) h, que a duração da fase de ovo de *B. tabaci* foi de 6,9 e 5,4 dias, respectivamente. Assim, pode-se considerar que nas condições ambientais do Semiárido brasileiro, o menor tempo de desenvolvimento embrionário da mosca-branca ocorre no período seco, devido principalmente, as maiores temperaturas registradas nessa estação. De maneira similar, a duração do desenvolvimento ninfal foi afetada. O tempo de desenvolvimento no primeiro e quarto estádios foram reduzidos no período seco, com relação ao período de chuva. Nava-Camberos *et al.* (2001) verificaram que em geral, o tempo de desenvolvimento de *B. tabaci* diminui com a elevação da temperatura. Esses autores encontraram menores durações médias para o desenvolvimento ninfal quando criada a 30° que a 25° C.

As diferenças no tempo de desenvolvimento de ovo-adulto de *B. tabaci*, indica um ciclo mais curto no período seco, ressaltando que em temperaturas mais elevadas há um aumento na velocidade de desenvolvimento do inseto que pode resultar numa maior infestação nessa época do ano. O tempo para completar o desenvolvimento do estágio imaturo varia em função da temperatura (Albergaria & Cividanes 2002; Henneberry *et al.* 2007). O desenvolvimento total, e tempos de desenvolvimento de ovos e os quatro estágios ninfais de *B. tabaci* no campo pode variar muito em função da temperatura e hospedeiros (Henneberry *et al.* 2007). Assim, a temperatura entra como um dos fatores imprescindíveis para a determinação do número de gerações e da previsão de ataque de pragas a cultivos (Albergaria & Cividanes 2002). No presente trabalho, o ciclo de ovo a adulto da mosca-branca foi de 19,4 a 21,3 dias, no período seco e no período de chuva, respectivamente. Coelho *et al.* (2009) avaliaram a duração do ciclo de ovo a adulto da mosca-branca em casa de vegetação, e verificaram um desenvolvimento de 24 dias a 25,4 dias em meloeiro. Nava-Camberos

et al. (2001) observaram tempos de desenvolvimento de ovo a adulto de 21,4 dias na temperatura de 25°C, e 14,6 dias na temperatura de 30°C, em melões Gold Rush®.

Apesar da região Semiárida brasileira ser muito próxima a linha do equador e haver pouca variação de temperatura, de uma maneira geral pode-se considerar que no período seco, na qual as temperaturas médias são mais elevadas, o ciclo biológico da mosca-branca é mais curto.

A sobrevivência de ovos de *B. tabaci* foi semelhante no período seco e no período de chuva, não sendo verificado efeito das condições climáticas sobre os ovos. Naranjo & Ellsworth (2005) relataram que taxas de inviabilidade do ovo estão associadas negativamente à umidade relativa mínima do ar. Contudo, Buckner *et al.* (2002) demonstraram que os ovos de mosca-branca, presos por meio do pedículo às folhas, devem receber água ou vapor d'água da planta para sobreviver. Dessa forma, é provável que ovos possam tolerar baixas umidades porque obtêm água do tecido da planta (Avidov 1956), o que possivelmente ocorreu nas condições deste estudo.

Não foram verificadas diferenças na sobrevivência da fase ninfal entre o período seco e de chuva, possivelmente pela adaptabilidade de *B. tabaci* ao ambiente Semiárido. Entretanto, é possível que haja implicações das condições climáticas na mortalidade da mosca-branca em determinados estádios e em diferentes estações. Horowitz *et al.* (1984) calcularam as tabelas de vida ecológica de mosca-branca em algodoeiro, em Israel, e observaram que os fatores climáticos foram chave para mudanças na população verificando que a mortalidade da fase de ovo e primeiro instar foi superior em relação à dos outros instares.

A sobrevivência de ovo a adulto, não diferiu entre os períodos seco e de chuva. Nava-Camberos *et al.* (2001) observaram alta sobrevivência de imaturos de *B. tabaci*, em melão, nas temperaturas de 20 a 32°C, 60% UR, variando de 76,5 a 100%. Guo *et al.* (2012) demonstraram que o limiar superior de temperatura letal para *B. tabaci* é acima de 37°C, embora aspectos relacionados ao crescimento populacional diminuem a partir de temperaturas de 31 a 35°C. Gerling

et al. (1986) relataram que o desenvolvimento de *B. tabaci* correlaciona-se positivamente com a duração do dia, mas correlaciona-se negativamente com temperaturas acima de 30-33°C, sendo os extremos de umidade desfavoráveis as populações, e as baixas umidades associadas como fator de controle da praga. Arif *et al.* (2006) observaram que a precipitação pluvial teve influência de 8,5% na flutuação populacional da mosca-branca, e quando foi adicionada a influência da temperatura e umidade relativa, esses três fatores contribuíram coletivamente com 66,4% de impacto na população de mosca-branca. A precipitação pluvial durante o estudo foi de 38mm/mês no período de chuva, assim não gerando grande impacto na sobrevivência de imaturos da mosca-branca.

A temperatura é um fator que afeta o desempenho e aptidão dos insetos (Huey & Kingsolver 1993). *Bemisia tabaci* constitui-se uma praga de ocorrência em regimes de temperatura alta, apesar da sobrevivência acima de 32°C diminuir acentuadamente (Nava-Camberos *et al.* 2001). Devido sua alta termotolerância, como demonstrado por Muñoz-Valencia *et al.* (2013), a mosca-branca é capaz de se desenvolver em condições de temperaturas elevadas, as quais ocorreram em regiões de climas quentes, o que sugere a sua aclimação e adaptação à diferentes regiões. A sua sobrevivência em áreas quentes pode estar relacionada a condições microclimáticas favoráveis em um clima quente, porém com noites possuindo temperaturas amenas, nas regiões mais áridas (Gerling *et al.* 1986). Em especial, vale ressaltar que em cultivos irrigados realizado no Semiárido, a irrigação torna-se um fator de equilíbrio para a temperatura e a umidade relativa favorecendo os insetos.

No presente trabalho verificou-se que no período seco o tempo de desenvolvimento das fases imaturas da mosca-branca foi menor que no período chuvoso, mas não influenciou sua sobrevivência. Assim, fica demonstrado que o período seco é mais propício ao desenvolvimento das fases imaturas da mosca-branca em plantas de meloeiro, nas condições do Semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil.

Literatura Citada

- Albergaria, N.M. & F.J. Cividanes. 2002.** Exigências térmicas de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Neotrop. Entomol. 31: 359-363.
- Arif, M.J., M.D. Gogi, M. Mirza, K. Zia & F. Hafeez. 2006.** Impact of plant spacing and abiotic factors on population dynamics of sucking insect pests of cotton. Pak. J. Biol. Sci. 9: 1364-1369.
- Avidov, Z. 1956.** Bionomics of the tobacco whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) in Israel. Ktavim 7: 25-41.
- Buckner, J.S., T.P. Freeman, R.L. Ruud; C. Chu & T.J. Henneberry. 2002.** Characterization and functions of the whitefly egg pedicel. Arch. Insect Biochem. Physiol. 49: 22-33.
- Cock, M.J.W. 1986.** *Bemisia tabaci*: A literature survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography. FAO/CAB International Institute of Biological Control, Ascot, UK, 124p.
- Coelho, S.A.M.P., A.L. Lourenção, A.M.T. Melo & E.A. Schammass. 2009.** Resistência de meloeiro a *Bemisia tabaci* biótipo B. Bragantia 68: 1025-1035.
- De Barro, P.J., S.S. Liu, L.M. Boykin & A.B. Dinsdale. 2011.** *Bemisia tabaci*: a statement of species status. Annu. Rev. Entomol. 56: 1-19.
- Farias, E.S., A.A. Santos, A.V. Ribeiro, D.G. Carmo, J.S. Paes & M.C. Picanço. 2020.** Climate and host plants mediating seasonal dynamics and within-plant distribution of the diamondback moth (*Plutella xylostella*). Crop Prot. 134: 105-172.
- Fidelis, E.G., E.S. Farias, M.C. Lopes, F.F. Sousa, J.C. Zanuncio & M.C. Picanço. 2019.** Contributions of climate, plant phenology and natural enemies to the seasonal variation of aphids on cabbage. J. Appl. Ecol. 143: 365-370.
- Gangwar, R.K. & C. Gangwar. 2018.** Lifecycle, distribution, nature of damage and economic importance of whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius). Acta Sci. Agric. 2: 36-39.
- Gerling, D., A.R. Horowitz & J. Baumgaertner. 1986.** Autecology of *Bemisia tabaci*. Agric. Ecosyst. Environ. 17: 5-19.
- Guo, J.Y., L. Cong, Z.S. Zhou & F.H. Wan. 2012.** Multi-generation life tables of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) under high-temperature stress. Environ. Entomol. 41: 1672-1679.
- Henneberry, T.J., S.E. Naranjo, G. Forer & A.R. Horowitz. 2007.** Biology, ecology, and management of sweetpotato whiteflies on cotton. In: Hequet, E., T.J. Henneberry, R.L. Nichols (eds.). Sticky cotton: causes, effects, and prevention. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Technical Bulletin 1915, p. 67-85.

- Hodges, G.S. & G.A. Evans. 2005.** An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the Southeastern United States. Fla. Entomol. 518-534.
- Horowitz, A.R., H. Podoler & D. Gerling. 1984.** Life table analysis of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) in cotton fields in Israel. Oecol. Appl. 5: 221-233.
- Huey, R.B. & J.G. Kingsolver. 1993.** Evolution of resistance to high temperature in ectotherms. Am. Nat. 142: 21-46.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2019.** Produção Agrícola Municipal - PAM. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 11/2020.
- Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande Do Norte – IDEMA. 2008.** Perfil do seu município Mossoró. Natal, 24p. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/arquivos/perfil%202008/mossor%c3%b3.pdf>. Acesso em 10/2019.
- Jesus, F.G., A.L. Boiça Junior, S.A.M. Carbonell, C.P. Stein, R.M. Pitta & A.F. Chiorato. 2010.** Infestação de *Bemisia tabaci* biótipo B e *Caliothrips phaseoli* em genótipos de feijoeiro. Bragantia 69: 637-648.
- Kist, B. B., C.E. Santos, C. Carvalho & R.R. Beling. 2018.** Anuário brasileiro de horti & fruti 2019. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 96p.
- Marengo, J.A., L.M. Alves, E.A. Beserra & F.F. Lacerda. 2011.** Variabilidade e mudanças climáticas no Semiárido brasileiro. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas, 40p.
- Muñoz-Valencia, V., F. Diaz-Gonzalez, M.D.R. Manzano-Martínez, N. Toro-Perea & H. Cárdenas-Henao. 2013.** Basal and induced thermotolerance to heat shocks in *Bemisia tabaci* biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae). Rev. Colomb. Entomol. 39: 18-25.
- Naranjo, S.E. & P.C. Ellsworth. 2005.** Mortality dynamics and population regulation in *Bemisia tabaci*. Entomol. Exp. Appl. 116: 93-108.
- Nava-Camberos, U., D.G. Riley & M.K. Harris. 2001.** Temperature and host plant effects on development, survival and fecundity of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). Environ. Entomol. 30: 55-63.
- Oliveira, M.R.V., T.E. Henneberry & P. Anderson. 2001.** History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. Crop. Prot. 20: 709-723.
- Perring, T.M., P.A. Stansly, T.X. Liu, H.A. Smith & S.A. Andreason. 2018.** Whiteflies: biology, ecology, and management. In: Wakil, T.M., W. Brust & G.E. Perring (eds.). Sustainable Management of Arthropod Pests of Tomato. UK, Academic Press, p. 73-110.
- SAS System for Windows (Statistical Analysis System). 2002-2008.** Versão 9.2. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

Zanella, M.E. 2014. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do Semiárido nordestino.
Cad. Prudentino Geogr. 1: 126-142.

Tabela 1. Duração em dias (amplitude) das fases imaturas da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, em plantas de meloeiro, no período seco e período de chuva, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

Fases	Período seco (média ± EP)	Período de chuva (média ± EP)
Ovo	6,6 ± 0,05 (5 – 8)	6,9 ± 0,05* (6 – 9)
Ninfa 1 ^o estágio	1,6 ± 0,08	2,4 ± 0,13*
Ninfa 2 ^o estágio	1,7 ± 0,14	2,0 ± 0,09
Ninfa 3 ^o estágio	3,1 ± 0,15*	2,6 ± 0,10
Ninfa 4 ^o estágio	6,2 ± 0,16	7,5 ± 0,19*
Ninfa – adulto	12,8 ± 0,12	14,5 ± 0,12*
Ovo – adulto	19,4 ± 0,23 (16,6 – 22,6)	21,3 ± 0,24* (17,8 – 24,8)

*Diferença significativa entre os períodos pelo teste Mann-Whitney *U Statistic* ou pelo teste t a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Sobrevivência (%) das fases imaturas da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, em plantas de meloeiro, no período seco e período de chuva, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

Fases ¹	Período seco (média ± EP)	Período de chuva (média ± EP)
Ovo	87,8 ± 4,21	87,9 ± 3,11
Ninfa 1 ^o estágio	98,5 ± 1,53	99,4 ± 0,62
Ninfa 2 ^o estágio	91,7 ± 8,33	97,0 ± 1,46
Ninfa 3 ^o estágio	87,8 ± 3,45	91,8 ± 3,48
Ninfa 4 ^o estágio	93,4 ± 3,11	99,0 ± 0,65
Ninfa – adulto	92,8 ± 2,64	96,7 ± 1,26
Ovo – adulto	80,6 ± 2,64	84,8 ± 1,26

¹Não foi verificada diferença significativa pelo teste Mann-Whitney *U Statistic* ou pelo teste t a 5% de probabilidade entre o período seco e período de chuva.



Figura 1. A) Ovos; B) Ninfa móvel de primeiro instar; C) ninfas de olhos vermelhos (pupa) e D) “Pupário”/exúvia de *Bemisia tabaci* com abertura em formato de T invertido.

CAPÍTULO 3

TABELA DE VIDA ECOLÓGICA PARA MOSCA-BRANCA *Bemisia tabaci* (GENNADIUS)
BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) EM MELOEIRO¹

JASMINE A. M. RODRIGUES²

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

¹Rodrigues, J.A.M. 2020. Tabela de vida ecológica para mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em meloeiro. A ser submetido.

RESUMO – A construção de tabelas de vida ecológica é uma importante ferramenta para a determinação dos fatores que regulam a população de cada espécie. Por meio da tabela de vida ecológica pode ser determinado os fatores de mortalidade de cada fase de desenvolvimento e da geração do inseto, considerando a população inicial e a população sobrevivente no final de cada fase ou geração. Este estudo qualificou e quantificou os fatores de mortalidade de *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius), em meloeiro, para uma localidade de Mossoró, Rio Grande do Norte. Os dados foram estimados para as fases de ovo e ninfa, de *B. tabaci*, através da infestação de folhas de meloeiro, avaliando-se os fatores de mortalidade categorizados como inviabilidade, desalojamento, predação, parasitismo e fator desconhecido. Do total de 546 ovos monitorados ao longo de seis gerações foram obtidos 158 adultos resultando em mortalidade geracional total de 71%. As causas de mortalidade marginal na fase de ovo foram: desalojamento (4,2%), inviabilidade (8,2%) e predação (3%). Na fase de ninfas a mortalidade marginal foi ocasionada por desalojamento (40,1%), fator desconhecido (23,3%), predação (18,5%) e parasitismo (18,6%). Dentre os fatores de mortalidade identificados, a mortalidade ocasionada por desalojamento foi a de maior contribuição para a redução populacional da praga (44,3%), enquanto o desalojamento ($r^2 = 0,93$) e o parasitismo ($r^2 = 0,87$) foram os fatores chaves de mortalidade geracional com atuação densidade dependente de maior correlação, especialmente no quarto instar. Com isso, pode-se concluir que dentre os fatores observados, desalojamento e parasitismo exercem impacto significativo na dinâmica populacional da mosca-branca na área do estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Fatores de mortalidade natural, fator densidade dependente, regulação populacional

ECOLOGICAL LIFE OF WHITE FLY *Bemisia tabaci* (GENNADIUS) BIOTYPE B
(HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) IN MELON

ABSTRACT - Life table construction is of great importance for understanding the mortality factors acting upon the regulation of a give species. Through the ecological life table, the mortality factors for each stage of development and the generation of the insect can be determined, considering the initial population and the surviving population at the end of each stage or generation. This study identified and quantified the mortality factors for *Bemisia tabaci* biotype B (Gennadius) in melon, for a locality in Mossoró, Rio Grande do Norte. The data were estimated for egg and nymphal stages of *B. tabaci*, through the infestation of melon leaves, evaluating the mortality categorized as unviability, displacement, predation, parasitism and unknown factors. Of the total of 546 eggs monitored over six generations, 158 adults were obtained, resulting in a total generational mortality of 71%. The causes of marginal mortality in the egg stage were: displacement (4.2%), unviability (8.2%) and predation (3%). For nymphal stage, mortality causes were displacement (40.1%), unknown factor (23.3%), predation (18.5%) and parasitism (18.6%). Among the mortality factors displacement caused the greatest losses in the population of the pest (44.3%), while displacement ($r^2 = 0.93$) and parasitism ($r^2 = 0.87$) exhibited high mortality correlation and density dependent mortality of *B. tabaci*, especially in the fourth instar ($r^2 = 0.93$, $r^2 = 0.87$). Thus, it can be concluded that among the factors observed, displacement and parasitism have a significant impact on the population dynamics of the whitefly in the study area.

KEY WORDS: Natural mortality factors, density dependent factors, population regulation

Introdução

A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) é uma praga polífaga, que infesta mais de 500 espécies de plantas de 74 famílias botânicas, incluindo as Cucurbitáceas (Mcauslane 2000, Liburd *et al.* 2008). No Brasil, ocorre em todo o território, estando sua importância relacionada à transmissão de vírus para culturas de expressão econômica (Lourenção & Nagai 1994). A mosca-branca apresenta desenvolvimento de ovo a adulto em meloeiro, de 24,0 a 25,4 dias, em casa de vegetação (Coelho *et al.* 2009), passando por quatro instares ninfais sésseis, exceto no início do primeiro instar (Walker *et al.* 2010), alto potencial biótico, altas taxas de reprodução e elevada capacidade de adaptação a novos hospedeiros e condições climáticas, bem como capacidade de desenvolver resistência a inseticidas, além de infestarem as partes abaxiais das folhas, tornando-se difíceis de serem alcançadas com as pulverizações (Mcauslane 2000, Costa 2008). Até a presente data não existe um método que isoladamente seja eficiente no seu controle e o manejo integrado de pragas tem sido considerado a melhor alternativa para reduzir os danos causados pela praga (Torres *et al.* 2007).

As tabelas de vida ecológica refletem a dinâmica populacional da espécie, de forma que permitem o registro de uma série de medições que revelam a mudança da população ao longo do ciclo de vida. Quando estão relacionados às causas da mortalidade, esses registros constituem uma avaliação dos processos sucessivos que agem em uma população (Harcourt 1969). Os resultados visam conhecer e determinar os fatores que agem sobre a população de uma determinada espécie no local do estudo. Para a mosca-branca em algodão, Naranjo & Ellsworth (2005) utilizaram o método de observação *in situ* para a construção das tabelas de vida, e observaram que a predação foi o fator chave de mortalidade, estando relacionada às densidades dos predadores *Geocoris* spp., *Orius tristicolor* (White), *Chrysoperla carnea* (Stephens) e *Lygus hesperus* (Knight), evidenciando a importância e impacto dos fatores de mortalidade natural para o manejo da mosca-branca no

algodoeiro. Albergaria *et al.* (2003) construíram tabelas de vida ecológica para *B. tabaci* biótipo B, em soja, e verificaram que o parasitismo por *Encarsia* spp., na fase de “pseudopupa”, foi o fator mais importante na mortalidade para a praga nesta cultura. Assim, a partir desses resultados, medidas que visem a conservação de predadores (no algodoeiro), e do parasitoide (soja) se tornaram metas para auxiliar no controle populacional da mosca-branca nesses agroecossistemas.

Diversos cultivos no Brasil têm sido seriamente afetados por *B. tabaci*, com perdas acumuladas no entorno de 5 bilhões de dólares (Oliveira *et al.* 2001). Assim, o conhecimento dos fatores de mortalidade em cada fase de desenvolvimento do inseto é importante para determinar quais os fatores de mortalidade que mais atuam sob uma determinada praga para a localidade e cultura estudada. Estas informações são importantes para dar suporte no manejo integrado de pragas, além de permitir conhecer os fatores que mais contribuem para a mortalidade da praga nas diferentes fases do seu desenvolvimento. Diante disto, este trabalho objetivou construir tabelas de vida ecológica de *B. tabaci* e determinar os fatores chaves de mortalidade que atuam sobre essa praga na cultura do meloeiro.

Material e Métodos

Este trabalho foi realizado na área de experimentação agrícola da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) (5°11'15" S e 37°20'39" O), no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. A região onde foi realizado o estudo possui clima Semiárido, com temperatura média compensada anual de 28 °C e índice pluviométrico de 835 mm/ano, concentrados entre os meses de fevereiro e maio, umidade relativa média anual de 70% e 2.700 horas de insolação, com formação vegetal do tipo Caatinga hiperxerófila, carnaúbal e vegetação halófila (Idema 2008).

Cultivar Utilizada. Neste estudo foi empregado melão do tipo amarelo da cultivar Goldmine® (Seminis, Campinas, SP). Esta cultivar tem participação de aproximadamente 70% do cultivo de

melão na região (Buainain & Batalha 2007), que ocupa uma área de aproximadamente 12.872 hectares (IBGE 2018).

As sementes foram semeadas individualmente em bandejas de polietileno de 162 células, contendo substrato de fibra de coco Golden Mix[®] (Amafibra, Ananindeua, PA). As mudas com duas folhas cotiledonares foram transplantadas para vasos de polietileno (10 cm de diâmetro x 10 cm de altura), usando também a fibra de coco Golden Mix[®] como substrato, juntamente com fonte de matéria orgânica (esterco bovino e de galinha) Pole[®] (Nibrafertil, Mossoró, RN), em uma proporção de 75% e 25%, respectivamente. A rega foi realizada em dois períodos, pela manhã e no final da tarde e as plantas adubadas três vezes por semana com adubação mineral empregando a fórmula NPK 06-24-12, na diluição de 5g/L e aplicado 40 mL da solução por vaso. Posteriormente, os vasos contendo as plantas foram transferidos para área experimental do Departamento de Fitotecnia/UFERSA.

Infestação das Plantas. A obtenção das gerações de *B. tabaci* se deu através de populações naturais presentes em campo. As plantas foram dispostas aleatoriamente na área próxima a cultivos de cucurbitáceas e/ou plantas daninhas infestadas com mosca-branca, sendo expostas a infestação por um período de três dias. O número total de plantas utilizadas variou em função da densidade dos insetos por planta, utilizando entre 10 a 20 plantas, e apenas uma folha por planta. Após três dias de exposição em campo, as plantas foram levadas ao laboratório, onde foi realizada a marcação e contagem dos ovos com ajuda de um microscópio estereoscópio, observando-se a parte abaxial das folhas. Os ovos recém depositados foram identificados por sua cor branca e marcados fazendo-se um círculo ao redor deles com um marcador preto permanente e não tóxico. Em seguida, as plantas foram retornadas ao campo na mesma localidade. O mesmo procedimento foi realizado sete dias após a marcação dos ovos para localizar e marcar a posição de ninfas de primeiro instar (recém-eclodidas). Essas foram identificadas pela sua cor translúcida, tamanho pequeno e forma oval

característica. As ninfas destacadas com um círculo em sua volta foram observadas após 1 a 2 horas para certificar da manutenção na área marcada. Os ovos e ninfas de primeiro instar foram marcados em diferentes plantas e todas as avaliações foram estabelecidas no mesmo dia até o inseto completar seu estágio imaturo.

A terminologia 'coorte' e 'geração' foram considerados equivalentes nesta pesquisa, porque cada coorte mede a mortalidade total de ovo para adulto, assim como remete o conceito de mortalidade geracional. Ainda, que sucessivas, tabelas de vida não são contínuas, já que os adultos emergentes não são os genitores dos ovos da infestação a seguir.

A primeira coorte foi realizada com a área entorno com presença de feijão, milho, braquiária, e plantas daninhas. Durante a segunda coorte, a área tinha presença de coentro, cebolinha, cenoura e outras hortaliças. A terceira coorte, a área possuía hortícolas como algumas cucurbitáceas, melancia e pepino, alface, além de feijão. A quarta coorte, a área possuía algodão e feijão na adjacência. A quinta coorte, a área estava com feijão, plantas daninhas e milho. E, na sexta coorte, a área possuía plantas daninhas, alface e tomate.

Estabelecimento da Coorte. As coortes de *B. tabaci* biótipo B foram realizadas em datas sucessivas durante o período de junho 2018 a abril de 2019, totalizando seis coortes de *B. tabaci* nas datas de 19 a 29 de junho (ovos), 28 de junho a 18 de julho de 2018 (ninfas), 30 de julho a 13 de agosto (ovos), 3 a 19 de agosto de 2018 (ninfas), 19 a 30 de setembro de 2018 (ovos), 26 de setembro a 11 de outubro 2018 (ninfas), 16 a 25 de novembro (ovos), 15 a 30 de novembro 2018 (ninfas), 13 a 25 de fevereiro de 2019 (ovos), 15 a 27 de fevereiro de 2019 (ninfas), 2 a 12 de abril de 2019 (ovos), 4 a 22 de abril de 2019 (ninfas).

Determinação dos Fatores de Mortalidade. Os fatores de mortalidade identificados foram categorizados como inviabilidade, desalojamento, predação, parasitismo ou mortos por fator desconhecido.

A mortalidade por inviabilidade foi atribuída quando ovos mantiveram formato normal, mas não eclodiram. Ovos e ninfas foram considerados como desalojados quando um indivíduo marcado observado na data de observação anterior esteve ausente sem deixar vestígio na data de observação subsequente. Supõe-se que este fator de mortalidade ocorre devido aos fatores climáticos, como vento, poeira, chuva, ou predação por mastigação (Naranjo & Ellsworth 2017). Entretanto, o fator desalojamento foi apenas considerado no todo, não sendo verificada a contribuição individual destes fatores específicos. A predação foi atribuída quando ovos e ninfas foram sugados. Já o parasitismo de ninfas foi caracterizado pelo deslocamento de micetomas, ou presença de larvas de parasitoides. A mortalidade categorizada como fator desconhecido foi atribuída quando ninfas foram observadas mortas, mas a mortalidade não foi atribuída a qualquer dos fatores acima.

A transição entre as diferentes instares de ninfas foi feita através da mudança na cor e tamanho das ninfas, e tamanho dos micetomas, ou pela presença da exúvia.

Após a verificação dos fatores de mortalidade, as folhas (marcadas) foram coletadas e reexaminadas, sendo acondicionadas em laboratório, em placas Petri cobertas com plástico de filme (PVC), para obtenção de parasitoides.

Construção de Tabelas de Vida. Os dados foram estimados para cada fase de desenvolvimento dos insetos utilizando-se o método indicado por Kobayashi (1968), onde a densidade inicial deve ser conhecida e não é preciso que se determine independentemente a duração de cada fase de desenvolvimento, e as taxas de mortalidade foram determinadas de acordo com Naranjo & Ellsworth (2017) (Tabela 1).

Foram estimadas:

$$\text{Mortalidade real, } rx = (dx / l_0)$$

$$\text{Mortalidade aparente, } qx = (dx/lx)$$

$$\text{Mortalidade marginal, } MM = dB / (1-dA)$$

A mortalidade real (MR) é calculada com base no número de insetos estabelecido no início da geração. Onde, dx é o número que morre durante o estágio x , e l_0 é o número de insetos no começo da geração. Essas taxas de mortalidade são aditivas e a soma de dx sobre os estágios estima a taxa de mortalidade total para a geração.

A mortalidade aparente (MA) qx em um estágio é calculada com base no número de insetos vivos no início de um estágio específico. Onde, dx é o número de indivíduos mortos durante o estágio x e lx é o número de insetos no começo de cada estágio.

A mortalidade marginal (MM) é a taxa marginal do fator de mortalidade B sendo dB a taxa aparente de mortalidade do fator B e dA a soma da taxa aparente de mortalidade dos demais fatores de mortalidade (Tabela 1).

Tabela 1. Modelo para estimativa de taxas marginais de mortalidade para populações de *Bemisia tabaci*. Adaptado de Naranjo & Ellsworth (2017). MM, mortalidade marginal; dB , a mortalidade aparente do fator B; dA , mortalidade aparente do fator/fatores A.

Mortalidade marginal (MM)	Mortalidade aparente do fator B, dB (qx)	Mortalidade aparente do fator/fatores A, dA ($\sum qx$ outros fatores)	Estádio-Fase
Inviabilidade	Inviabilidade	Predação + Desalojamento	Ovo
Parasitismo	Parasitismo	Predação + Desalojamento	3 e 4 estádios ninfais
Predação	Predação	Desalojamento	Ovo e ninfas (1,2,3,4)
Fator desconhecido	Fator desconhecido	Predação + Desalojamento	Ninfas (1,2,3,4)
Desalojamento	Desalojamento	Nenhum Fator Concorrente	Ovo e ninfas (1,2,3,4)

Para insetos como mosca-branca e outros artrópodes sésseis, as múltiplas causas de mortalidade dentro de uma determinada fase de vida, não são sequenciais. O cálculo da mortalidade marginal fornece uma maior precisão dos dados, sendo uma correção matemática da mortalidade que considera cada fator como sendo único atuando dentro de cada estágio (Chediak 2009, Naranjo

& Ellsworth 2017). Por exemplo, um parasitoide pode atacar uma ninfa de mosca-branca, as larvas do parasitoide podem eclodir e se desenvolver no hospedeiro. Esta atividade, inicialmente assintomática para o observador, mata ou provavelmente mataria o inseto hospedeiro e deve ser creditada como a causa da morte. Mas em alguns casos, um predador pode atacar esta mesma ninfa ou a ninfa pode se soltar da folha da planta levando o observador a notar a causa da morte como predação ou desalojamento (Naranjo & Ellsworth 2017).

Cálculo do Fator Chave de Mortalidade. Por meio de tabelas de vida, obteve-se os fatores de mortalidade (k_n) de cada fase de desenvolvimento do inseto. O valor de k_n foi obtido conforme a fórmula: $k = -\ln(1-M)$, onde \ln é o logaritmo natural e M é o valor da mortalidade marginal (Naranjo & Ellsworth 2017).

Através do modelo de regressão linear entre k_n de cada fator de mortalidade e o K -total (Naranjo & Ellsworth 2017) determinou-se como cada fator de mortalidade atuou sobre a população da praga. A partir do coeficiente angular do modelo linear, quando este é significativo e positivo indica que o fator de mortalidade atua de maneira dependente da densidade; quando o coeficiente é significativo e negativo indica que o fator atua inversamente dependente da densidade; e quando o coeficiente não é significativo, o fator atua de forma independente da densidade.

Teste para Análise das Médias. Foram realizados testes de qui-quadrado para comparação da mortalidade nas diferentes coortes, utilizando os índices de mortalidade geracional, e os índices de mortalidade marginal dos respectivos fatores, nas diferentes coortes. As análises estatísticas foram realizadas pelo Proc Freq do SAS (SAS Institute 2002).

Resultados

Mortalidade de *Bemisia tabaci*. Tabelas de vida parciais foram desenvolvidas separadamente para cada uma das seis gerações estudadas para ovos e ninfas de *B. tabaci*. Contudo, não houve diferença

entre as mortalidades nas diferentes gerações ($\chi^2 = 6,67$; GL = 5; P = 0,2456). Do total de 546 ovos monitorados ao longo das seis gerações foram gerados 158 adultos resultando em uma mortalidade geracional total de 71%.

Na fase de ovo, o índice de mortalidade real (MR) foi de 14,8%, sendo as causas de mortalidade: desalojamento 4,2%, inviabilidade 7,7% e predação 2,9%. Os índices de mortalidade aparente (MA) nesta fase foram os mesmos obtidos pela MR. Já os índices de mortalidade marginais (MM) foram de 15,4%, sendo 4,2% por desalojamento, 8,2% por inviabilidade e 3% devido à predação.

Para a fase ninfal, as causas de mortalidade foram: desalojamento, predação, fator desconhecido e parasitismo, sendo o parasitismo observado apenas no terceiro e quarto instares. O índice de mortalidade real (MR) total na fase ninfal foi de 56,2%, sendo 5,3; 14,3; 21,1 e 15,5% no primeiro, segundo, terceiro e quarto instar, respectivamente. Destes, 24,6% da mortalidade foi causada por desalojamento, 11,1% por predação, 13,5% por fator desconhecido e 7,0% por parasitismo. Entretanto, as mortalidades aparentes (MA) desses fatores foram de 40,1% por desalojamento, 16,6% por predação, 19,5% por fator desconhecido e 15,2% por parasitismo. Considerando a mortalidade marginal (MM), os índices de mortalidade foram de 40,1% por desalojamento, 18,5% por predação, 23,3% por fator desconhecido e 18,6% por parasitismo.

Como fator biótico de mortalidade foi observado emergência de parasitoides de ninfas (pupas), bem como predadores de vida livre. Os parasitoides emergidos de pupas foram *Eretmocerus mundus* (Aphelinidae), *Encarsia* sp. (Aphelinidae) e *Signiphora* sp. (Signiphoridae). Entre os predadores foram observados aranhas, formigas, ácaros (Phytoseiidae), larvas de crisopídeos (Chrysopidae), *Condylostylus* sp. (Dolichopodidae), *Lebia* sp. (Carabidae), *Ocyptamus* sp. (Syrphidae), associados as plantas avaliadas.

Determinação do Fator Chave de Mortalidade. Pela análise gráfica para determinar o fator chave de mortalidade, sugerido por Varley & Gradwell (1960, 1968), observou-se que a curva de contribuição do fator de mortalidade por desalojamento foi a mais semelhante a curva de mortalidade total K -total, evidenciando visualmente esse fator como o mais importante fator para a mortalidade de *B. tabaci*, nas nossas condições de estudo (Fig. 1).

Quando se analisou o fator de mortalidade k_n dentro de cada fase de desenvolvimento de *B. tabaci*, no total das seis gerações monitoradas, observou-se a contribuição simultânea dos fatores de mortalidade por parasitismo $k = 0,193$ e por desalojamento $k = 0,180$, ambos no quarto instar (pupas), e desalojamento $k = 0,131$, fator desconhecido $k = 0,125$ e predação $k = 0,117$ no terceiro instar, sendo os demais fatores menos impactantes na mortalidade da praga (Tabela 2).

Fatores Densidade Dependente. A regressão linear entre os fatores de mortalidade k_n individuais e o K -total, no total das seis gerações, indicou que o fator desalojamento foi o fator de mortalidade que atuou com maior intensidade, seguido do fator parasitismo, $r^2 = 0,81$ e $r^2 = 0,33$, respectivamente. Com base no coeficiente angular da equação de regressão ajustada aos resultados, desalojamento, predação, parasitismo e inviabilidade foram identificados como fatores chaves de mortalidade com atuação densidade dependente nas populações observadas (Fig. 2).

Quando se analisou o fator de mortalidade k_n dentro de cada fase de desenvolvimento de *B. tabaci*, nas diferentes gerações, pelos métodos de regressão e através da análise dos coeficientes de correlação, os fatores com contribuições mais importantes foram inviabilidade na fase de ovos, predação e fator desconhecido atuando no 1º instar. Para o 2º instar, a predação e fator desconhecido foram os mais relevantes. Com relação ao 3º instar, o desalojamento, predação e fator desconhecido. No 4º instar, desalojamento, parasitismo e fator desconhecido (Tabela 3).

Nas coortes individuais, destacaram-se na primeira geração (coorte) os fatores chaves de mortalidade, desalojamento $k = 0,202$ e predação $k = 0,202$ sobre ninfas de terceiro instar, e

desalojamento $k = 0,486$ e parasitismo $k = 0,537$, sobre ninfas de quarto instar. Na segunda coorte a inviabilidade de ovos, $k = 0,215$. Na quinta coorte, a predação $k = 0,403$ e desalojamento $k = 0,205$ em ninfas de terceiro instar, e desalojamento $k = 0,287$ em ninfas de quarto instar. Na sexta coorte, o parasitismo $k = 0,616$ e desalojamento $k = 0,336$ sobre ninfas de quarto instar.

A avaliação dos fatores de mortalidade nas diferentes coortes foi significativa (Fig. 3). A avaliação do fator de mortalidade por desalojamento demonstrou índices maiores de mortalidade na primeira, quinta e sexta coorte. Entretanto, considerando diferentes períodos (jun/ago, set/nov, fev/abril) o desalojamento de ovos foi de apenas 4,4% e 4,7% nos dois primeiros períodos e 19,7% no último período, havendo diferenças significativas entre os índices de mortalidade marginais (MM), maiores em fev/abril que corresponde a quinta e sexta coortes. Também foi verificado uma maior mortalidade de ninfas de primeiro instar no período de fev/abril em relação ao período de jun/ago (Fig. 4).

Quanto aos demais fatores, a predação apresentou índices de mortalidades maiores na quinta coorte. O parasitismo foi maior na primeira e sexta coorte. A inviabilidade foi semelhante entre as coortes. E a mortalidade por fator desconhecido foi mais alta na primeira, segunda e terceira coorte (Fig. 3).

Discussão

Neste estudo pode se caracterizar fatores naturais de mortalidade de *B. tabaci* para a localidade do estudo, e que embora não se possa dimensionar o impacto efetivo na regulação populacional da praga, os resultados oferecem suporte a estudos que venham abordar e identificar estratégias e táticas de manejo integrado de *B. tabaci* em meloeiro na região. Fatores de mortalidade abióticos (ex., fatores desconhecidos, perdas, e etc), são oriundos de fatores como precipitação, vento, umidade relativa, hospedeiro, e etc., os quais possuem variações localmente. Ainda, esses

fatores podem influenciar e determinar indiretamente a incidência dos fatores bióticos de mortalidade como entomopatógenos, parasitoides e predadores, fato que podemos concluir que os resultados encontrados são de grande contribuição para futuros estudos da ecologia e manejo desta praga na cultura do meloeiro na região. Além disso, as diferenças com relação aos fatores de mortalidade observadas nas coortes neste estudo e com relação aos demais trabalhos de tabela de vida de *B. tabaci* é aceitável. As diferenças podem ser devido a uma série de fatores como diferentes microambientes fornecidos e diversidade de plantas hospedeiras cultivadas, a própria cultura hospedeira de *B. tabaci* e todas as interações ecológicas particulares em cada coorte são responsáveis pela organização própria em cada comunidade, e em cada região.

As causas de mortalidade de *B. tabaci*, em geral, na fase de ovo ocorreu por desalojamento, predação e inviabilidade, e os fatores de mortalidade na fase de ninfa por desalojamento, predação, parasitismo e fator desconhecido, como encontrados por Asiimwe *et al.* (2007), Naranjo & Ellsworth (2005), Karut & Naranjo (2009). Dentre os fatores de mortalidade avaliados, os causados por desalojamento foram os de maior contribuição para a mortalidade geracional de *B. tabaci*, em meloeiro (MM 44,3% e $r^2 = 0,80$, $P = 0,0154$). Este fator destacou-se na primeira, quinta e sexta coortes, sobre ninfas de terceiro e quarto instares, o que pode estar associado à ação de predadores mastigadores. De acordo com Asiimwe *et al.* (2007) a perda de ninfas pode estar relacionada, também, a fatores como a história de vida ou com fatores fisiológicos da mosca-branca. Além disso, Naranjo & Ellsworth (2005) associaram perdas de *B. tabaci*, em grande parte pelo efeito combinado do vento, chuva e a ação de predadores capazes de remover a presa da planta. A influência da chuva causou maiores índices de desalojamento de ovos e ninfas de primeiro instar nos meses de fevereiro e abril, correspondentes ao período de chuva na região do estudo (Fig. 5). Também, Naranjo & Ellsworth (2005) verificaram que os fatores velocidade máxima do vento e precipitação são os

fatores mais importantes associados ao deslocamento na maioria das fases da vida, sendo a precipitação associada especialmente ao deslocamento de ovos e ninfas de primeiro instar.

O parasitismo variou entre as coortes, apresentando atuação densidade dependente, estando associado ao quarto instar. O parasitismo esteve mais associado a mortalidade da praga na primeira e sexta coorte, nas quais o parasitismo e o desalojamento tiveram forte influência sobre ninfas de quarto instar. O mesmo pode ser dito com a relação à ação de predadores sugadores, que apesar dos índices de mortalidade por predação não ter sido significativo, apresentaram mortalidades altas (fator K) sobre ninfas de terceiro instar, especialmente na primeira e quinta coorte. Albergaria *et al.* (2003) ao construírem tabelas de vida ecológica para *B. tabaci* biótipo B, em soja, mostraram resultados semelhantes, com o parasitismo em ninfas de 2^o e 3^o instares, superando os fatores não identificados nas gerações 2, 4 e 5, mostrando que o parasitismo, também, pode ser um fator de mortalidade relevante para esses instares em algumas épocas. Em estudo de coorte de *B. tabaci* em algodoeiro, na Turquia, Karut & Naranjo (2009) determinaram o parasitismo, com índices de MM de 69%, como o principal fator chave de mortalidade. Também, Asiiimwe *et al.* (2007), identificaram o parasitismo no quarto instar como o fator mais intimamente associado à mortalidade das gerações de *B. tabaci* na fase de ninfa e o deslocamento como o principal fator que contribui para a mortalidade de ovos, em mandioca na Uganda. Naranjo & Ellsworth (2005) avaliando populações de *B. tabaci* em algodão no Arizona, EUA, identificaram a predação durante o 4^o estágio ninfal como o principal fator chave de mortalidade. Assim como Asiiimwe *et al.* (2016) relataram a predação por sugadores, como o principal fator (chave) associado às mudanças na mortalidade de *B. tabaci*, seguido do parasitismo e desalojamento.

Com relação ao fator desconhecido, esses apresentaram alto coeficiente de correlação as mortalidades de ninfas do primeiro e segundo instares. Entretanto, não houve correlação entre a mortalidade geracional da praga e o fator desconhecido, mostrando que esses não atuaram

densidade dependente. O fator desconhecido pode ser entendido como distúrbios fisiológicos causados por diversos fatores, entre eles a própria qualidade do hospedeiro. Alguns fatores como a má nutrição dos insetos e aleloquímicos produzidos pela planta podem estar relacionados com a mortalidade por distúrbios fisiológicos em insetos fitófagos (Chediak 2009).

Múltiplos fatores de mortalidade afetam as populações de *B. tabaci*, e esses fatores juntamente com a disponibilidade da planta hospedeira, dispersão e fatores ambientais podem governar a dinâmica populacional deste inseto praga durante todo o ano (Naranjo *et al.* 2009). Os inimigos naturais e fatores relacionados ao clima estão associados como as principais fontes de mortalidade natural de *B. tabaci* em diversos estudos (Naranjo & Ellsworth 2005, Asiimwe *et al.* 2007, Naranjo *et al.* 2009). Lemos (2016) observou influência dos fatores ecológicos, umidade relativa do ar e temperatura, e ocorrência do predador (crispídeo) sob a flutuação populacional de *B. tabaci*, em Pernambuco. Naranjo *et al.* (2009), no estudo da dinâmica de mortalidade e população de *B. tabaci* dentro de um sistema multi-cultura, mostraram que a predação é o fator chave que influencia as variações na mortalidade de *B. tabaci* no sistema de algodão, e observou que a sobrevivência de *B. tabaci* em melões plantados na primavera pode estar associada a menores taxas de predação, levando a altas populações de *B. tabaci* no verão que normalmente requerem aplicações de inseticidas para fins econômicos de supressão. Santos *et al.* (2016) verificaram a abundância e diversidade de parasitoides de ninfa de mosca-branca, em cultivos de soja, e observaram uma alta variabilidade do parasitismo em relação às áreas amostradas, sugerindo que existem fatores que contribuem para o aumento populacional dos parasitoides.

No presente estudo, os fatores de mortalidade naturais exerceram impacto na mortalidade da praga, sendo o fator desalojamento o mais associado a mortalidade da praga, enquanto a predação por predadores sugadores e parasitismo apresentaram alto potencial em determinadas condições,

sendo assim necessário um manejo adequado para a conservação desses no agroecossistema do meloeiro.

Literatura Citada

- Albergaria, N.M., F.J. Cividanes & H.O. Dória. 2003.** Tabela de vida ecológica de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Neotrop. Entomol. 32: 559-563.
- Asiimwe, P., J.S. Ecaat, M. Otim, D. Gerling, S. Kyamanywa & J.P. Legg. 2007.** Life-table analysis of mortality factors affecting populations of *Bemisia tabaci* on cassava in Uganda. Entomol. Exp. Appl. 122: 37-44.
- Asiimwe, P., P.C. Ellsworth & S.E. Naranjo. 2016.** Natural enemy impacts on *Bemisia tabaci* (MEAM1) dominate plant quality effects in the cotton system. Ecol. Entomol. 41: 642-652.
- Buainain, A.M & M.O. Batalha. 2007.** Cadeia produtiva de frutas. Brasília, IICA/MAPA/SPA, 102p.
- Chediak, M. 2009.** Dinâmica e fatores-chave de mortalidade da broca do café (*Hypothenemus hampei*). Dissertação de Mestrado, UFV, Minas Gerais, 46p.
- Climate-data. 2020.** Mossoró. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-norte/mossoro-4448/>>. Acesso em 08/2020.
- Coelho, S.A.M.P., A.L. Lourenção, A.M.T.D. Melo & E.A. Schammas. 2009.** Resistência de meloeiro a *Bemisia tabaci* biótipo B. Bragantia 68: 1025-1035.
- Costa, N.D. (Ed.). 2008.** A cultura do melão. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 191p. (Coleção Plantar, 60).
- Harcourt, D.G. 1969.** The development and use of life tables in the study of natural insect populations. Annu. Rev. Entomol. 14: 175-196.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2018.** Banco de dados. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acesso em 05/2020.
- Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande Do Norte – IDEMA. 2008.** Perfil do seu município Mossoró. Natal, 24p. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/idema/socio_economicos/arquivos/perfil%202008/mossor%c3%b3.pdf>. Acesso em 10/2019.
- Karut, K. & S.E. Naranjo. 2009.** Mortality factors affecting *Bemisia tabaci* populations on cotton in Turkey. J. Appl. Entomol. 133: 367-374.

- Kobayashi, S. 1968.** Estimation of the individual number entering each developmental stage in an insect population. *Res. Pop. Ecol.* 10: 40-44.
- Lemos, L.J.U. 2016.** Entomofauna associada ao meloeiro (*Cucumis melo* L.) no Semiárido de Pernambuco. Tese de Doutorado, UFRPE, Pernambuco, 116p.
- Liburd, O.E., T.W. Nyoike & J.M. Razze. 2008.** Biology and management of whiteflies in sustainable field production of cucurbits. *ENY-848/IN762*, IFAS Extension, University of Florida, Gainesville 848: 1-3.
- Lourenção, A.L. & H. Nagai. 1994.** Surtos populacionais *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. *Bragantia* 53: 53-59.
- Mcauslane, H.K. 2000.** Featured creatures: *Bemisia tabaci* (Gennadius) or *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). Gainesville, University of Florida, 8p. Disponível em: <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/silverleaf_whitefly.htm>. Acesso em 02/2017.
- Naranjo, S.E. & P.C. Ellsworth. 2005.** Mortality dynamics and population regulation in *Bemisia tabaci*. *Entomol. Exp. Appl.* 116: 93-108.
- Naranjo, S.E. & P.C. Ellsworth. 2017.** Methodology for developing life tables for sessile insects in the field using the whitefly, *Bemisia tabaci*, in cotton as a model system. *J. Vis. Exp.* 129: e56150.
- Naranjo, S.E., L. Cañas & P.C. Ellsworth. 2009.** Mortality and population dynamics of *Bemisia tabaci* within a multi-crop system. In *Proceedings of the third international symposium on biological control of arthropods*, Christchurch, New Zealand (pp. 202-207). USDA Forest Service, Publ. FHTET.
- Oliveira, M.R.V., T.E. Henneberry & P. Anderson. 2001.** History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Prot.* 20: 709-723.
- Santos, J.B., R. Pessoa, E.D. Quintela & J.A.F. Barrigossi. 2016.** Abundância e diversidade de parasitoides de ninfa de mosca branca, *Bemisia tabaci* biótipo B, em cultivos de soja. In *Embrapa Arroz e Feijão-Resumo em anais de congresso (ALICE)*. Congresso brasileiro de entomologia, 26. Congresso latino-americano de entomologia, 9. Maceió. Anais... Brasília, DF: Embrapa.
- SAS Institute. SAS System for Windows (Statistical Analysis System). 2002-2008.** Versão 9.2. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Torres, L.C., B. Souza, B.B. Amaral & R.L. Tanque. 2007.** Biologia e não-preferência para oviposição por *Bemisia tabaci* (Gennadius) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivares de algodoeiro. *Neotrop. Entomol.* 36: 445-453.

Varley, G.C. & G.R. Gradwell. 1960. Key factors in insect population studies. *J. Anim. Ecol.* 29: 399-401.

Varley, G.C. & G.R. Gradwell. 1968. Population models for the winter moth, p.132-142. In T.R.E. Southwood (ed.), *Insect abundance*. Oxford, Blackwell Scientific, 160p.

Walker, G.P., T.M. Perring & T.P. Freeman. 2010. Life history, functional anatomy, feeding, and mating behavior. In: Stansly, P.A., Naranjo, S.E. (Eds.), *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest*. Springer, New York, USA, pp. 109–160.

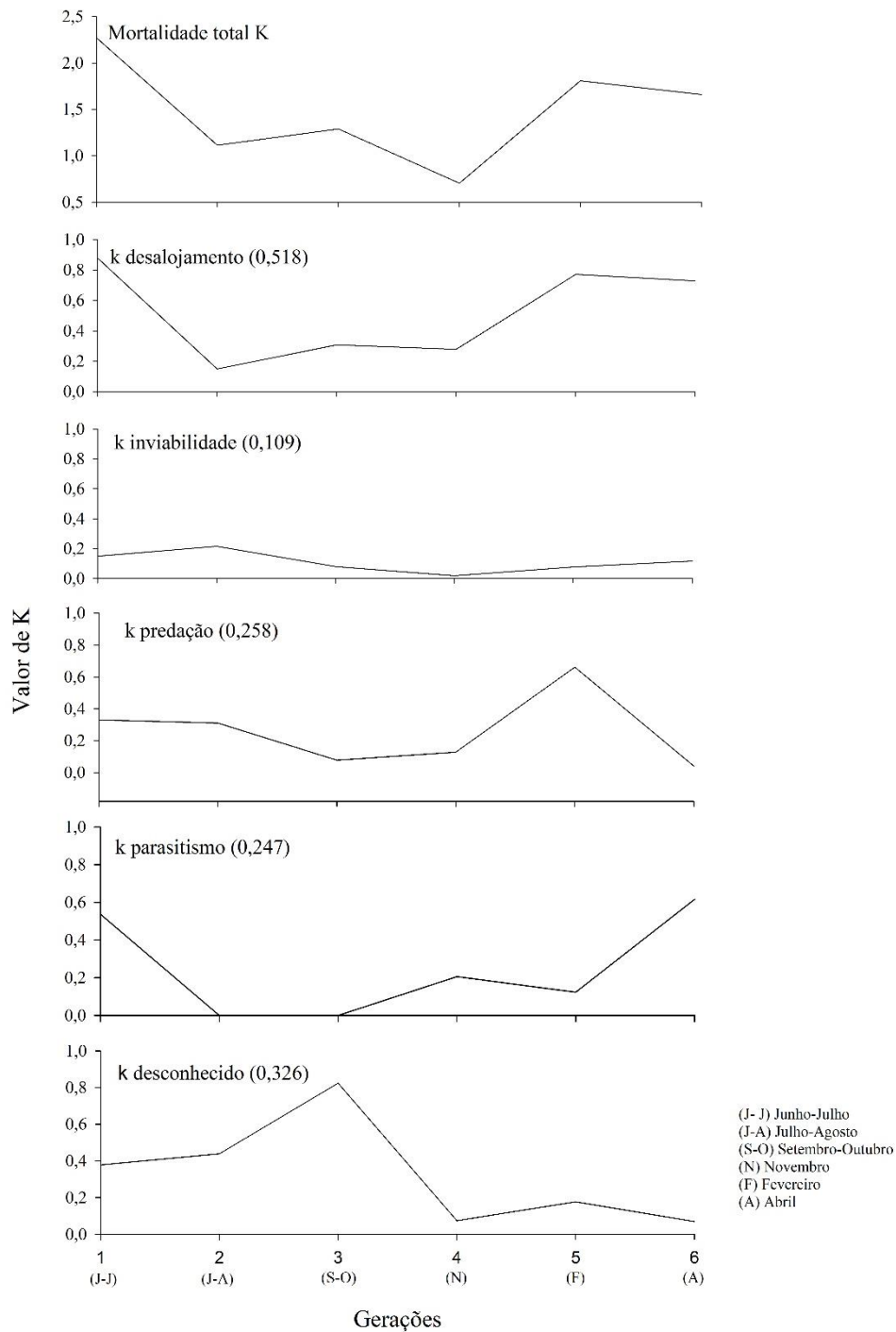


Figura 1. Análise gráfica dos fatores chaves de mortalidade para as populações de *Bemisia tabaci* biótipo B gerada para a cultura do meloeiro ao longo de seis gerações, comparações entre a mortalidade total e os fatores de mortalidade específicos (aqui resumidos em todas as fases da vida do inseto). O valor entre parênteses indica o valor médio de k (mortalidade individual) nas seis gerações, bem como as letras entre parênteses correspondem ao período da geração (J-J, junho e julho, J-A, julho e agosto, S-O, setembro e outubro, N, novembro, F, fevereiro; A, abril).

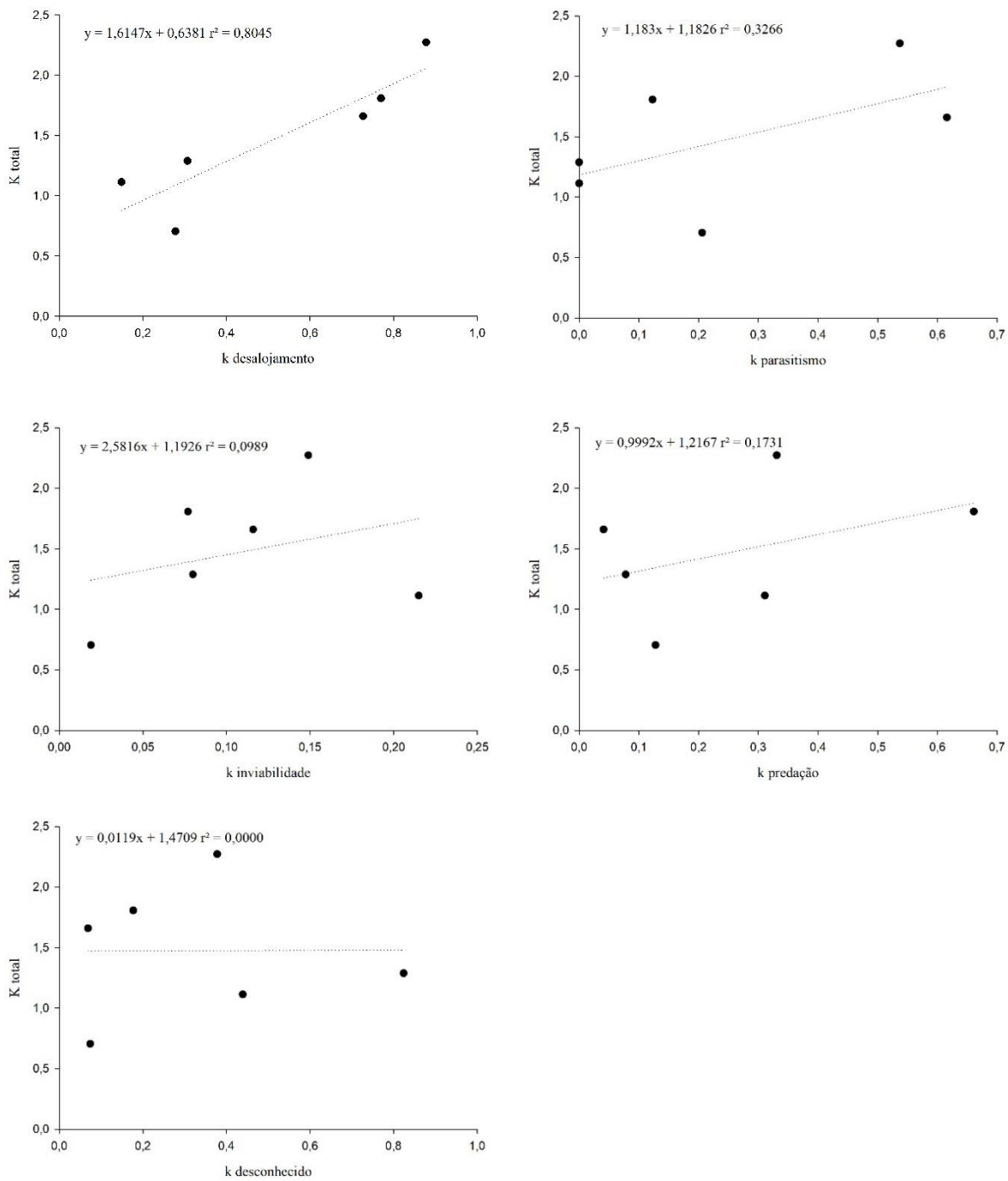


Figura 2. Análise da regressão dos fatores de mortalidade (k_n em K -total) em seis gerações de *Bemisia tabaci* biótipo B. O fator com o maior valor do coeficiente angular de inclinação resultante da regressão linear, valores k individuais no K -total, pode ser considerado o fator chave de mortalidade para as condições do estudo.

Tabela 2. Tabela de vida ecológica dos estádios imaturos de *Bemisia tabaci* biótipo B, em meloeiro.

Mossoró, RN, Brasil.

	Mortalidade Real		Mortalidade Aparente		Mortalidade Marginal	Valor de <i>K</i>
	fator (<i>lx</i>)	estágio	fator (<i>dx</i>)	fator (<i>dx/l0</i>)		
Ovos	546	81		0,148	0,148	
Desalojamento			23	0,042	0,042	0,042
Inviabilidade			42	0,077	0,077	0,082
Predação			16	0,029	0,029	0,030
1º instar	465	29		0,053	0,062	
Desalojamento			14	0,026	0,030	0,030
Predação			11	0,020	0,024	0,024
Desconhecido			4	0,007	0,009	0,009
2º instar	436	78		0,143	0,179	
Desalojamento			36	0,066	0,083	0,083
Predação			10	0,018	0,023	0,025
Desconhecido			32	0,059	0,073	0,081
3º instar	358	115		0,211	0,321	
Desalojamento			44	0,081	0,123	0,123
Predação			35	0,064	0,098	0,111
Desconhecido			33	0,060	0,092	0,118
Parasitismo			3	0,005	0,008	0,010
4º instar	243	85				
Desalojamento			40	0,155	0,351	0,165
Predação			5	0,009	0,021	0,025
Desconhecido			5	0,009	0,021	0,025
Parasitismo			35	0,064	0,144	0,176
Adulto	158					
Mortalidade geracional				0,711		

Tabela 3. Correlação linear entre os fatores de mortalidade total (*K*-total) e os principais fatores atuando em cada fase de desenvolvimento, em seis gerações de *Bemisia tabaci* biótipo B, Mossoró, RN, Brasil.

Fase	Fator de mortalidade	Coefficiente angular	Coefficiente de correlação r^2
Ovo	Inviabilidade	0,7455x	0,605
1 ^o instar	Predação	1,1759x	0,815*
	Fator desconhecido	2,0932x	0,846**
2 ^o instar	Predação	1,0931x	0,213
	Fator desconhecido	0,972x	0,799*
3 ^o instar	Desalojamento	3,1656x	0,696*
	Predação	1,227x	0,596
	Fator desconhecido	0,8147x	0,251
4 ^o instar	Desalojamento	2,5168x	0,932**
	Parasitismo	1,5908x	0,875**
	Fator desconhecido	9,8796x	0,629

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

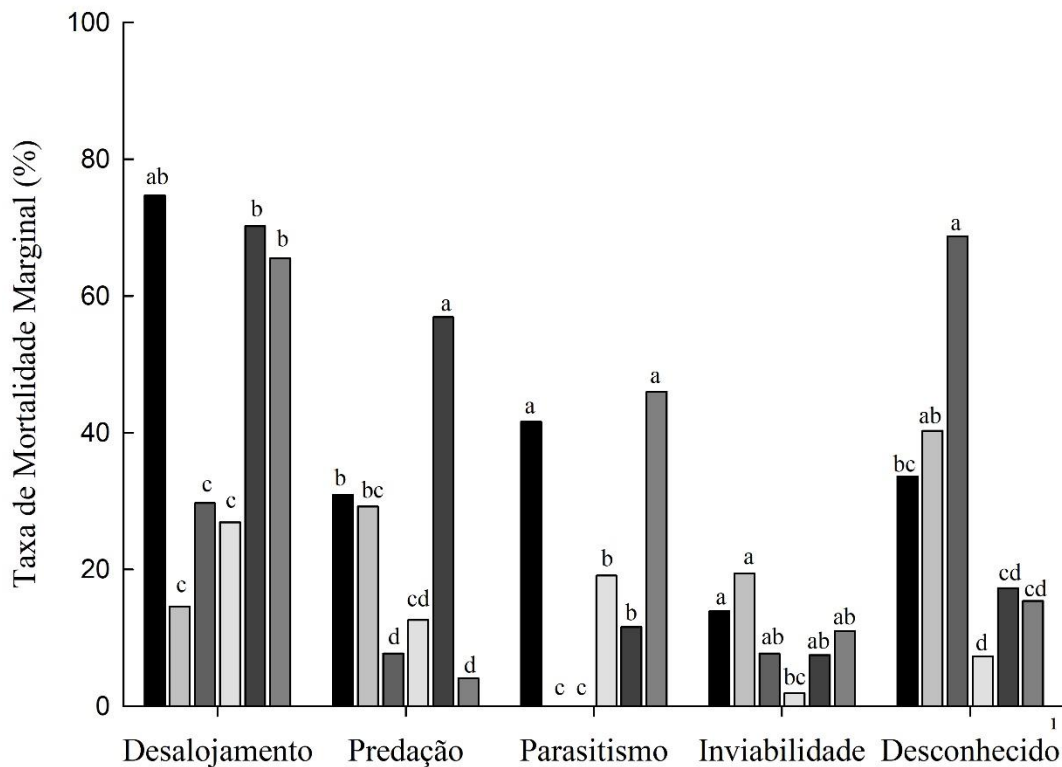


Figura 3. Fatores de mortalidade marginal por desalojamento, predação, inviabilidade, parasitismo e fator desconhecido em seis coortes de *Bemisia tabaci* biótipo B em meloeiro, Mossoró. ¹ Os fatores de mortalidade em diferentes coortes diferem pelo teste de χ^2 por pares de comparações ($P < 0.05$).

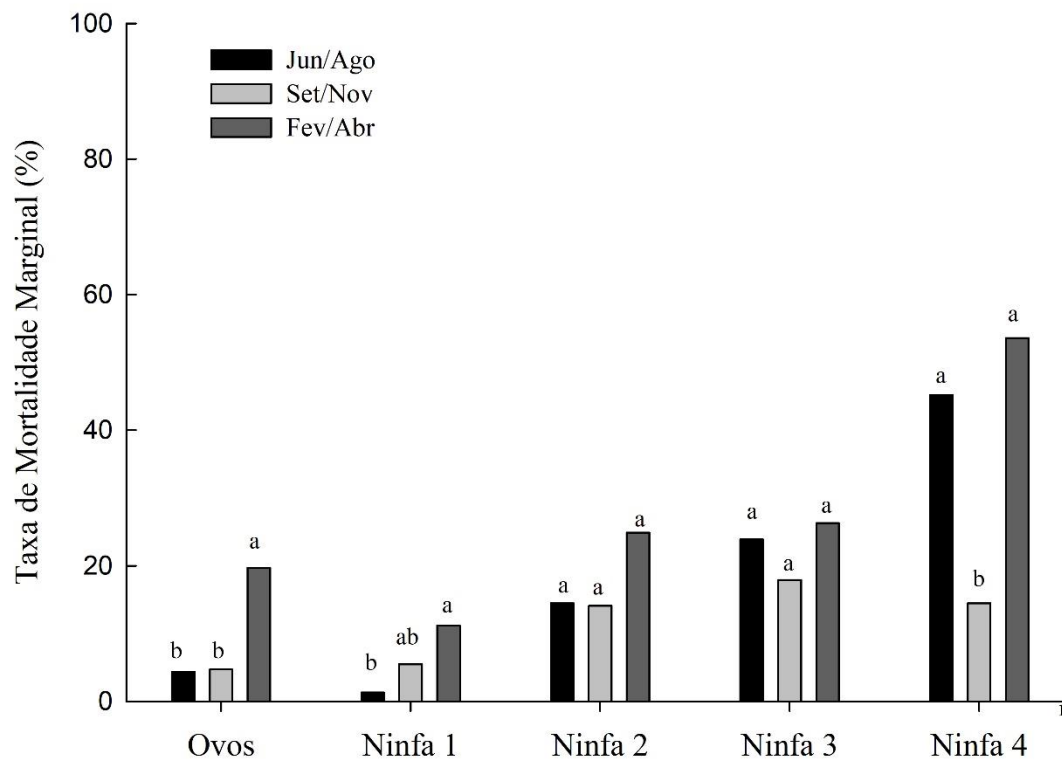


Figura 4. Fatores de mortalidade marginal por desalojamento, na fase imatura de *Bemisia tabaci* biótipo B, em meloeiro, Mossoró. Os fatores de mortalidade em diferentes períodos diferem pelo teste de χ^2 por pares de comparações, nas fases de ovos ($P < 0,05$), ninfas de primeiro instar ($P < 0,05$) e ninfas de quarto instar ($P < 0,01$).

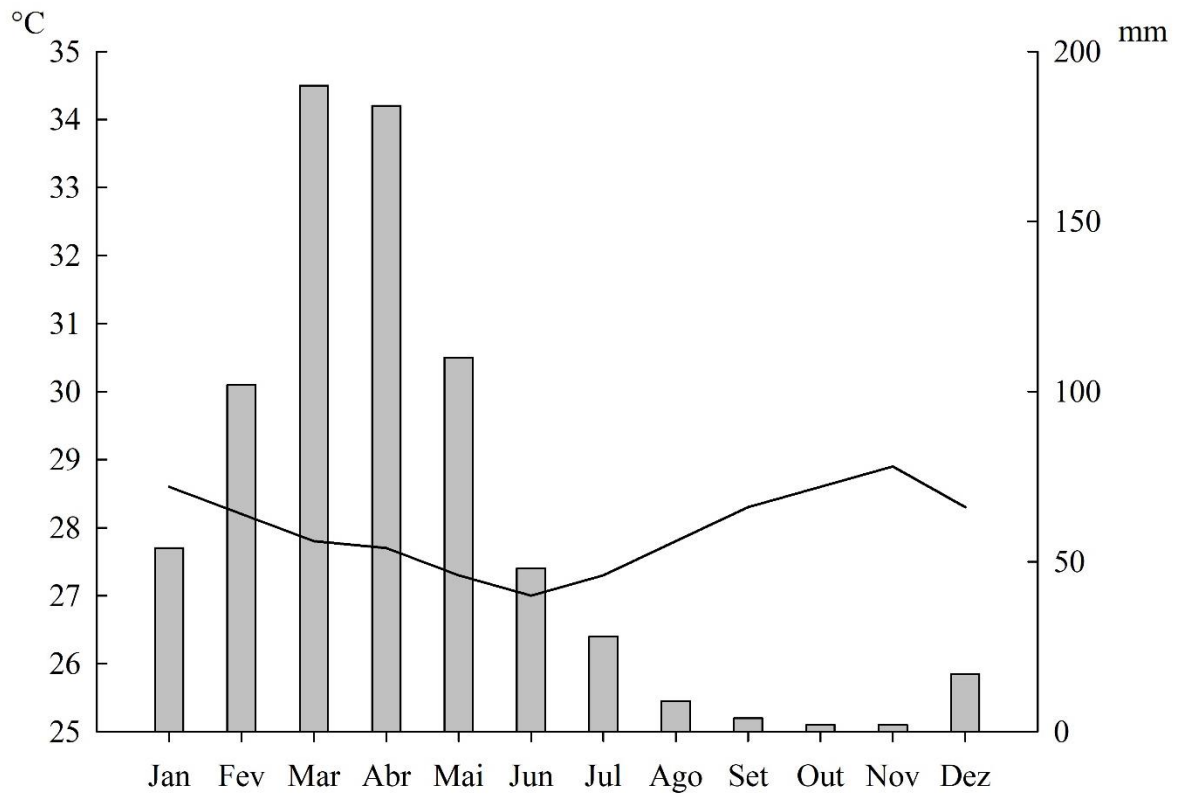


Figura 5. Os dados apresentados representam o comportamento da temperatura e da chuva ao longo do ano. As médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados na região de Mossoró/RN (Climate-data, 2020).

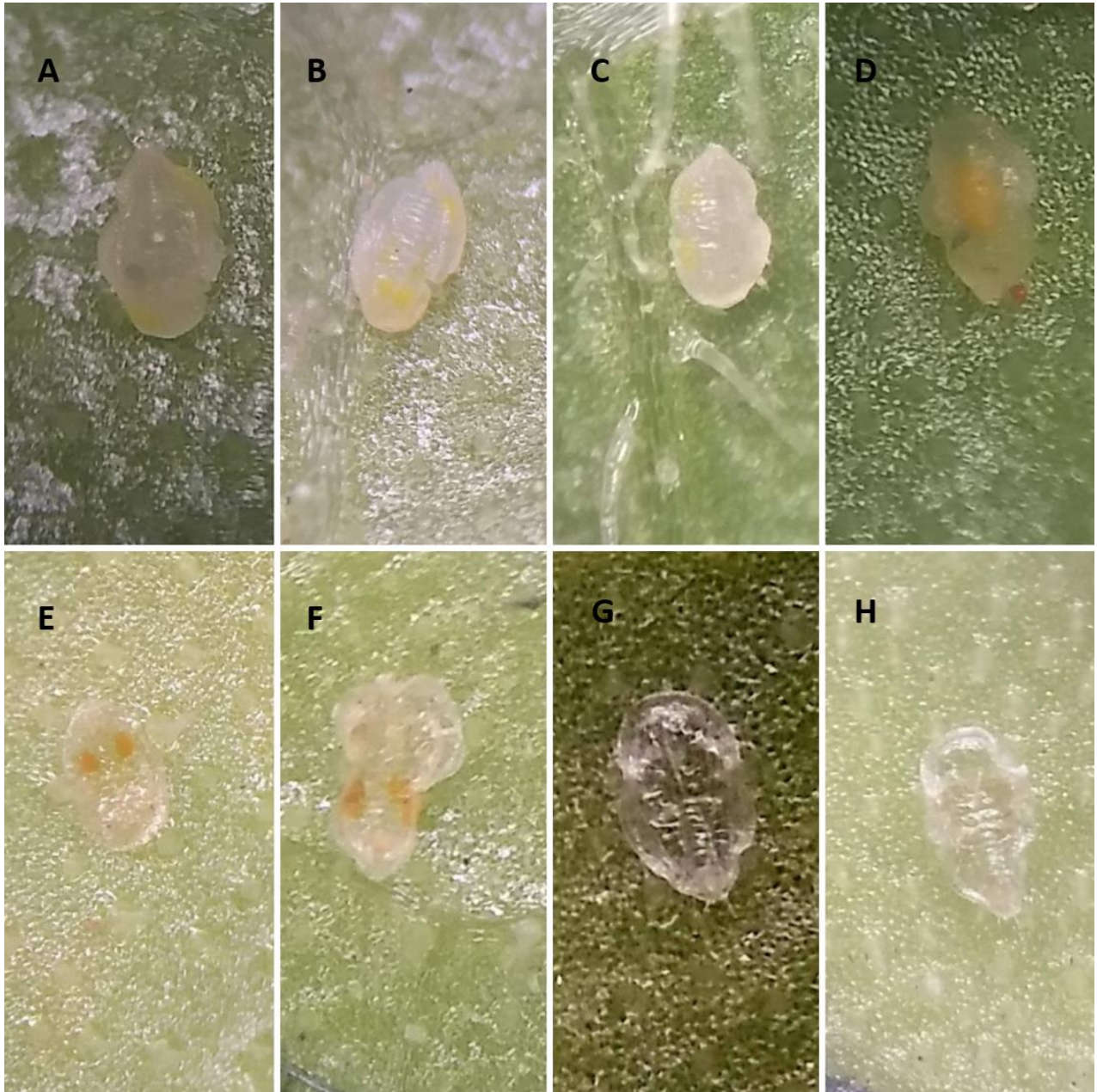
CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As avaliações aqui realizadas revelaram que os dados da biologia de *Bemisia tabaci* biótipo B determinada neste estudo estão dentro das variações observadas em outros estudos já publicados. A biologia revelou informações sobre a duração e similar sobrevivência da praga nas diferentes fases do ciclo de vida do imaturo dependendo dos períodos de seca e de chuva. As condições climáticas e hospedeiro permitiram o desenvolvimento do inseto e, portanto, podem manter as populações de *B. tabaci*, durante diferentes períodos do ano e sugerem menor de tempo de desenvolvimento durante o período seco na região.

Foram gerados dados sobre fatores naturais de mortalidade populacional de *B. tabaci* para a localidade do estudo, e que embora não se possa caracterizar o controle efetivo da praga, os resultados mostram uma perda natural da população por esses fatores na ordem de 71%. Esses resultados oferecem suporte a estudos que venham abordar e identificar estratégias e táticas de manejo integrado de pragas de *B. tabaci* em meloeiro na região para focar em ampliar a ação dos fatores chaves de mortalidade. O estudo, também, revela a importância dos inimigos naturais e sua efetividade na redução populacional de *B. tabaci*. No presente estudo, os fatores de mortalidade naturais exerceram impacto na mortalidade da praga, sendo o fator desalojamento o mais associado a mortalidade da praga, enquanto a predação por predadores sugadores e parasitismo apresentam alto potencial em determinadas condições, sendo assim necessário um manejo adequado para sua conservação desses fatores bióticos de mortalidade.

APÊNDICE



Apêndice 1. Fatores de mortalidade de *Bemisia tabaci*. A-D) parasitismo. E-F) fator desconhecido. G-H) predação.



Apêndice 2. A) Oviposição de parasitoide, *Eretmocerus* sp. (Aphelinidae). B) “Pupa” de *Bemisia tabaci*, após emergência de parasitoide.