



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/ PRODUÇÃO VEGETAL

AURÉLIO RIBEIRO MENESES

**DINÂMICA POPULACIONAL DE *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT)
(HEMIPTERA: CICADELLIDAE) E SEUS PARASITÓIDES EM CULTIVOS DE
MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO**

TERESINA, PI – BRASIL
2015

**DINÂMICA POPULACIONAL DE *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT)
(HEMIPTERA: CICADELLIDAE) E SEUS PARASITOIDES EM CULTIVOS DE
MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO**

AURÉLIO RIBEIRO MENESES
Biólogo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Produção Vegetal.

ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO ROBERTO RAMALHO SILVA

CO-ORIENTADORA: DRA. RANYSE BARBOSA QUERINO DA SILVA

TERESINA, PI – BRASIL
2015

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias
Serviço de Processamento Técnico

M543d Meneses, Aurélio Ribeiro

Dinâmica populacional de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott)
(Hemiptera) : cicadellidae) e seus parasitoides em cultivos de milho
no nordeste brasileiro. / Aurélio Ribeiro Meneses – 2015.
110 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal
do Piauí, Teresina, 2015.

Orientação: Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva

1 .*Zea mays* 2. Cigarrinha-do-milho 3.*Mollicutes* 4. Mymaridae
5. Trichogrammatide I.Título

CDD 633.15

**DINÂMICA POPULACIONAL DE *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT)
(HEMIPTERA: CICADELLIDAE) E SEUS PARASITOIDES EM CULTIVOS DE
MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO**

AURÉLIO RIBEIRO MENESES
Biólogo

Aprovado em: ___/___/___

Comissão Julgadora:

Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva – Presidente
CCA/UFPI

Dra. Ranyse Barbosa Querino Da Silva – Titular
Embrapa Meio-Norte

Dr. Paulo Henrique Soares Silva – Titular
Embrapa Meio-Norte

Dra. Maria Teresa Do Rego Lopes – Titular
Embrapa Meio-Norte

“O conhecimento é uma aventura em aberto. O que significa que aquilo que saberemos amanhã é algo que desconhecemos hoje; e esse algo pode mudar as verdades de ontem.”

Karl Popper

Aos meus avós, Antonio Da Silva Ribeiro (*in memoriam*) e Nair De Carvalho Coelho Ribeiro pelo exemplo de caráter e retidão moral.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Dra. Ranyse Barbosa Querino Da Silva por todo o tempo, zelo e paciência que tem dedicado a minha formação intelectual e acadêmica. E por ter sido exemplar como orientadora durante os últimos quatro anos, quando estive em sua tutela, no laboratório de entomologia da Embrapa Meio-Norte durante a graduação e o mestrado.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva que, igualmente, vem orientando minha carreira acadêmica desde a graduação. Sendo um exemplo de educador em suas atividades junto a Universidade Federal Do Piauí (UFPI).

A Embrapa Meio-Norte por me proporcionar a formação prática que todo profissional precisa para se desenvolver e que graças ao seu programa de estágios concede a mim e a muitos outros estudantes inúmeras oportunidades de aprendizado, além do suporte técnico e da excelente estrutura física que fornece.

A Dra. Elizabeth de Oliveira Sabato e ao Dr. Charles Martins de Oliveira coordenadores do projeto “Molicutes, vírus, insetos vetores em milho: espacialização geográfica, aspectos epidemiológicos, e controle” que garantiu os recursos necessários a execução dos experimentos realizados.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) por ter disponibilizado através dos seus projetos os recursos para os trabalhos de pesquisa.

A UFPI e a todos que influem para seu êxito, por proporcionarem a existência, no estado do Piauí, de cursos de graduação e pós-graduação eficientes em formar cidadãos aptos a enfrentar as dificuldades da vida e do mercado de trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal e a todos os professores e funcionários que contribuem para sua existência.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de estudos, sem a qual esse trabalho não teria sido concluído.

A todos os colegas de laboratório que contribuíram com a execução dos trabalhos sendo sempre muito prestativos.

Ao Dr. Valdenir Queiroz Ribeiro e a Dra. Aline de Holanda Nunes Maia pela elaboração de parte das análises estatísticas fundamentais para a elaboração desse trabalho.

A minha Mãe, Maria Gentileza Ribeiro, pelo carinho, amor e paciência que me dedica mesmo quando não mereço.

Aos meus avós, Antonio Da Silva Ribeiro e Nair De Carvalho Coelho Ribeiro que tem sido meus maiores exemplos.

A minha namorada, Raisia Miranda Costa que é minha maior incentivadora e que tem me acompanhado nos últimos cinco anos, nos bons e nos maus momentos, sempre com muito carinho, respeito e sinceridade.

Por ultimo, a toda minha grande família, por todas as boas lembranças que levo comigo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO GERAL.....	xiii
GENERAL ABSTRACT.....	xiv
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 Milho.....	18
2.2 <i>Dalbulus maidis</i>	18
2.2.1 Classificação e morfologia.....	18
2.2.2 Biologia.....	19
2.2.3 Distribuição geográfica.....	20
2.2.4 Danos e transmissão de patógenos.....	21
2.3 Manejo integrado de <i>D.maidis</i>	21
2.3.1 Inimigos naturais de <i>Dalbulus maidis</i>	22
2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
3 CAPÍTULO 1 - DINÂMICA POPULACIONAL DE <i>Dalbulus maidis</i> (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM CULTIVOS DE MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO.....	30
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	32
3.1 INTRODUÇÃO.....	33
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
3.4 REFERENCIAS.....	56
4 CAPÍTULO II - OCORRÊNCIA E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PARASITOIDES DE <i>Dalbulus maidis</i> (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO.....	61
RESUMO.....	62
ABSTRACT.....	63

4.1INTRODUÇÃO.....	64
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	66
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
4.4 REFERENCIAS.....	82
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
5.1 Conclusões gerais.....	87

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1. Temperatura média, umidade relativa média e precipitação pluviométrica mensal acumulada registradas na estação meteorológica da Embrapa Meio-Norte. Teresina, PI, 2012.....37
- Figura 2. Suportes com as armadilhas instaladas no campo. A - Cartões Adesivos. B - Bandejas Amarelas.....38
- Figura 3. Croqui da área experimental com a disposição das armadilhas no campo.....39
- Figura 4. Qualidade do ajuste dos modelos lineares generalizados mistos usados para avaliar o efeito do tipo de armadilha em duas alturas, expresso pela relação entre valores observados e preditos dos modelos. Tipo 1=cartão e tipo 2= bandeja. (A) Período sequeiro. (B) Período irrigado.....43
- Figura 5. Distribuição vertical de *D. maidis* ao longo do ciclo fenológico do Milho em duas alturas de amostragem. A. Milho Sequeiro. B. Irrigado.....46
- Figura 6. *Dalbulus maidis* coletados em cada fase fenológica da cultura do milho por altura de amostragem.....47
- Figura 7. Flutuação populacional de *Dalbulus maidis* em cultivos de milho. Safra 2012. A. Milho em sequeiro. B. Milho irrigado.....50
- Figura 8. Abundância de *Dalbulus maidis* em função das fases fenológicas do milho sequeiro e irrigado.....52
- Figura 9. Relação observada entre as variáveis climáticas e a população de *D. maidis*.....54

CAPÍTULO II

- Figura 1. Cultivo de milho, Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí.....66
- Figura 2. Precipitação pluviométrica acumulada, umidade relativa do ar média e temperatura média registradas na estação meteorológica da Embrapa Meio-Norte (Teresina, PI) no período.....67
- Figura 3. Gaiolas utilizadas em laboratório para a criação de *D. maidis*.....68
- Figura 4. Criação de *Dalbulus maidis* na Embrapa Meio-Norte. Visão externa (A) e interna (B).....69

Figura 5. Casal de cigarrinhas-do-milho (<i>Dalbulus maidis</i>) (A); e plântulas de milho utilizadas nas gaiolas (B).....	70
Figura 6. Armadilhas com ovos de <i>Dalbulus maidis</i> no campo (A); planta sentinela (B); e Ovo de <i>D. maidis</i> em folha de milho clarificada (C).....	70
Figura 7. Adultos das espécies de parasitoides de ovos de <i>Dalbulus maidis</i> coletados em cultivos de milho, em Teresina, Piauí. <i>Anagrus breviphragma</i> (A) <i>Paracentobia subflava</i> (B) e <i>Pseudoligosita longifragiata</i> (C).....	74
Figura 8. Número médio de parasitoides por armadilha durante o período de amostragem, em Teresina, Piauí.....	77
Figura 9. Distribuição total, por espécie, dos parasitoides de <i>Dalbulus maidis</i> coletados na área experimental da Embrapa Meio-Norte.....	78
Figura 10. Diagrama de dispersão e equação da reta para correlação simples entre a precipitação pluviométrica e a média de parasitoides coletados.....	80
Figura 11. Variação da precipitação pluviométrica em função da média de parasitoides coletados por armadilha.....	81

LISTA DE TABELAS**CAPÍTULO I**

Tabela 1. Estimativas dos parâmetros dos modelos lineares generalizados mistos ajustados para descrever o efeito do tipo de armadilha (T_1 = cartão; T_2 = bandeja), instaladas em duas alturas de planta ($A_1=0,5$ e $A_2=1,5$ m). Período 1 (sequeiro) e 2 (irrigado). Teresina, PI. 2013.....	42
Tabela 2. Estimativas das densidades de insetos, com respectivos erros-padrão, para as armadilhas dos tipos cartão e bandeja, instaladas em duas alturas de planta. Período 1 (seco) e 2 (irrigado). Teresina, PI. 2013.....	44

**DINÂMICA POPULACIONAL DE *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT)
(HEMIPTERA: CICADELLIDAE) E SEUS PARASITOIDES EM CULTIVOS DE
MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO**

RESUMO GERAL

O objetivo do presente trabalho foi estudar a dinâmica populacional de *D. maidis* e seus parasitoides em cultivos de milho no Nordeste brasileiro; avaliar o efeito de armadilhas amarelas em diferentes alturas na captura do inseto e de variáveis climáticas sobre sua população; além de identificar os parasitoides que atacam naturalmente a cigarrinha-do-milho, descrever a flutuação populacional desses parasitoides e avaliar a influência de variáveis climáticas sobre esses inimigos naturais. O estudo da dinâmica populacional de *D. maidis* foi realizado em 2012, com o uso de cartões adesivos amarelos e bandejas amarelas, ao longo de dois ciclos de cultivo de milho, um em sequeiro e outro com irrigação, onde foram feitas coletas semanais durante todo o ciclo fenológico da cultura. Já o experimento com parasitoides foi realizado com avaliações semanais no período de fevereiro de 2013 a Maio de 2014 por meio de plantas sentinela contendo, em suas folhas, ovos do inseto hospedeiro *Dalbulus maidis*. Obteve-se que para as duas alturas de amostragem houve influência do tipo de armadilha sobre a densidade de *D. maidis*, sendo a armadilha do tipo cartão mais eficiente em ambos os casos. No geral, a altura de 1,5m foi mais eficiente. A distribuição vertical do inseto acompanhou o crescimento do milho; na fase vegetativa, foram coletados mais insetos a 0,5m e nas demais fases a 1,5m. Para *D. maidis*, em sequeiro, a maior abundância foi obtida no mês de maio, no início da fase de maturação do milho a 77 DAE (Dias após a emergência). Já no milho irrigado, ocorreu um pico populacional em setembro, época que também correspondeu à fase de maturação, a 77 DAE. Observou-se que o aumento da população de *D. maidis* esteve relacionado à queda da umidade relativa do ar. Quanto aos parasitoides, obteve-se o primeiro registro: de *Paracentobia subflava* no Brasil e de sua associação com *D. maidis* no país; da associação entre *Pseudoligosita longifragiata* e a cigarrinha-do-milho no Brasil e; do parasitismo de *Anagrus breviphragma* sobre *D. maidis* no Nordeste brasileiro. *A. breviphragma*, *P. subflava* e *P. longifragiata* ocorreram predominantemente durante a estação chuvosa, sendo que *A. breviphragma* e *P. longifragiata* tem maior capacidade de adaptação à estação seca que *P. subflava*. O aumento do índice pluviométrico foi seguido por incrementos sobre a média de parasitoides coletados, tendo o maior índice pluviométrico coincidido com o pico populacional dos parasitoides, obtido em abril de 2013.

Palavras-chave: *Zea mays*, Cigarrinha-do-milho, *Mollicutes*, Mymaridae, Trichogrammatide.

**POPULATION DYNAMICS OF *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT)
(HEMIPTERA: CICADELLIDAE) AND THEIR PARASITOIDS IN CORN CROPS
ON BRAZILIAN NORTHEAST**

GENERAL ABSTRACT

The aim of this paper was to study the population dynamics of *D. maidis* and their parasitoids in corn crops on Brazilian Northeast; evaluate the effect of yellow traps at different heights on insect capture and of climatic variables on its population. In addition to identify the parasitoids that naturally attack the corn leafhopper, describe the population variance of these parasitoids and assess the influence of climatic variables on these natural enemies. The study of population dynamics of *D. maidis* was carried out in 2012, using yellow cards stickers and yellow trays, over two cycles of corn cultivation, one in rainfed and one with irrigation, which they were made weekly samples throughout the crop phenological cycle. Already the experiment with parasitoids it was carried out weekly assessments in February 2013 to May 2014 by sentinel plants containing, in their leaves, eggs of host insect *Dalbulus maidis*. It was found that for the two sampling heights there was effect of the trap model on the density of *D. maidis*, being, the type card trap, more efficient in both cases. So the 1.5 m height was generally more efficient. The vertical distribution of insect followed up the growth of corn, in the vegetative phase were collected more insects to 0.5m and in the other phases at 1.5m. For *D. maidis*, of rainfed, the highest abundance was obtained in May, in the early maturing maize at 77 DAE (Days After Emergence). Already at the irrigated corn there was a population peak in September, epoch that also corresponded to the maturation phase at 77 DAE. Noting about the increasing of *D. maidis* population was related to the drop in relative humidity. As for parasitoids, obtaining the first record of: *Paracentobia subflava* in Brazil and of its association with *D. maidis* in the country; the association between *Pseudoligosita longifragiata* and the corn leafhopper in Brazil, and; the *Anagrus breviphragma* parasitism on *D. maidis* in Brazilian Northeast. *A. breviphragma*, *P. subflava* e *P. longifragiata* occurred predominantly during the rainy season, being that *A. breviphragma* and *P. longifragiata* has greater ability to adapt to the dry season than *P. subflava*. Increasing in rainfall was followed by the increasing on the average of collected parasitoids having the highest rainfall coincided with the population peak of parasitoids obtained in April 2013.

Keywords: *Zea mays*, corn leafhopper, *Mollicutes*, Mymaridae, Trichogrammatide.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) é um inseto com cerca de 5,0 mm de comprimento, coloração amarelo-palha, facilmente visível no cartucho de plântulas de milho e que, quando adulta, apresenta duas manchas circulares negras bem marcadas na coroa (Oliveira *et al.*, 2013b). Originária do México, dispersou-se consideravelmente, sendo encontrada do sul dos EUA até o norte da Argentina (Nault, 1990).

Em levantamentos realizados para identificação das espécies do gênero *Dalbulus* que ocorrem em milho, realizados em 27 localidades de 10 estados brasileiros, entre os anos 1996 a 2000, *D. maidis* foi a única espécie encontrada (Oliveira *et al.*, 2004). Assim, é provavelmente a única espécie desse gênero que ocorre em milho, no Brasil.

Dalbulus maidis é especialista em milho (*Zea mays*) e tem como plantas hospedeiras naturais o milho e os teosintos (*Zea* spp.), além de já ter sido coletada em *Tripsacum* spp. (Poaceae) e *Euchlaena mexicana* [Sinônimos de *Zea mays* L. sub sp. mexicana (Schrad.) H. H. Iltis (Poacea)] (Nault & DeLong, 1980; Nault *et al.*, 1983).

A importância econômica da cigarrinha-do-milho se deve aos danos diretos causados pela sucção de seiva da planta, quando a ação tóxica da saliva propicia, por sua excreção, um meio de cultura favorável ao desenvolvimento de fungos (Nault *et al.*, 1983) e, principalmente, por ser vetor de patógenos importantes do milho (Oliveira *et al.*, 2013b). A combinação da alimentação da cigarrinha e da transmissão de doenças resulta em perdas substanciais de rendimento e qualidade (Summer *et al.*, 2004).

As doenças, cujos agentes causais são transmitidos pela cigarrinha-do-milho, são o Enfezamento Pálido (*Spiroplasma kunkelii*), o Enfezamento Vermelho (Fitoplasma) e o Vírus da risca (Maize rayado fino vírus – MRFV), que provocam, entre outros sintomas, respectivamente, a formação de estrias esbranquiçadas irregulares, nas folhas, a partir da base e crescimento reduzido das plantas; o avermelhamento generalizado da planta, proliferação de espigas e perfilhamentos; e a formação de pontos cloróticos na base e ao longo das nervuras das folhas jovens (Oliveira *et al.*, 2013b).

A presença dessas doenças foi avaliada em municípios do Brasil Central. Observaram-se altas frequências de plantas com sintomas de enfezamento em lavouras não irrigadas (10% a 60%), predominando o "Enfezamento Vermelho". Já em irrigação, foram constatadas frequências médias de 65,3% e 100% para plantas doentes em áreas que chegaram a apresentar produção nula (Oliveira *et al.*, 1998).

Os estudos relacionados com *D. maidis* no Brasil são recentes, em parte iniciados na década de 1980, face à importância das doenças transmitidas por essa cigarrinha no milho. A maior parte dos estudos se concentrou no Centro-Sul do país e existem alguns relatos da presença desta espécie em quatro estados da região Nordeste (Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Maranhão) (Oliveira *et al.*, 2004; Oliveira *et al.*, 2007 a; Oliveira *et al.*, 2013c), onde trabalhos sobre o monitoramento desse inseto são escassos e faltam informações sobre a distribuição, o comportamento e a ecologia dessa praga e dos seus inimigos naturais.

Devido aos danos largamente observados, o controle desse inseto vetor vem sendo testado por alguns métodos. Oliveira *et al.* (2007b) e Oliveira *et al.* (2008) avaliaram a eficiência do controle químico por meio do uso dos inseticidas Thiamethoxan, Imidacloprid e Carbofuran. Já Silva *et al.* (2009) avaliaram o controle biológico por *Beauveria bassiana*.

Todos os métodos foram efetivos em reduzir a abundância do inseto vetor no campo sem, no entanto, serem capazes de impedir a transmissão dos patógenos. Isso ocorre em função de *D. maidis* apresentar uma eficiência de transmissão de patógenos próxima a 100% (Oliveira *et al.*, 2011) e possuir grande capacidade de colonização e dispersão em regiões produtoras de milho, localizando facilmente lavouras em formação (Oliveira *et al.*, 2013a).

Neste contexto, torna-se importante a realização de estudos ecológicos envolvendo o inseto-vetor e seus inimigos naturais, que são essenciais, para a implantação do Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura do milho.

Estudos a respeito da flutuação populacional de *D. maidis* e a identificação das épocas e condições ambientais mais propícias a ocorrência de picos populacionais, são ferramentas fundamentais para permitir que medidas de controle adequadas sejam tomadas, evitando maiores prejuízos aos produtores rurais, com o menor dano ambiental possível, reduzindo também, a disseminação das doenças transmitidas pelo inseto.

Dentro dos estudos de dinâmica populacional, a distribuição vertical da praga na cultura pode agilizar e aumentar a confiabilidade do processo de amostragem. Esse conhecimento, por sua vez, poderá subsidiar práticas de campo usuais, tais como a definição dos locais de melhor aplicação de inseticidas ou de atuação para inimigos naturais com vistas a maximizar o controle da praga (Fernandes *et al.*, 2006).

Nesse sentido, métodos de coleta baseados na atração de insetos por estímulos visuais seletivos ao amarelo podem ser muito eficientes por permitirem o estudo concomitante da flutuação populacional do inseto e de sua distribuição vertical (Nault, 1990; Ávila & Arce, 2008; Oliveira *et al.*, 2013; Almeida *et al.*, 2012).

Paralelamente, tem surgido estudos buscando conhecer os principais inimigos naturais da cigarrinha-do-milho, tais como, parasitoides de ovos e de adultos desse inseto, objetivando coletar e identificar espécies eficientes em controlar essa praga, destacando-se que o controle biológico natural ou aplicado tem várias vantagens sobre outros métodos de controle, uma vez que é relativamente seguro, permanente e econômico (Cruz, 2002).

Muito pouco se conhece sobre os parasitoides que atacam a cigarrinha-do-milho na maior parte do continente americano, sabendo-se que a maioria desses insetos foram coletados apenas no México e na Argentina. Portanto, há uma grande demanda por trabalhos que tratem dos inimigos naturais de *D. maidis* (Virla *et al.*, 2009a) sendo, também, fundamental reconhecer como se comportam em campo as populações desses organismos, descrevendo sua flutuação populacional e identificando épocas de ocorrência e picos populacionais desses insetos.

Assim, objetivou-se estudar a dinâmica populacional de *D.maidis* e seus parasitoides em cultivos de milho no Nordeste brasileiro: avaliar o efeito de armadilhas amarelas em diferentes alturas na captura do inseto, avaliar o efeito de variáveis climáticas sobre sua população, identificar os parasitoides que atacam naturalmente a cigarrinha-do-milho, descrever a flutuação populacional desses parasitoides e a influência de variáveis climáticas sobre esses inimigos naturais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Milho

O milho *Zea mays* L. é o cereal mais produzido no mundo. Ele é cultivado em quase todos os países em diversas condições de clima e manejo. Na safra 2013/14 a produção mundial chegou a 981 milhões de toneladas do grão, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial finalizando a última safra com colheitas próximas a 80 milhões de toneladas (CONAB, 2014).

No Brasil é notório o aumento de produtividade na última década nas Regiões Norte e Nordeste, sobretudo, na região do MATOPIBA que corresponde a partes do território dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, os responsáveis pela maior parte da produção na Região Norte/Nordeste (CONAB, 2014).

Nos cerrados do Piauí o milho é plantado na safra de verão e na safrinha sobre sistema de sequeiro entre os meses de novembro e março para a produção de grãos visando à exportação (CONAB, 2014). Já o milho irrigado é plantado durante o ano inteiro para atender o mercado interno, principalmente no município de Teresina (Da Rocha *et al.*, 2011).

Em 2014, na primeira safra a produção do estado atingiu 862,5 mil toneladas, enquanto na safrinha foram produzidas 166,9 mil toneladas, índice que corresponde a um crescimento de 213,1% em relação a essa fase no ano anterior, compreendendo o maior crescimento observado no Brasil (CONAB, 2014). Por sua vez, o milho irrigado, embora apresente uma pequena produção, possui grande valor de mercado e gera emprego e renda a um elevado número de pequenos e médios produtores rurais (Da Rocha *et al.*, 2011).

2.2 *Dalbulus maidis*

2.2.1 Classificação e morfologia

A ordem Hemiptera agrupa insetos hemimetábolos, terrestres, aquáticos ou semiaquáticos. Variam de 0,5 a 130 mm de comprimento. A coloração geralmente é uniforme, predominantemente castanha ou negra, porém, há espécies com coloração bastante variada. Caracterizam-se pelo aparelho bucal em forma de rostró, constituído pelo lábio articulado onde se alojam as demais peças bucais sugadoras. Antenas com três a dez artículos e tarsos geralmente trímeros, mas com algumas exceções (Grazia *et al.*, 2012).

Cicadellidae é uma das maiores famílias de Hemiptera, conhecidas como cigarrinhas. É cosmopolita, com mais de 50 subfamílias com espécies que se alimentam de seiva de floema, de xilema ou do conteúdo de células vegetais. São caracterizados por quatro fileiras longitudinais de cerdas conspícuas nas tíbias posteriores. Mais de 100 espécies são consideradas pragas, causando prejuízos consideráveis à agricultura pelo dano direto às plantas ou por serem vetores de fitopatógenos (Grazia *et al.*, 2012).

A cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) é um inseto com cerca de 5,0 mm de comprimento, coloração amarelo-palha, facilmente visível no cartucho de plântulas de milho e que, quando adulta, apresenta duas manchas circulares negras bem marcadas na coroa (Oliveira *et al.*, 2013b).

Fêmeas da espécie podem ser facilmente distinguidas dos machos pela presença marcante do ovopositor na face ventral do abdome; os ovos de *D. maidis* podem ser depositados de forma isolada, em pares ou em grupos de cinco ou seis na superfície superior das folhas (Marín, 1987), sendo inseridos nos tecidos da planta, de preferência na metade basal das primeiras folhas das plantas jovens (Heady *et al.*, 1985). As ninfas se alimentam da seiva da planta e dificilmente abandonam o sítio de alimentação durante o seu desenvolvimento, sendo que após a muda é fácil a observação das exúvias presas nas folhas (Perfecto, 1991).

2.2.2 Biologia

D. maidis é um inseto hemimetábolo, durante seu desenvolvimento passa pelas fases de ovo, ninfa e adulto (Marín, 1987; Perfecto, 1991). É especialista em milho (*Zea mays*) passando, em geral, todo o seu ciclo de vida sobre essa planta. No seu sítio de origem, tem como plantas hospedeiras naturais, além do milho, os teosintos (*Zea spp.*), já tendo sido coletada, também, em *Tripsacum spp.* (Poaceae) e *Euchlaena mexicana* [Sinônimos de *Zea mays* L. sub sp. mexicana (Schrad.) H. H. Iltis (Poacea)] (Nault & DeLong, 1980; Nault *et al.*, 1983).

No Brasil, observou-se a presença desse inseto, também, em lavouras de *Sorghum bicolor*. Entretanto o estudo da biologia do inseto nessa planta encontrou que ela não é adequada às exigências nutricionais do inseto, não permitindo seu desenvolvimento completo (Waquil *et al.*, 1999).

O ciclo de vida de *D. maidis* foi estudado por Waquil *et al.* (1999). Dentre as temperaturas avaliadas não observou-se eclosão de ninfas abaixo de 20°C, nesta temperatura,

o desenvolvimento embrionário foi totalmente paralisado, e a 32°C, onde houve alta mortalidade das plântulas, inviabilizando a tomada dedados.

Waquil *et al.* (1999) encontraram diferença no número de insetos observados devido ao efeito da temperatura, tanto no número de ovos depositados quanto na viabilidade desses ovos. O menor período de incubação foi de oito dias, quando se observou a eclosão de 40% das ninfas dos ovos incubados a 26 °C e 80% das ninfas eclodidas de ovos incubados a 29 °C. Mais de 70% da população de ninfas nasceu nos dois primeiros dias do período de eclosão, sendo o 8° e o 9° dia nas temperaturas de 26 e 29 °C, e o 11° e o 12° dia na temperatura de 23°C. Esses resultados indicam que o desenvolvimento embrionário de *D. maidis* é muito sensível às variações de temperatura (Waquil *et al.*, 1999).

Waquil *et al.*, (1999), estudando o desenvolvimento de ninfas, observaram até cinco ínstaes, embora 76% da população estudada tenha passado por apenas quatro, sendo que o período de desenvolvimento de cada estágio ninfal variou de 3,8 dias (ninfa I) a 2,8 dias (ninfa III). A sobrevivência das ninfas em cada ínstar variou de 90 a 100% e o período médio de desenvolvimento ninfal total foi de 15,7 dias, com longevidade média dos adultos de 51,4 dias, variando até $\pm 28,37$ dias.

2.2.3 Distribuição geográfica

Originária do México, *D. maidis* dispersou-se consideravelmente, sendo encontrada do sul dos EUA até o norte da Argentina (Nault, 1990).

Em levantamentos realizados para identificação das espécies do gênero *Dalbulus* que ocorrem em milho, realizados em 27 localidades de 10 estados brasileiros, entre os anos 1996 a 2000, *D. maidis* foi a única espécie encontrada (Oliveira *et al.*, 2004). Assim, é provavelmente a única espécie desse gênero que ocorre em milho, no Brasil.

No País, estudos relacionados com *D. maidis* são recentes, em parte iniciados na década de 1980, face à importância das doenças transmitidas por essa cigarrinha no milho. A maior parte dos estudos se concentrou no Centro-Sul do país (São Paulo, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) e existem alguns relatos da presença desta espécie em quatro estados da região Nordeste (Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Maranhão) (Oliveira *et al.*, 2004; Oliveira *et al.*, 2007 a; Oliveira *et al.*, 2013 c) onde trabalhos sobre o monitoramento desse inseto são escassos e faltam informações sobre a distribuição, o comportamento e a ecologia dessa praga e dos seus inimigos naturais.

No estado do Piauí ocorreram alguns levantamentos entre 2005 e 2007, onde não foram obtidos indivíduos dessa espécie (Oliveira *et al.*, 2013c).

2.2.4 Danos e transmissão de patógenos

A cigarrinha-do-milho causa danos diretos pela sucção de seiva das plantas, quando a ação tóxica da saliva propicia, por sua excreção, um meio de cultura favorável ao desenvolvimento de fungos (Nault *et al.*, 1983) e, principalmente, por ser vetor de patógenos importantes do milho. A combinação entre a alimentação da cigarrinha e a transmissão de doenças resulta em perdas substanciais de rendimento e qualidade (Summer *et al.*, 2004), principalmente em função de *D. maidis* apresentar uma eficiência de transmissão de patógenos próxima a 100% (Oliveira *et al.*, 2011)

As doenças, cujos agentes causais são transmitidos pela cigarrinha-do-milho, são o Enfezamento Pálido (*Spiroplasma kunkelii*), o Enfezamento Vermelho (Fitoplasma) e o Vírus da risca (Maize rayado fino vírus – MRFV) que provocam entre outros sintomas, respectivamente, a formação de estrias esbranquiçadas irregulares, nas folhas, a partir da base e crescimento reduzido das plantas; o avermelhamento generalizado da planta, proliferação de espigas e perfilhamentos; e a formação de pontos cloróticos na base e ao longo das nervuras das folhas jovens (Oliveira *et al.*, 2013b).

No Brasil foram observados danos econômicos significativos em lavouras de sequeiro, onde as plantas apresentavam sintomas de enfezamento "Enfezamento Vermelho" e em lavouras irrigadas, onde as plantas apresentavam sintomas de "Enfezamento Pálido", em áreas que chegaram a apresentar produção nula (Oliveira *et al.*, 1998).

2.3 Manejo integrado de *Dalbulus maidis*

O manejo integrado de pragas (MIP) é um método que emprega procedimentos econômicos, ecológicos e toxicológicos para manter populações de insetos praga abaixo dos níveis em que causam danos econômicos. Essas técnicas tem por objetivo reduzir o uso de agrotóxicos dando prioridade a novas técnicas de controle que evitem: o surgimento de pragas resistentes, a ressurgência de pragas, o surgimento de efeitos adversos sobre inimigos naturais e o efeito tóxico dos produtos químicos aos seres humanos. Assim, pode-se dizer que o surgimento do MIP foi uma resposta da comunidade científica aos efeitos do uso incorreto dos agrotóxicos (Gallo *et al.*, 2002) O manejo integrado de *Dalbulus maidis* envolve,

portanto, conhecimentos sobre sua biologia, comportamento, hospedeiros e danos, além do seu monitoramento e controle, tanto o químico quanto o biológico.

Há técnicas para o monitoramento de *D. maidis*; bandejas amarelas, cartões adesivos amarelos, rede entomológica, “chapéu de bruxa” e “saco plástico” tem sido utilizados, porém poucos trabalhos comparam diferentes métodos de amostragem para esse inseto. Estudando especificamente *D. maidis*, Nault (1990), Oliveira *et al.*, (2013 a) e Ávila & Arce (2008) utilizaram apenas cartões adesivos. Da Silva (2009) utilizou somente o método do “chapéu de bruxa”. Waquil (1997) comparou o uso da rede entomológica com o método do “Saco Plástico” obtendo que a eficiência da rede em capturar os insetos caiu à medida que a densidade da população estimada pelo método do “Saco Plástico” aumentou, sendo o método do “Saco Plástico” superior durante o período de pico populacional da espécie.

As bandejas amarelas tem sido amplamente utilizadas nos protocolos de levantamentos de insetos em todo o mundo, especialmente para Diptera, Hemiptera e Hymenoptera (Finnamore *et al.*, 2002; Campos & Pes, 2014). Para *D. maidis* e outros Cicadellidae foram observados resultados estatisticamente significativos para bandejas amarelas (Vega & Barbosa, 1990; Hickel *et al.*, 2001; Trebicki *et al.*, 2010).

Já o controle desse inseto vetor vem sendo testado por alguns métodos. Oliveira *et al.*, (2007b) e Oliveira *et al.*, (2008) avaliaram a eficiência do controle químico por meio do uso dos inseticidas Thiamethoxan, Imidacloprid e Carbofuran. Já Silva *et al.*, (2009) avaliaram o controle utilizando o fungo *Beauveria bassiana*. Todos esses métodos foram efetivos em reduzir a abundância do inseto vetor no campo sem, no entanto, serem capazes de impedir a transmissão dos patógenos.

2.3.1 Inimigos naturais de *Dalbulus maidis*

Paralelamente aos estudos de monitoramento e controle de *D. maidis*, tem surgido estudos buscando conhecer os principais inimigos naturais da cigarrinha-do-milho, tais como, parasitoides de ovos e de adultos desse inseto, objetivando coletar e identificar espécies eficientes em reduzir as populações dessa praga. Assim, destaca-se que vespas de Mymaridae, Trichogrammatidae, Aphelinidae e Eulophidae parasitam ovos da cigarrinha do milho (Albarracin *et al.*, 2006; Virla *et al.*, 2013). Ninfas e adultos dessa cigarrinha são parasitados por Strepsiptera (Halictophagidae) (Kathirithamby & Moya-Raygoza, 2000), Diptera Pipunculidae (Virla *et al.*, 2009b) e vespas de Dryinidae (Virla & Olmi, 2007; Virla *et al.*, 2011).

De forma que muito pouco se conhece sobre os parasitoides que atacam a cigarrinha-do-milho na maior parte do continente americano, sabendo-se que a maioria desses insetos foram coletados apenas no México e na Argentina. Portanto, há uma grande demanda por trabalhos que tratem dos inimigos naturais de *D. maidis* (Virla *et al.*, 2009a).

Entre os parasitoides de ovos de *D. maidis* observa-se que Mymaridae e Trichogrammatidae tem sido observados com mais frequência e abundância (Moya-Raygoza *et al.*, 2012). Estes insetos são considerados potenciais para o controle biológico, porque eles mostram taxas de parasitismo mais elevadas do que parasitoides de outras fases das cigarrinhas (Freytag, 1985).

Moya-Raygoza *et al.*, (2014) detectaram que a taxa total de parasitismo sobre *D. maidis* depende do tipo de habitat. Nos locais onde o milho é plantado o ano inteiro foi encontrada uma alta taxa de parasitismo e, em áreas onde o plantio é feito apenas na estação de chuvas, foram obtidas taxas menores.

Anagrus breviphragma Soyka (Mymaridae) é encontrada com frequência parasitando ovos de *Dalbulus maidis* DeLong & Wolcott. Esse Hymenoptera é um inseto polífago, largamente distribuído no continente americano e provavelmente o parasitoide de ovos de cigarrinhas mais conhecido (Virla, 2001).

Indivíduos dessa espécie são vespas solitárias e proovigênicas que carecem de período pré-oviposicional e que só atacam ovos com até três dias de desenvolvimento, não sendo capazes de se desenvolver em ovos com presença de embrião. Em laboratório, obteve-se para essa espécie uma taxa de parasitismo de 66,5% e período de desenvolvimento de 16,5 dias. Sendo seu desenvolvimento acelerado em ovos mais jovens do hospedeiro. Verificou-se também que a longevidade média dos adultos é de aproximadamente cinco dias, com apenas alguns indivíduos sobrevivendo mais de 12 dias e com uma razão sexual, na população criada, que favorecia as fêmeas (Virla, 2001).

Para as outras 16 espécies conhecidas por parasitar *D. maidis* (Virla *et al.*, 2009; Virla *et al.*, 2013; Moya-Raygoza *et al.*, 2012; Moya-Raygoza *et al.*, 2014), dados como esses não existem ou são escassos, sendo necessários mais trabalhos que avaliem a biologia, o comportamento, a existência de hospedeiros alternativos e a distribuição geográfica desses insetos.

No Brasil, apenas *Anagrus breviphragma* e *Oligosita* sp. foram registrados atacando *D. maidis* em Piracicaba, São Paulo (Oliveira & Lopes, 2000). Em outras regiões do país não tem sido feitos levantamentos sobre parasitoides dessa cigarrinha.

2.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBARRACIN, E. L.; VIRLA, E.; TRIAPITSYN, S. A new host record for the egg parasitoid *Anagrus nigriventris* (Hymenoptera: Mymaridae) of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). **Florida Entomologist**, v. 89: 284-285. 2006.

ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. Coleta, Montagem, Preservação e Métodos para Estudo. In: Rafael J.A.; C.J.B.; Carvalho, G.A.R.; Melo, S.C. (Org.). **Os Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 1º ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, v. 10, p. 175-190.2012.

ÁVILA, C.J.; ARCE, C.C.M. Flutuação populacional da cigarrinha-do-milho em duas localidades do Mato Grosso do Sul. **Ciencia Rural**, v. 38, n. 4, p. 1129-1132, 2008.

CAMPOS, V. O.; PES, A. M. Inventário Da Fauna De Insetos Aquáticos: Coleta, Preservação E Criação. In: Neusa Hamada; Jorje Luiz Nessimian; Ranise Barbosa Querino. (Org.). **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. 1ed. Manaus: Editora do INPA, v.1, p. 155-171, 2014.

CRUZ, I. **Controle biológico em manejo integrado de pragas**. In: José Roberto P. Parra; Paulo Sérgio M. Botelho; Beatriz C. Corrêa-Ferreira; José Maurício S. Bento. (Org.). **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores**. 1ed. Barueri: MANOLE, v. p. 543-580, 2002.

ROCHA, D. R.; FORNASIER F.D.; BARBOSA, J. C. Efeitos da densidade de plantas no rendimento comercial de espigas verdes de cultivares de milho. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 392-397, 2011.

FERNANDES, M. G.; SILVA, A. M.; DEGRANDE, P. E.; CUBAS, A.C. Distribuição vertical de lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodão. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**.v. 78, p. 28-35, 2006.

FINNAMORE, A. T.; WINCHESTER, N. N.; BEHAN-PELLETIER, V. M. **Protocols for measuring biodiversity: arthropod monitoring in terrestrial ecosystems**. Biodiversity Science Board of Canada, Ecological Monitoring and Assessment, Burlington, Ontario, 1998.

FREYTAG, P. H., NAULT, L. R., & RODRIGUEZ, J. G. The insect parasites of leafhoppers, and related groups. **The leafhoppers and planthoppers**, p. 423-467, 1985.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA-NETO, S.; CARVALHO, RPL.; BAPTISTA, GC.; BERTI-FILHO, E.; PARRA, JRP.; ZUCCHI, RA.; ALVES, SB.; VENDRAMIM, JD.; MARCHINI, LC.; LOPES, JRS; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 920p. 2002.

GRAZIA, J.; CAVICCHIOLI, R.; WOLFF, V.R.S.; FERNANDES, J.A.M.; TAKIYA, D.M. **Capítulo 28 Hemiptera**. In: Jose Albertino Rafael; Gabriel Augusto Rodrigues de Melo; Claudio José Barros de Carvalho; Sônia Aparecida Casari; Reginaldo Constantino. (Org.). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. 1ed. Ribeirão Preto: Holos, v. 1, p. 347-405, 2012.

HEADY, S.E.; MADDEN, L.V.; NAULT, L.R. Oviposition behavior of *Dalbulus* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 78, n. 6, p. 723-727, 1985.

HICKEL, E.R.; DUCROQUET, J-P.H.J.; LEITE-JUNIOR, R.P.; LEITE, R.M.V.B.C. Fauna de Homoptera: Auchenorrhyncha em pomares de ameixeira em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**. Vol. 30, Nº 4 pp. 725 - 729. 2001.

KATHIRITHAMBY, J.; MOYA-RAYGOZA, G. *Halictophagus naulti* sp. n. (Strepsiptera: Halictophagidae), a new species parasitic in the corn leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) from Mexico. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 93, n. 5, p. 1039-1044, 2000.

Marín, R. Biología y comportamiento de *Dalbulus maidis* (Homoptera:Cicadellidae). **Revista Peruana de Entomología**. V. 30, p. 113-117, 1987.

MOYA-RAYGOZA, G., ALBARRACIN, E. L., & VIRLA, E. G. Diversity of egg parasitoids attacking *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) populations at low and high elevation sites in Mexico and Argentina. **Florida Entomologist**. 95 (1), 105-112. 2012.

MOYA-RAYGOZA, G., ISABEL RENTERIA, C., ALBARRACIN, E. L., & VIRLA, E. G. Egg parasitoids of the leafhoppers *Dalbulus maidis* and *Dalbulus elimatus* (Hemiptera: Cicadellidae) in two maize habitats. **Florida Entomologist**. v. 97, n. 1, p. 309-312, 2014.

NAULT, L.R. Evolution of an insect pest: maize and the corn leafhopper, a case study. **Maydica**, v. 35, n. 2, p. 165-175, 1990.

NAULT, L.R; DELONG, D.M. Evidence for co-evolution of leafhoppers in the genus *Dalbulus* (Cicadellidae: Homoptera) with maize and its ancestors. **Annals of the Entomological Society of America**. v. 73, p. 349-353, 1980.

NAULT, L. R; DeLONG, D. M.; TRIPLEHORN, B. W.; STYER, W. E.; DOEBLEY, J. F. More on the association of *Dalbulus* (Homoptera-Cicadellidae) with Mexican *Tripsacum* (Poaceae), including the description of two new species of leafhoppers. **Annals of the Entomological Society of America**.v.76, p. 305-309, 1983.

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S.; NAULT, L. R. Survival strategies of *Dalbulus maidis* during maize off-season in Brazil. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 147, n. 2, p. 141-153, 2013a.

OLIVEIRA, E.; PINTO, N.F.J.A.; FERNANDES, F.T. **Identificação e Controle de Doenças na Cultura do Milho**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1. 198p. 2013b.

OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, E.; SOUZA, I. R.P.; ALVES, E.; DOLEZAL, W.; PARADELL, S.; REMES L.A.M.M.; FRIZZAS, M.R. Abundance and Species Richness of Leafhoppers and Planthoppers (Hemiptera: Cicadellidae and Delphacidae) in Brazilian Maize Crops. **Florida Entomologist**, v. 96, p. 1470-1481, 2013 c.

OLIVEIRA, E.; WAQUIL, J. M.; FERNANDES, F. T.; PAIVA, E.; RESENDE, R. O.; KITAJIMA, E. W. "Enfezamento Pálido" E "Enfezamento Vermelho" Na Cultura Do Milho No Brasil Central. **Fitopatologia brasileira**, v. 23, p. 1, 1998.

OLIVEIRA, C. M., LOPES, J. R. S., DIAS, C. T. D. S., & NAULT, L. R. Influence of latitude and elevation on polymorphism among populations of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott)(Hemiptera: Cicadellidae), in Brazil. **Environmental entomology**, 33(5), 1192-1199, 2004.

OLIVEIRA, C., LOPES, J. R. S., CAMARGO, L. E. A., FUNGARO, M. H. P., & NAULT, L. R. Genetic diversity in populations of *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) from distant localities in Brazil assessed by RAPD-PCR markers. **Environmental entomology**, 36(1), 204-212, 2007 a.

OLIVEIRA, C. M.; OLIVEIRA, E.; CANUTO, M.; CRUZ, I. Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por mollicutes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 42(3), 297-303, 2007b.

OLIVEIRA, C. M. D.; OLIVEIRA, E. D.; CANUTO, M.; CRUZ, I. Eficiência de inseticidas em tratamento de sementes de milho no controle da cigarrinha *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) em viveiro telado. **Ciência Rural**. 38(1), 231-235. 2008.

OLIVEIRA, E.; DE SOUSA, S. M.; LANDAU, E. Transmission of maize bushy stunt phytoplasma by *Dalbulus maidis* leafhopper. **Bulletin of Insectology**, v. 64, p. S153-S154, 2011.

OLIVEIRA, C. M.; LOPES, J. R. S. Egg parasitoids of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott)(Hemiptera: Cicadellidae), in Piracicaba. **Revista de Agricultura. (Piracicaba)**, 75(2), 263-270, 2000.

PERFECTO, I. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as natural control agents of pests in irrigated maize in Nicaragua. **Journal of Economic Entomology**, v. 84, n. 1, p. 65-70, 1991.

SILVA, A.H.; TOSCANO, L.C.; MARUYAMA, W.I.; PEREIRA, M.F.A.; CARDOSO, S.D.M. Controle de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) Delong & Wolcott (1923) por *Beauveria bassiana* na cultura do milho. **Boletín de sanidad vegetal Plagas**, v. 35, n. 4, p. 657-664, 2009.

SUMMERS, C. G.; NEWTON, A. S.; OPGENORTH, D. C. Overwintering of corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Homoptera: Cicadellidae), and *Spiroplasma kunkelii* (Mycoplasmatales: Spiroplasmataceae) in California's San Joaquin Valley. **Environmental entomology**, v. 33, n. 6, p. 1644-1651, 2004.

TREBICKI, P.; HARDING, R.M.; RODONI, B.; BAXTER, G.; POWELL, K.S. Diversity of Cicadellidae in agricultural production areas in the Ovens Valley, north-east Victoria, Australia. **Australian Journal of Entomology**, v. 49, n. 3, p. 213-220, 2010.

VEGA, F.E.; BARBOSA, P.; PANDURO, A. An adjustable water-pan trap for simultaneous sampling of insects at different heights. **Florida Entomologist**, p. 656-660, 1990.

VIRLA, E.G. Notes on the biology of *Anagrus breviphragma* (Hymenoptera: Mymaridae), natural enemy of the corn leafhopper *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and other plant diseases vectors in South America. **Boletín de sanidad vegetal Plagas**, 27(2), 239-247, 2001.

VIRLA, E.G.; ALBARRACIN, E.L.; MOYA-RAYGOZA, G. Egg Parasitoids of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) in Jalisco State, Mexico. **Florida Entomologist**. 92(3), 508-510, 2009a.

VIRLA, E.G.; ESPINOSA, M.S.; MOYA-RAYGOZA, G. First host record for *Anteon pilicorne* (Ogloblin) (Hymenoptera: Dryinidae), a parasitoid of Cicadellidae, including the corn leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae). **Neotropical Entomology**.v.40, n.2, pp. 285-287, 2011.

VIRLA, E.G.; MOYA-RAYGOZA, G.; LUFT-ALBARRACIN, Egg parasitoids of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis*, in the southernmost area of its distribution range. **Journal of Insect Science**, v. 13, n. 1, p. 10, 2013.

VIRLA, E.G.; MOYA-RAYGOZA, G.; RAFAEL, J.A. First record of *Eudorylas schreiteri* (Shannon) (Diptera: Pipunculidae), as a parasitoid of the corn leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) in Argentina, with a table of Pipunculid-host associations in the Neotropical Region. **Neotropical Entomology**. v. 38: 152-154, 2009 b.

VIRLA, E.G.; OLMÍ, M. Dryinid (Hymenoptera: Chrysidoidea) parasitoids of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), in Argentina, with description of the male of *Gonatopus moyaraygozai* Olmi. **Interciencia**. 32: 847-849. 2007.

WAQUIL, J.M. Amostragem e abundância de cigarrinhas e danos de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Homoptera: Cicadellidae) em plântulas de milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, p. 27-33, 1997.

WAQUIL, J. M. ; VIANA, P. A. ; CRUZ, I.; SANTOS, J. P. Aspectos da biologia da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, PR, v. 28, n.3, p. 413-420, 1999.

CAPÍTULO I

DINÂMICA POPULACIONAL DE *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM CULTIVOS DE MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO

3 CAPÍTULO 1 – DINÂMICA POPULACIONAL DE *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM CULTIVOS DE MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO

RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram avaliar o efeito de armadilhas amarelas em diferentes alturas na captura de *D. maidis* e a influencia das variáveis climáticas sobre a população desse inseto em milho cultivado em sequeiro e com irrigação. O estudo da dinâmica populacional de *D. maidis* foi realizado em 2012, com o uso de cartões adesivos amarelos e bandejas amarelas ao longo de dois ciclos de cultivo de milho, um em sequeiro e outro com irrigação, onde foram feitas coletas semanais durante todo o ciclo fenológico da cultura. Obteve-se que para as duas alturas de amostragem houve influência do tipo de armadilha sobre a densidade de *D. maidis*, sendo a armadilha do tipo cartão mais eficiente em ambos os casos. No geral, a altura de 1,5m foi mais eficiente. A distribuição vertical do inseto acompanhou o crescimento do milho, na fase vegetativa foram coletados mais insetos a 0,5m e nas demais fases a 1,5m. Para *D. maidis*, em sequeiro, a maior abundância foi obtida no mês de maio, no início da fase de maturação do milho a 77 DAE (Dias Após a Emergência). Já no milho irrigado, ocorreu um pico populacional em setembro, época que também correspondeu à fase de maturação a 77 DAE. Observou-se que o aumento da população de *D. maidis* esteve, em geral, relacionado à queda da umidade relativa do ar.

Palavras-chave: *Zea mays*, cigarrinha-do-milho, *Mollicutes*, vetor, fitopatógenos.

3 CHAPTER I - POPULATION DYNAMICS OF *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) IN CORN CROPS ON BRAZILIAN NORTHEAST

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate the effect of yellow traps at different heights on *D. maidis* capture and the effect of climatic variables on the population of this insect in maize grown in rainfed and irrigation. The study of population dynamics of *D.maidis* was carried out in 2012, using yellow cards stickers and yellow trays, over two cycles of corn cultivation, one in rainfed and one with irrigation, which they were made weekly samples throughout the crop phenological cycle. It was found that for the two sampling heights there was effect of the trap model on the density of *D. maidis*, being, the type card trap, more efficient in both cases. So the 1.5m height was generally more efficient. The vertical distribution of insect followed up the growth of corn, in the vegetative phase were collected more insects to 0.5m and in the other phases at 1.5m. For *D. maidis*, of rainfed, the highest abundance was obtained in May, in the early maturing maize at 77 DAE (Days After Emergence). Already at the irrigated corn there was a population peak in September, epoch that also corresponded to the maturation phase at 77 DAE. Noting about the increasing of *D. maidis* population was generally related to the drop in relative humidity.

Keywords: *Zea mays*, corn leafhopper, *Mollicutes*, vector, phytopathogens.

3.1 INTRODUÇÃO

A cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) é um inseto com cerca de 5,0 mm de comprimento, coloração amarelo-palha, facilmente visível no cartucho de plântulas de milho e que, quando adulta, apresenta duas manchas circulares negras bem marcadas na coroa (Oliveira *et al* 2013b). Originária do México, dispersou-se consideravelmente, sendo encontrada do sul dos EUA até o norte da Argentina (Nault 1990).

Dalbulus maidis é a única espécie desse gênero que ocorre em milho no Brasil (Oliveira *et al* 2004). É especialista em milho (*Zea mays*) e tem como plantas hospedeiras naturais o milho e os teosintos (*Zea* spp.), além de já ter sido coletada em *Tripsacum* spp. (Poaceae) e *Euchlaena mexicana* [Sinônimos de *Zea mays* L. sub sp. mexicana (Schrad.) H. H. Iltis (Poacea)] (Nault & DeLong 1980, Nault *et al* 1983).

A importância econômica da cigarrinha-do-milho se deve aos danos diretos causados pela sucção de seiva da planta, quando a ação tóxica da saliva propicia, por sua excreção, um meio de cultura favorável ao desenvolvimento de fungos (Nault *et al* 1983) e, principalmente, por ser vetor de patógenos importantes do milho. A combinação da alimentação da cigarrinha e da transmissão de doenças resulta em perdas substanciais de rendimento e qualidade (Summer *et al* 2004).

As doenças, cujos agentes causais são transmitidos pela cigarrinha-do-milho, são o Enfezamento Pálido (*Spiroplasma kunkelii*), o Enfezamento Vermelho (Fitoplasma) e o Vírus da risca (Maize rayado fino vírus – MRFV) que provocam entre outros sintomas, respectivamente, a formação de estrias esbranquiçadas irregulares, nas folhas, a partir da base e crescimento reduzido das plantas; o avermelhamento generalizado da planta, proliferação de espigas e perfilhamentos; e a formação de pontos cloróticos na base e ao longo das nervuras das folhas jovens (Oliveira *et al* 2013b).

Em municípios do Brasil Central foram observadas altas frequências de plantas com sintomas de enfezamento em lavouras não irrigadas (10% a 60%), predominando o "Enfezamento Vermelho". Já em irrigação, foram constatadas frequências médias de 65,3% e 100% para plantas doentes em áreas que chegaram a apresentar produção nula (Oliveira *et al* 1998).

Os estudos relacionados com *D. maidis* no Brasil são recentes, em parte iniciados na década de 1980, face à importância das doenças transmitidas por essa cigarrinha no milho. A maior parte dos estudos se concentrou no Centro-Sul do país e existem alguns relatos da presença desta espécie em quatro estados da região Nordeste (Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Maranhão) (Oliveira *et al* 2004, Oliveira *et al* 2007a, Oliveira *et al* 2013c), onde trabalhos sobre o monitoramento desse inseto são escassos e faltam informações sobre a distribuição, o comportamento e a ecologia dessa praga.

Devido aos danos largamente observados, o controle desse inseto vetor vem sendo testado por alguns métodos. Oliveira *et al* (2007b) e Oliveira *et al* (2008) avaliaram a eficiência do controle químico por meio do uso dos inseticidas Thiamethoxan, Imidacloprid e Carbofuran e Silva *et al* (2009) avaliaram o controle biológico por *Beauveria bassiana*.

Todos os métodos foram efetivos em reduzir a abundância do inseto vetor no campo sem, no entanto, serem capazes de impedir a transmissão dos patógenos. Isso ocorre em função de *D. maidis* apresentar uma eficiência de transmissão de patógenos próxima a 100% (Oliveira *et al* 2011) e possuir grande capacidade de colonização e dispersão em regiões produtoras de milho, localizando facilmente lavouras em formação (Oliveira *et al* 2013a).

Neste contexto, torna-se importante a realização de estudos ecológicos e epidemiológicos envolvendo o inseto-vetor e seus inimigos naturais, que são essenciais para o manejo da cigarrinha-do-milho.

Estudos a respeito da flutuação populacional de *D. maidis* e a identificação das épocas e condições ambientais mais propícias a ocorrência de picos populacionais são ferramentas fundamentais para permitir que medidas de controle adequadas sejam tomadas, evitando maiores prejuízos aos produtores rurais, com o menor dano ambiental possível, reduzindo também a disseminação das doenças transmitidas pelo inseto.

Dentro dos estudos de dinâmica populacional, a distribuição vertical da praga na cultura pode permitir a definição de formas de aumentar a confiabilidade do processo de amostragem. Esse conhecimento por sua vez poderá subsidiar práticas de campo usuais, tais como a definição dos locais de melhor deposição de inseticidas aplicados ou de atuação para inimigos naturais com vistas a maximizar o controle da praga (Fernandes *et al* 2006).

Nesse sentido, dois métodos de coleta, baseados na atração de insetos por estímulos visuais seletivos ao amarelo, podem ser muito eficientes por permitirem o estudo concomitante da flutuação populacional do inseto e de sua distribuição vertical: os cartões adesivos amarelos, que já vem sendo utilizados no monitoramento de *D. maidis* (Nault 1990, Ávila & Arce 2008, Oliveira *et al* 2013a) e as bandejas amarelas, muito utilizadas no estudo de vários grupos de insetos (Almeida *et al* 2012).

Os objetivos do presente estudo foram determinar a dinâmica populacional de *D.maidis* em milho cultivado em sequeiro e com irrigação; descrever o efeito de armadilhas amarelas em diferentes alturas na captura do inseto e mensurar o efeito de variáveis climáticas sobre a população de *D.maidis*.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Meio-Norte), localizada no município de Teresina, Piauí, Brasil (05°02'06.1''S / 42°47'09.3''W) no período de fevereiro a outubro de 2012.

Foram realizados dois cultivos de milho com a variedade BRS Catingueiro, em uma área de 30x80m, em espaçamento de 0,70m entre linhas e com uma população de 70000 plantas/ha. O primeiro cultivo, em condições de sequeiro, teve emergência das plantas em 15 de fevereiro, e, o segundo, realizado com irrigação, iniciando em 04 de julho. Durante os experimentos, os tratamentos culturais foram os recomendados para a cultura. Não foram realizadas aplicações de inseticidas químicos e, para o manejo de *Spodoptera frugiperda* Smith, foi utilizado um produto biológico à base de *Bacillus thuringiensis*. Para o manejo das plantas daninhas foram feitas capinas manuais.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é tropical chuvoso com chuvas concentrada nas estações de verão-outono (Aw').

Os dados climáticos semanais de precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperatura (Figura 1), foram obtidos na estação meteorológica da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI (Bastos & Andrade Júnior 2013), na mesma área onde o experimento foi realizado.

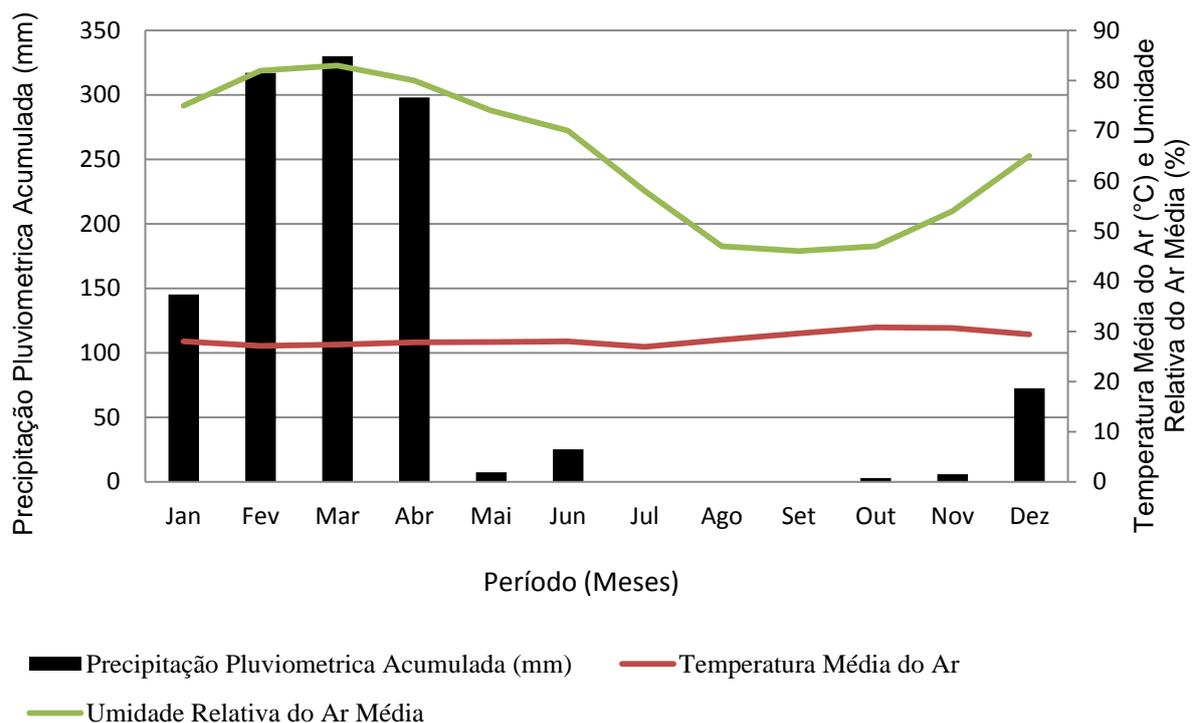


Figura 1. Temperatura média, umidade relativa média e precipitação pluviométrica mensal acumulada registradas na estação meteorológica da Embrapa Meio-Norte. Teresina, PI, 2012.

3.2.2 Amostragem com armadilhas (bandejas e cartões amarelos) em diferentes alturas

As amostragens de *D. maidis* foram realizadas por meio de bandejas e cartões adesivos amarelos nos dois períodos de cultivo, sequeiro e irrigado, durante todo o ciclo fenológico da cultura.

Para o levantamento das cigarrinhas nas alturas de 0,5 e 1,5 m foram confeccionados suportes com estacas de madeira presas ao solo e apoios de alumínio dobrável (4mm) para fixar as bandejas e cartões adesivos nas duas alturas nas estacas. Utilizaram-se cartões adesivos de 24,5 cm X 10 cm (Biocontrole®) (Fig. 2A) e bandejas circulares de plástico descartáveis de 300 ml com diâmetro interno de 15 cm, (Fig. 2B), contendo uma solução de 2L de água, 2ml de detergente e 2g de *NaCl*.

As armadilhas foram distribuídas uniformemente no campo em duas linhas com um espaçamento de 13m X 13m (Fig. 3). Na primeira linha foram colocados os cartões adesivos em cinco suportes e duas alturas (0,5 m e 1,5 m do solo) totalizando 10 cartões e, na segunda linha, foram instaladas as bandejas em cinco suportes e duas alturas (0,5 m e 1,5 m do solo) totalizando 10 bandejas.



Figura 2. Suportes com as armadilhas instaladas no campo. A - Cartões Adesivos. B - Bandejas Amarelas.

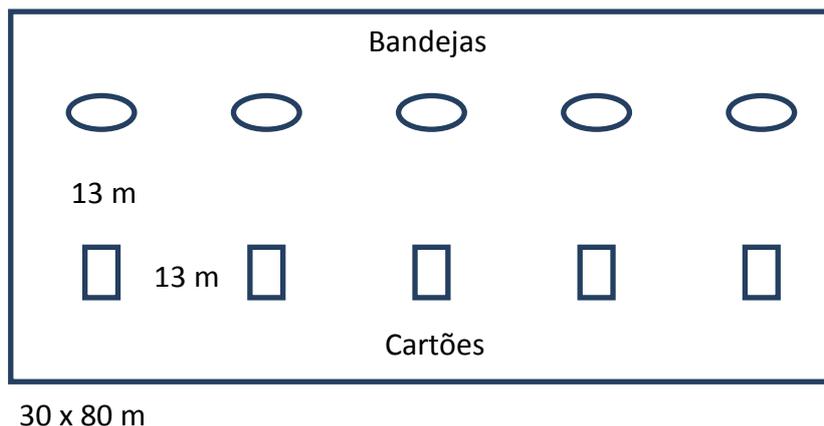


Figura 3. Croqui da área experimental com a disposição das armadilhas no campo.

Os cartões permaneceram no campo por 7 dias e as bandejas por 2, sendo trocados semanalmente. As cigarrinhas *D. maidis* coletadas nos cartões adesivos foram identificadas e quantificadas no laboratório de entomologia da Embrapa Meio-Norte, com auxílio de um microscópio estereoscópico. As amostras coletadas nas bandejas amarelas eram peneiradas e os insetos obtidos eram transferidos para uma solução de álcool 80%. Em seguida, os espécimes de *D. maidis* foram triados e quantificados. *Vouchers* do material estudado foram depositados na coleção entomológica da Embrapa Meio-Norte.

3.2.3 Análise dos dados

3.2.3.1 Efeito do tipo de armadilha em diferentes alturas na captura de *Dalbulus maidis*

Para avaliar o efeito do tipo de armadilha sobre a eficiência de captura, representada pelo número de insetos capturados por armadilha por dia, foi ajustado o seguinte modelo linear generalizado para cada altura de armadilha:

$$\text{Log}(Y_{ijk}) = \mu_i + T_{ij+} + e_{ijk}$$

No qual Y_{ijk} é o número médio de insetos capturados por dia na repetição k da armadilha do tipo j ($j=1,2$), instalada na altura i ($i=1,2$); T_{ij} é o efeito diferencial da armadilha do tipo j , na altura i e e_{ijk} é o erro aleatório associado a cada observação. Considera-se que Y_{ijk} tem distribuição de Poisson.

O efeito do tipo de armadilha para cada altura foi avaliado via testes t para contrastes, associados às hipóteses $T_{ij}=0$ versus $T_{ij}\neq 0$.

Para ajuste do modelo linear generalizado e realização dos testes de hipóteses derivados foi utilizado o GLIMMIX Procedure do software estatístico SAS/STAT (SAS INSTITUTE, 2014).

3.2.3.2 Determinação da distribuição vertical de *Dalbulus maidis*

A distribuição vertical foi descrita por meio dos dados de contagem de indivíduos de *D. maidis* capturados pelo método de amostragem mais eficiente.

Para as duas alturas de amostragem, a abundância de *D. maidis* caracterizou a sua distribuição vertical e os níveis populacionais obtidos, que foram determinados para cada período de amostragem e fase fenológica do milho nos dois períodos de cultivos.

3.2.3.3 Determinação da flutuação populacional de *Dalbulus maidis* nos cultivos de milho em sequeiro e irrigado

A flutuação populacional de *D. maidis* foi construída considerando-se o número de adultos coletados nas armadilhas, ao longo do período de amostragem. Foi realizada uma análise gráfica da flutuação das populações de *D. maidis* em função das fases fenológicas da cultura utilizando-se o software Microsoft Excel 2007[®].

3.2.3.4 Efeito das variáveis climáticas na população de *Dalbulus maidis*

Foi analisado o efeito das variáveis temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica sobre a abundância de *D.maidis* durante o período de amostragem. Realizou-se uma regressão linear múltipla ($P < 0,05$) através do método *stepwise* ($P < 0,05$) com auxílio do software estatístico BioEstat 5.0 (Ayres 2007).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Efeito do tipo de armadilha em diferentes alturas na captura de *Dalbulus maidis*

No período de cultivo em sequeiro, para as duas alturas, houve influência do tipo de armadilha sobre a densidade de insetos (Tabela 1, $p < 0,001$) (Figura 4). A armadilha do tipo cartão foi mais eficiente em ambos os casos, com incrementos de densidade de 4,58 e 7,86 insetos por armadilha por dia para as alturas 0,5m e 1,5m, respectivamente (Tabela 2).

De forma similar, a armadilha tipo cartão foi, também, a mais eficiente para as duas alturas (Tabela 1, $p < 0,001$) (Figura 4) no período irrigado, com incrementos de densidade de 41,14 e 152,2 insetos por armadilha para as alturas 0,5 e 1,5m, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 1. Estimativas dos parâmetros dos modelos lineares generalizados mistos ajustados para descrever o efeito do tipo de armadilha (T_1 = cartão; T_2 = bandeja), instaladas em duas alturas de planta ($A_1=0,5$ e $A_2=1,5$ m). Período 1 (sequeiro) e 2 (irrigado). Teresina, PI. 2013.

Período	Altura (m)	Parâmetro ¹	Estimativa	Erro-	G.L.	Estatística t	Valor p ²
			(No./	padrão			
1	0,5	Média geral (μ_1)	-2.1203	0.4555	8	-4.66	0.0016
		Efeito de $T_1(T_{11})$	3.6678	0.4612	8	7.95	<0.0001
		Variância (σ_1^2)	0.1245				
	1,5	Média geral (μ_2)	0.2151	0.4108	8	0.52	0.6147
		Efeito de $T_1(T_{21})$	1.9932	0.4379	8	4.55	0.0019
		Variância (σ_2^2)	1.0462				
2	0,5	Média geral (μ_1) ²	-0.2744	0.6695	8	-0.41	0.6926
		Efeito de $T_1(T_{11})$	4.0097	0.6756	8	5.94	0.0003
		Variância (σ_1^2)	1.7034				
	1,5	Média geral (μ_2)	1.3863	0.2971	8	4.67	0.0016
		Efeito de $T_1(T_{21})$	3.6648	0.3009	8	12.18	<.0001
		Variância (σ_2^2)	1,7654				

¹ Na descrição dos parâmetros, o primeiro subíndice refere-se à altura e o segundo ao tratamento.

²Nível de significância nominal associado ao teste da hipótese de ausência de efeito do tipo de armadilha.

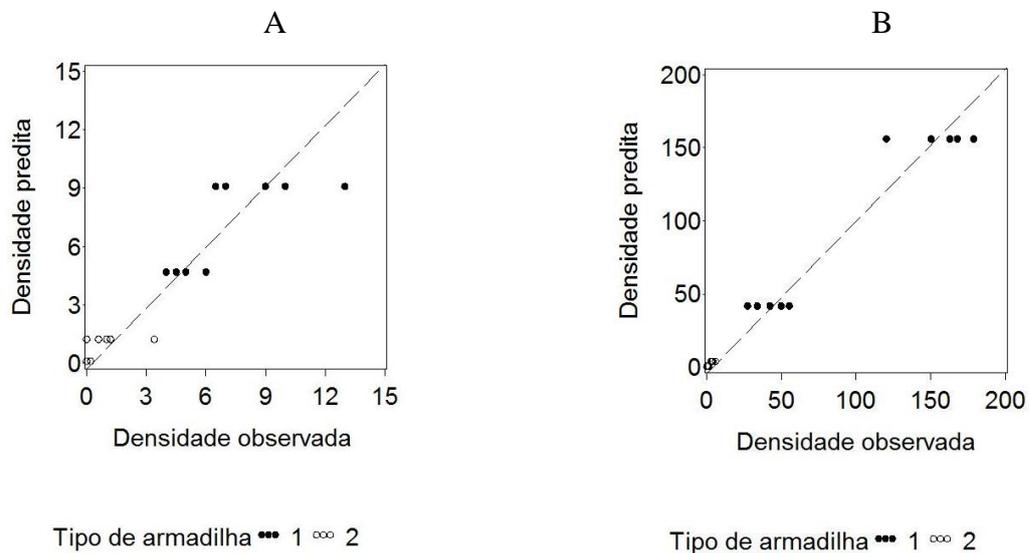


Figura 4. Qualidade do ajuste dos modelos lineares generalizados mistos usados para avaliar o efeito do tipo de armadilha em duas alturas, expresso pela relação entre valores observados e preditos dos modelos. Tipo 1=cartão e tipo 2= bandeja. (A) Período sequeiro. (B) Período irrigado.

Tabela 2. Estimativas das densidades de insetos, com respectivos erros-padrão, para as armadilhas dos tipos cartão e bandeja, instaladas em duas alturas de planta. Período 1 (seco) e 2 (irrigado). Teresina, PI. 2013.

Período	Altura (m)	Tipo de armadilha	Média (n ^o ./armadilha/dia)	Erro-padrão (n ^o ./armadilha/dia)
1	0,5	Cartão	4,70	0,700
		Bandeja	0,12	0,012
	1,5	Cartão	9,10	6,800
		Bandeja	1,24	1,668
2	0,5	Cartão	41,90	130,174
		Bandeja	0,76	0,288
	1,5	Cartão	156,20	503,075
		Bandeja	4,00	1,24

De fato, tem sido demonstrado que cartões adesivos são muito eficientes em capturar espécies de Cicadellidae em diferentes habitats, como, em citros, café e floresta estacional semidecidual (Giustolin *et al* 2009). Resultados semelhantes foram encontrados em pomares de videira e citros, onde Cicadellidae representava, em geral, mais de 90% dos Auchenorrhyncha (Miranda *et al* 2009, Ringenberg *et al* 2010)

Poucos trabalhos compararam diferentes métodos de coleta para a cigarrinha-do-milho. Estudando especificamente *D. maidis*, Nault (1990), Oliveira *et al* (2013) e Ávila & Arce (2008) utilizaram apenas cartões adesivos. Silva (2009) utilizou somente o método do “chapéu de bruxa”. Apenas Waquil (1997) comparou o uso da rede entomológica com o método do “Saco Plástico” obtendo que a eficiência da rede em capturar os insetos caiu à medida que a densidade da população estimada pelo método do “Saco Plástico” aumentou, sendo o método do “Saco Plástico” superior durante o período de pico populacional da espécie.

As bandejas amarelas tem sido amplamente utilizadas nos protocolos de levantamentos de insetos em todo o mundo, especialmente para Diptera, Hemiptera e

Hymenoptera (e.g. Finnamore *et al* 2002, Campos & Pes 2014). Para *D. maidis* e outros Cicadellidae foram observados resultados estatisticamente significativos para bandejas amarelas (Vega & Barbosa 1990, Hickel *et al* 2001, Trebicki *et al* 2010).

Apesar do desempenho inferior das bandejas amarelas em relação aos cartões adesivos, na captura dessa cigarrinha, elas podem ser importantes em estratégias de monitoramento conjunto para insetos vetores e inimigos naturais (Grandgirard *et al* 2007).

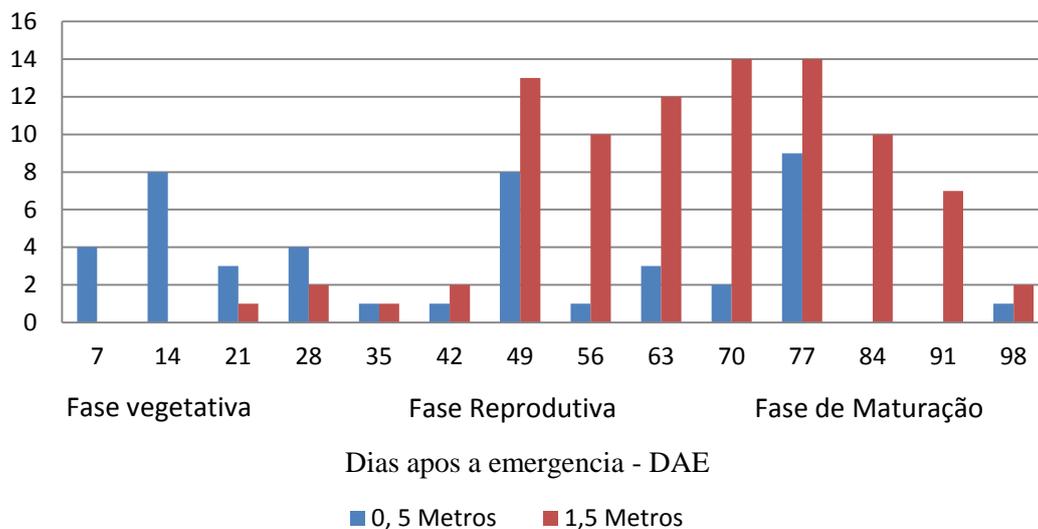
3.3.2 Distribuição vertical de *Dalbulus maidis*

No milho em sequeiro não foram coletadas cigarrinhas na altura de 1,5 m até o 14^o dia após a emergência (DAE). As armadilhas na altura de 0,5 m capturaram mais cigarrinhas até os 28 DAE (Fig. 5A). A partir de 42 DAE obteve-se maior número de cigarrinhas nas armadilhas a 1,5 m, o que se manteve durante a fase reprodutiva do milho até o fim do ciclo da cultura.

No milho irrigado, somente em armadilhas a 0,5m de altura foram capturadas cigarrinhas nas duas primeiras semanas de coleta. Nesse cultivo, observou-se que as armadilhas na altura de 1,5m passaram a coletar mais cigarrinhas a partir de 28 DAE, diferentemente do milho em sequeiro, o que perdurou durante as demais fases, reprodutiva e de maturação (Fig. 5B).

Nos picos populacionais de *D. maidis*, em ambos os cultivos, as armadilhas a 1,5 m de altura capturaram mais cigarrinhas, isso ocorreu entre 70 e 77 DAE no milho de sequeiro e entre 77 e 84 DAE no milho irrigado.

A. Milho Sequeiro



B. Milho Irrigado

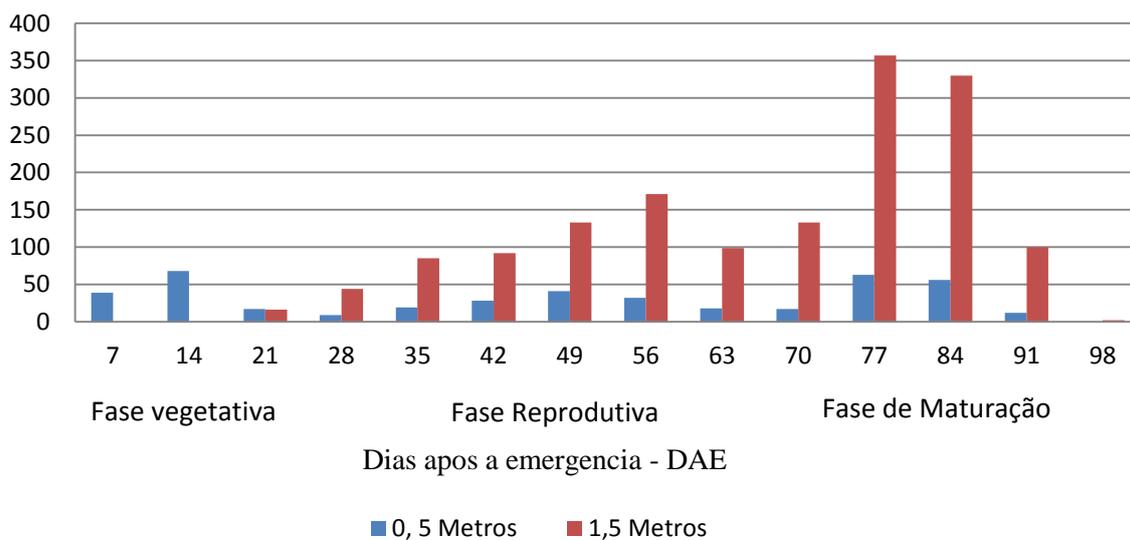
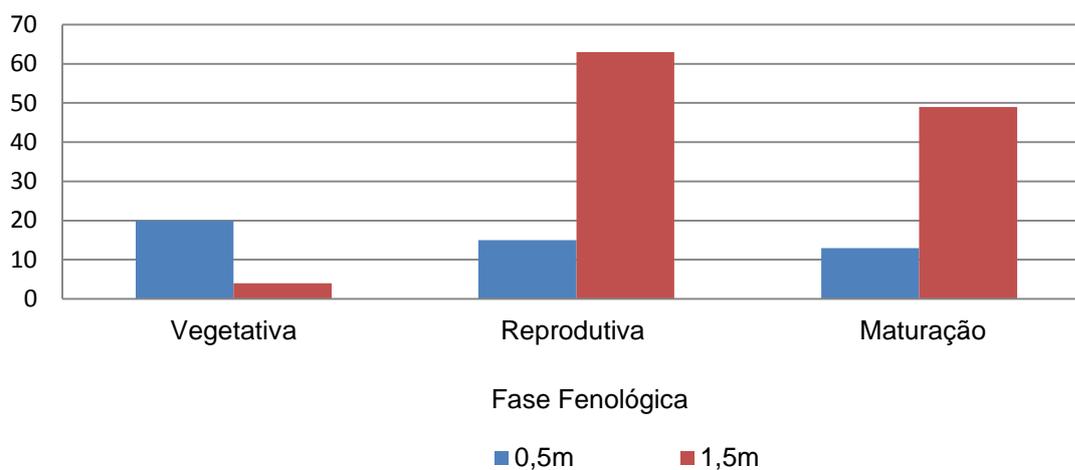


Figura 5. Distribuição vertical de *D. maidis* ao longo do ciclo fenológico do Milho em duas alturas de amostragem. A. Milho Sequeiro. B. Irrigado.

Observou-se que tanto no milho de sequeiro quanto no irrigado, as armadilhas instaladas a 0,5m capturaram mais cigarrinhas durante a fase vegetativa do milho. Em sequeiro, na fase vegetativa, foram coletadas 20 cigarrinhas a 0,5m e apenas 4 a 1,5m, já no milho irrigado foram coletadas nessa fase 157 cigarrinhas a 0,5 m e 151 a 1,5m (Fig. 6).

A – Milho Sequeiro



B – Milho Irrigado

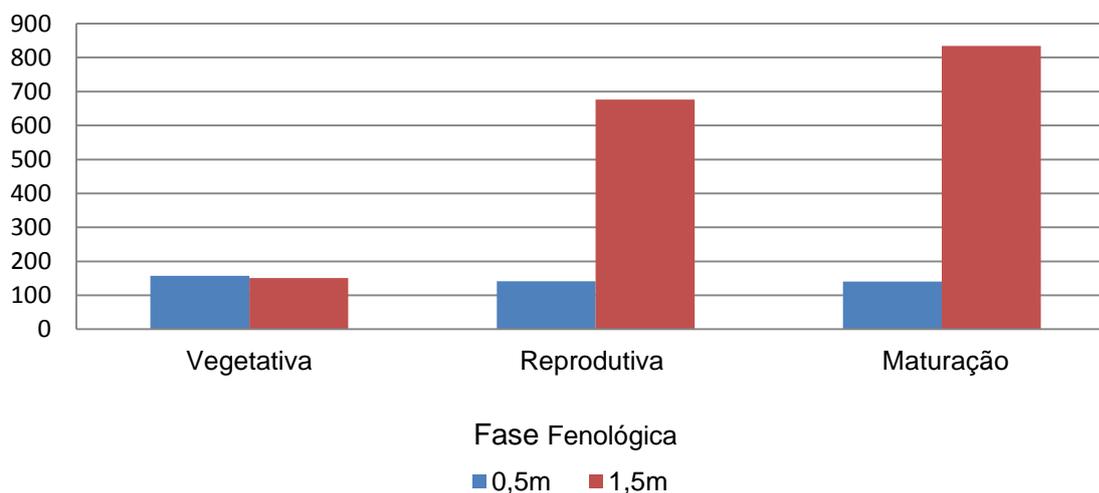


Figura 6. *Dalbulus maidis* coletados em cada fase fenológica da cultura do milho por altura de amostragem.

Essa diferença na captura de cigarrinhas entre armadilhas em diferentes alturas é uma consequência de, durante a fase vegetativa, as plantas do milho possuírem uma altura em torno da altura das armadilhas (0.5 m), portanto, com uma tendência de maior captura nessa altura. Aliado a esse fato, *D. maidis* tem uma forte resposta de orientação para o amarelo e o verde, o que pode ajudar essa cigarrinha a distinguir áreas cultivadas das não-cultivadas quando voam acima do dossel das plantas ou em correntes de ar. Quando combinado com um

atrativo de cor, uma resposta diferencial de *D. maidis* para o odor das plantas pode ajudar ainda mais na sua orientação e colonização da área (Todd *et al* 1990).

Os dados indicam que a incidência dessa cigarrinha e a captura nas armadilhas acompanham o desenvolvimento do ciclo fenológico e, conseqüentemente, da altura das plantas. Assim, as cigarrinhas se orientam em função do crescimento do milho. Ao mesmo tempo em que deixam a parte inferior da planta, onde estão localizadas as folhas mais antigas que tendem a senescer, perdendo a coloração, os insetos direcionam-se para a parte superior da planta, onde estão as folhas mais novas e nutritivas.

Isso explica o porquê de Waquil (1997) ter obtido maior sucesso como método do “saco plástico” durante o pico populacional da cigarrinha, pois esse método coleta preferencialmente os insetos presentes no cartucho do milho, área que corresponde à parte mais alta e mais nova da planta.

Os resultados indicam que as amostragens iniciais são fundamentais para que sejam tomadas decisões corretas quanto ao uso de medidas de controle que sejam efetivas em reduzir a população inicial do inseto vetor. Nesse caso, com atenção especial para as armadilhas instaladas a 0,5m, que foram as únicas que coletaram insetos nas duas primeiras semanas de cada ciclo de cultivo. Já as armadilhas a 1,5 m são importantes nas demais fases do milho.

As alterações na distribuição vertical de cicadelídeos também foram observadas por Vega & Barbosa (1990), que destacaram que os resultados das amostragens feitas em única altura podem subestimar o tamanho da população de insetos, o que pode ser crítico em programas de manejo de pragas.

Assim, a variação na intensidade de captura nas diferentes alturas das armadilhas durante o monitoramento poderá indicar o melhor local para o controle do inseto vetor em cada período do cultivo, visando à redução da sua população, que é capaz de migrar para

cultivos vizinhos ou subseqüentes, ganhando muita relevância em milho irrigado, onde o plantio escalonado é prática comum ou em cultivos subsequentes aos cultivos de sequeiro.

O uso da variável altura de armadilha permite a amostragem em diferentes níveis, facilitando o monitoramento vertical da abundância e distribuição dos insetos, bem como, relacionar fenômenos, tais como, o tempo de chegada ou mudanças sazonais da abundância.

Nos períodos de baixa densidade de insetos, múltiplas armadilhas podem ser mais eficientes em detectar a presença de insetos do que uma única armadilha em uma altura específica (Vega & Barbosa 1990).

3.3.3 Flutuação populacional de *Dalbulus maidis* em cultivos de milho em sequeiro e irrigado

As populações de insetos flutuam em função do tempo, devido à ação dos fatores ecológicos, tais como o regime climático, a temperatura e o fotoperíodo, assim, as variações numéricas dadas pelas flutuações populacionais trazem inferências sobre as épocas de aparecimentos e picos populacionais de insetos (Silveira Neto *et al* 1976).

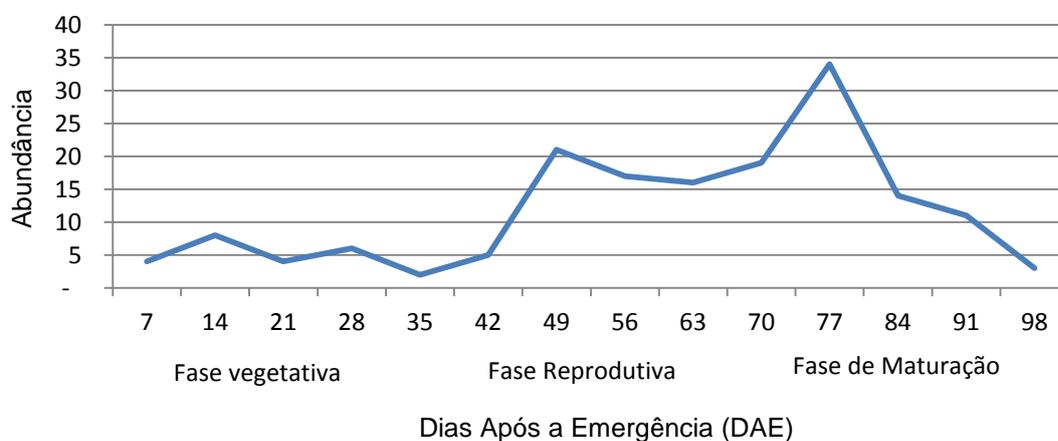
Para *D. maidis*, no milho sequeiro, a maior abundância foi obtida no mês de maio, no início da fase de maturação do milho a 77 DAE. Já no milho irrigado ocorreu um pico populacional do inseto no mês de setembro, época que também correspondeu à fase de maturação a 77 DAE (Fig.7).

Nos dois casos, a curva de distribuição da população ao longo dos cultivos foi semelhante (Fig. 7). Observou-se um processo de colonização inicial durante a fase vegetativa, seguido de um aumento da abundância, com algumas oscilações durante a fase reprodutiva, culminado em um pico populacional durante o início da fase de maturação. Após

o registro da maior abundância, nos dois casos, observou-se o declínio da população, de forma brusca, principalmente nas duas últimas semanas de cada lavoura.

A maior abundância semanal em sequeiro a 77 DAE foi de, apenas, 34 insetos, já no milho irrigado esse valor chegou a 432 insetos, também a 77 DAE. Assim, do total de 2.263 cigarrinhas amostradas, 7% das cigarrinhas foram coletadas no plantio em sequeiro e os outros 93%, foram oriundos do plantio irrigado.

A. Milho Sequeiro



B. Milho Irrigado

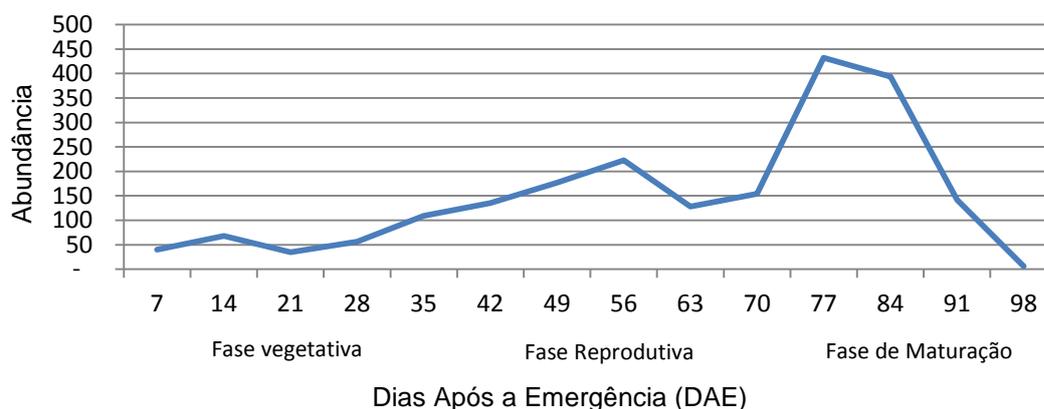


Figura 7. Flutuação populacional de *Dalbulus maidis* em cultivos de milho. Safra 2012. A. Milho em sequeiro. B. Milho irrigado.

De fato, condições climáticas distintas daquelas predominantes nos plantios de sequeiro são favoráveis ao desenvolvimento de *D. maidis* (Oliveira *et al* 2002a). Paralelamente, é conhecido que em milho irrigado já ocorreram perdas significativas de produção, onde houve a presença de cigarrinhas em alta densidade (mais de 10 cigarrinhas por planta) (medido por rede entomológica) durante a fase de maturação do milho e onde, em média, 94,8% dos espécimes coletados eram *D. maidis* (Oliveira *et al* 1998).

Oliveira *et al* (2013a) estudando várias áreas de milho no Centro-Sul do Brasil, nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, em diferentes condições de cultivo, também observaram maior abundância dessa cigarrinha em milho irrigado, cultivado continuamente, e em lavouras de milho safrinha onde plantas de milho espontâneas eram disponíveis por longos períodos.

Os resultados sugerem que a disponibilidade prolongada de lavouras de milho gera uma forte pressão positiva sobre a abundância de *D. maidis* favorecendo o surgimento de picos populacionais desse inseto, o que ocorreria em uma frequência e amplitude menor em lavouras de verão convencionais.

Durante o plantio em sequeiro, ocorreu maior abundância de cigarrinhas na fase reprodutiva e, durante o milho irrigado, ocorreu maior abundância durante a fase de Maturação (Fig. 8).

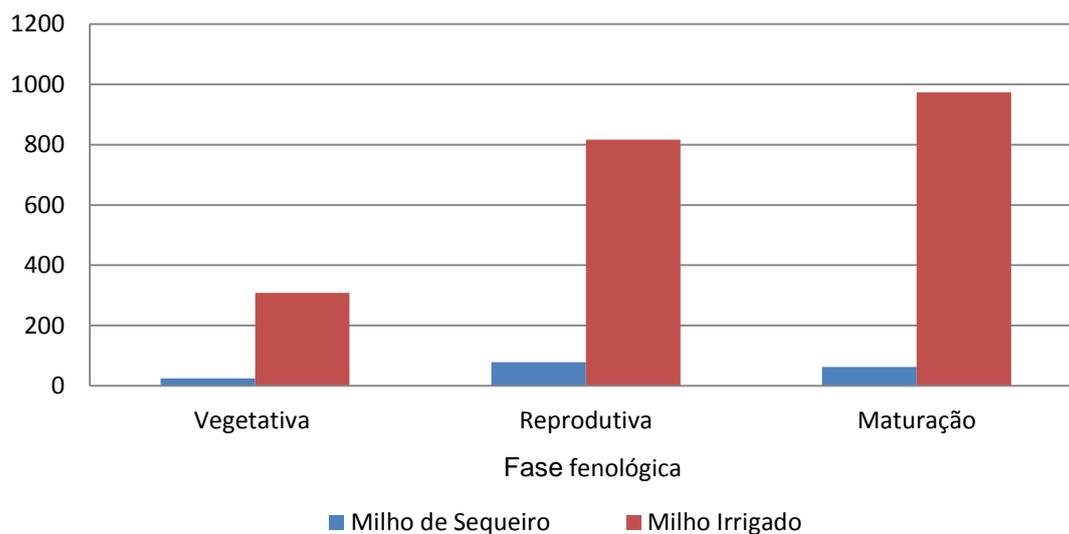


Figura 8. Abundância de *Dalbulus maidis* em função das fases fenológicas do milho sequeiro e irrigado.

Dessa forma, mesmo tendo sido encontrado que *D. maidis* foi mais abundante nas fases reprodutiva e de maturação, observa-se que a fase vegetativa tem uma maior importância relativa para o controle da transmissão de patógenos pelo inseto, pois as plantas de milho são infectadas com fitoplasmas e espiroplasmas, nos estágios iniciais de desenvolvimento, mas têm maior probabilidade de apresentar expressão máxima dos sintomas no fim do ciclo de cultivo, já que a maioria das plantas infectadas no início do ciclo podem levar entre 60 e 100 dias para desenvolver os sintomas das doenças (Oliveira *et al* 2002 b). Nesse ponto, os prejuízos à produtividade da lavoura são irreversíveis, pois não existem medidas curativas que possam ser adotadas.

3.3.4 Efeito das variáveis climáticas na população de *Dalbulus maidis*

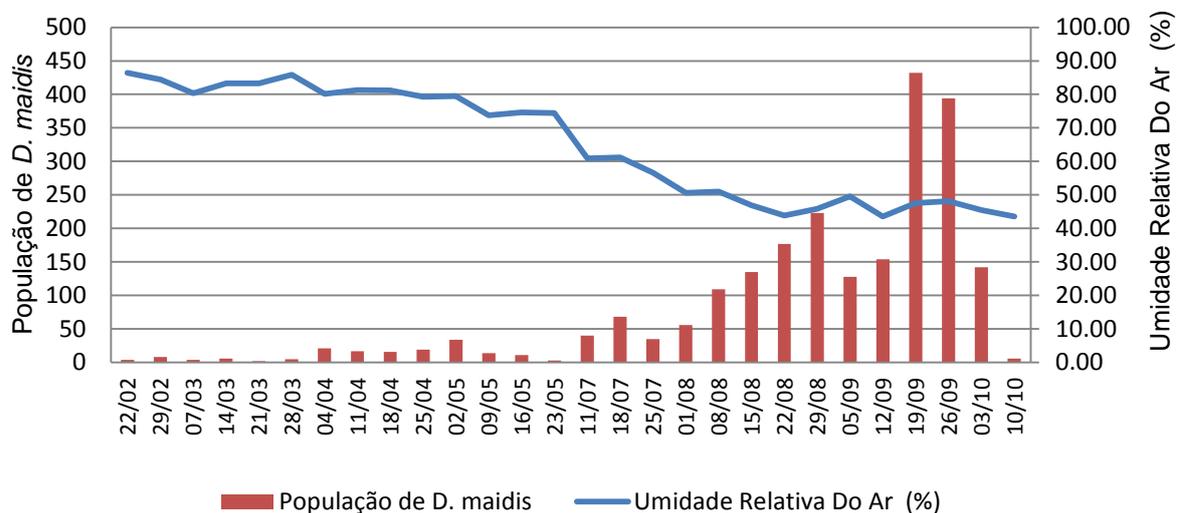
A análise de regressão linear múltipla com seleção de preditores por meio do método “*stepwise*” demonstrou que, conjuntamente, as variáveis temperatura média, umidade relativa

do ar e precipitação pluviométrica explicam em parte a variabilidade da abundância do inseto ao longo do tempo ($R^2 = 52,9\%$, sendo $44,8\%$ correspondentes apenas a umidade relativa do ar e os outros $8,1\%$ aos demais preditores).

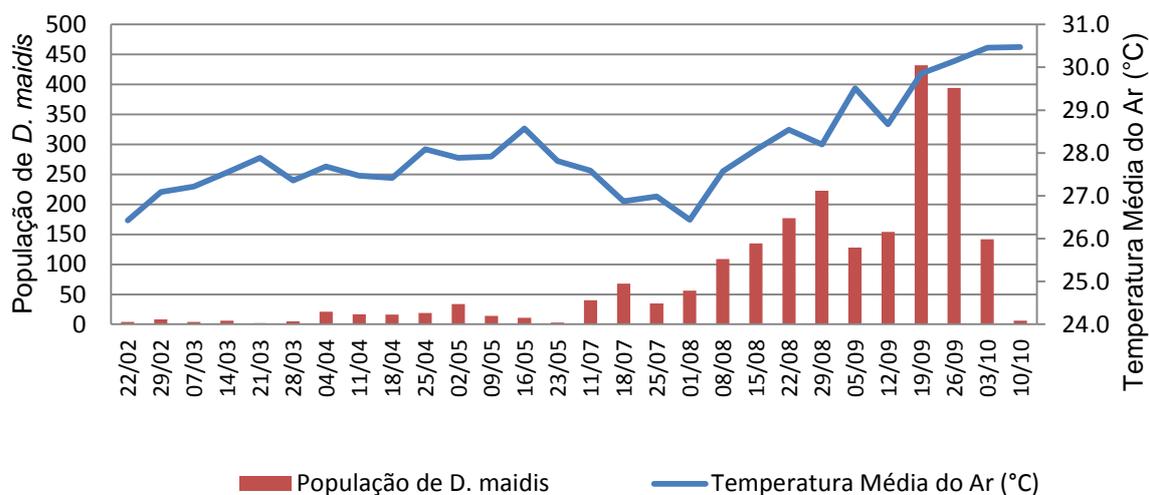
No entanto, os testes t associados a cada parâmetro da regressão indicaram que apenas a umidade relativa do ar (Fig. 9A) influenciou de modo significativo, a abundância de *D. maidis* ($F = 8,9881$; $R^2 = 0,52$; $p = 0,0077$ ou $p < 0,05$).

Temperatura média ($p = 0,0698$) (Fig. 9B) e a precipitação pluviométrica ($p = 0,2985$) (Fig. 9C) não contribuíram de forma significativas. Por outro lado, comparando-se os coeficientes parciais de regressão, ocorreu significância para umidade relativa conjuntamente com temperatura média ($p = 0,0363$ ou $p < 0,05$) e umidade relativa do ar conjuntamente com precipitação ($p = 0,0149$ ou $p < 0,05$). Não ocorrendo significância, apenas, para a relação temperatura média com precipitação ($p = 0,0733$ ou $p > 0,05$).

A. Umidade Relativa do Ar



B. Temperatura Média



C. Precipitação Pluviométrica

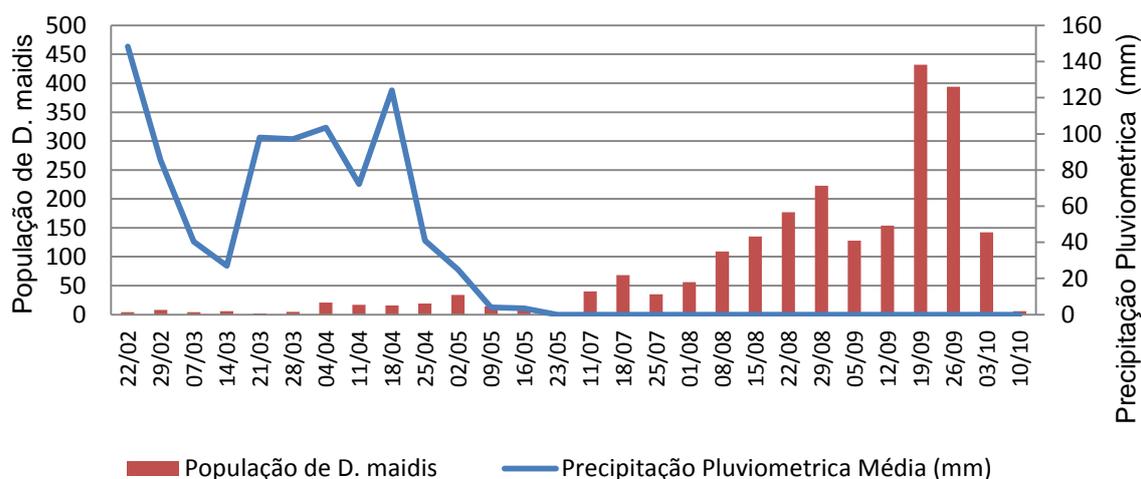


Figura 9. Relação observada entre as variáveis climáticas e a população de *D. maidis*.

Estes resultados sugerem que o aumento da população da cigarrinha-do-milho está relacionado, principalmente, a queda da umidade relativa (Fig. 9 A), sobretudo nos meses de agosto e setembro que foram, nesse ano, juntamente com outubro, os meses mais secos na área do estudo. Ressalta-se que temperatura e precipitação pluviométrica, apenas

incrementam o efeito provocado pela umidade relativa sem, no entanto, terem efeito significativo individualmente.

Resultados semelhantes foram observados por Ávila & Arce (2008), que também encontraram picos populacionais de *D. maidis* no mês de setembro durante a estação seca, mesmo com a área avaliada por eles apresentando temperatura média histórica 8°C menor que a observada em Teresina, Piauí, no período (Fietz 2008). Isso indica que populações desse inseto possuem grande preferência por baixas umidades relativas do ar, mesmo tendo seu desenvolvimento acelerado em temperaturas mais altas, como demonstrado por Waquil *et al* (1999).

No Brasil foi observado que a cigarrinha-do-milho também pode apresentar picos populacionais no fim do verão, entretanto isso ocorreu em áreas onde há falta de hospedeiro para o inseto na estação seca e por essa espécie não se desenvolver em baixas temperaturas (Waquil 1997).

Observou-se também que no fim do ciclo do milho irrigado, nas duas últimas semanas de amostragem, a população de *D. maidis* caiu bruscamente, logo após ter tido seu pico. Essa queda não pode ser associada a variações climáticas, pois as condições permaneceram estáveis com umidade baixa, temperaturas altas e precipitação baixa. Nesse caso, a redução da abundância observada provavelmente ocorreu em função da maturação fisiológica da cultura e consequente senescência das plantas, efeito esse com velocidade acelerada pelas condições ambientais. Portanto, o mais provável é que os insetos presentes no campo tenham abandonado a área, utilizando sua conhecida capacidade de migrar (Oliveira *et al* 2013) para encontrar novas lavouras de milho a serem colonizadas.

3.4 REFERÊNCIAS

Almeida LM, Ribeiro-Costa CS, Marinoni L (2012) Coleta, Montagem, Preservação e Métodos para Estudo. In: Rafael JÁ, Melo G A R, Carvalho CJB, Casari AS, Constantino R (Org.). Os Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. 1º Ed. Ribeirão Preto: Holos Editora, v. 1, p. 175-190.

Ávila CJ, Arce CCM (2008) Flutuação populacional da cigarrinha-do-milho em duas localidades do Mato Grosso do Sul. Cienc. Rural, v. 38, n. 4, p. 1129-1132.

Ayres M (2007) BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá.

Bastos EA, Andrade Júnior AS (2013) Boletim agrometeorológico de 2012 para o município de Teresina, PI. Teresina: Embrapa Meio-Norte.

Campos VO, Pes AM (2014) Inventário da fauna de insetos aquáticos: coleta, preservação e criação. In: Hamada N, Nessimian JL, Querino RB (Org.). Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia. 1ed. Manaus: Editora do INPA, v.1, p. 155-171.

Fernandes MG, Silva AM, Degrande PE, Cubas AC (2006) Distribuição vertical de lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodão. Man. Int. Plag. Agroeco. v. 78, p. 28-35.

Fietz CR (2008) O clima da região de Dourados, MS. Embrapa Agropecuária Oeste.

Finnamore AT, Winchester NN, Behan-Pelletier VM (1998) Protocols for measuring biodiversity: arthropod monitoring in terrestrial ecosystems. Biodiversity Science Board of Canada, Ecological Monitoring and Assessment, Burlington, Ontario.

Giustolin TA, Lopes JR, Querino RB, Cavichioli R, Zanol K, Azevedo Filho WS, Mendes MA (2009) Diversidade de Hemiptera, Auchenorrhyncha em citros, café e fragmento de floresta nativa do estado de São Paulo. Neotrop. Entomol., v. 38, 834-841.

Grandgirard J, Hodde MS, Triapitsyn SV, Petit JN, Roderick GK., Neil D. (2007) First records of *Gonatocerus dolichocerus* Ashmead, *Palaeoneura* sp., *Anagrus* sp. (Hymenoptera: Mymaridae), and *Centrodora* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) in French Polynesia, with notes on egg parasitism of the glassy-winged sharpshooter, *Homalodisca vitripennis* (Germar) (Hemiptera: Cicadellidae). Pan-Pacific Entomologist, 83(3):177-184.

Hickel ER, Ducroquet JPHJ, Leite-Junior RP, Leite, RMVBC (2001) Fauna de Homoptera: Auchenorrhyncha em pomares de ameixeira em Santa Catarina. Neotrop. Entomol. Vol. 30, p. 725 - 729.

Miranda MPD, Lopes JR, Nascimento ASD, Santos JL, Cavichioli RR (2009) Levantamento populacional de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) associadas à transmissão de *Xylella fastidiosa* em pomares cítricos do Litoral Norte da Bahia. Neotrop. Entomol. 38(6), 827-833.

Nault LR (1990) Evolution of an insect pest: maize and the corn leafhopper, a case study. Maydica, v. 35, n. 2, p. 165-175.

Nault LR, Delong DM (1980) Evidence for co-evolution of leafhoppers in the genus *Dalbulus* (Cicadellidae: Homoptera) with maize and its ancestors. Ann. of Entomol. Soc. of America. v. 73, p. 349-353.

Nault LR, Delong DM, Triplehorn BW, Styer WE, Doebley JF (1983) More on the association of *Dalbulus* (Homoptera-Cicadellidae) with Mexican *Tripsacum* (Poaceae), including the description of two new species of leafhoppers. Ann. of Entomol. Soc. of America. v. 76, p. 305-309.

Oliveira CM, Oliveira ED, Canuto M, Cruz I (2008) Eficiência de inseticidas em tratamento de sementes de milho no controle da cigarrinha *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) em viveiro telado. Ciênc. Rural. 38(1), 231-235.

Oliveira CM, Lopes JRS, Nault LR (2013 a) Survival strategies of *Dalbulus maidis* during maize off-season in Brazil. Entom. Exper. Et Applicata. v. 147, n. 2, p. 141-153.

Oliveira E, Pinto NFJA, Fernandes, FT (2013 b) Identificação e Controle de Doenças na Cultura do Milho. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1. 198p.

Oliveira CM, Oliveira E, Souza IRP, Alves E, Dolezal W, Paradell S, Remes Lenicov AMM, Frizzas, MR (2013 c) Abundance and Species Richness of Leafhoppers and Planthoppers (Hemiptera: Cicadellidae and Delphacidae) in Brazilian Maize Crops. *Flor. Entomologist*, v. 96, p. 1470-1481.

Oliveira CM, Lopes JRS, Camargo LEA, Fungaro MHP, Nault LR (2007 a) Genetic diversity in populations of *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) from distant localities in Brazil assessed by RAPD-PCR markers. *Envir. Entom.* 36(1), 204-212.

Oliveira CM, Oliveira E, Canuto M, Cruz I (2007 b) Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por molicutes. *Pesq. Agropec. Bras., Brasília*, 42(3), 297-303.

Oliveira E, Carvalho RV, Duarte AP, Andrade RA, Resende RO, Oliveira CM, Reco PC (2002 a) Molicutes e vírus em milho na safrinha e na safra de verão. *Rev. Bras. de Milho. e Sorgo. Sete Lagoas*, v. 1, n. 2, p. 38-46.

Oliveira E, Waquil JM, Fernandes FT, Paiva E, Resende RO, Kitajima EW (1998) "Enfezamento Pálido" e "Enfezamento Vermelho" na cultura do milho no Brasil Central. *Fitopatol. Bras*, v. 23, n. 1, p. 45-47.

Oliveira E, Desousa SM, Landau E (2011) Transmission of maize bushy stunt phytoplasma by *Dalbulus maidis* leafhopper. *Bullet. Of Insectology*. v. 64, p. S153-S154.

Oliveira E, Oliveira CM, Souza IRP, Magalhães PC, Cruz I (2002 b) Enfezamentos em milho: expressão de sintomas foliares, detecção dos molicutes e interações com genótipos. *Rev. Bras. de Milho. e Sorgo* 1(1), 53-62.

Ringenberg R, Lopes JR, Botton M, Azevedo-Filho WSD, Cavichioli RR (2010) Análise faunística de cigarrinhas (Hemiptera: Cicadellidae) na cultura da videira no Rio Grande do Sul. Neotrop. Entom., 39(2), 187-193.

Sas Institute. SAS® 9.2 Software. Cary (2014) Disponível em: <http://support.sas.com/software/92/>. Acesso em: 4 fev.2014.

Silveira NS, Nakano O, Barbin D, Villa Nova NA (1976) Manual de ecologia dos insetos. Piracicaba: Ceres.p.419.

Silva AH, Toscano LC, Maruyama WI, Pereira MFA, Cardoso, SDM (2009) Controle de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) DeLong & Wolcott (1923) por *Beauveria bassiana* na cultura do milho. Bolet. De Sanid. Veget. Plagas. 35(4), 657-664.

Todd J L, Phelan PL, Nault LR (1990) Interaction between visual and olfactory stimuli during host-finding by leafhopper, *Dalbulusmaidis* (Homoptera: Cicadellidae). Journ. OfChem. Ecology. v. 16, n. 7, p. 2121-2133.

Toffanelli CM, Bedendo IP (2002) Efeito da população infectiva de *Dalbulusmaidis* na produção de grãos e no desenvolvimento de sintomas do enfezamento vermelho do milho. Fitopat. Bras. v. 27, p. 1.

Trębicki P, Harding RM, Rodoni B, Baxter G, Powell KS (2010) Diversity of Cicadellidae in agricultural production areas in the Ovens Valley, Northeast Victoria, Australia. Australian Jour. of Entomology. 49, pp. 213-220.

Vega FE, Barbosa P (1990) An adjustable water-pan trap for simultaneous samplig of insects at different heights. Flor. Entomol. V. 73, n. 4, p. 656-660.

Waquil JM, Viana PA, Cruz I, Santos JP (1999) Aspectos da biologia da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong&Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae). Ana.da Socied. Entom. do Brasil. Londrina, PR, v. 28, n.3, p. 413-420.

Waquil JM (1997) Amostragem e abundância de cigarrinhas e danos de *Dalbulus maidis* (DeLong&Wolcott) (Homoptera: Cicadellidae) em plântulas de milho. Ana.da Socied. Entom. do Brasil. v. 26, p. 27-33.

CAPÍTULO II

OCORRÊNCIA E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PARASITÓIDES DE

***Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM**

MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO

4 CAPÍTULO II - OCORRÊNCIA E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PARASITOIDES DE *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) EM MILHO NO NORDESTE BRASILEIRO

RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram identificar os parasitoides que atacam naturalmente *D. maidis*, descrever a flutuação populacional desses parasitoides e avaliar a influência de variáveis climáticas sobre a ocorrência desses insetos, em Teresina, Piauí. Foram realizadas coletas semanais no período de fevereiro de 2013 a Maio de 2014 por meio de plantas sentinela contendo, em suas folhas, ovos do inseto hospedeiro *Dalbulus maidis*. Foram obtidos parasitoides das espécies *Anagrus breviphragma* Soyka (Mymaridae), *Paracentobia subflava* (Girault) (Trichogrammatidae) e *Pseudoligosita longifrangata* (Viggiani) (Trichogrammatidae). Esses insetos ocorreram predominantemente durante a estação chuvosa. Sendo que *A. breviphragma* e *P. longifrangata* apresentaram maior capacidade de adaptação à estação seca que *P. subflava*. Esses foram os primeiro registros de *Paracentobia subflava* no Brasil e de sua associação com *D. maidis* no país, da associação entre *Pseudoligosita longifrangata* e a cigarrinha-do-milho no Brasil e, do parasitismo de *Anagrus breviphragma* sobre *D. maidis* no Nordeste brasileiro. Observando-se, também, que o aumento do índice pluviométrico foi seguido por incrementos sobre a média de parasitoides coletados, tendo o maior índice pluviométrico coincido com o pico populacional dos parasitoides, obtido em abril de 2013.

Palavras-chave: *Zea mays*, Cigarrinha-do-milho, Hymenoptera, Mymaridae, Trichogrammatidae.

4 CHAPTER II - OCCURRENCE AND POPULATION FLUCTUATION OF *Dalbulus maidis* (DELONG & WOLCOTT) (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) PARASITOIDS IN CORN CROPS ON BRAZILIAN NORTHEAST

ABSTRACT

The objectives of this study were to identify the parasitoids that naturally attack the corn leafhopper, describe the population variance of these parasitoids and assess the influence of climatic variables on the occurrence of these insects in Teresina, Piauí. Was carried out weekly assessments in February 2013 to May 2014 by sentinel plants containing, in their leaves, eggs of host insect *Dalbulus maidis*. Parasitoid species were obtained from *Anagrus breviphragma* Soyka (Mymaridae), *Paracentobia subflava* (Girault) (Trichogrammatidae) and *Pseudoligosita longifragiata* (Viggiani) (Trichogrammatidae). These insects occurred predominantly during the rainy season. Being that *A. breviphragma* and *P. longifragiata* has greater ability to adapt to the dry season than *P. subflava*. These were the first records of *Paracentobia subflava* in Brazil and of its association with *D. maidis* in the country, of the association between *Pseudoligosita longifragiata* and the corn leafhopper in Brazil and of *Anagrus breviphragma* parasitism on *D. maidis* in Brazilian Northeast. Observing also that increasing in rainfall was followed by the increasing on the average of collected parasitoids having the highest rainfall coincided with the population peak of parasitoids obtained in April 2013.

Keywords: *Zea mays*, corn leafhopper, Hymenoptera, Mymaridae, Trichogrammatidae.

4.1 INTRODUÇÃO

A cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) é um inseto com cerca de 5,0 mm de comprimento, coloração amarelo-palha, facilmente visível no cartucho de plântulas de milho e que, quando adulta, apresenta duas manchas circulares negras bem marcadas na coroa (Oliveira *et al* 2013b). Originária do México dispersou-se consideravelmente, sendo encontrada do sul dos EUA até o norte da Argentina (Nault 1990).

D. maidis foi a única espécie desse gênero encontrada em levantamentos realizados em milho no Brasil (Oliveira *et al* 2004, Oliveira *et al* 2007, Oliveira *et al* 2013c). Sua importância se deve, principalmente, a transmissão de três doenças ao milho: o Enfezamento pálido (*Spiroplasma kunkelii*), o Enfezamento vermelho (Fitoplasma) e o Vírus da risca (*Maize rayado fino vírus* – MRFV) (Oliveira *et al* 2013b).

A maior parte dos estudos sobre esse inseto se concentrou no Centro-Sul do país e existem relatos da presença desta espécie em quatro estados da região Nordeste (Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Maranhão) (Oliveira *et al* 2004, Oliveira *et al* 2007a, Oliveira *et al* 2013c), onde trabalhos sobre esse inseto são escassos faltando informações sobre a distribuição, o comportamento e a ecologia dessa praga e dos seus inimigos naturais.

Devido aos danos largamente observados, o controle dessa cigarrinha vem sendo testado por alguns métodos. Por exemplo, foram avaliados o controle químico por Oliveira *et al* (2007b, 2008) e o controle biológico com *Beauveria bassiana* por Silva *et al* (2009). Esses métodos foram efetivos em reduzir a abundância do inseto vetor no campo, no entanto, não impediram a transmissão dos patógenos.

Paralelamente, tem surgido estudos buscando conhecer os principais inimigos naturais da cigarrinha-do-milho, tais como, parasitoides de ovos e de adultos desse inseto, objetivando

identificar espécies potenciais para o controle biológico. Destacando-se que o controle biológico natural ou aplicado tem várias vantagens sobre outros métodos de controle, uma vez que é relativamente seguro, permanente e econômico (Cruz 2002).

Assim, destacam-se os microhimenópteros parasitoides que atacam os ovos da cigarrinha do milho (Mymaridae, Trichogrammatidae, Aphelinidae e Eulophidae) (Albarracin *et al* 2006, Virla *et al* 2013) e aqueles que parasitam as ninfas e adultos dessa cigarrinha, como os Strepsiptera (Halictophagidae) (Kathirithamby & Moya-Raygoza 2000), os Pipunculidae (Diptera) (Virla *et al* 2009b) e as vespas Dryinidae (Virla & Olmi 2007, Virla *et al* 2011).

Muito pouco se conhece sobre os parasitoides que atacam a cigarrinha-do-milho na maior parte do continente americano, sabendo-se que a maioria desses insetos foram coletados apenas no México e na Argentina. Portanto, há uma grande demanda por trabalhos que tratem dos inimigos naturais de *D. maidis* (Virla *et al* 2009) sendo, também, fundamental reconhecer como se comportam em campo as populações desses organismos, descrevendo sua flutuação populacional e identificando épocas de ocorrência e picos populacionais desses insetos.

No Brasil não foram feitos levantamentos sistemáticos desses insetos e não existem informações sobre ocorrência, distribuição geográfica e ecologia desse grupo de inimigos naturais.

Assim, objetivou-se identificar os parasitoides que atacam naturalmente *D. maidis*, descrever a flutuação populacional desses parasitoides e avaliar a influência de variáveis climáticas sobre a ocorrência desses insetos, em Teresina, Piauí.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Meio-Norte), localizada no município de Teresina, Piauí, Brasil ($05^{\circ}02'06.1''S / 42^{\circ}47'09.3''W$) no período de fevereiro de 2013 a Maio de 2014.

Durante o transcurso do experimento foram utilizadas lavouras de milho (Figura 1) instaladas na área experimental da Embrapa (tratos culturais, vide Cap.1) contemplando, tanto plantios em sequeiro, quanto irrigados. Dessa forma, sempre ocorreram condições favoráveis ao estudo da cigarrinha do milho e dos seus parasitoides em campo.

Segundo a classificação de Köppen, o clima na região é tropical chuvoso, com chuvas concentrada nos meses de verão-outono (Aw'). Os dados climáticos mensais de precipitação pluviométrica acumulada, umidade relativa do ar média e temperatura média (Figura 2), foram obtidos na estação meteorológica da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI (Bastos & Andrade Júnior 2014, Bastos & Andrade Júnior 2015 *no prelo*), na mesma área onde o experimento foi realizado.



Figura 1. Cultivo de milho, Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí.

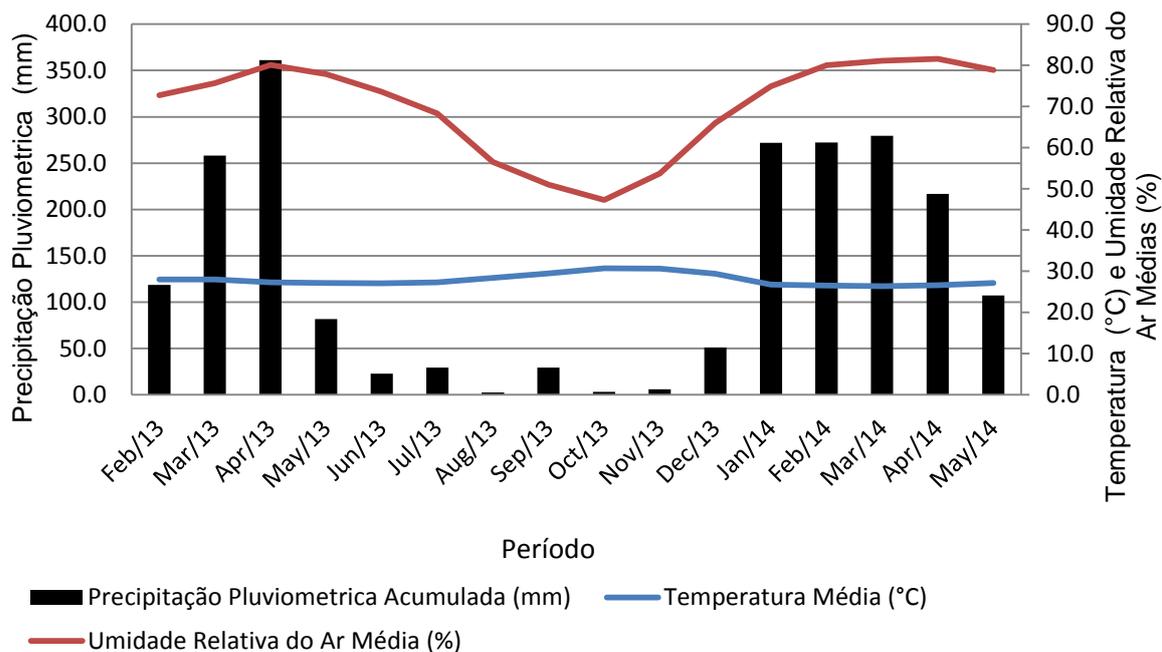


Figura 2. Precipitação pluviométrica acumulada, umidade relativa do ar média e temperatura média registradas na estação meteorológica da Embrapa Meio-Norte (Teresina, PI) no período.

4.2.2 Criação de *Dalbulus maidis*

A criação foi iniciada a partir de cigarrinhas-do-milho adultas coletadas ativamente, com o auxílio de um sugador, em campo de cultivo de milho. Os insetos obtidos foram criados em gaiolas confeccionadas com o uso de garrafas PET (Politereftalato de etileno), medindo 30 cm de altura por 10 cm de diâmetro (Fig. 3), de forma que em cada gaiola foi colocada uma plântula de milho que foi ao mesmo tempo o alimento e o sítio de oviposição das cigarrinhas.



Figura 3. Gaiolas utilizadas em laboratório para a criação de *D. maidis*.

Essas gaiolas de criação eram mantidas em uma BOD. Nessa fase, as cigarrinhas inicialmente obtidas foram multiplicadas em laboratório, formando uma criação estoque de *D.maidis* em gaiola telada em área externa.

Essa criação externa foi constituída de duas gaiolas (de 100 x 100 x 100 cm) recobertas com tela anti-afídeo, estando cada uma dessas gaiolas preenchidas por 20 vasos de 1 litro e cada vaso contendo quatro plântulas de milho (Fig. 4). As gaiolas foram mantidas em uma bancada ao ar livre.

Inicialmente, em cada gaiola, foram colocados 50 adultos de *D.maidis*. Os vasos eram trocados duas vezes por semana por vasos com plântulas novas; essa troca era feita com o cuidado de manter, na gaiola, folhas com ninfas e ovos das cigarrinhas, evitando que a limpeza interferisse na renovação da população da criação.

A criação externa em gaiolas teladas foi mantida durante a realização do trabalho e foi dela que se originaram as cigarrinhas para as demais etapas do estudo.



Figura 4. Criação de *Dalbulus maidis* na Embrapa Meio-Norte. Visão externa (A) e interna (B).

4.2.3 Preparação das plantas sentinelas

Para a produção das plantas armadilhas com ovos de *D. maidis* foram utilizadas gaiolas feitas com garrafas PET medindo 30 cm de altura por 10 cm de diâmetro, (Fig. 3). Nessas gaiolas eram acondicionadas entre 10 e 15 fêmeas adultas da cigarrinha (Fig. 5A) para cada plântula de milho com 10 dias da emergência (Figura 5B). Essas cigarrinhas eram oriundas da criação estoque.

Esse conjunto (planta + cigarrinhas) era acondicionado durante três dias em câmara climatizada (BOD) com temperatura de 27°C, fotofase de 12 horas e umidade relativa entre 60% \pm 10% para a oviposição das cigarrinhas.



Figura 5. Casal de cigarrinhas-do-milho (*Dalbulus maidis*) (A); e plântulas de milho utilizadas nas gaiolas (B).

Dessa forma, as armadilhas consistiam nas plântulas de milho contendo os ovos de *D. maidis* depositados em suas folhas (Fig. 6 A-C).

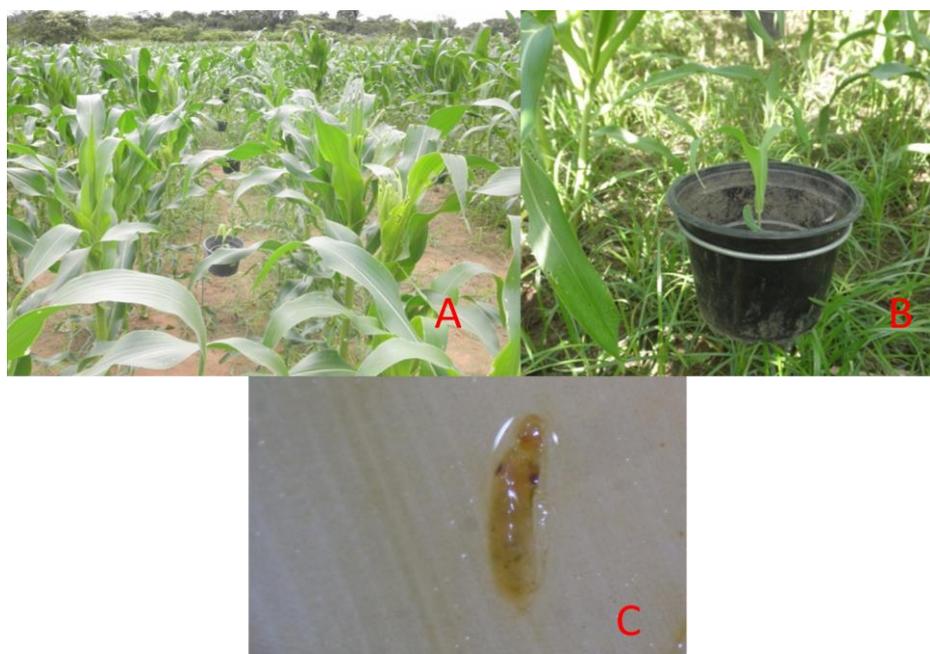


Figura 6. Armadilhas com ovos de *Dalbulus maidis* no campo (A); planta sentinela (B); e Ovo de *D. maidis* em folha de milho clarificada (C).

4.2.4 Levantamento dos parasitoides de ovos de *Dalbulus maidis*

Foram instaladas plantas sentinelas na área experimental visando à obtenção de parasitoides de ovos de *D. maidis*. O número de armadilhas instaladas no campo, semanalmente, foi inicialmente cinco, em seguida, passaram para 10 e 20 armadilhas, conforme a disponibilidade de plantas para execução da atividade.

As plantas armadilhas permaneciam no campo por cinco dias para a captura dos parasitoides de ovos. Após esse período, as plantas eram levadas de volta ao laboratório, onde eram higienizadas com hipoclorito de sódio a 1%, tinham os ovos presentes contados e suas folhas armazenadas em tubos de ensaio transparentes que permitiram a observação diária dos ovos das cigarrinhas para a constatação da presença ou ausência de parasitoides.

Os parasitoides foram armazenados em frascos tipo “Eppendorf” com álcool a 100% para sua conservação, sendo posteriormente examinados em microscópio estereoscópico para uma triagem inicial em morfotipos e posterior identificação.

4.2.5 Identificação

Os espécimes foram inicialmente classificados em família com base em chaves de Gibson *et al* (1997) e Hanson & Gauld (1995). A terminologia das estruturas anatômicas foi baseada em Goulet & Huber (1993).

A montagem dos espécimes em laminas foi baseada em Querino & Zucchi (2011). Os espécimes coletados foram colocados em KOH 10%, por um período suficiente para sua clarificação e amolecimento. Posteriormente, foram colocados em água destilada e depois em ácido acético glacial. Depois de clarificados, os parasitoides foram desidratados em uma série de álcool etílico e, em seguida, montados em Balsamo do Canadá.

Cada espécime foi montado individualmente, com as pernas, antenas, asas anteriores e posteriores distendidas com auxílio de estiletos e microalfinetes, sendo em seguida cobertos com uma lamínula. Cada lâmina recebeu etiqueta com os dados de coleta e a identificação.

As lâminas foram colocadas em estufa a aproximadamente 45°C, durante uma semana para completa secagem do balsamo.

Os espécimes foram armazenados na Coleção Entomológica da Embrapa Meio-Norte.

4.2.6 Análise dos dados

4.2.6.1 Determinação da flutuação populacional dos parasitoides

A flutuação populacional dos parasitoides foi construída considerando-se o número médio de parasitoides coletados nas armadilhas, ao longo do período de amostragem. Para analisar a flutuação foram elaborados gráficos de linhas no programa Microsoft Excel 2007©.

4.2.6.2 Porcentagem de parasitismo

A porcentagem total de parasitismo foi calculada por meio do número de ovos parasitados/número total de ovos levados a campo x 100, tendo em vista que cada ovo de *D. maidis* pode originar, no máximo, um parasitoide.

4.2.6.3 Efeito das variáveis climáticas sobre a população de parasitoides

Foi estudada, também, a influência das variáveis climáticas: temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica sobre a ocorrência de parasitoides de

Dalbulus maidis em cada mês de coleta e sobre os valores médios de coletas por armadilha. Para isso foram efetuadas análises de regressão linear passo a passo (Método “*StepWise*”) ($P < 0,05$) e Correlação simples de Pearson com auxílio do software estatístico BioEstat 5.0 (AYRES 2007).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Parasitoides de ovos de *Dalbulus maidis*

Foram coletados 107 parasitoides das famílias Mymaridae (37,5%) e Trichogrammatidae (62,5%) (Hymenoptera: Chalcidoidea). Foram identificadas as espécies *Anagrus breviphragma* Soyka (Mymaridae), *Paracentobia subflava* (Girault) e *Pseudoligosita longifragiata* (Viggiani) (Trichogrammatidae) (Fig. 7).



Figura 7. Adultos das espécies de parasitoides de ovos de *Dalbulus maidis* coletados em cultivos de milho, em Teresina, Piauí. *Anagrus breviphragma* (A) *Paracentobia subflava* (B) e *Pseudoligosita longifragiata* (C).

No Brasil, apenas, *Anagrus breviphragma* e *Oligosita* sp. foram registrados atacando *D. maidis* em Piracicaba, São Paulo (Oliveira & Lopes 2000). Em outras regiões do país, levantamentos sobre parasitoides dessa cigarrinha não ocorreram. Este é o primeiro registro do parasitismo de *Anagrus breviphragma* sobre *D. maidis* no Nordeste brasileiro.

Paracentobia subflava é encontrada pela primeira vez no Brasil, foi o primeiro registro de sua associação com *D. maidis* no país.

Pseudoligosita longifragiata havia sido registrada no Brasil atacando ovos de *Argia insipida* Hagen in Selys (Odonata: Coenagrionidae) na floresta amazônica, em Presidente Figueiredo, Amazonas (Querino & Hamada 2009). Este é o primeiro registro da associação entre *Pseudoligosita longifragiata* e a cigarrinha-do-milho no Brasil.

Assim, Mymaridae e Trichogrammatidae são as principais famílias com representantes parasitoides de ovos de *D. maidis* no local do estudo, semelhante ao constatado no México e na Argentina (Polaszek & Albarracin 2010, Albarracin *et al* 2006, Albarracin & Triapitsyn 2007, Virla 2001, Moya-Raygoza *et al* 2012). Da mesma forma, o parasitismo de ovos de *D. maidis* por *A.breviphragma*, *P.subflava* e *P.longifragiata* também foi registrado no México e na Argentina (Moya-Raygoza *et al* 2012, Virla 1999, Virla *et al* 2009 a).

Essas três espécies de parasitoides são generalistas, atacam insetos de diferentes famílias de Auchenorrhyncha e até de outras ordens de insetos (Moya-Raygoza *et al* 2012, Virla 1999). *Pseudoligosita longifragiata* chega a ser capaz de parasitar ovos de insetos aquáticos colocados em posturas submersas (Querino & Hamada 2009).

Esse aparecimento de generalistas está de acordo com Cornell & Hawkins (1993) que previram situações onde um complexo de parasitoides atacando um hospedeiro invasor possui uma riqueza de espécies, em geral, mais baixa e uma proporção mais elevada de insetos generalistas do que aqueles atacando espécies nativas. Pois, espécies nativas além de serem

atacadas por inimigos naturais generalistas possuem, localmente, relações de parasitismo específicas com insetos endêmicos, o que incrementa a riqueza de inimigos naturais.

Isso pode ser importante no contexto do controle biológico, pois parasitoides e predadores devem possuir algum hospedeiro ou presa para sobreviver (Cruz 2002), sendo, mais provável a manutenção no campo, em longo prazo, de parasitoides generalistas do que específicos, já que parasitoides com maior especificidade correm maior risco de sofrer extinção local devido a ausência de hospedeiros no campo.

4.3.2 Flutuação populacional dos parasitoides

Os maiores números médios de parasitoides foram obtidos em fevereiro e abril de 2013, durante o período chuvoso. A partir de maio, com o fim das chuvas, esses valores passaram a cair, chegando a zero nos meses de julho, outubro, novembro, dezembro e janeiro (Fig. 8).

Em sequência à estação seca, já no pico do período chuvoso, o número médio de parasitoides voltou a subir em fevereiro de 2014. Entretanto com valores médios menores que os do ano anterior (Fig. 8).

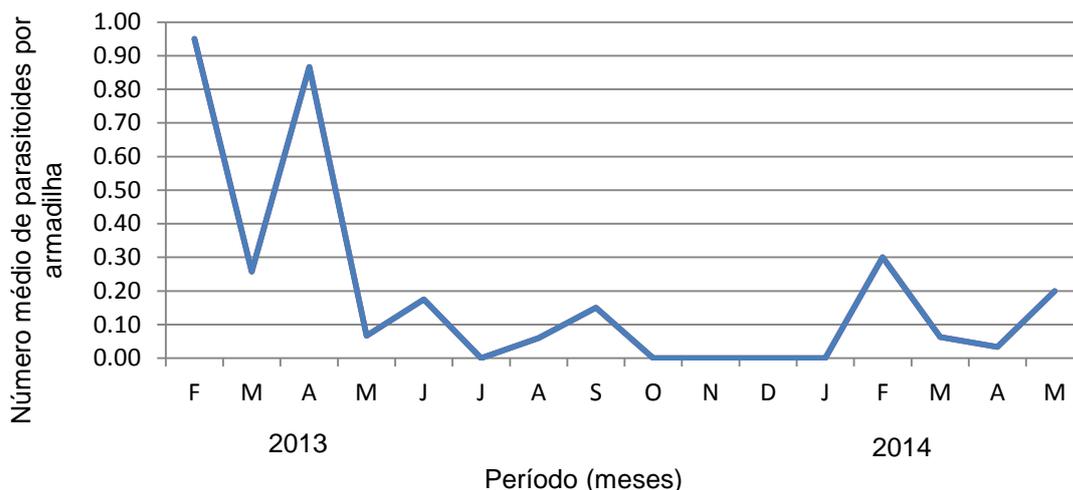


Figura 8. Número médio de parasitoides por armadilha durante o período de amostragem, em Teresina, Piauí.

A. breviphragma, *P. subflava* e *P. longifragiata* ocorreram predominantemente durante a estação chuvosa. Entretanto, mesmo nesse período, apenas, em abril de 2013 e fevereiro de 2014 foram encontradas mais de uma espécie de parasitoide. Sendo que, apenas, em abril de 2013 foram encontradas as três espécies conjuntamente (Fig. 9).

Já na estação seca, apenas em agosto e setembro foram capturados insetos. Obteve-se *A. breviphragma* em agosto e *P. longifragiata* em setembro de 2013 (Fig. 9), o que indica que essas duas espécies tem maior capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas.

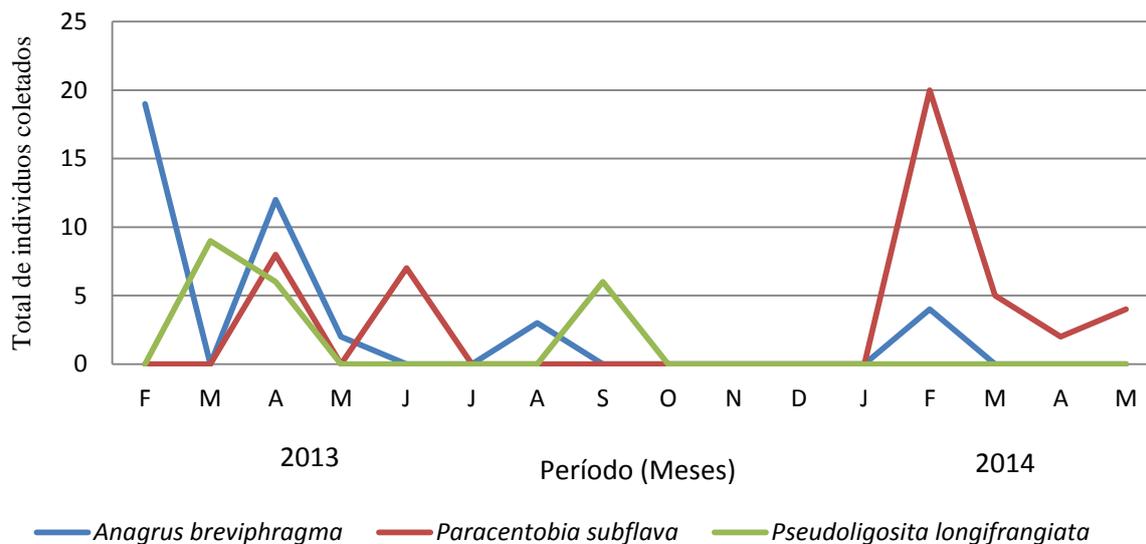


Figura 9. Distribuição total, por espécie, dos parasitoides de *Dalbulus maidis* coletados na área experimental da Embrapa Meio-Norte.

Estudos sobre parasitoides de ovos de *Dalbulus maidis* foram predominantemente produzidos em regiões do México e da Argentina, onde o milho é plantado preferencialmente em sequeiro. Dessa forma, poucos trabalhos avaliaram parasitoides de *D. maidis* em milho plantado em sequeiro e em área irrigada.

Moya-Raygoza *et al* (2014) comparando lavouras com plantio contínuo e estacional, encontraram maior abundância e diversidade de espécies parasitoides em área de milho plantado continuamente ao longo do ano.

Mesmo assim, os dados encontrados indicam que, em Teresina, a manutenção da cultura no campo não provocou a estabilidade da população dos parasitoides. Durante os meses mais secos do ano, mesmo com a manutenção da cultura na área experimental sobre regime de irrigação, o número de indivíduos obtidos diminuiu a partir do mês de maio de 2013, voltando a subir somente a partir de fevereiro de 2014 (Fig. 9).

A quantidade de parasitoides observada durante o período de plantio em sequeiro (na estação chuvosa) também não foi regular, pois, apenas no mês de fevereiro ocorreu, nos dois

anos consecutivos, uma quantidade de parasitoides similar e próxima ao pico populacional encontrado. Os maiores valores, obtidos em abril de 2013, não se repetiram no ano seguinte (Fig. 8 e 9)

4.3.3 Porcentagem de parasitismo

A porcentagem total de parasitismo foi sempre muito baixa, o maior valor foi igual 0,8%, sendo que em cinco meses não ocorreu parasitismo.

Em outros estudos no México e na Argentina foi comum a observação de porcentagens totais de parasitismo variando entre 0,3% e 60%, contando também com algumas áreas onde não foi obtido parasitismo (Moya-Raygoza *et al* 2012, Moya-Raygoza *et al* 2014, Virla *et al* 2013).

O baixo parasitismo obtido pode estar relacionado com as altas temperaturas que ocorrem em Teresina (Fig. 2). Esse fator tende a acelerar o desenvolvimento em ovos de *D. maidis* (Waquil *et al* 1999), e uma maior velocidade de desenvolvimento pode ser, em alguns casos, prejudicial à eficiência dos parasitoides, principalmente aos que tem preferência por ovos que ainda não avançaram em seu desenvolvimento embrionário, como *A. breviphragma* que tem preferência por ovos de *D.maidis* com menos de 3 dias de desenvolvimento (Virla 2001).

4.3.4 Efeito das variáveis climáticas na população dos parasitoides

A análise de regressão linear (*StepWise*) demonstrou que as variáveis climáticas selecionadas não geram conjuntamente um modelo coerente para a análise da ocorrência dos parasitoides. Contudo, a precipitação pluviométrica promoveu incrementos nos valores do R-

quadrado. Nesse caso, esse valor foi igual a 33.3%, sendo 32.63% correspondentes apenas a precipitação pluviométrica e os outros 0,7% causados pelas demais variáveis (temperatura média e umidade relativa do ar).

Assim, a análise de correlação simples de Pearson foi utilizada para avaliar a relação entre precipitação pluviométrica e ocorrência total dos parasitoides. Obteve-se um r (Pearson) igual a 0,57, o que indica uma correlação moderada positiva. Dessa forma, pode-se afirmar que o aumento da população dos parasitoides está ligado ao aumento do índice pluviométrico.

A regressão linear (*StepWise*), com todas as variáveis climáticas, também foi inconclusiva para os valores médios de captura de parasitoides (Valor- $p > 0,5$), sendo considerada, mais uma vez, apenas a variável precipitação pluviométrica que, nessa análise, promoveu novamente os maiores incrementos nos valores do R-quadrado (16.38%).

Por isso, foi feita uma nova correlação simples de Pearson, onde se obteve um r (Pearson) igual a 0,4 indicando uma correlação, também, moderada positiva (Fig. 10). Nesse caso, observou-se, de forma semelhante, que o aumento das chuvas foi seguido por incrementos sobre a média de parasitoides coletados (Fig. 11).

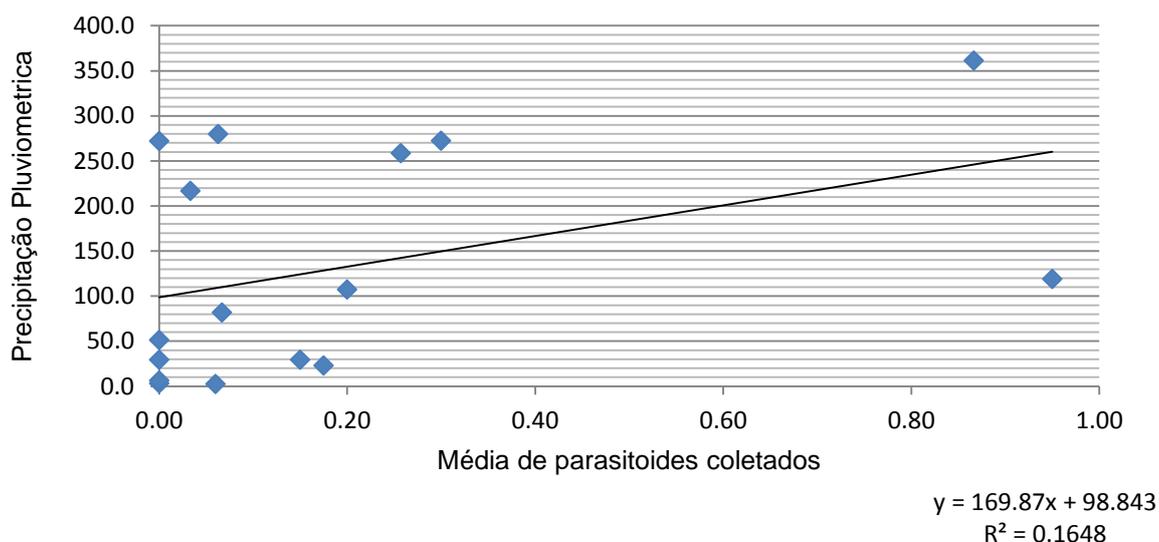


Figura 10. Diagrama de dispersão e equação da reta para correlação simples entre a precipitação pluviométrica e a média de parasitoides coletados.

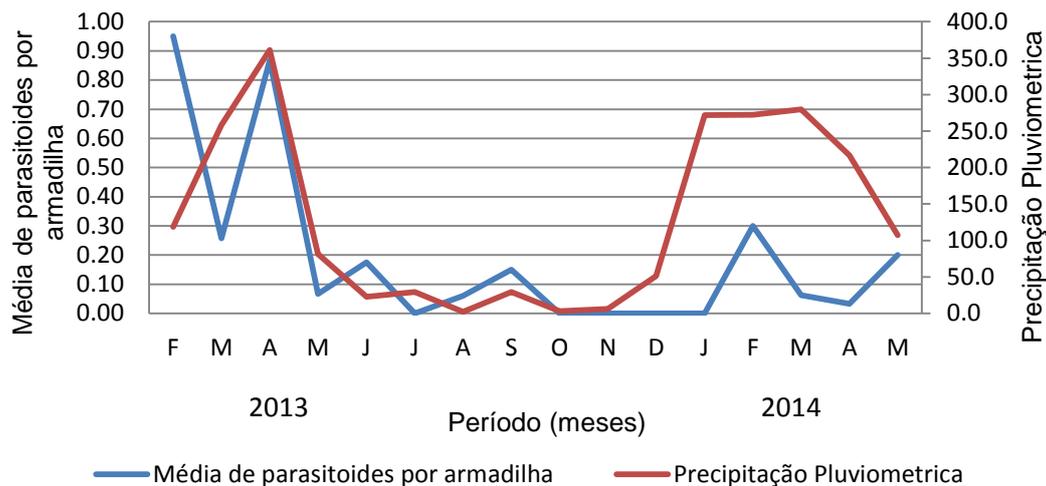


Figura 11. Variação da precipitação pluviométrica em função da média de parasitoides coletados por armadilha.

Estudos sobre a biologia desses parasitoides são raros e, em geral, realizados em pequena escala, sem comparar o desenvolvimento desses insetos em diferentes condições de temperatura e umidade, dados que poderiam auxiliar no entendimento da distribuição geográfica e temporal das espécies encontradas.

De qualquer modo, observou-se uma correlação entre os índices pluviométricos observados e a coleta dos parasitoides. Em geral, quando ocorreu um aumento das chuvas verificou-se incrementos sobre as capturas de parasitoides. Obteve-se, também, que o maior índice pluviométrico coincidiu com o pico populacional obtido em abril de 2013. Acrescentando-se que nos meses mais secos, com índices pluviométricos muito baixos, em geral, não foram encontrados parasitoides.

4.4 REFERÊNCIAS

Albarracin EL, Virla E, Triapitsyn S (2006) A new host record for the egg parasitoid *Anagrus nigriventris* (Hymenoptera: Mymaridae) of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). Fla. Entomol. v. 89: 284-285.

Ayres M (2007) BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá.

Bastos EA, Andrade Júnior AS (2014) Boletim agrometeorológico de 2013 para o município de Teresina, PI. Teresina: Embrapa Meio-Norte.

Bastos EA, Andrade Júnior AS (2015 no prelo) Boletim agrometeorológico de 2014 para o município de Teresina, PI. Teresina: Embrapa Meio-Norte.

Basurto X (2005) How locally designed access and use controls can prevent the tragedy of the commons in a Mexican small-scale fishing community. Soc. and Nat. Resour., v. 18, n. 7, p. 643-659.

Cornell HV, Hawkins BA (1993) Accumulation of native parasitoid species on introduced herbivores: a comparison of hosts as natives and hosts as invaders. Amer. Natur., 847-865.

Cruz I (2002) Controle biológico em manejo integrado de pragas. In: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira BC; Bento JMS (Org.). Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores. 1ed. Barueri: MANOLE v. p. 543-580.

Gibson GAP, Huber JY, Woolley JB (Eds.) (1997) Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). Monograph 1. Ottawa, Canadá: National Research Council Press, Ottawa. 794p.

Goulet H, Huber JT (Eds.). Hymenoptera of the world: an identification guide to families. Ottawa: Agriculture Canada Publication, 668p. 1993.

Grissell EE, Schauff ME (1990) A handbook of the families of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). Entom. Soc. of Wash. p. 1-85.

Kathirithamby J, Moya-Raygoza G (2000) *Halictophagus naulti* sp. n. (Strepsiptera: Halictophagidae), a new species parasitic in the corn leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) from Mexico. Ann. of Entomol. Soc. of America. v. 93: 1039 – 1044.

Moya-Raygoza G, Albarracin EL, Virla EG (2012) Diversity of egg parasitoids attacking *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) populations at low and high elevation sites in Mexico and Argentina. Flor. Entomologist. 95(1), 105-112.

Moya-Raygoza G, Renteria IC, Albarracin EL, Virla EG (2014) Egg parasitoids of the leafhoppers *Dalbulus maidis* and *Dalbulus elimatus* (Hemiptera: Cicadellidae) in two maize habitats. Flor. Entomologist. v. 97, n. 1, p. 309-312.

Nault LR (1990) Evolution of an insect pest: maize and the corn leafhopper, a case study. Maydica, v. 35, n. 2, p. 165-175.

Oliveira CM, Lopes JRS, Nault LR (2013 a) Survival strategies of *Dalbulus maidis* during maize off-season in Brazil. Entom. Exper. Et Applicata. v. 147, n. 2, p. 141-153.

Oliveira E, Pinto NFJA, Fernandes, FT (2013 b) Identificação e Controle de Doenças na Cultura do Milho. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1. 198p.

Oliveira CM, Oliveira E, Souza IRP, Alves E, Dolezal W, Paradell S, Remes Lenicov AMM, Frizzas, MR (2013 c) Abundance and Species Richness of Leafhoppers and Planthoppers (Hemiptera: Cicadellidae and Delphacidae) in Brazilian Maize Crops. Flor. Entomologist, v. 96, p. 1470-1481.

Oliveira E, Waquil JM, Fernandes FT, Paiva E, Resende RO, Kitajima EW (1998) "Enfezamento Pálido" E "Enfezamento Vermelho" Na Cultura Do Milho No Brasil Central. Fitopatol. Bras. v. 23, n. 1, p. 45-47.

Oliveira CM, Lopes JRS, Dias CTDS, Nault LR (2004) Influence of latitude and elevation on polymorphism among populations of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), in Brazil. *Envir. Entomology*. 33(5), 1192-1199.

Oliveira CM, Lopes JRS, Camargo LEA, Fungaro MHP, Nault LR (2007 a) Genetic diversity in populations of *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) from distant localities in Brazil assessed by RAPD-PCR markers. *Envir. Entom.* 36(1), 204-212.

Oliveira CM, Oliveira E, Canuto M, Cruz I (2007 b) Controle químico da cigarrinha-do-milho e incidência dos enfezamentos causados por molicutes. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 42(3), 297-303.

Oliveira CM, Oliveira ED, Canuto M, Cruz I (2008) Eficiência de inseticidas em tratamento de sementes de milho no controle da cigarrinha *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) em viveiro telado. *Ciênc. Rural*. 38(1), 231-235.

Oliveira E, De Sousa SM, Landau E (2011) Transmission of maize bushy stunt phytoplasma by *Dalbulus maidis* leafhopper. *Bullet. Of Insectology.*, v. 64, p. S153-S154.

Oliveira CM, Lopes JRS (2000) Egg parasitoids of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), in Piracicaba. *Revis. de Agric. (Piracicaba)*, 75(2), 263-270.

Polaszek A, Albarracin EL (2010) Two new *Encarsia* species (Hymenoptera: Aphelinidae) reared from eggs of Cicadellidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha) in Argentina: an unusual new host association. *Jour. of Nat. History.*, 45(1-2), 55-64.

Querino RB, Hamada N (2009) An aquatic microhymenopterous egg-parasitoid of *Argia insipida* Hagen in Selys (Odonata: Coenagrionidae) and biological observations in the Central Amazon, Brazil. *Neotrop. Entom.* 38 (3), 346-351. 2009.

Querino RB, Zucchi RA (2011) Guia de identificação de *Trichogramma* para o Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

- Sharkey MJ, Carpenter JM, Vilhelmsen L, Heraty J, Liljeblad J, Dowling APG, Schulmeister S, Murray D, Deans AR, Ronquist F, Krogmann L, Wheeler WC (2011) Phylogenetic relationships among superfamilies of Hymenoptera. *Cladistics*. v. 27, p. 1-33.
- Silva AH, Toscano LC, Maruyama WI, Pereira MFA, Cardoso, SDM (2009) Controle de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) Delong & Wolcott (1923) por *Beauveria bassiana* na cultura do milho. *Bolet. De Sanid. Veget. Plagas*. 35(4), 657-664.
- Virla E (1999) Aportes acerca de la bionomía de *Paracentrobia subflava* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoide de Hemipteros Cicadeloideos argentinos. *Rev. Soc. Entomol. Argentina*. 58(3-4), 17-22.
- Virla, EG (2001) Notes on the biology of *Anagrus breviphragma* (Hymenoptera: Mymaridae), natural enemy of the corn leafhopper *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and other plant diseases vectors in South America. *Bol. Sanidad Veg. Plagas*, 27(2), 239-247.
- Virla EG, Moya-Raygoza G, Luft-Albarracin E (2013) Egg parasitoids of the corn leafhopper, *Dalbus maidis*, in the southernmost area of its distribution range. *Jour. of Ins. Science*. v. 13:10.
- Virla EG, Albarracin EL, Moya-Raygoza G (2009 a) Egg Paeasitoids of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) in Jalisco State, Mexico. *Flor. Entomologist*. 92(3), 508-510.
- Virla EG, Espinosa MS, Moya-Raygoza G (2011) First host record for *Anteon pilicorne* (Ogloblin) (Hymenoptera: Dryinidae), a parasitoid of Cicadellidae, including the corn leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae). *Neotrop. entomol.*v.40, n.2, pp. 285-287.
- Virla EG, Moya-Raygoza G, Rafael JA (2009 b) First record of *Eudorylas schreiteri* (Shannon) (Diptera: Pipunculidae), as a parasitoid of the corn leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae) in Argentina, with a table of Pipunculid-host associations in the Neotropical Region. *Neotrop. Entomol*. v. 38: 152-154.

Virla EG, Olmi M (2007) Dryinid (Hymenoptera: Chrysidoidea) parasitoids of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis*(Delong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), in Argentina, with description of the male of *Gonatopus moyaraygozai* Olmi. *Interciencia*.32: 847-849.

Virla EG, Paradell SL (2002) On The Biology Of *Planicephalus Flavicosta*, With Notes About Its Parasitoids In Northern Argentina. *Frag. Entomologica*. Roma, v.34. p 171 – 187.

Waquil JM, Viana PA, Cruz I, Santos JP (1999) Aspectos da biologia da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong&Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae). *Ana.da Socied. Entom. do Brasil.*, Londrina, PR, v. 28, n.3, p. 413-420.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos demonstram que a cigarrinha-do-milho possui uma forte orientação em relação ao crescimento das plantas de milho, buscando sempre as folhas mais jovens da planta. Essa informação deve ser explorada buscando encontrar melhores formas de obter o controle das populações desse inseto, evitando a transmissão dos patógenos dos quais é vetor.

São necessários, também, uma série de trabalhos que viabilizem economicamente o uso efetivo dos parasitoides de *D. maidis* por meio de criações massais e liberações inundativas. O que depende do estudo da biologia desses parasitoides. Até mesmo a avaliação do impacto econômico positivo do parasitismo natural desses insetos depende desses conhecimentos, pois, para isso, deve-se, no mínimo, conhecer as condições mais favoráveis para esses organismos no campo.

5.1 Conclusões gerais

- A armadilha tipo cartão é a mais eficiente para captura de *Dalbulus maidis* nas alturas de 0,5m e 1,5m.
- A população de *D. maidis* se distribui verticalmente, acompanhando o crescimento das plantas de milho.
- No milho irrigado ocorre a maior abundância da cigarrinha-do-milho.
- O pico populacional de *D. maidis* ocorre no mês de setembro, em Teresina.
- A disponibilidade prolongada de lavouras de milho, com o milho irrigado plantado após o cultivo de verão, favorece ao aumento populacional de *D. maidis*, contribuindo para o surgimento de picos populacionais desse inseto.
- A queda da umidade relativa contribui para o crescimento da abundância de *D. maidis*.
- A umidade relativa do ar é a variável climática que mais influencia a abundância da cigarrinha-do-milho.

- *Paracentobia subflava*, *Pseudoligosita longifragiata* e *Anagrus breviphragma* parasitam ovos de *D. maidis* no Nordeste brasileiro.
- *A. breviphragma*, *P. subflava* e *P. longifragiata* ocorrem predominantemente durante a estação chuvosa.
- *A. breviphragma* e *P. longifragiata* tem maior capacidade de adaptação à estação seca que *P. subflava*.
- O aumento do índice pluviométrico promove incrementos sobre a média de parasitoides coletados.