

I

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

DALIANA HISAKO UEMURA-LIMA

**DANO FOLIAR DE PERCEVEJO-DE-RENDA (*Vatiga* spp. Drake) NA CULTURA
DA MANDIOCA, ESCALA DE NOTA E PROSPECÇÃO DE PARASITOIDES DE
OVO**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2017

DALIANA HISAKO UEMURA-LIMA

**DANO FOLIAR DE PERCEVEJO-DE-RENDA (*Vatiga* spp. Drake) NA CULTURA
DA MANDIOCA, ESCALA DE NOTA E PROSPECÇÃO DE PARASITOIDES DE
OVO**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

Orientador: Dra. Vanda Pietrowski

Coorientador: Dr. Vandeir Francisco
Guimarães

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

U22d	<p>Uemura-Lima, Daliana Hisako Dano foliar de percevejo-de-renda (<i>Vatiga</i> spp. Drake) na cultura da mandioca, escala de nota e prospecção de parasitoides de ovo / Daliana Hisako Uemura-Lima. – Marechal Cândido Rondon, 2017. 109 f.</p> <p>Orientadora: Dr^a. Vanda Pietrowski Coorientador: Dr. Vandeir Francisco Guimarães</p> <p>Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2017.</p> <p>1. Mandioca. 2. Mandioca – Doenças e pragas. I. Pietrowski, Vanda. II. Guimarães, Vandeir Francisco. III. Título.</p> <p>CDD 22.ed. 633.682 CIP-NBR 12899</p>
------	--

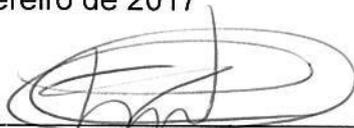
Ficha catalográfica elaborado por Marcia Elisa Sbaraini Leitzke CRB-9/539

DALIANA HISAKO UEMURA LIMA

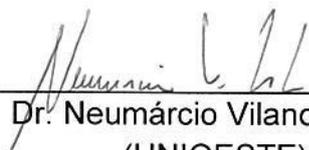
**DANO FOLIAR DE PERCEVEJO-DE-RENDA (*Vatiga* spp. Drake) NA
CULTURA DA MANDIOCA, ESCALA DE NOTA E PROSPECÇÃO DE
PARASITOIDES DE OVO**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 22 de fevereiro de 2017



Prof. Dr. Emerson Fey
(UNIOESTE)



Prof. Dr. Neumárcio Vilanova da Costa
(UNIOESTE)



Prof. Dr. Edilson Caron
(UFPR)



Pesq. Dr. Rudiney Ringenberg
(EMBRAPA)



Prof.ª Dr.ª Vanda Pietrowski
(Orientadora)
(UNIOESTE)

Ao meu pai, Hideharu Uemura, que sempre se esforçou para me dar o melhor e que partiu repentinamente, deixando um vazio nos meus dias.
OFEREÇO.

Ao meu esposo, Hildner de Lima e meu filho, Yan Uemura Lima, que concordaram em me ver muitas vezes ausente da casa e da família, assim me dedicando totalmente às minhas atividades de pesquisa.
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Quero usar esse espaço para agradecer a todos que me ajudaram, de alguma forma, a realizar essa pesquisa. A cooperação em equipe ou ajuda singular, com certeza, auxiliaram nessa tese.

Antes de mais nada, agradeço a Deus, pela força, luz e sabedoria diária.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) e o Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pela oportunidade de realizar a pós-graduação, pelo espaço, professores, funcionários e alunos, todos em conjunto, foram essenciais para a execução desses experimentos.

A Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa.

A minha orientadora, Dra. Vanda Pietrowski, pela orientação, contribuição, ensinamentos e conselhos durante toda a pesquisa. Obrigada por acreditar e confiar essa pesquisa à minha pessoa.

Ao meu coorientador Dr. Vandeir F. Guimarães, pelas contribuições na pesquisa e no artigo relacionado a fisiologia vegetal da mandioca.

Aos integrantes da banca, Prof. Dr. Edilson Caron, Prof. Dr. Emerson Fey, Prof. Dr. Luis Francisco Angeli Alves e Dr. Rudiney Ringenberg por terem gentilmente concordado em julgar esta minha pesquisa científica.

Ao meu melhor amigo, Hildner de Lima, pois sem sua paciência, carinho e apoio não teria chegado até o final dessa etapa, com o passar do tempo aumenta a minha certeza da escolha perfeita que fiz, em ter você como companheiro de vida.

A equipe do laboratório de Controle Biológico, aos que já passaram e aos que ainda estão participando dele: Ana Wengrat, Diandro Barilli, Priscila Webber, Tales Mentz, Diego Gazola, Jonatan Friederich, Alison Daroda, Diandra Achre, Daniela Silveira, Gabrielly Henick, Ely Pires, Juliana Sonnenberg, Hugo Franciscon. Obrigada pela amizade, companhia e parceria nos experimentos. Sem vocês não seria possível fazer tudo que fiz.

Aos meus ajudantes do laboratório de Fisiologia Vegetal: André Battistus, Adriano Mitio Inagaki, Jeferson Klein, Jonas Egewarth. Obrigada pelas leituras fisiológicas e auxílio nas interpretações.

Ao pessoal do laboratório de Fitopatologia: Edilaine Della Valentina, Omari Dildey, Nicanor Henkemeier e em especial à Cristiane Meinerz que foi fundamental no auxílio e dispondo de seu conhecimento para as análises bioquímicas das folhas.

Aos agentes universitários da UNIOESTE, Marcelo Lang, Lauro Koenig, Flavio Jair Goetz e demais funcionários do Núcleo de Experimentações Agrícola.

A Associação técnica das indústrias de mandioca do Paraná (ATIMOP), seu técnico Ilmar Kazuki e seu presidente, Sigmar Herpich pela ajuda relacionada às áreas de coletas dos experimentos realizados.

Aos professores que me ajudaram no decorrer do desenvolvimento da pesquisa, com seus conhecimentos, tirando dúvidas, aperfeiçoando a metodologia, compreendendo os resultados e elaborando melhor esta tese, sinceros agradecimentos à: Profa. Dra. Vanda Pietrowski, Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães, Prof. Dr. José Renato Stangarlin, Prof. Dr. Odair José Kuhn, Prof. Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi, Prof. Dr. Emerson Fey, Prof. Dr. Luis Francisco Angeli Alves e a parte estatística, meus leais agradecimentos à Profa. Dra. Ana Tereza Bittencourt Guimarães.

As pesquisadoras Dra Ranyse Querino e Dra. Malu Christine Barbosa Feitosa, pela produtiva ajuda na identificação dos parasitoides.

As amigas que fiz nesse período do doutorado, foi inesperado e muito agradável conhecer vocês: Ana Paula Wengrat, Dangelia Maria Fernandes, Edilaine Della Valentina e Luciana Iurkiv. Que nossa amizade perdure por várias fases das nossas vidas.

A todos que me ajudaram de forma direta ou indireta e que não foi citado, **muito obrigada!**

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes".
Marthin Luther King

RESUMO

Uemura-Lima, Daliana Hisako, doutora, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro – 2017. **Dano foliar de percevejo-de-renda (*Vatiga* spp. Drake) na cultura da mandioca, escala de nota e prospecção de parasitoides de ovo.** Orientador: Dra. Vanda Pietrowski. Coorientador: Dr. Vandeir Francisco Guimarães

Com procedência na Amazônia, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pode ser considerada uma das mais importantes culturas por sua contribuição na alimentação humana, além de ser considerada a opção para combate a fome no mundo. Seu cultivo está sujeito ao ataque de diversos insetos e ácaros. Alguns desses são classificados como pragas de maior importância e podem causar danos severos a cultura e resultar em perdas no rendimento. Historicamente, não costumava apresentar grandes problemas com pragas, porém, com a ampliação do seu cultivo em monocultura e o manejo incorreto da cultura, o percevejo-de-renda (*Vatiga* spp.) vem ganhando atenção nos últimos anos. Este inseto é encontrado na face abaxial das folhas do terço médio da planta, causando redução na taxa fotossintética e queda das folhas inferiores. O objetivo deste trabalho foi desenvolver novas pesquisas relacionados com a praga visando uma futura implantação de manejo integrado de pragas, avaliando potencial de dano foliar e prospectar inimigos naturais. Os aspectos de dano foliar foram avaliados na variedade Fécula Branca, com diferentes densidades populacionais por até 30 dias de permanência dos insetos nas folhas. Avaliando viabilidade do uso da escala de nota para quantificar os danos da praga nas folhas, averiguar alterações nas trocas gasosas e respostas bioquímicas da folha. Foram avaliadas variáveis como índice de SPAD, A, gs, Ci, E, EUA, Fc, atividades de polifenoloxidase, peroxidase, teores de clorofila, carotenoide, antocianina e açúcar redutor. Para constatar a ocorrência de inimigos naturais de *Vatiga* spp. foram coletados ovos em plantios de mandioca da variedade Baianinha e Cascuda, identificando as espécies de parasitoides que ocorrem associados a ovos desta praga, levantando a flutuação destes ao longo do período de ocorrência da praga e estabelecendo o índice de parasitismo. Os experimentos foram realizados na cultura em dois ciclos de cultivo da mandioca. Observou-se que a escala de nota estabelecida foi adequada para aferir danos do percevejo-de-renda; os valores de SPAD e taxa de A sofreram elevação ao passo que a população da praga e seu tempo de permanência do experimento aumentavam; pigmentos de clorofila foram influenciados pelo ataque

dos insetos, reduzindo seus valores enquanto peroxidase e açúcares se elevaram nas medições realizadas; houve diferença na velocidade de resposta da planta de mandioca de primeiro e segundo ciclo. Foram encontradas duas espécies de parasitoides da família Mymaridae, *Anagrus virginiae* (Puttler e Triapitsyn) e *Erythmelus tingitiphagus* (Soares), parasitando os ovos de *V. manihotae* (Drake) e *V. illudens* (Drake). A espécie *A. virginiae* apresentou maior potencial de parasitismo, principalmente na variedade Baianinha de primeiro ciclo. As plantas de mandioca de primeiro ciclo apresentaram maior número de oviposição do percevejo-de-renda que as de segundo ciclo. Houve correlação positiva para o número de ovos da praga com a temperatura e negativa para a umidade e precipitação.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*; parasitoides de ovos, trocas gasosas, interação planta-inseto.

ABSTRACT

UEMURA-LIMA, Daliana Hisako, Doctor Scientiae, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, february – 2017. **Foliar damage of different densities of lacebug (*Vatiga* spp. Drake) in cassava crop and egg parasitoid prospection.** Advisor: Ph.D. Vanda Pietrowski. Co-advisor: Ph.D. Vandeir Francisco Guimarães

Native the Amazon, manioc (*Manihot esculenta* Crantz) can be consider one of the most important crops for its contribution to human consumption, besides being considered the option to combat hunger in the world. Their cultivation is subject to the attack of diverse insects and mites. Some of these classified as major pests and can cause severe damage to the crop and result in yield losses. Historically, it did not usually present major problems with pests, but with the increase of its cultivation in monoculture and the incorrect handling of the crop, the lacebug (*Vatiga* spp.) has been gaining attention in recent years. This insect is locate on the abaxial side of the leaves of the middle third of the plant, causing a reduction in the photosynthetic rate and lower leaf fall. The objective of this research was to develop new research related to the pest, aiming at a future implantation of integrated pest management, assessing the potential of leaf damage and prospecting natural enemies. The leaf damage aspects were evaluated in the Fécula Branca variety, with different population densities for up to 30 days of insect stay in the leaves. Evaluating the use of the scale of note to quantify the damage of the pest in the leaves, to investigate changes in the gas exchanges and biochemical responses of the leaf. The indices *SPAD*, *A*, *gs*, *Ci*, *E*, *EUA*, *Fc*, and activities by polyphenoloxidase, peroxidase, chlorophyll, carotenoid, anthocyanin and reducing sugar contents were evaluated. To verify the occurrence of natural enemies of *Vatiga* spp. eggs collected in cassava plantations of the variety Baianinha and Cascuda. Identifying the species of parasitoids that occur associated with eggs of this pest, raising their fluctuation throughout the period of occurrence of the pest and establishing the rate of parasitism. The experiments carried out in the culture in two crop cycles of manioc. It observed that the scale of note established was adequate to assess the damage of the lacebug. The values of *SPAD* and *A* rate were elevated while the population of the pest and its residence time of the experiment increased. Chlorophyll pigments influenced by the attack of the insects, reducing their values as peroxidase and sugars increased in the measurements made. There was a difference in the response rate of the first and second cycle cassava plant. Two species of

parasites of the Mymaridae family, *Anagrus virginiae* Puttler and Triapitsyn (2006) and *Erythmelus tingitiphagus* Soares (1941), parasitizing the eggs of *V. manihotae* Drake (1922) and *V. illudens* Drake (1922) were found. The species *A. virginiae* had a higher parasitism potential, especially in the first-cycle Baianinha variety. The first-cycle cassava plants showed a higher number of oviposition of the bedbug than the second cycle. There was a positive correlation for the number of pest eggs with temperature and negative for moisture and precipitation.

Keywords: *Manihot esculenta*; Parasitoids of eggs, gas exchange, plant-insect interaction.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1. Variáveis que apresentaram interações significativas para plantas no primeiro ciclo de cultivo em três tempos de permanência dos insetos na folha, cinco (T1), 10 (T2) e 20 dias (T3) e diferentes populações de insetos por folha. A: *SPAD* $F(8,30)=1,4997$, $p=0,00000$; B: A $F(8,30)= 2,0625$, $p=0,07236$; C: *EUA* $F(8,30)=1,6253$, $p=0,15930$; D: *Fc* $F(8,30)=1,9362$, $p=0,09099$; E: *Nota de Dano foliar* $F(8,30)=5,5410$, $p=0,00024$; F: *Açúcares* $F(8,30)=2,5758$, $p=0,12861$; G: *Peroxidase* $F(8,30)=4,3078$, $p=0,00153$. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014.....54

Figura 2. Variáveis que apresentaram interações significativas para plantas no segundo ciclo de cultivo em dois tempos de permanência dos insetos na folha, cinco (T1) e 10 dias (T2) e diferentes populações de insetos por folha. A: *Nota de Dano foliar* $F(8,30)=3,4123$, $p=0,00663$; B: *Clorofila total* $F(4,15)= 2,4226$, $p=0,09389$; C: *Carotenoides* $F(4,15)=2,5106$, $p=0,8580$. Marechal Cândido Rondon/PR. 2015.....55

ARTIGO 2

Figura 1. Mapa com indicação das áreas onde foram realizadas as coletas de folhas de mandioca com ovos de *Vatiga* spp. A – Área 1 - MCR, em Marechal Cândido Rondon, B – Área 2 – Porto Mendes, no distrito de Porto Mendes, C – Área 3 – Bom Jardim, no distrito de Bom Jardim.81

Figura 2. Ovo endofítico do percevejo-de-renda, *Vatiga* spp. (Hemiptera: Tingidae) em folhas de mandioca. (A= ovo endofítico na folha; B= ovo exposto). Marechal Cândido Rondon/PR-Brasil.....82

Figura 3. Boxplot para as variáveis temperatura, precipitação e umidade, na região oeste do Paraná-Brasil nos anos agrícolas 2013-2014 e 2014-2015, nos períodos em que foram realizadas as coletas..... 84

Figura 4. Parasitoides (Hymenoptera: Mymaridae) de ovo endofítico do percevejo-de-renda *Vatiga* spp. (Hemiptera: Tingidae) em folhas de mandioca. Marechal Cândido Rondon/PR-Brasil. A e B: *Anagrus virginiae* Triapitsyn e Puttler (2006); C e D: *Erythmelus tingitiphagus* (Soares, 1941) 85

Figura 5. Flutuação do índice de parasitismo de *Anagrus virginiae* e *Erythmelus tingitiphagus* em ovos de *Vatiga* spp. em duas variedades de mandioca no primeiro ciclo, safra 2013 a 2014, em três áreas na região oeste do Paraná-Brasil. A: variedade Baianinha – Marechal Cândido Rondon; B: variedade Baianinha – Porto Mendes; C: variedade Baianinha – Bom Jardim; D: variedade Cascuda – Marechal Cândido Rondon; E: variedade Cascuda – Porto Mendes; F: variedade Cascuda – Bom Jardim.....89

Figura 6. Flutuação do índice de parasitismo de *Anagrus virginiae* e *Erythmelus tingitiphagus* em ovos de *Vatiga* spp. em duas variedades de mandioca no segundo ciclo, safra 2014 a 2015, em três áreas na região oeste do Paraná-Brasil. A: variedade Baianinha – Marechal Cândido Rondon; B: variedade Baianinha – Porto Mendes; C: variedade Baianinha – Bom Jardim; D: variedade Cascuda – Marechal Cândido Rondon; E: variedade Cascuda – Porto Mendes; F: variedade Cascuda – Bom Jardim.....90

Figura 7. Correlograma de número de ovos de *Vatiga* spp. em relação à umidade, precipitação, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima. 91

Figura 8. Correlograma para o índice de parasitismo de *A. virginiae* em relação à umidade, precipitação, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima..... 92

Figura 9. Correlograma para o índice de parasitismo de *E. tingitiphagus* em relação à umidade, precipitação, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima.....93

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

- Tabela 1. Resumo das análises de variância para nota de dano foliar (Nota), índice SPAD, taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (*A*), condutância estomática (*gs*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*C_i*), taxa de transpiração (*E*), eficiência no uso da água (*EUA*), eficiência de carboxilação (*F_c*), teor de clorofila a (*Cl a*), teor de clorofila b (*Cl b*), teor de clorofila total (*Cl total*), atividade da polifenoloxidase (*PPO*), atividade da peroxidase (*POD*), teor de antocianinas, teor de carotenoides e teor de açúcares redutores, para folhas de mandioca de primeiro e segundo ciclo de cultivo em resposta à densidade populacional de *Vatiga* spp, e tempo de permanência dos insetos nas folhas. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014 e 2015.....49
- Tabela 2. Área foliar (cm²), de plantas de mandioca de primeiro e de segundo ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR.....47
- Tabela 3. Escala de nota como indicativo do dano de *Vatiga* spp. em folhas de mandioca (*Manihot esculenta*), com diferentes populações do inseto e diferentes tempos de alimentação, em dois ciclos de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014 a 2016.....50
- Tabela 4. Índice SPAD em folhas de mandioca (*Manihot esculenta*), com diferentes populações de *Vatiga* spp. e diferentes tempos de alimentação dos insetos, em dois ciclos de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014 a 2016.....51
- Tabela 5. Comparação das médias da taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (*A*), condutância estomática (*gs*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*C_i*), taxa de transpiração (*E*), eficiência no uso da água (*EUA*), eficiência de carboxilação (*F_c*), considerando diferentes tempos de permanência do inseto se alimentando na folha e diferentes populações de insetos por folha, em plantas de mandioca no primeiro ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014.....52
- Tabela 6. Comparação das médias da taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (*A*), condutância estomática (*gs*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*C_i*), taxa de transpiração (*E*), eficiência no uso da água (*EUA*), eficiência de carboxilação (*F_c*), considerando diferentes tempos de permanência do inseto se alimentando na folha e diferentes populações de insetos por folha, em plantas de mandioca no segundo ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2015.....53
- Tabela 7. Comparação das médias de clorofila a (*Cl a*), clorofila b (*Cl b*), Clorofila total (*Cl total*), polifenoloxidase (*PPO*), peroxidase (*POD*), Antocianina (*Ant.*), Carotenoide (*Car.*) e Açúcares Redutores, considerando diferentes tempos de permanência do inseto se alimentando na folha e diferentes populações de insetos por folha, em plantas de mandioca no primeiro ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014.....54

Tabela 8. Comparação das médias de clorofila a (*Cl a*), clorofila b (*Cl b*), clorofila total (*Cl total*), polifenoloxidase (*PPO*), peroxidase (*POD*), Antocianina (*Ant.*), Carotenoide (*Car.*) e Açúcares Redutores, considerando diferentes tempo de permanência do inseto se alimentando na folha e diferentes populações de insetos por folha, em plantas de mandioca no segundo ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2015.....55

Tabela 9. Análise de correlação de Pearson das variáveis nota de dano foliar (Nota), índice SPAD, taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (*A*), condutância estomática (*gs*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*Ci*), taxa de transpiração (*E*), eficiência no uso da água (*EUA*), eficiência de carboxilação (*Fc*), clorofila a (*Cl a*), clorofila b (*Cl b*), clorofila total (*Cl total*), polifenoloxidase (*PPO*), peroxidase (*POD*), Antocianina, Carotenoide e Açúcares, para plantas de mandioca no primeiro ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014.....59

Tabela 10. Análise de correlação de Pearson das variáveis nota de dano foliar (Nota), índice SPAD, taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (*A*), condutância estomática (*gs*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*Ci*), taxa de transpiração (*E*), eficiência no uso da água (*EUA*), eficiência de carboxilação (*Fc*), clorofila a (*Cl a*), clorofila b (*Cl b*), clorofila total (*Cl total*), polifenoloxidase (*PPO*), peroxidase (*POD*), Antocianina, Carotenoide e Açúcares, para plantas de mandioca no segundo ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2015.....58

ARTIGO 2

Tabela 1. Dados de parasitismo de *Anagrus virginiae* e *Erythmelus tingitiphagus* em ovos de *Vatiga* spp. em duas variedades de mandioca (Cascuda e Baianinha) de primeiro (2013 a 2014) e segundo (2014 a 2015) ciclo de cultivo, em três áreas na região oeste do Paraná-Brasil.89

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	OBJETIVO GERAL.....	20
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	A CULTURA DA MANDIOCA	21
2.1.1	Aspectos gerais e importância.....	21
2.1.2	Aspectos fisiológicos da mandioca	24
2.1.3	Pragas da cultura.....	28
2.2	PERCEVEJO-DE-RENDA	29
2.2.1	Aspectos gerais da praga	29
2.2.2	Biologia	30
2.2.3	Danos e controle.....	30
2.3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
3	ARTIGO 1: DANO FOLIAR DE <i>VATIGA</i> SPP. (HEMIPTERA: TINGIDAE) EM MANDIOCA (<i>MANIHOT ESCULENTA</i>, CRANTZ)	43
	RESUMO.....	43
	ABSTRACT	44
3.1	INTRODUÇÃO.....	45
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	46
3.3	RESULTADOS	49
3.4	DISCUSSÃO.....	63
3.5	CONCLUSÃO	71
3.6	AGRADECIMENTOS.....	71
3.7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
4	ARTIGO 2: PARASITISMO DE <i>ANAGRUS VIRGINIAE</i> E <i>ERYTHMELUS TINGITIPHAGUS</i> (HYMENOPTERA: MYMARIDAE) EM OVOS DE <i>VATIGA</i> SPP. (HEMIPTERA: TINGIDAE) NA CULTURA DA MANDIOCA (<i>MANIHOT ESCULENTA</i>)	79
	RESUMO.....	79
	ABSTRACT	80
4.1	INTRODUÇÃO.....	80

4.2	METODOLOGIA	84
4.3	RESULTADOS	89
4.4	DISCUSSÃO.....	97
4.5	CONCLUSÃO	101
4.6	AGRADECIMENTOS.....	101
4.7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculanta* Crantz) é uma cultura tradicional na região dos trópicos. Estima-se que cerca de 500 milhões de pessoas cultivam essa raiz no mundo (FAO, 2013). Nativa da região Amazônia, atualmente é lavrada na América do sul e Central, África e Ásia (OLSEN et al., 2004; LÉOTARD et al., 2009) e pela sua característica rústica se adapta facilmente à diferentes condições como solos ácidos e tolerância a seca (EL-SHARKAWAY; COCK; PORTO, 1989; ALVES, 2006) atributos que se devem a vasta variabilidade genética das cultivares existentes, o que também favoreceu seu cultivo nas diversas partes do mundo (OTSUBO; PEZARICO, 2002; SETTER; FREGENE, 2007).

É uma cultura de diversos usos, desde a alimentação humana e animal ao uso industrial, sendo a base energética e nutrição das populações de baixos índices de desenvolvimento humano dos países tropicais e subtropicais (MATTOS; CARDOSO, 2003; SOUZA; FIALHO, 2003; SOUZA, 2006; OSPINA; CEBALLOS, 2012).

Nos últimos anos, vem apresentando um desenvolvimento intensificado, buscando maior produtividade, com mudanças para a monocultura, isso acarreta em riscos, como o aparecimento de pragas e doenças de plantas (FAO, 2013). O aumento da área cultivada, o uso indiscriminado de agrotóxicos e a intensa troca de material entre produtores de diferentes regiões têm favorecido o aumento e a dispersão de alguns insetos na cultura da mandioca (OLIVEIRA et al., 2001; TAKAHASHI, 2002; BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012). Algumas espécies de artrópodes que atacam a cultura podem reduzir significativamente a produção quando se encontram em altas populações ou em condições climáticas favoráveis, tornando-se importantes ao ponto de vista econômico (BELLOTTI; SMITH; LAPOINT, 1999) e dentre essas espécies que tem preocupado o produtor destaca-se o percevejo-de-renda (*Vatiga* spp.).

O percevejo-de-renda pertence à família Tingidae e é descrita como praga importante em diversos países das Américas do Sul e Central. É uma praga de hábito sugador não tendo sido ainda registrado na África, nem na Ásia. No Brasil predominam *V. illudens* e *V. manihotae* (BELLOTTI, 2002; WENGRAT

e PIETROWSKI, 2013). O dano é causado tanto pelas ninfas como pelos adultos, cujos sinais de ataque manifestam-se por pontuações amarelas pequenas que se tornam de cor marrom-avermelhada nas folhas. O dano na folhagem pode causar redução na taxa de fotossíntese e queda das folhas inferiores, porém quando a infestação é severa, pode ocorrer o desfolhamento total da planta (FIALHO et al. 2001; BELLOTI, 2002).

Considerando a preocupação da cadeia agroindustrial da mandioca, principalmente pelo aumento constante do percevejo-de-renda nos cultivos de mandioca e pelo pouco conhecimento que se tem sobre o inseto, torna-se necessário o desenvolvimento de novas pesquisas relacionados com a praga visando uma futura implantação de manejo integrado de pragas.

1.1 Objetivo geral

Contribuir com informações para o manejo do percevejo-de-renda (*Vatiga* spp.) com estudos para avaliar seu potencial de dano e prospectar inimigos naturais.

1.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar e validar a escala de nota de dano foliar de diferentes densidades de população de percevejo-de-renda em folhas de mandioca;
- b) Avaliar as respostas bioquímicas da folha com a infestação de diferentes populações do percevejo-de-renda;
- c) Avaliar o impacto do dano de diferentes populações do percevejo-de-renda nas trocas gasosas da folha;
- d) Coletar, identificar e quantificar parasitoides de ovos do percevejo-de-renda em plantios de mandioca;
- e) Avaliar a flutuação e a relação dos parasitoides de percevejo-de-renda com o hospedeiro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA MANDIOCA

2.1.1 Aspectos gerais e importância

A mandioca é uma angiosperma da classe das dicotiledôneas, da família Euphorbiaceae, composta por cerca de 7200 espécies, com característica de apresentar glucosídeos cianogênicos e látex (BURNS; GLEADOW; CAVAGNARO, 2010; CEBALLOS; LA CRUZ, 2012; GABRIEL et al., 2014). Dentre essas espécies, a *M. esculenta* Crantz é a principal, apresentando-se como planta heliófila, perene e arbustiva, com crescimento vertical e folhas palmadas contendo de cinco a sete lóbulos, de hábito indeterminado é propagada vegetativamente através de pedaços do caule denominados manivas (CÂMARA; GODOY, 1998; FUKUDA; CARVALHO, 2006).

Olsen (2004) verificou que a mandioca é procedente do sul da Amazônia e foi domesticada há cerca de 5000 anos por povos pré-colombianos e após o descobrimento das Américas houve ampla dispersão da espécie pelos viajantes europeus, que reconheceram as virtudes dessa cultura e assim, sua domesticação ocorreu em diversas regiões (LARA et al., 2008; CEBALLOS, 2012). Cultivada principalmente em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento (BARROS, 2004), ocorre em mais de 100 países tropicais e subtropicais, na faixa geográfica entre os paralelos 15° de latitude Norte e Sul, sendo possível seu cultivo entre as latitudes de 30° Norte e 30° Sul (FAO, 2013; MONTEMAYOR; DELLAPÉ; MELO, 2014).

Na América do Sul, particularmente no Brasil, é conhecida como mandioca (ou "manioc" em inglês). O nome inglês "cassava" pode ser derivada da palavra casabi, que, entre os indianos Arawak, significa "raiz" (FAO e IFAD, 2000), ou veio da palavra cazabe, que é um bolo ou biscoito seco produzido pelos povos indígenas da Bacia Amazônica (CEBALLOS, 2012). Em inglês, também é conhecida como "tapioca". Devido a sua propagação mundial, Ceballos e La Cruz (2012) relatam que existem mais de 100 nomes comuns para sua espécie, na América Latina, geralmente é conhecida como mandioca

(português), yuca (espanhol), sendo que no Brasil, a mandioca doce (aipim) é distinguida da amarga (mandioca) e ainda há outros nomes em diferentes línguas incluindo manioc, manioca, tapioca and nhogo (CEBALLOS, 2012).

Além do amido das raízes, a parte aérea da planta também é utilizada, o primeiro constitui uma fonte importante de carboidratos e o segundo de proteínas, minerais e vitaminas, particularmente carotenos e vitamina C (FERREIRA FILHO, 1997; CEBALLOS, 2012). Pelo alto teor de amido, estudos também demonstram potencial uso das suas raízes para produção de etanol podendo produzir em média 280L por tonelada de raiz (FUKUDA; OTSUBO, 2003; VRIES et al., 2010; FAO, 2011). A presença de glucosídeos cianogênicos nas raízes e folhas influencia seus fins de consumo, as ditas “doces” tem níveis baixos deste glucosídeo e podem ser consumidos com segurança após processo de cozimento normal, já as outras variedades “amargas”, no entanto, tem níveis tão altos dessas substâncias que um processo mais sofisticado é necessário para torna-los adequados para consumo humano (CEBALLOS, 2012).

Na alimentação humana, a mandioca é consumida como farinha, na preparação de vários pratos típicos, o qual pode ser embalada e comercializada, utilizada como um tipo de pão amassado, semelhante à um biscoito e comumente comido nas ilhas do Caribe, Venezuela e Colômbia, segundo Ceballos (2012) outra alternativa interessante de consumo humano da raiz é como fritas, parecidas com petiscos de batata, com a vantagem de absorver menos óleo no processo, e já é visto comercialmente na Colômbia, Venezuela, Brasil e outros países, além de ser exportado para países com populações latinas presentes.

Segundo Mattos e Cardoso (2003), na alimentação animal pode ser oferecida antes da secagem, mas é comum que seja feita a silagem, como os que beneficiam a produção de suínos na Ásia, permitindo que fique armazenado por longos períodos além de reduzir os níveis de glucosídeos cianogênicos (CEBALLOS, 2012). Além de pedaços frescos de mandioca serem quebrados e oferecidos aos suínos e gado com excelentes resultados como fonte de proteína e energia (BUITRAGO; GIL; OSPINA, 2012). Entretanto, é em forma de pedaços secos ou pellets, que a mandioca é incorporada na formulação de rações para aves, suínos, peixes e outros animais domesticados (CEBALLOS, 2012). Contudo, sem dúvida alguma, o principal uso da mandioca é com a produção de

amido, com propriedades definidas pela proporção de amilose para amilopectina e tamanho de grânulo, características importantes para escolha de cultivares (CEBALLOS et al., 2008).

Além de importante fonte alimentar, é uma das lavouras que mais empregam pessoas no Brasil, quase 2 milhões de empregos diretos em torno da cadeia produtiva, proporcionando uma receita anual equivalente a 2,5 bilhões de dólares (BEZERRA, 2000 *apud* FERREIRA, 2004).

A produção mundial de mandioca em 2013 atingiu o patamar de 274,8 milhões de toneladas. A Nigéria produziu 53 milhões de toneladas e na Ásia, a cultura da mandioca já atingiu um grau tecnológico bastante satisfatório, a começar pela produtividade média de 21.000 kg/ha contra 13.500 kg/ha da média mundial. A Tailândia ocupa o 2º lugar no “ranking” mundial e continua liderando na produção de fécula, como também é a líder absoluta das exportações mundiais dos produtos, que vão desde a indústria alimentícia até a extração de petróleo (FELIPE; ALVES; VIEIRA, 2013; GROXCO, 2016)

A América do Sul vem mantendo o nível de produção em patamares mais baixos se comparado a algumas décadas passadas, porém, de acordo com o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), sediado na Colômbia, a demanda por amidos avança 2,6% ao ano (FELIPE; ALVES; VIEIRA, 2013). Segundo Groxco (2016), em 1970 a produção foi de 34,5 milhões de toneladas, representava 35% do total mundial e atualmente, este valor reduziu-se para apenas 10%, essa queda deve-se à redução brasileira e principalmente ao expressivo crescimento de outros países como Nigéria e a Tailândia.

Mesmo com a menor produção dos últimos anos, com apenas 21 milhões de toneladas no ano de 2013, o Brasil ainda representa 66% da demanda total da América do Sul, seguido pela Argentina e Bolívia, com participações de 10% e 8%, respectivamente, e a produção de fécula no Paraguai também tem sido crescente, mas ainda representa em torno de 17% da produção brasileira (FELIPE; ALVES; VIEIRA, 2013). Dentro da ótica da demanda mundial por mandioca em raiz, a Organização Mundial para a Alimentação e Agricultura – FAO, publicou um relatório, no ano de 2003, indicando que a maior parte do produto, 53%, era destinada à alimentação humana. Os maiores consumidores per capita de mandioca em raiz foram

registrados em Congo com 273 kg/ habitante ao ano, Moçambique 234 kg, Gana 200 kg e no Brasil 44 kg (GROXCO, 2016).

Segundo a SEAB/DERAL (2016), a produção da safra 2015 é de mais de 4 milhões de toneladas ocupando 156 mil ha no Paraná. A região Sul brasileira, além de contribuir com 24% da produção nacional de raiz, vem ampliando o seu parque industrial, em especial no setor de fécula. O estado do Paraná é o principal produtor desta cultura, responde em média de 70% da produção agrícola na Região Sul e contribui com cerca de 70% a 75% do volume brasileiro de fécula, além de ser o segundo maior produtor da raiz no país. Segundo Groxco (2016), atualmente, o Paraná possui 40 fecularias e aproximadamente 70 indústrias de farinha, localizadas em sua maioria nos Núcleos Regionais de Paranaíba, Campo Mourão, Toledo e Umuarama, e das 5.979t de fécula exportada pelo Brasil em 2014, o estado contribuiu com uma média de 44% do total.

2.1.2 Aspectos fisiológicos da mandioca

A mandioca é uma planta perene, monoica, com ramificação simpodial e altura variável, entre 1 e 5m, embora a altura máxima normalmente não exceda 3m, alternando períodos de crescimento vegetativo, armazenando carboidratos nas raízes e até períodos de quase dormência, provocada por condições climáticas severas, tais como baixa temperatura e déficit prolongado de água (TAFUR, 2002; ALVES, 2006; CEBALLOS; LA CRUZ, 2012). O crescimento da planta ocorre em distintas fases, cuja duração e existência dependem de fatores relacionados a diferenças varietais, condições ambientais e práticas culturais (ALVES, 2006).

A mandioca pode ser propagada por estacas ou manivas (pedaços do caule) ou por semente sexual, sendo a estaquia o método mais utilizado (FUKUDA; CARVALHO, 2006). Ao plantar uma estaca de mandioca, brotam na parte superior uma ou mais gemas e as raízes se formam na base inferior da estaca. Durante as primeiras semanas, a planta forma raízes fibrosas, passando a acumular amido depois de 2 ou 3 meses (TAFUR, 2002). Durante os três primeiros meses, a formação de folhas tem prioridade sobre a formação de raízes de armazenamento, depois a planta continuará formando folhas enquanto

armazena amido nas raízes, da mesma forma, o índice de área foliar (IAF) aumenta entre o terceiro e sexto mês após o cultivo e vai gradualmente baixando a medida que as folhas mais velhas caem, devido à falta de luz na parte basal do dossel e a taxa de formação de folhas também diminui (EL-SHARKAWY, 2007).

Nos trópicos úmidos, as raízes podem ser colhidas entre 6 a 7 meses após o plantio, entretanto, em regiões com prolongado período de seca ou frio, os agricultores normalmente fazem colheita após 18 a 24 meses (ALVES, 2006).

Embora seu melhor desenvolvimento ocorra em solos de textura franco-argilosa a argilo-arenosa, com pH de 5,5 a 7,0 e alta fertilidade, tolera também solos degradados e com baixa fertilidade onde a maioria dos cultivos tropicais não produziriam (SOUZA; SOUZA, 2000). Em virtude da sua boa adaptação em solos ácidos, com baixa fertilidade e a regimes pluviométricos diversos, a mandioca tem sido cultivada em áreas marginais para a agricultura (ALVES, 2006).

As boas respostas agronômicas obtidas por esta cultura em condições de fertilidade baixa, são devido à sua eficiência em absorção de nutrientes, sobretudo o fósforo, pela associação de fungos micorrízicos arbusculares nativos (espécie *Glomus manihotis*), presentes e com alta colonização nas raízes de mandioca e que se desenvolvem melhor em solos ácidos (OTSUBO; LORENZI; 2002).

A temperatura ideal para seu desenvolvimento encontra-se na faixa de 25 a 35°C (TAFUR, 2002), com exigência de precipitação entre 1.000 e 1.500 mm ano⁻¹, no entanto pode ser cultivada em regiões semiáridas, com 500 a 700 mm/ano (SOUZA; SOUZA, 2000; MONTEMAYOR; DELLAPÉ; MELO, 2014). Segundo El-Sharkawy (2004), seu potencial produtivo se manifesta em condições anuais maior que 600 mm e sob alta radiação solar. Quando há condições de déficit hídrico ocorre uma redução do crescimento da parte aérea sendo o crescimento de folhas e hastes mais prejudicado comparado ao crescimento de raízes. A redução na área foliar auxilia na conservação da água e após o estresse, a mandioca tende a aumentar a formação de novas folhas com maiores taxas fotossintéticas (EL-SHARKAWY, 1993; CAYÓN; EL-SHARKAWY; CADAVID, 1997) com menos matéria seca alocada às hastes (EL-SHARKAWY; COCK, 1987; EL-SHARKAWY; HERNANDEZ; HERSHEY, 1992).

Alguns genótipos aumentam o índice de colheita, os quais se tornam até mais produtivos que em condições sem déficit hídrico (CONNOR; COCK, 1981; EL-SHARKAWY; CADAVID, 2002).

El-Sharkawy, Cock e Porto (1989) argumentam que a planta de mandioca tem, como característica, a tolerância à seca por possuir um controle estomático altamente eficiente de modo que em situação de déficit hídrico a planta fecha os estômatos diminuindo a condutância estomática e a transpiração, mantendo o potencial hídrico da folha por mais tempo e semelhante ao de uma planta sem déficit hídrico (EL-SHARKAWY, 2006), o que retarda a desidratação e murchamento das folhas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

As folhas de mandioca possuem um grande número de estômatos na epiderme abaxial (>400 estômatos/mm²) que pode estar subjacente à sua forte resposta à umidade (EL-SHARKAWY; TAFUR; LÓPEZ, 2012a). Eles se fecham quando o ar está seco, como visualizados em ensaios realizados no CIAT, a absorção de CO₂ e a perda de água diminui quando o potencial hídrico diminui, mesmo que o solo tenha um bom conteúdo de água (TAFUR, 2002), sugerindo uma diminuição estomática desde as primeiras horas da manhã até o meio-dia, com a diminuição de taxa fotossintética (EL-SHARKAWY; COCK, 1987; TAFUR, 2002).

A planta ajusta sua eficiência fotossintética a máxima intensidade de luz, temperatura, estado fisiológico, fatores genéticos, abertura e fechamento dos estômatos, os quais, por sua vez, são determinados pelo estado hídrico da planta e umidade relativa do ar (TAFUR, 2002), sendo que a assimilação de CO₂ é resultante da diferença entre a taxa de fixação de CO₂ integral ou total e o CO₂ perdido na fotorrespiração.

As espécies C₄ apresentam taxas mais altas de fotossíntese, seus valores oscilam entre 32 e 47 $\mu\text{mol. (CO}_2\text{) m}^{-2}\text{s}^{-1}$, as espécies C₃ tem menores taxas, com valores entre 18 e 32 $\mu\text{mol. (CO}_2\text{) m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (EL-SHARKAWY; COCK, 1987). Alguns pesquisadores afirmam que a planta de mandioca possui um ciclo fotossintético intermediário entre plantas C₃ e C₄, pois possui os sistemas enzimáticos favoráveis à fixação de CO₂ pelos caminhos C₃ e C₄, mas sem a típica anatomia Kranz de folha C₄ (EL-SHARKAWY; COCK; PORTO, 1989; EL-SHARKAWY, 2004). No entanto, outros pesquisadores contestam a possibilidade de a mandioca ter algum mecanismo fotossintético C₄ (EDWARDS et al., 1990;

CALATAYUD et al., 2002), contudo, Alves (2006) condiciona a fotossíntese da mandioca ao modelo C3, por verificar taxas máximas variando de 13 a 24 $\mu\text{mol. (CO}_2\text{) m}^{-2}\text{s}^{-1}$ em condições de casa de vegetação e de 20 a 35 $\mu\text{mol. (CO}_2\text{) m}^{-2}\text{s}^{-1}$ em condições de campo (EL-SHARKAWY; COCK, 1990).

Alves (2006) descreve que as folhas de mandioca possuem células de bainha bem distintas, com células pequenas de parede fina, separadas especialmente, abaixo das células paliádicas (diferente da anatomia Kranz). Além de realizar fotossíntese tipo C3, essas células podem ser utilizadas no transporte de fotoassimilados na folha (ALVES, 2006) diferindo da anatomia Kranz, típica de plantas C4, pois as células da bainha estão todas em contato direto com muitas células do mesófilo (EDWARDS et al., 1990).

Tafur et al. (1997) relataram uma ampla variação na fotossíntese líquida da folha durante os meses mais secos, variando de 27 a 31 $\mu\text{mol (CO}_2\text{) m}^{-2}\text{s}^{-1}$, e em zonas semi-áridas, variou de 7 a 20 $\mu\text{mol. (CO}_2\text{) m}^{-2}\text{s}^{-1}$, ambas com diferenças significativas entre as cultivares. El-Sharkawy, Tafur e López (2012b), obtiveram taxas fotossintéticas máximas, de várias cultivares de mandioca cultivadas em campo, superiores a 40 $\mu\text{mol. (CO}_2\text{) m}^{-2}\text{s}^{-1}$ em avaliações realizadas em regiões quentes com temperaturas próximas de 40°C. Os mesmos autores, verificaram que em avaliação no CIAT com cultivares e variedades locais do Brasil, Argentina, Colômbia e Bolívia, a taxa média de fotossíntese apresentou variação, de 14 a 32 $\mu\text{mol. (CO}_2\text{) m}^{-2}\text{s}^{-1}$, para acessos do Brasil e da Argentina, respectivamente.

A mandioca apresenta um alto ponto de compensação para o CO₂, de 49 a 68 $\mu\text{L L}^{-1}$, típico de planta C3 e em condições de campo, a fotossíntese da mandioca apresenta uma temperatura ótima elevada (35°C), um largo platô (25 a 35°C) e não é saturada pela luz até 1800 $\mu\text{mol PAR m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (EL-SHARKAWY; HERNANDES; HERSHEY, 1992) ou 2000 $\mu\text{mol PAR m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (ANGELOV et al., 1993). Portanto, a mandioca é bem adaptada às condições tropicais, necessitando de alta temperatura e radiação solar para um ótimo desenvolvimento foliar e para expressar seu potencial fotossintético. Tanto o rendimento das raízes de reserva como a biomassa total apresentam correlação positiva com a taxa fotossintética (EL-SHARKAWY; COCK, 1990; RAMANUJAM, 1990).

Estudos indicam que, mesmo quando cultivadas em elevada concentração atmosférica de CO₂, a mandioca tem capacidade de se manter sem reduzir sua taxa fotossintética (FERNANDEZ et al., 2002; EL-SHARKAWY, 2012; MONTEMAYOR LEWIS; TUMILSON, 2015), tanto que é sugerida como alimento do futuro, quando o aquecimento global influenciar na produção de outros amidos (GABRIEL et al., 2014; FAO,2013). Outras pesquisas têm indicado que a produção de raízes de armazenamento e biomassa total da planta entre uma grande variedade de cultivares é significativamente correlacionada com a taxa fotossintética (EL SHARKAWY et al., 1990) ou com área foliar do dossel (EL SHARKAWY, 1993).

2.1.3 Pragas da cultura

A mandioca pode ser afetada por diversos artrópodes e, segundo Bellotti; Smith e Lapoint (1999), cerca de 200 espécies são associadas a seu cultivo. Segundo os autores, algumas coevoluíram com a cultura e são específicas e adaptadas, em diferentes níveis, aos fatores naturais de resistência da planta hospedeira, como os compostos cianogênicos. Contudo, devido à alta capacidade de regeneração e suporte da planta, nem todos atingem o status de praga (BELLOTTI et al. 2002).

No Brasil, destacam-se como pragas, mandarová, *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae), percevejo-de-renda, *Vatiga manihotae* e *V. illudens* (Hemiptera: Tingidae), mosca-branca, *Bemisia tuberculata* e *Aleurothrixus aepim* (Hemiptera: Aleyrodidae), ácaros, *Mononychellus tanajoa* e *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), tripes, *Frankliniella williamsi* e *Scirtothrips manihoti* (Thysanoptera: Tripidae), congo, *Migdolus fryanus* (Coleoptera: Cerambycidae) e cochonilhas da parte aérea, *Phenacoccus manihoti* e *Ph. herreni*, e das raízes, *Protortonia navesi* (Hemiptera: Margarodidae), *Pseudococcus mandio* e *Dysmicoccus* sp. (Hemiptera: Pseudococcidae), cupins e formigas (PIETROWSKI et al., 2010; BELLOTTI; CAMPOS, HYMAN, 2012; EMBRAPA, 2016; BARILLI, et al., 2014; WENGRAT et al., 2015).

O aumento das concentrações de área cultivada, o uso indiscriminado de agrotóxicos e a intensa troca de material entre produtores de diferentes regiões têm favorecido o aumento e a dispersão dessas pragas na cultura da

mandioca (OLIVEIRA et al., 2001; TAKAHASHI, 2002; BELLOTTI; CAMPOS, HYMAN, 2012). Streito et al. (2012) têm alertado que, a ausência de medidas de controle fitossanitário faz com que estas se dispersem rapidamente para as áreas de cultivo.

Exemplo desta dispersão se tem com o percevejo-de-renda que, com mais ou menos impacto nos cultivos, dependendo principalmente das condições climáticas e de fertilidade, está distribuído em todas as regiões.

2.2 PERCEVEJO-DE-RENDA

2.2.1 Aspectos gerais da praga

O percevejo-de-renda (*Vatiga* spp.) pertence à família Tingidae é descrito como praga importante em diversos países das Américas do Sul e Central, e como citado acima, é uma das pragas quem vem se dispersando, sendo reportado sua presença em locais como Flórida, Cuba, Haiti, República Dominicana, Jamaica, Porto Rico, Ilha da Reunião, Trinidad, Brasil, Argentina, Colômbia, Equador, Guiana e Venezuela (FROESCHNER, 1993; GUILBERT; MONTEMAYOR, 2010; HALBERT, 2010; STREITO et al., 2012).

Várias espécies já foram identificadas, sendo descritas cinco espécies para a região Neotropical, *Vatiga illudens* (Drake, 1922), *V. manihotae* (Drake, 1922), *V. pauxilla* (Drake e Poor), *V. varianta* (Drake) e *V. cassiae* (Drake e Hambleton, 1946) (Hemiptera: Tingidae) (Froeschner, 1993). No Brasil *V. illudens* predomina na região nordeste e *V. manihotae* na região centro-sul (BELLOTTI et al., 1994; BELLOTTI; SMITH; LAPOINT, 1999; BELLOTTI, 2002; BELLON et al., 2012; WENGRAT; PIETROWSKI, 2013).

Os insetos adultos de *V. illudens* e *V. manihotae* possuem formações bastante elaboradas nas asas, dando a impressão de pequenos pedaços de renda, exibem coloração castanho acinzentado e medem, aproximadamente, três milímetros de comprimento e um milímetro de largura, enquanto as ninfas são esbranquiçadas e menores que os adultos, cerca de 0,65 a 2,34 mm de comprimento dependendo do estágio ninfal (CIOCIOLA; SAMWAYS, 1979;

FARIAS, 1987; FROESCHNER, 1993; BELLOTTI; CAMPOS; HYAM, 2012; WENGRAT et al., 2015).

2.2.2 Biologia

Este inseto insere os ovos no tecido foliar, de preferência junto as nervuras centrais e nas convergências próximo ao pecíolo, imperceptíveis a olho nu (FARIAS, 1987; BELLOTTI et al., 2012), com fecundidade variando de 61 a 94 ovos para *V. manihotae* (BORRERO; BELLOTTI, 1983; MIRANDA et al., 2009) e com média de 61,2 a 118 ovos para *V. illudens* (BELLOTTI; CAMPOS; HYAM, 2012; WENGRAT, 2016). A duração do desenvolvimento embrionário é de 10,1 dias para *V. illudens* (WENGRAT, 2016) e de 9,6 a 12,6 para *V. manihotae* (BORRERO; BELLOTTI, 1983; MIRANDA et al., 2009).

A fase de ninfa tem seu período variando de 12 a 13 dias para *V. illudens* (FARIAS, 1987; OLIVEIRA et al., 2009; WENGRAT, 2016) e 11 a 17 para *V. manihotae* (MIRANDA et al., 2009; BORRERO; BELLOTTI, 1983), ambas espécies passando por cinco ínstares até chegar à fase adulta (FARIAS, 1987; WENGRAT et al., 2015).

Em média os adultos de *V. illudens* possuem longevidade variando de 27 (FARIAS, 1987) a 65 dias (WENGRAT, 2016), enquanto que para *V. manihotae* essa longevidade ficou entre 90 a 92 dias (FREY NETO; PIETROWSKI, 2006; MIRANDA et al., 2009).

Estudos demonstraram que variedades de mandioca podem influenciar o desenvolvimento de *Vatiga* spp. (MIRANDA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2016; WENGRAT, 2016) com característica de antibiose e antixenose.

2.2.3 Danos e controle

Tanto os adultos como as ninfas causam danos à cultura e sua infestação normalmente começa na parte basal da planta, expandindo-se para a região mediana, com os insetos localizados na face inferior das folhas, mas quando o ataque é severo, podem chegar até as apicais (FARIAS, 1987; BELLOTTI et al., 2012). Alimentam-se do protoplasto das células do parênquima foliar, causando danos semelhantes aos dos ácaros, deixam pontos cloróticos

nas folhas, pequenas pontuações amarelas, que podem evoluir para tons marrom-avermelhada (BELLOTTI; SMITH; LAPOINT, 1999; FARIAS; ALVES, 2004; PIETROWSKI et al., 2010; BELLOTTI et al., 2012). Na face inferior das folhas aparecem inúmeros pontos pequenos e pretos, que correspondem aos excrementos dos insetos, diferindo dos danos dos ácaros (FARIAS; BELLOTTI, 2006; BELLOTTI, et al., 2012).

O dano na folhagem pode causar redução na taxa de fotossíntese e queda das folhas inferiores, porém quando a infestação é severa, pode ocorrer o desfolhamento total da planta (BELLOTTI et al., 2002; FARIAS; ALVES, 2004; PIETROWSKI et al., 2010). Plantas jovens (quatro a cinco meses) atraem grandes populações, as quais diminuem nas plantas mais velhas (SCHMITT, 2002).

Alguns estudos indicam que o inseto tem potencial de reduzir a produtividade, contudo esse potencial é variável dentro das variedades e da presença de outros insetos pragas. As perdas na produtividade das raízes apontam redução de 21% (FIALHO; OLIVEIRA; ALVES, 1994), 39 % (BELLOTTI; SMITH; LAPOINT, 1999) e 55% (FIALHO et al., 2009). Para a parte aérea, esses danos variam de 48 a 50% (FIALHO; OLIVEIRA; ALVES, 1994; FIALHO et al., 2009).

O controle é difícil, pois têm poucos inimigos naturais (BELLOTTI; SMITH; LAPOINT, 1999). O uso contínuo de inseticidas é caro e pode destruir os inimigos naturais de outras pragas, e apesar de haver pesquisas com inseticidas químicos (PAULA-MORAES et al., 2007a; SCHERER et al., 2009), não existem, no Brasil, produtos registrados para esses insetos na cultura da mandioca (AGROFIT, 2016).

Em não havendo agentes químicos registrados para serem utilizados em seu controle, uma estratégia importante é a utilização de cultivares resistentes, sendo uma boa opção de controle pelo baixo custo e pela possibilidade de integração com outros métodos de controle (COSENZA; PERIM; COSTA, 1981; LARA, 1991, BELLOTTI; ARIAS, 2001; PAULA-MORAES et al., 2007b; SANTOS et al., 2008). Estudos preliminares e avaliações feitas no banco de germoplasma de mandioca no CIAT indicam que pode haver resistência varietal, mas que mais pesquisas são necessárias para desenvolver a tecnologia (BELLOTTI et al., 2012). Recentemente verificou-se que cultivares de mandioca no Brasil

apresentam mecanismos de resistência a *V. illudens* (OLIVEIRA et al., 2016; WENGRAT, 2016).

Grande parte dos estudos de controle do percevejo-de-renda em laboratório são com produtos fitossanitários biológicos (OLIVEIRA et al., 2001; BELLON et al., 2009), inseticidas naturais (WENGRAT et al., 2014) e com fungos entomopatogênicos (OLIVEIRA et al., 2001; JUNQUEIRA et al., 2005; FARIAS; ALVES, 2004; BELLON et al., 2009). O fungo *Beauveria bassiana*, ocorre naturalmente controlando esta espécie no campo (ALVES et al., 2012).

O percevejo *Zellus nugax* (Hemiptera: Reduviidae) foi registrado predando ninfas e adultos de *Vatiga*, chegando a consumir em todo seu ciclo biológico, a média de 475 indivíduos (OSPINA; CEBALLOS, 2002). Além deste, Farias (1985) verificou a presença de *Hyaliodes vitreus* (Hemiptera: Miridae) predando *V. illudens*. Há também várias espécies de aranhas que se alimentam desse inseto, mas, até agora, seu potencial como predadores não foi medido (BELLOTTI et al., 2002; 2012).

Além de predadores e patógenos, outro agente de controle biológico importante e que exerce impacto negativo sobre o crescimento populacional da praga são os parasitoides, porém, para percevejo de renda não há registro de parasitoides.

2.3 Referências Bibliográficas

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.html>. Acesso em: 10 mar. 2016.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In.: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G.) (Eds). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. p.138-169. 2006.

ALVES, L. F. A.; BELLON, P. P., RHEINHEIMER, A. R.; PIETROWSKI, V. First record of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) on adults of cassava lace bug *Vatiga manihotae* (Drake) (Hemiptera: Tingidae) in Brazil. v.79, n.2, p.309-311, **Arquivos do Instituto biológico**, São Paulo, abr-jun. 2012.

ANGELOV, M. N.; SUN, J.; BYRD, G. T.; BROWN, R. H.; BLACK, C. C. Novel characteristics of cassava, *Manihot esculenta* Crantz, a reputed C-3-C-4 intermediate photosynthesis species. **Photosynthesis Research**. v.38. p.61–72. 1993.

BARILLI, R. D.; PIETROWSKI, V.; WENGRAT, P. G. DA S. A.; GAZOLA, D.; RINGENBERG, R. Biological characteristics of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* (Hemiptera: Pseudococcidae). **Revista Colombiana de Entomología**. v. 40, n. 1. p. 21-24. 2014.

BARROS, G. S. de C (coord.). **Melhoria da competitividade da cadeia agroindustrial de mandioca no Estado de São Paulo**. São Paulo: SEBRAE; Piracicaba, SP: ESALQ: CEPEA, 2004. 347p.

BELLON, P. P.; RHEINHEIMER, A.; GAZOLA, D.; MIRANDA, A.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L.; MONDARDO, D. Patogenicidade de isolados de *Beauveria bassiana* e *Metharizium anisopliae* Sobre o Percevejo-de-renda da Mandioca *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.1167-1170, 2009.

BELLON, P. P.; WENGRAT, A. P. G. da S.; KASSAB, S. O.; PIETROWSKI, V., LOUREIRO, E. de S. Occurrence of lace bug *Vatiga illudens* and *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae) in Mato Grosso do Sul, midwestern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.84, n.3, p.703-705, 2012.

BELLOTTI, A. C. Arthropod pests. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. **Cassava: Biology, production and utilization**. Wallingford: CABI Publishing International. p. 209-235. 2002.

BELLOTTI, A. C.; SCHOONHOVEN, A. V. Mite and insect pests of cassava. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.23, n.1, p.39–67, 1978.

BELLOTTI, A. C.; BRAUN, A. R.; ARIAS, B.; CASTILLO, J. A.; GUERRERO, J. M. Origin and management of neotropical cassava arthropod pests. **African crop science journal**, Kampala, v.2, n.4, p.407–417. 1994.

BELLOTTI, A. C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 44, n. 1, p. 343-370, 1999.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, B. Host plant resistance to whiteflies with emphasis on cassava as a case study. **Crop Protection**, v.20, p. 813-823, 2001.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, V. B.; VARGAS, H. O.; PEÑA, J. E. Pérdidas en rendimiento del cultivo de yuca causadas por insectos y acaros. In: OSPINA, B. CEBALLOS, H (Eds). **La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento y comercialización**. CIAT/CLAYUCA, n.327. 2002. 586p.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, B. V.; VARGAS, O. H.; REYES, J. A. Q.; GUERRERO, J. M. Insects and Mites that attack cassava, and their control. Cap.10. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H (eds.). **Cassava in the third millennium: modern**

production, processing, use, and marketing systems. CIAT, Cali, 2012. 574p.

BELLOTTI, A. C; CAMPOS, B. V. H.; HYMAN, G. Cassava Production and Pest Management: Present and Potential Threats in a Changing Environment. **Tropical Plant Biology.** v.5, n.1, p.39-72. 2012.

BORRERO, H. M; BELLOTTI, A. C. Estudio biológico en el chinche de encaje *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae) y de uno de sus enemigos naturales *Zelus nugax* Stal (Hemiptera: Reduviidae). In: REYES, J. A, (Ed). **Yuca: control integrado de plagas.** Cali, p.163-167. 1983.

BUITRAGO, J.; GIL, J. L.; OSPINA, B. The use of Cassava Products in Animal Feeding. Cap.27. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H (eds.). **Cassava in the third millennium: modern production, processing, use, and marketing systems.** CIAT,Cali, 2012. 574p.

BURNS, A., GLEADOW, R. M, CAVAGNARO, T. R. Cassava: the drought, war and famine crop in a changing environment. **Sustainability,** New York, v.2, p.3572-3607. 2010.

CALATAYUD, P. A. Influence of linamarin and rutin on biological performances of *Phenacoccus manihoti* in artificial diets. **Entomologia experimentalis et applicata,** Amsterdam, v.26, n.1, p.81–86, 2000.

CALATAYUD, P. A.; BARÓN, C. H.; VELÁSQUEZ, H.; ARROYAVE, J. V.; LAMAZE, T. Wild manihot species do not possess C4 photosynthesis. **Annals of Botany,** London, v.89, p.125-127, 2002.

CALATAYUD, P. A.; TERTULIANO, M.; LE RÜ, B. Seasonal changes in secondary compounds in the phloem sap of cassava in relation to plant genotype and infestation by *Phenacoccus manihoti* (Homoptera: Pseudococcidae). Bulletin of entomological research, London, v.84, p.453–459. 1994.

CALATAYUD, P. A.; RAHBÉ, Y.; TJALLINGII, W. F.; TERTULIANO, M.; LE RÜ, B. Electrically recorded feeding behaviour of cassava mealybug on host and non-host plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata,** Amsterdam, v.72, n.3, p.219–232. 1994a.

CALATAYUD, P. A.; RAHBÉ, Y.; DELOBEL, B.; KHOUNG-HUU, F.; TERTULIANO, M.; LE RÜ, B. Influence of secondary compounds in the phloem sap of cassava on expression of antibiosis towards the mealybug, *Phenacoccus manihoti*. **Entomologia Experimentalis et Applicata,** Amsterdam, v.72, n.1, p.47–57. 1994b.

CALATAYUD P. A.; LE RÜ, B. **Cassava-mealybug interactions.** IRD Éditions: Montpellier. 110 p. 2006.

CALATAYUD, P. A.; MÚNERA, D. F. Cassava's Natural Defense against Arthropod Pests In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H (eds.). **Cassava in the third millennium: modern production, processing, use, and marketing systems.** CIAT,Cali, 2012. 574 p.

CÂMARA, G. M. S.; GODOY, O. P. I. Desempenho vegetativo e produtivo de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) a partir de manivas com diferentes diâmetros. **Scientia Agricola**, v.55, p. 326-333, 1998.

CAYÓN, M. G.; EL-SHARKAWY, M. A.; CADAVID, L. F. Leaf gas exchange of cassava as affected by quality of planting material and water stress. **Photosynthetica**, v.34, p.409-418, 1997.

CEBALLOS, H. Cassava in Colombia and the world: New Prospects for a Millennial Crop. Cap.1. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H (eds.). Cassava in the third millennium: modern production, processing, use, and marketing systems. CIAT,Cali 2012. 574 p.

CEBALLOS, H.; La CRUZ, G. Cassava Taxonomy and Morphology, cap.2. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H (eds.). **Cassava in the third millennium: modern production, processing, use, and marketing systems**. CIAT,Cali 2012. 574p.

CEBALLOS, H.; SÁNCHEZ, T.; ENYER, K.; TOFIÑO, A. P.; ROSERO, E. A.; DUFOUR, D; SMITH, A.; MORANTE, N.; PÉREZ, J. C.; FAHY ,B. Induction and identification of a small-granule, high-amylose mutant in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of agricultural and food chemistry**. v.56, n.16, p.7215–7222, 2008.

CIOCIOLA, A. I.; SAMWAYS, M. J. Insetos da mandioca e seu controle. **Informe Agropecuário**. v.5 p.65-70, 1979.

CONNOR, D. J.; COCK, J. H., Response of cassava to water shortage 2. Canopy dynamics, **Field Crops Research**. v.4, p.285–296. 1981.

COSENZA G. W.; PERIM S.; COSTAL, I. R. S. Resistência de variedades de mandioca ao percevejo-de-renda, *Vatiga illudens* (Drake, 1922). **EMBRAPA** (pesquisa em andamento), v.7, p.1- 6. 1981.

VRIES, S. C.; VAN DE VEN, G. W. J.; VAN ITTERSUM, M. K.; GILLER, K. E. Resource use efficiency and environmental performance of nine major biofuel crops, processed by first-generation conversion techniques. **Biomass Bioenerg**. v.34, p.588-601. 2010.

EDWARDS, G. E.; SHETA, E.; MOORE, B.; DAI, Z.; FRANCESCHI, V. R.; CHENG, S. H.; LIN, C. H.; KU, M. S. B. Photosynthetic characteristics of cassava (*Manihot esculenta* Crantz), a C3 species with Chlorenchymatous bundle sheath cells. **Plant Cell Physiology**, v.31, p.1199-1206, 1990.

EL-SHARKAWY, M. A. Drought-tolerant cassava for Africa, Asia, and Latin America. **BioScience**, Whashington, v.43, p.441–451, 1993.

_____. Cassava biology and physiology. **Plant Molecular Biology**, v.56, p.481-501, 2004.

_____. International research on cassava photosynthesis, productivity, eco-physiology, and responses to environmental stresses in the tropics. **Photosynthetica**, v.44, p.481-512, 2006.

_____. Stress-Tolerant Cassava: The Role of Integrative Ecophysiology-Breeding Research in Crop Improvement. **Open Journal of Soil Science**, v.2, p.162-186. 2012.

EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H. Response of cassava to water stress. **Plant and Soil**, v.100, p.345-360, 1987.

_____. Photosynthesis of cassava *Manihot esculenta*, **Experimental Agriculture**. v. 26, p.325–340. 1990.

EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H. PORTO, M. C. M. Características fotossintéticas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, p.143-154, 1989.

EL-SHARKAWY, M. A.; CADAVID, L. F. Response of cassava to prolonged water stress imposed at different stages of growth. **Experimental Agriculture**, v.38, p.333-350, 2002.

EL-SHARKAWY, M. A., DE TAFUR, S. M, LOPEZ, Y. Eco-physiological research for breeding improved cassava cultivars in favorable and stressful environments in the tropical/subtropical bio-systems. **Environmental Research Journal**, v.6, n.2, p.143-211, ago. 2012a.

_____. Cassava productivity, photosynthesis, ecophysiology, and response to environmental stresses in the tropics: a multidisciplinary approach to crop improvement and sustainable production. In: OSPINA, B., CEBALLOS, H. (ed.): **Cassava in the Third Millenium: Modern Production, Processing, Use, and Marketing Systems**. p. 29-88. CIAT, Cali, Colombia 2012b.

EL-SHARKAWY, M. A.; HERNANDEZ, A. D. P.; HERSHEY, C. Yield stability of cassava during prolonged mid-season water stress. **Experimental Agriculture**, v.28, p.165-174, 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária. **Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado** 2016. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/pragas.htm>. Acesso em: 10 mar. 2016.

FAO. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, **FAO Food Outlook, Global Market Analysis: Cassava**. p.39-44. 2011.

_____. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, **FAO Save and Grow: Cassava A guide to sustainable production intensification** 2013. 140p. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/save-and-grow/cassava/pdf/SG-Cassava-Brief.pdf>>. Acesso em 13 dez. 2016.

_____. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, **FAO The State of Food Insecurity in the World**. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/news/story/pt/item/288582/icode/>>. Acesso em: 15 set. 2016.

FAO; IFAD, 2000 Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Fund for Agricultural Development. 2000. **La economía mundial de la yuca: Hechos, tendencias y perspectivas**. Rome, Italy. 59 p.

FARIAS, A. R. N, *Hyaliodes vitreus* (Hemiptera: Miridae): um predador de *Vatiga illudens* (Drake, 1773) (Hemiptera: Tingidae) em mandioca, na Bahia. **Revista Brasileira de Mandioca**. v.4, n.1, p.123-124. 1985.

_____. Biologia de *Vatiga illudens* (Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) em laboratório. **Revista Brasileira de Mandioca**. V. 6, p.17-19. 1987.

FARIAS, A. R. N.; ALVES, R. T. O percevejo de renda na cultura da mandioca. **Comunicado Técnico** – Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, n.28, p.1-2, 2004.

FARIAS, A. L. N.; BELLOTI, A. C. Pragas e seu Controle. In: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. **Aspectos Socioeconômicos e Agronômicos da Mandioca**. Cruz das Almas/BA, p. 591 – 671, 2006.

FELIPE, F. I.; ALVES, L. R. A.; VIEIRA, R. M. Fécula de mandioca, produção na Tailândia *versus* Brasil. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v.3, p.28, mar. 2013.

FERNANDEZ, M. D.; TEZARA, W.; RENGIFO, E.; HERRERA, A., Lack of downregulation of photosynthesis in a tropical root crop, cassava, grown under an elevated CO₂ concentration, **Functional Plant Biology**, v.29, p.805–814. 2002.

FERREIRA FILHO, J. R. Influência da idade da planta sobre a produtividade e teor de proteína da parte aérea da mandioca. **Boletim Técnico**, n.35, 35p. 1997.

FERREIRA, N.M.C. **Cadeia produtiva da farinha de mandioca na perspectiva da análise de *filiere* e *supply chain* management: um estudo de caso das relações entre a agroindústria e a distribuição**. 2004. 83p. Dissertação (Mestrado em Ciências em engenharia de produção), Programa de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

FIALHO, J. F.; OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, R. T. Efeito do dano do percevejo de renda *Vatiga illudens* (Drake, 1922) sobre o rendimento da mandioca no Distrito Federal. In: 8º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, Salvador, 1994. **Resumos** Salvador: Sociedade Brasileira de Mandioca, p.91. 1994.

FIALHO, J. de F.; OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, R. T.; PEREIRA, A. V.; JUNQUEIRA, N. T. V.; GOMES, A. C. Danos do percevejo-de-renda na produtividade da mandioca no Distrito Federal. Brasília. **Comunicado Técnico**, n. 48, 3 p. 2001.

FIALHO, J. DE F.; VIEIRA, E. A.; PAULA-MORAES, S. V. P.; SILVA, M. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. Danos causados por percevejo-de-renda na produção de parte aérea e raízes de mandioca. **Scientia Agraria**, v.10, n.2, p.151-155, 2009.

FREY NETO, C.; PIETROWSKI, V. Parâmetros biológicos de *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae) em mandioca. In: XXI Congresso Brasileiro de

Entomologia, 2006, Recife. **Anais**. Recife. Sociedade Entomológica do Brasil. 2006.

FROESCHNER, R. C. The neotropical lace bugs of the genus *Vatiga* (Heteroptera: Tingidae), pest of cassava: new synonymies and keys to species. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v.95, p.457–462, 1993.

FUKUDA, C.; OTSUBO, A. A. Cultivo da mandioca na região centro sul do Brasil. In: EMBRAPA. **Sistemas de produção**. Brasília, DF, Sistemas de produção, n.7. 2003.

FUKUDA, W. M. G; CARVALHO, H. W. L. C. Propagação Rápida de Mandioca no Nordeste Brasileiro. **Circular técnica**, n.45. 6p. 2006.

GABRIEL, L. F.; STRECK, N. A.; UHLMANN, L. O.; SILVA, M. R.; SILVA, S. F. Mudança climática e seus efeitos na cultura da mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental Campina Grande**, v.18, n.1, p.90-98, 2014.

GROXCO M. 2016. **Análise da conjuntura agropecuária mandioca - SAFRA 2015/16**. SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento DERAL - Departamento de Economia Rural. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/mandioca_2015_16.pdf>. Acesso em: 20 set. 2016.

GUILBERT É.; MONTEMAYOR S. I. Tingidae (Insecta, Heteroptera) from the Argentinan Yungas: new records and descriptions of selected fifth instars. **Zoosystema**, Paris, v.32, n.4, p.549-565. 2010.

HALBERT, S. The Cassava Lace Bug, *Vatiga illudens* (Drake) (Hemiptera: Tingidae), a new exotic lace bug in Florida. Florida Division of Plant Industry, **Pest Alert**, n. 1-2. 2010. Disponível em: <<http://www.freshfromflorida.com/DivisionsOffices/Plant-Industry/Plant-Industry-Publications/PestAlerts/Cassava-Lace-Bug>>. Acesso em: 12 set. 2016.

JUNQUEIRA, N. T. V.; FIALHO, J. de F.; OLIVEIRA, M. A. S. de; ALVES, R. T. Patogenicidade de fungos para o percevejo-de-renda (*Vatiga illudens*) da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.18, n. 2, p. 59-64, out. 2005.

LARA, F.M. 1991. **Princípios de resistência de plantas aos insetos**. São Paulo, Ícone. 336p

LARA, A. C. C.; BICUDO, S. J.; BRACHTVOGEL, E. L.; ABREU, M. L.; CURCELLI, F. Melhoramento genético da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* crantz). **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 4, p.55-65, 2008.

LIMA, J. S.; PINTO, O. R. O.; BARBO, T. Interações Tritróficas Nos Agroecossistemas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.16, p. 1347-1360, 2013.

MATTOS, P. L. P. de; CARDOSO, E. M. R. Cultivo da mandioca para o Estado do Pará. EMBRAPA-CNPMF. **Sistemas de produção**, n.13. 2003. Disponível em:

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_pa_ra/cultivares>. Acesso em: 07 jul.2016.

MIRANDA, A. M.; RHEINHEIMER, A. R.; BELLON, P. P.; GAZOLA, D.; FREYNETO, C., PIETROWSKI, V. Biologia do percevejo de renda (*Vatiga manihotae*) (HEMIPTERA: TINGIDAE) em plantas de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.5, p.275-279, 2009. Disponível em: <<http://www.cerat.unesp.br/xiiicbm/index.html>>. Acesso em: 25 out. 2016.

MONTEMAYOR, S. I, DELLAPÉ P. M.; MELO M.C. Geographical distribution modelling of the bronze bug: a worldwide invasion. **Agricultural and Forest Entomology** .2014.

_____. Predicting the potential invasion suitability of regions to cassava lacebug pests (Heteroptera: Tingidae: *Vatiga* spp.) **Bulletin of Entomological Research**. v.105, p.173–181. 2015.

MORAES, C. M.; LEWIS, W. J.; TUMLINSON, J. H. Examining plant-parasitoid interactions in tritrophic systems. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n 2, p. 189-203, 2000.

OLIVEIRA M. A. S.; FIALHO, J. de F.; ALVES, R. T.; OLIVEIRA, J. N. S.; GOMES, A. C. Dinâmica populacional do percevejo-de-renda *Vatiga illudens* (Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) na cultura da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) no Distrito Federal. Planaltina, Embrapa Cerrados, **Boletim técnico**, n.5,13p. 2001.

OLIVEIRA, J. O. A. P.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C. A.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; MUNIZ, A. S. SAGRILO, E. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 443-450, 2001.

OLIVEIRA, C. M; VIEIRA, E. A; PAULA-MORAES, S. V; FIALHO, J. F.; TAKADA, S. C. S. Desenvolvimento ninfal de *Vatiga illudens* (Drake) (Hemiptera: Tingidae) em acessos de mandioca. **Revista Amidos e Raízes Tropicais**, v.5, p. 388-393, 2009.

OLIVEIRA, H. N.; BELLON, P. P.; LOUREIRO, E. S.; MOTA, T. A. Não-preferência para a oviposição de percevejo-de-renda *Vatiga illudens* (Hemiptera: Tingidae) por cultivares de mandioca. **Acta Biológica Colombiana**, Bogotá, v.21, n.2, p.447-451. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15446/abc.v21n2.52021>>. Acesso em 20 dez. 2016.

OLSEN, K. M. SNPs, SSRs and inferences on cassava's origin. **Plant Molecular Biology**, v. 56, n. 4, p. 517-526, 2004.

OSPINA, P. B; CEBALLOS, H. **Cassava in the third millennium: Modern production, processing, use, and marketing systems**. **Centro Internacional de Agricultura Tropical** (CIAT); Latin American and Caribbean Consortium to support Cassava Research and Development (CLAYUCA); Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation, n.377, Cali, 574 p. 2012,

OTSUBO, A. A.; LORENZI, J. O. Cultivo da Mandioca na região Centro-Sul do Brasil. **Sistema de produção**, v.3, 116p. 2002. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/249613/1/SP20023.pdf>> . Acesso em: 12 mar. 2016.

OTSUBO, A. A.; PEZARICO, C. R. A cultura da mandioca em Mato Grosso do Sul. In: OTSUBO, A.A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S. (Coord.). **Aspectos do Cultivo da Mandioca em Mato Grosso do Sul**. Dourados/Campo Grande: Embrapa Agropecuária Oeste/UNIDERP, p.77-108. 2002.

PAULA-MORAES, S. V.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; PONTES, R. A. A.; NUNES, R. Eficiência de agrotóxicos no controle do percevejo-de-renda (*Vatiga illudens* Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) em genótipos de mandioca indústria. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 3, 4p. 2007a.

PAULA-MORAES, S. V.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; PONTES, R. A. A.; NUNES, R. Variabilidade de genótipos de mandioca indústria e mesa quanto a resistência de percevejo de renda (*Vatiga illudens* Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae). In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2007. Paranavaí. Mandioca: bioenergia, alimento e renda: **Anais**. Paranavaí, 2007b.

PIETROWSKI, V.; RINGENBERG, R., RHENHEIMER, A.R.; BELLON, P.P.; GAZOLA, D.; MIRANDA, A.M. **Insetos-praga da cultura da mandioca na região Centro-Sul do Brasil**. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil, 40p. 2010.

RAMANUJAM, T. Effect of moisture stress on photosynthesis and productivity of cassava, **Photosynthetica** v.24, p.217–224. 1990.

RHEINHEIMER, A.R. **Resistência de variedades de mandioca à cochonilha *Phenacoccus manihoti* (MATILE-FERRERO) e sua influência sobre o parasitoide *Anagyrus lopezi* (DE SANTIS)**. 2013. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia) de doutorado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2013.

SANTOS, M. F.; PAULA-MORAES, S. V.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F. OLVEIRA, C. M.; SOUZA, A. A. C.; BEZERRA, P. C.; SOUZA, R. S. Variabilidade de acessos de mandioca colorida e açúcar quanto a resistência de percevejo de renda (*Vatiga illudens* Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae). In: II SIMPOSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS e IX SIMPOSIO NACIONAL CERRADO, 2008, Brasília. **Anais...** Embrapa. Brasília, DF. 2008.

SCHERER, W. A.; BELLON, P.P.; RHEINHEIMER, A. R.; GAZOLA, D.; MIRANDA, A. M.; PIETROWSKI, V. Eficiência de diferentes inseticidas sobre o percevejo de renda (*Vatiga manihotae*) (hemiptera: tingidae) em mandioca. In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2009. Resumos. Botucatu. **Revista Amigos e Raízes tropicais**. p.448-452. 2009.

SCHMITT, A. T. Principais insetos e pragas da mandioca e seu controle. In CEREDA, M. P. (Coord.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo. Fundação Cargill, p. 350-369. 2002.

SEAB/DERAL. Secretaria de Agricultura e Abastecimento / Departamento de economia rural. **Agrotóxicos no Paraná**. 2016. Disponível em: <<http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SETTER, T. L.; FREGENE, M. A. Recent Advances In Molecular Breeding Of Cassava For Improved Drought Stress Tolerance In: JENKS et al. (eds.), **Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops**, p.701–711. 2007.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. da S. Clima e solo. In: MATTOS, P. L. de, GOMES, J. de C. (Coord.) **O cultivo da mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, circular técnica, n.37, p. 11-13, 2000.

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. A cultura da mandioca. **Sistemas de Produção**, v.8. Embrapa Mandioca e Fruticultura: 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/plantio.htm>. Acesso em: 23 jan. 2016.

SOUZA, L. de S. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa, Mandioca e Fruticultura, 2006. 817p.

STREITO, J. C.; GUILBERT, E; MÉRION, S; MINATCHY, J.; PASTOU, D. Premier signalement de *Vatiga illudens* (Drake, 1922), nouveau ravageur du Manioc dans le Mascareignes (Hemiptera Tingidae). **L'Entomologiste**, v. 68, p.357–360. 2012.

TAFUR, S. M. Fisiología de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). In: OSPINA B; CEBALLOS H, eds. **Cultivo de la yuca en el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización**. CIAT, Cali, p.34–45. 2002.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artemed, 3.ed. 2004. 719p.

TAKAHASHI, M. Cultivo comercial na região centro sul do Brasil. In: CEREDA, M. P. (Org.) **Agricultura: Tuberosas amiláceas latino americanas**. 1 ed. São Paulo: Fundação Cargill, v. 2, 2002. p. 258-273.

WENGRAT, APGS. **Vatiga illudens (DRAKE, 1922) (HEMIPTERA: TINGIDAE) na cultura da mandioca (Manihot esculenta CRANTZ)**. 2016. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2016.

WENGRAT, A. P. G. S.; PIETROWSKI, V. Espécies do gênero *Vatiga* (Hemiptera: Tingidae) associados à cultura da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). In: XV Congresso Brasileiro de Mandioca, Salvador, BA, Brazil. **Resumo...**: XV Congresso Brasileiro de Mandioca, Salvador, BA. Brasil. 2013.

WENGRAT, A. P. G. S.; UEMURA-LIMA, D. H.; BARILLI, D.; GAZOLA, D.; FREDRICH, J. E.; RINGENBERG, R.; PIETROWSKI, V. Eficiência de produto a base de azadiractina no controle da ninfa do percevejo-de-renda na cultura da mandioca. Resumos do I Congresso Paranaense de Agroecologia – Pinhais/PR. **Cadernos de Agroecologia**. v.9, n.1, 2014.

WENGRAT, A. P. G. S.; MATESCO, V. C.; BARÃO, K. R.; GRAZIA, J.; PIETROWSKI, V. External morphology of the immature stages of *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae) with comments on ontogenesis. **Florida Entomologist**. v.98, v.2, p.626-632. 2015.

3 ARTIGO 1: Dano foliar de *Vatiga* spp. (Hemiptera: Tingidae) em mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz)

RESUMO

A mandioca (*Manihot esculenta*) é cultivada em diferentes locais do mundo e por diversos povos. É de grande importância na alimentação humana e animal sendo utilizada para diversos fins industriais. Diante disso, tornou-se um sistema de cultivo que favorece o aparecimento de praga e doenças de planta, como é o caso do percevejo-de-renda (*Vatiga* spp.) que juntamente com a planta, vem ganhando expansão territorial e suscitando preocupação diante do aumento populacional no campo. Já é sabido que sua presença causa perdas na produtividade, porém pouco se sabe sobre a atividade de dano e manejo. Isto posto, esse estudo buscou validar a escala de notas para quantificar seus danos nas folhas da mandioca, avaliando alterações nos valores fotossintéticos e bioquímicos causados nas folhas em diferentes densidades e períodos de permanência destes insetos por folha, em planta de primeiro e segundo ciclo. O experimento foi realizado a campo, na variedade Santa Helena, com delineamento causalizado em esquema fatorial 6 x 4 e oito repetições. As populações avaliadas foram de 0, 10, 20, 40, 80 e 160 insetos (adultos por folha) durante quatro períodos de permanência nas folhas de mandioca (5, 10, 20 e 30 dias). Adultos de percevejo-de-renda foram coletados a campo e as populações de cada tratamento foram mantidas nas folhas com auxílio de gaiolas de tecido voal (50x50 cm). As avaliações foram realizadas após cada período de infestação, quando as gaiolas foram retiradas, os insetos eliminados. Foi estabelecida escala de notas: nota 1 – folha sem danos; nota 2 – folha com 1 a 20 % de dano; nota 3 – folha com 21 a 40% de dano; nota 4 – folha com 41 a 60% de dano; nota 5 – folha com 61 a 80% de dano; nota 6 – folha com 81 a 100% de dano; nota 7 – folha com áreas secas; nota 8 – folhas secas; avaliados variáveis fotossintéticas: trocas gasosas, índice *SPAD*, taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (*A*), Condutância estomática (*gs*), Concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*C_i*), Taxa de transpiração (*E*), eficiência no uso da água (*EUA*) e a eficiência de carboxilação (*F_c*). Para avaliação dos aspectos bioquímicos, analisou-se teor de clorofila, polifenoloxidase, peroxidase, açúcares redutores e proteína específica. Os resultados foram analisados pela análise de variância (ANOVA) e as comparações múltiplas de médias pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Também foi realizado a correlação de Pearson e avaliada a significância pelo teste t ($p \leq 0,05$). A escala de notas estabelecida e testada foi adequada para avaliar danos de percevejo-de-renda. Os valores mensurados com índice *SPAD* e taxa de fotossíntese líquida sofreram queda à medida que aumentavam a população do inseto e seu tempo de permanência do experimento enquanto *F_c* em contrapartida, apresentou redução. Os pigmentos de clorofila foram influenciados pelos ataques de percevejo-de-renda, reduzindo seus valores ao longo do experimento, ao passo que valores de peroxidase e açúcares se elevaram. Houve diferença na velocidade de resposta da planta de mandioca de primeiro ou segundo ciclo. Nos dois ciclos, a mandioca respondeu a presença do inseto sugador, de forma gradual à densidade populacional e o tempo de sucção, porém, no segundo ciclo a mandioca apresentou maior

abscisão foliar em curto espaço de tempo, chegando a 100% aos 20 dias com populações de 80 insetos, no primeiro ano isso ocorreu aos 30 dias.

Palavras-chave: percevejo-de-renda, herbivoria, trocas gasosas, interação planta-inseto.

ABSTRACT

The cassava (*Manihot esculenta*) is cultivated in different places of the world and by several peoples, of great importance in human and animal feeding being used for various industrial purposes. Thereupon, became a monoculture that favors the appearance of pest and plant diseases, as is the case of the lacebug (*Vatiga* spp.), which together with the plant has been gaining territorial expansion and raising concern about population increase in field. Their presence causes losses in productivity, but few known about the damage and management. Therefore, the present study sought to validate the scale of notes to quantify their damages in cassava leaves, evaluating changes in the photosynthetic and biochemical values caused in the leaves at different densities and periods of permanence of these insects per leaf, in the first and second cycle plant. The experiment was carried out in the field, in the Santa Helena variety, with a causal design in a 6 x 4 factorial scheme and eight replications. The evaluated populations were 0, 10, 20, 40, 80 and 160 insects (adults per leaf) during four periods of stay in cassava leaves (5, 10, 20 and 30 days). Income-bedding adults were collected in the field and the populations of each treatment were maintained in the leaves with the aid of cages of vole tissue (50x50 cm). Evaluations were performed after each infestation period, when the cages were removed, the insects removed. Scale of notes was established: note 1 - sheet without damages; Note 2 - sheet with 1 to 20% damage; Note 3 - sheet with 21 to 40% of damage; Note 4 - leaf with 41 to 60% of damage; Note 5 - sheet with 61 to 80% of damage; Note 6 - sheet with 81 to 100% damage; Note 7 - leaf with dry areas; Note 8 - dried leaves; gas exchange, SPAD index, CO₂ assimilation reate in leaves (*A*), stomatal conductance (*gs*), concentration of CO₂ in intercellular spaces (*Ci*), transpiration rate (*E*), water use efficiency (*EUA*) and the carboxylation efficiency (*Fc*). To evaluate the biochemical aspects, chlorophyll content, polyphenoloxidase, peroxidase, reducing sugars and specific protein were analyzed. The results were analyzed by ANOVA, with Tukey's test at 0.05 of significance. Pearson's correlation was also performed. The score scale established and tested was adequate to assess income-bedbug damage. The values measured with SPAD index and net photosynthesis rate fell as the insect population increased and their time of stay of the experiment while *Fc*, in contrast, presented reduction. Chlorophyll pigments were influenced by income-bed bug attacks, reducing their values throughout the experiment, while values of peroxidase and sugars increased. There was a difference in the response rate of the first or second cycle cassava plant. In both cycles, cassava responded to the presence of the sucking insect, gradually to population density and sucking time, but in the second cycle the cassava presented greater leaf abscission in a short period of time, reaching 100% at 20 days with Populations of 80 insects, in the first year this occurred at 30 days.

Keywords: lace bug, herbivory, gas exchange, plant-insect interaction.

3.1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), é originária das Américas, com destacada importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizada como matéria-prima em inúmeros produtos industriais, inclusive despertando interesse para produção de combustível (SOUZA; FIALHO, 2003; VRIES et al., 2010; FIALHO; VIEIRA, 2011).

Graças a sua característica rústica e grande variabilidade genética foi disseminada para diversas partes do mundo (OTSUBO; PEZARICO, 2002; SETTER; FREGENE, 2007) e atualmente é cultivada na América do sul e Central, África e Ásia (OLSEN et al., 2004; LÉOTARD et al., 2009). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação – FAO, a produção mundial de mandioca registrou crescimento médio de 13,9% nos últimos anos, sendo que os maiores produtores no mundo são Nigéria, Tailândia, Indonésia e Brasil (FAO, 2013; GROXCO, 2016)

Junto ao aumento intensificado, surgem algumas respostas mediante o desequilíbrio da monocultura, como aparecimento de pragas e doenças de plantas (FAO, 2013), pois além do uso excessivo de agrotóxicos e comumente troca de material entre os produtores de diferentes regiões, muitos insetos da cultura acabam se dispersando também (OLIVEIRA et al., 2001; TAKAHASHI, 2002; BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012) somada à falta de controle fitossanitário (STREITO et al. 2012).

Dentre esses insetos destaca-se o percevejo-de-renda (*Vatiga* spp.) (Hemiptera: Tingidae) (BELLOTTI et al., 2002), que pode reduzir significativamente a produção quando se encontra em altas populações ou em condições climáticas favoráveis, tornando-se importantes ao ponto de vista econômico (BELLOTTI et al., 1999).

Os percevejos-de-renda são praga na cultura da mandioca em países das Américas Central e do Sul (BELLOTTI, 2002) e já foram registrados nos Estados

Unidos e na ilha da Reunião, próximo à África (HALBERT, 2010; STREITO et al., 2012). Sua população vem aumentando nas últimas safras, o que tem suscitado preocupação por parte de agricultores e agentes de assistência técnica (PIETROWSKI, 2009). É uma praga de hábito sugador, sendo um gênero composto por várias espécies. No Brasil ocorre predominantemente *V. illudens* ao nordeste (BELLOTTI, 2002) e *V. manihotae* no centro-sul (WENGRAT; PIETROWSKI, 2013). Os adultos e as ninfas são encontrados na face abaxial das folhas localizadas no terço médio e inferior da planta, mas quando o ataque é severo, podem chegar até ao terço apical (FARIAS; ALVES, 2004).

Devido às lesões ocasionadas por essa praga ocorre redução da taxa fotossintética, queda precoce das folhas inferiores e no caso de infestações severas pode ocorrer desfolha completa da planta (BELLOTTI et al., 2002, 2012; FARIAS; ALVES, 2004; PIETROWSKI et al., 2010). As perdas na produtividade da parte aérea variam de 48 a 50% (FIALHO et al., 1994; FIALHO et al., 2009), culminando em redução de até 55% no acúmulo de massa nas raízes (FIALHO et al., 2009).

Apesar desse inseto ocasionar danos em altas populações, poucas informações em relação a seu manejo estão disponíveis e não há estudos sobre a atividade dos danos causados pela praga. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar e validar uma escala de notas para quantificar danos do percevejo-de-renda na folha da mandioca, bem como avaliar alterações nas trocas gasosas e nas variáveis bioquímicas das folhas em diferentes densidades e períodos de permanência destes insetos por folha, em plantas no primeiro e no segundo ciclo de cultivo.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com a cultura da mandioca em condições de campo na área experimental da UNIOESTE (24° 33' 30" S e 54° 02' 44" O, 420 m de altitude) em solo do tipo LATOSSOLO Vermelho eutroférico. Utilizando variedade Santa Helena (Fécua Branca), com a cultura sendo conduzida por dois anos agrícolas, denominadas de primeiro ciclo (setembro de 2013 a agosto de 2014) e segundo ciclo (setembro de 2014 a junho de 2015). Entre o primeiro

e segundo ciclo foi realizada poda das plantas, conforme procedimento agrônômico adotado na região. A cultura foi conduzida sem adubação e sem aplicação de produtos químicos, porém foi implantada em área de elevada fertilidade.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com os tratamentos em esquema fatorial 6 x 4, com 8 repetições. Foram avaliadas seis populações de percevejo de renda (0, 10, 20, 40, 80 e 160 insetos adultos/folha) em quatro períodos de permanência dos insetos nas folhas da mandioca (5, 10, 20 e 30 dias). Foram avaliados parâmetros de nível de dano, área foliar média, índice de trocas gasosas e variáveis bioquímicas das folhas.

As folhas foram selecionadas considerando o mesmo padrão de ausência de sombreamento e plena captação luminosa, com adequada sanidade (todas saudáveis, sem manchas ou indicativos de doenças ou danos ou lesões por pragas ou doenças). Foi feita a determinação da área foliar média das folhas de primeiro e segundo ciclo utilizando o aparelho de medidor de área modelo LI-3100C Area Meter, as amostras foram coletadas no período da manhã e levadas ao laboratório, e, em seguida, numeradas com etiquetas coladas no centro dos folíolos. As folhas foram passadas pelo aparelho, um a um, em ordem numérica, e os valores de área foliar retornados foram anotados em uma tabela. Eventualmente foram realizados ajustes e limpeza na superfície do aparelho que entrou em contato com as amostras. Utilizou-se o teste “t” Student para amostras independentes ($p \leq 0,05$).

Adultos de percevejo-de-renda (*Vatiga* spp.) foram coletados a campo e as populações de cada tratamento foram mantidas nas folhas com auxílio de gaiolas de tecido *voal* (50x50 cm), adaptado de Bellon et al. (2011). As avaliações foram realizadas após cada período de infestação, quando as gaiolas foram retiradas, os insetos eliminados.

Para avaliação do nível de dano em cada folha, foi estabelecida a seguinte escala de notas, adaptadas de Oliveira et al. (2001): nota 1 – folha sem danos; nota 2 – folha com 1 a 20 % de dano; nota 3 – folha com 21 a 40% de dano; nota 4 – folha com 41 a 60% de dano; nota 5 – folha com 61 a 80% de dano; nota 6 – folha com 81 a 100% de dano; nota 7 – folha com áreas secas; nota 8 – folhas secas

Os parâmetros fotossintéticos avaliados foram: trocas gasosas e índice SPAD. As determinações de trocas gasosas foram realizadas no período de 09 às 11h, com um medidor portátil de fotossíntese (LI-6400-XT da Li-cor), adotando-se intensidade luminosa de $2.400 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e concentração de CO_2 constante de $380 \mu\text{molmol}^{-1}$. Avaliou-se os seguintes parâmetros: Taxa de assimilação líquida de CO_2 nas folhas (A) – $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$; Condutância estomática (g_s) – $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$; Concentração de CO_2 nos espaços intercelulares (C_i) – $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ e Taxa de transpiração (E) – $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

A eficiência no uso da água (EUA) foi calculada pela relação entre a taxa de assimilação líquida de CO_2 nas folhas e a taxa de transpiração (A/E). Também foi calculada a relação entre taxa de assimilação líquida de CO_2 nas folhas e a concentração interna de CO_2 nos espaços intercelulares, gerando a eficiência de carboxilação (F_c).

O índice SPAD foi determinado utilizando Medidor SPAD modelo 502 da KONICA MINOLTA, e teor de clorofila a e b pelo método espectrofotométrico (SIMS; GAMON, 2002). A determinação do conteúdo de antocianina e carotenoides foi feita através de metodologia descrita por Sims e Gamon (2002). Os resultados obtidos (em $\mu\text{mol mL}^{-1}$) foram corrigidos de acordo com os pesos moleculares propostos por Lichtenthaler (1987): $\text{Cl}_a = 893.5 \text{ g mol}^{-1}$ $\text{Cl}_b = 907.5 \text{ g mol}^{-1}$ e carotenoides totais = 550 g mol^{-1} , e posteriormente expressos em mgpf^{-1} .

Para avaliação dos aspectos bioquímicos das folhas submetidas ao dano de diferentes populações do percevejo-de-renda, analisou-se teor de clorofila, polifenoloxidase, peroxidase, açúcares redutores e proteína específica. Para isto, foram coletadas 0,5 g de tecido foliar, cada uma proveniente de uma planta de cada tratamento e tempo de avaliação. As amostras foram pesadas e congeladas para posterior análise. Estas foram maceradas e homogeneizadas em 4mL de tampão fosfato de sódio 0,01 M (pH 6,0), utilizando almofariz de porcelana previamente resfriado. O homogeneizado foi centrifugado a 20.000 G durante 20 min e o sobrenadante obtido foi armazenado em microtubos a 4°C para posteriores análises bioquímicas (LUSSO; PASCHOLATI, 1999).

A atividade de polifenoloxidase foi determinada a 30°C , através do método espectrofotométrico direto (HAMMERSCHMIDT et al., 1982) e expressa em

variação (Δ = delta) de unidade de absorvância (abs.) $\text{min}^{-1} \text{mg proteína}^{-1}$. A atividade das peroxidase foi determinada usando-se metodologia de Duangmal e Apeten (1999) e também expressa em Δ de abs. $\text{min}^{-1} \text{mg proteína}^{-1}$.

Os açúcares redutores foram quantificados pelo método de Lever (1972) e expressa em mg de glicose $\text{g}^{-1} \text{mg proteína}^{-1}$. O teor de proteínas totais foi determinado pelo método de Bradford (1976). A absorvância foi plotada em curva padrão para proteína ($y = 0,0596 + 0,0299x$), onde y é a absorvância a 595 nm e x a concentração de proteína (μg).

Foram avaliados os pressupostos estatísticos, normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homocedacidade (teste de Cochran) e posteriormente, analisados por meio da ANOVA para medidas repetidas, seguido do teste de acompanhamento de Tukey-HSD ($p \leq 0,05$). Os pressupostos não foram violados. Foram analisados os dados de cinco tratamentos (populações com 0, 10, 20, 40 e 80 indivíduos de insetos) e dos três primeiros tempos de permanência (5, 10 e 20 dias) para plantas de primeiro ciclo e dois tempos permanência (5 e 10 dias) para as plantas de segundo ciclo. Esta mudança do tempo de permanência ocorreu em virtude de ter ocorrido a abscisão foliar nos demais tratamentos, inviabilizando os resultados no tempo de 20 e 30 dias. Utilizou-se o programa Statistica 7.0 (Addinsoft, 2004).

Foi realizado uma análise de correlação de Pearson ($t < 0,05$) para a avaliação da associação entre as variáveis coletadas no experimento: nota de dano foliar (*Nota*), leitura do clorofilômetro (*SPAD*), taxa de assimilação líquida de CO_2 nas folhas (*A*), condutância estomática (*gs*), concentração de CO_2 nos espaços intercelulares (*Ci*), taxa de transpiração (*E*), eficiência no uso da água (*EUA*), eficiência de carboxilação (*Fc*), clorofila a (*Cl a*), clorofila b (*Cl b*), clorofila total (*Cl total*), polifenoloxidase (*PPO*), peroxidase (*POD*), Antocianina, Carotenoide e Açúcares.

3.3 RESULTADOS

Na tabela 1 está apresentado o resumo da análise de variância para as variáveis estudadas no primeiro e segundo ciclo da mandioca. Verifica-se que houve interação significativa entre o período de permanência do inseto nas

folhas e densidade populacional para as variáveis notas de dano foliar, índice SPAD, taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (*A*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*C_i*), eficiência de carboxilação (*F_c*), atividade da peroxidase (POD) e teor de açúcares no primeiro ciclo da mandioca. No segundo ciclo, houve interação significativa somente para notas de dano foliar), teor de clorofila total e de carotenoides.

No segundo ciclo de cultivo a área foliar foi significativamente menor (Tabela 2), com reduzida duração foliar, resultando na abscisão de muitas folhas, fato que inviabilizou algumas avaliações e comparações estatísticas.

Tabela 2. Área foliar (cm²), de plantas de mandioca de primeiro e de segundo ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR

Ciclo	Área foliar (cm ²)
Primeiro ciclo	371,4 ± 18,28* a ¹
Segundo ciclo	75,9 ± 3,57 b
CV (%)	13,58

¹Letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05). *Erro padrão da média.

Com os danos foliares apresentados, expressos conforme a escala de notas preestabelecida, é possível constatar que, no geral a folha da planta de mandioca tem capacidade de suportar o dano ocasionado pelo percevejo-de-renda, mesmo em altas populações, quando estes permanecem por um curto período de tempo na planta, tanto para cultivos no primeiro como no segundo ciclo (Tabela 3). No entanto, à medida que vai avançando o tempo de alimentação dos insetos na folha, este dano vai se acentuando, independente da população presente na folha. Pode-se confirmar estes resultados ao se observar plantas com 30 dias da infestação, onde houve diferença significativa para todos os tratamentos com insetos em relação às avaliações realizadas aos cinco dias de alimentação.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para nota de dano foliar (Nota), índice SPAD, taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (A), condutância estomática (gs), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (Ci), taxa de transpiração (E), eficiência no uso da água (EUA), eficiência de carboxilação (Fc), teor de clorofila a (Cl a), teor de clorofila b (Cl b), teor de clorofila total (Cl total), atividade da polifenoloxidase (PPO), atividade da peroxidase (POD), teor de antocianinas, teor de carotenoides e teor de açúcares redutores, para folhas de mandioca de primeiro e segundo ciclo de cultivo em resposta à densidade populacional de *Vatiga* spp, e tempo de permanência dos insetos nas folhas. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014 e 2015

Quadrados Médios										
Mandioca 1° ciclo (2014)										
FV	GL	Nota	SPAD	A	gs	Ci	E	EUA	Fc	
População (P)	4	30,402**	161,9**	18,217**	0,00098°	621 ^{ns}	0,9681*	7,526 ^{ns}	0,00054**	
Tempo (T) ¹	2	37,054**	321,0**	47,962**	0,001653**	5062 ^{ns}	0,3609 ^{ns}	51,687**	0,00135**	
T x *P	8	1,408**	98,0**	1,556**	0,00007 ^{ns}	2193°	0,0870 ^{ns}	9,526 ^{ns}	0,00007°	
Resíduo	30	0,254	6,5	0,754	0,00026	2024	0,2814	5,861	0,00003	
		Cl a	Cl b	Cl total	PPO	POD	Antocianina	Carotenoide	Açúcares	
População (P)	4	0,036°	0,0483°	0,1671*	0,000004 ^{ns}	0,00310**	0,1414 ^{ns}	0,0763 ^{ns}	0,00023 ^{ns}	
Tempo (T) ¹	2	0,290**	1,1367**	2,5235**	0,000029**	0,01674**	0,0044 ^{ns}	0,0337 ^{ns}	0,00817**	
T x *P	8	0,015 ^{ns}	0,0067 ^{ns}	0,0182 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	0,00077**	0,0725 ^{ns}	0,0951 ^{ns}	0,00030*	
Resíduo	30	0,026	0,013	0,0444	0,000004	0,00018	0,0507	0,0927	0,00012	
Mandioca 2° ciclo (2015)										
FV	GL	Nota	SPAD	A	gs	Ci	E	EUA	Fc	
População (P)	4	34,942**	154,20**	164,638**	0,026706**	6206 ^{ns}	7,6580**	6,516°	0,002992**	
Tempo (T) ¹	1	50,117**	5290 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,0095 ^{ns}	3552 ^{ns}	4,8917**	17,597°	0,000008 ^{ns}	
T x *P	4	3,242**	4,57 ^{ns}	7,754 ^{ns}	0,00133 ^{ns}	1500 ^{ns}	0,6376 ^{ns}	2,076 ^{ns}	0,000374 ^{ns}	
Resíduo	15	0,950	22,82	5,258	0,0041	2160	0,3352	4,332	0,000168	
		Cl a	Cl b	Cl total	PPO	POD	Antocianina	Carotenoide	Açúcares	
População (P)	4	0,154**	0,2592°	1,3765**	0,000002 ^{ns}	0,00097**	0,0181°	0,00474**	0,000293 ^{ns}	
Tempo (T) ¹	1	0,068*	0,8793*	1,6717**	0,000004 ^{ns}	0,00591**	0,0494*	0,00539°	0,024560**	
T x *P	4	0,028 ^{ns}	0,3177 ^{ns}	0,2951°	0,000001 ^{ns}	0,000241 ^{ns}	0,0093 ^{ns}	0,00362°	0,00865 ^{ns}	
Resíduo	15	0,014	0,152	0,121	0,000002	0,00019	0,0087	0,00144	0,000564	

^{ns} – não significativo, °, *, ** – significativo a 10%, 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelo teste F. ¹Tempo de permanência do inseto na folha.

Tabela 3. Escala de nota média como indicativo do dano de *Vatiga* spp. em folhas de mandioca (*Manihot esculenta*), com diferentes populações do inseto e diferentes tempos de alimentação, em dois ciclos de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014 a 2016

População (insetos por folha)	Tempo de permanência dos insetos nas folhas (dias)			
	5	10	20	30
Primeiro ciclo				
0	1,0 Aa ¹	1,0 Aa	2,0 Aa	2,0 Aa
10	2,0 Aab	2,5 Aa	4,5 Aab	7,0 Bb
20	2,4 Aab	4,1 ABab	5,9 ABb	8,0 Bb
40	2,8 Aab	4,6 ABabc	6,3 ABb	8,0 Bb
80	3,6 Aab	5,6 ABbc	6,9 ABb	8,0 Bb
160	4,8 Ab	6,8 ABc	7,4 Bb	8,0 Bb
CV (%)	48,37	46,28	36,03	35,14
Segundo ciclo				
0	1,5 Aa	1,7 Aa	2,0 Aa	2,0 Aa
10	2,2 Aa	2,5 Aa	5,7 ABab	8,0 Bb
20	3,0 Aab	2,7 Aa	6,2 ABb	8,0 Bb
40	3,7 Aab	4,0 Ab	7,7 Bbc	8,0 Bb
80	4,5 Aab	6,2 ABb	8,0 Bc	8,0 Bb
160	5,8 Ab	6,7 ABb	8,0 Bc	8,0 Bb
CV (%)	45,35	39,83	37,11	29,31

¹Letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si teste de Tukey (p<0,05).

No primeiro ciclo da mandioca, a partir do 10^o dia, as folhas com alta densidade populacional de insetos (80 e 160 insetos) iniciaram abscisão, com aumento progressivo ao longo do tempo, chegando a 100% de abscisão aos 30 dias de permanência dos insetos nas folhas, para as populações de 20 a 160 insetos (Tabela 3). Devido à essa resposta foliar, alguns parâmetros foram avaliados somente até os 20 dias e com população de até 80 insetos por folha.

No segundo ciclo do experimento, as plantas de mandiocas apresentaram abscisão foliar num período curto de tempo. Com apenas 20 dias de permanência dos insetos, folhas com 80 insetos já receberam nota 8 (Tabela 3). Sendo assim, para o segundo ano agrícola foram considerados para análise estatística somente os dois primeiros períodos de tempos de permanência dos insetos nas folhas.

Quando se analisa os resultados da leitura do índice SPAD, verifica-se redução significativa, para plantas de primeiro ciclo, apenas para as populações acima de 80 insetos por planta e a partir dos 20 dias de permanência destes nas folhas (Tabela 4). Para plantas de segundo ciclo houve diferença significativa para as populações maiores já a partir de cinco dias de permanência na folha. Houve aumento da abscisão foliar à medida que o tempo de permanência dos

insetos se alimentando na folha aumentou, para plantas de primeiro ciclo, mas de forma mais acentuada nas plantas de segundo ciclo, inclusive inviabilizando as avaliações nas folhas cujo tempo de permanência foi de 30 dias (Tabela 4).

Tabela 4. Índice SPAD em folhas de mandioca (*Manihot esculenta*), com diferentes populações de *Vatiga* spp. e diferentes tempos de alimentação dos insetos, em dois ciclos de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014 a 2016

População (insetos por folha)	Tempo de permanência dos insetos nas folhas (dias)						
	5		10		20		30
Primeiro ciclo							
0	55,60	Aa ¹	55,60	Aa	52,94	Aa	49,75
10	53,85	Aa	54,39	Aa	51,80	Aa	35,48
20	53,40	Aa	53,44	Aa	52,86	Aa	-
40	53,31	Aa	53,04	Aa	43,33	Bab	-
80	52,83	Aa	51,45	Aa	39,53	Bb	-
160	51,18	Aa	48,17	ABa	37,80	Bb	-
CV (%)	2,69		4,95		11,62		
Segundo ciclo							
0	51,8	Aa	51,0	Aa	49,3		48,3
10	49,7	Aa	47,1	Aa	29,5		-
20	48,2	Aa	45,8	Aab	16,9		-
40	46,1	Aa	45,1	Aab	-		-
80	41,8	Aab	37,2	Ab	-		-
160	37,4	Ab	34,6	Ab	-		-
CV (%)	10,32		15,37				

¹ Letras iguais, maiúsculas em linha e minúsculas em coluna, não diferem entre si teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A comparação das médias dos índices de trocas gasosas é apresentada na Tabela 5, para plantas de primeiro ciclo e Tabela 6 para plantas de segundo ciclo. Nas plantas no primeiro ciclo de cultivo, os parâmetros g_s , C_i e E não apresentaram diferença em função da população de *Vatiga* spp. e do tempo de permanência dos insetos nas folhas, enquanto A , EUA e F_c apresentaram valores decrescentes em resposta ao aumento da densidade populacional dos insetos nas folhas.

Para plantas no segundo ciclo de cultivo, os valores de C_i e EUA não diferiram na comparação de médias, enquanto A , g_s , E e F_c apresentaram redução à medida que aumenta a densidade populacional.

Tabela 5. Comparação das médias da taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (*A*), condutância estomática (*gs*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*C_i*), taxa de transpiração (*E*), eficiência no uso da água (*EUA*), eficiência de carboxilação (*F_c*), considerando diferentes tempos de permanência do inseto se alimentando na folha e diferentes populações de insetos por folha, em plantas de mandioca no primeiro ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014

Tempo (dias)	População (insetos)	<i>A</i> ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	<i>gs</i> ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	<i>C_i</i> ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$)	
5	0	7,297 e ¹	0,056 ns	201,752 ns	
	10	6,597 de	0,050	200,681	
	20	5,560 d	0,056	162,419	
	40	3,500 c	0,041	186,771	
	80	3,703 c	0,041	176,512	
10	0	5,060 cd	0,043	167,616	
	10	4,724 cd	0,037	146,476	
	20	3,675 c	0,019	227,012	
	40	3,710 c	0,020	206,138	
20	80	2,388 bc	0,029	195,567	
	0	4,049 cd	0,042	187,790	
	10	2,228 bc	0,024	204,684	
	20	2,085 bc	0,020	213,982	
	40	2,024 b	0,027	230,279	
	80	0,803 a	0,020	249,608	
			<i>E</i> ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	<i>EUA</i> ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	<i>F_c</i> ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1} / \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$)
	5	0	1,998 ns	3,652 ab	0,036 c
10		1,328	4,966 b	0,033 c	
20		1,401	3,968 ab	0,034 c	
40		1,138	3,077 ab	0,019 bc	
80		1,184	3,128 ab	0,021 bc	
10	0	1,020	4,962 b	0,030 c	
	10	1,302	3,629 ab	0,032 c	
	20	1,039	3,538 ab	0,016 b	
	40	0,801	4,633 b	0,018 bc	
20	80	1,056	2,261 ab	0,012 ab	
	0	1,241	3,262 ab	0,022 bc	
	10	1,431	1,556 a	0,011 ab	
	20	1,210	1,723 a	0,010 ab	
	40	1,283	1,577 a	0,009 ab	
	80	0,897	0,895 a	0,003 a	

¹Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

^{ns} não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Comparação das médias da taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (*A*), condutância estomática (*gs*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*C_i*), taxa de transpiração (*E*), eficiência no uso da água (*EUA*), eficiência de carboxilação (*F_c*), considerando diferentes tempos de permanência do inseto se alimentando na folha e diferentes populações de insetos por folha, em plantas de mandioca no segundo ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2015

Tempo (dias)	População (insetos)	<i>A</i> ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	<i>gs</i> ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	<i>C_i</i> ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$)
5	0	12,146 c ¹	0,139 ab	240,941 ns
	10	9,783 bc	0,095 ab	237,505
	20	5,955 b	0,048 a	177,207
	40	3,521 ab	0,053 a	211,528
	80	2,628 a	0,020 a	170,726
	10	0	15,329 c	0,214 b
10		7,939 bc	0,124 ab	252,939
20		4,655 ab	0,065 a	191,262
40		3,166 ab	0,062 a	259,813
80		3,033 a	0,043 a	209,548
		<i>E</i> ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	<i>EUA</i> ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	<i>F_c</i> ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1} / \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$)
5	0	2,359 bc	0,799 ns	1,024 ab
	10	1,719 b	0,826	1,525 b
	20	1,007 ab	0,752	1,352 b
	40	0,998 ab	0,675	1,225 b
	80	0,492 a	0,599	0,900 ab
10	0	3,725 c	0,921	1,327 b
	10	2,953 bc	0,720	0,837 ab
	20	1,225 ab	0,638	0,726 a
	40	1,171 ab	0,559	1,050 ab
	80	0,999 ab	0,401	0,603 a

¹Letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

^{ns} não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados relativos às variáveis bioquímicas, das plantas no primeiro ciclo de cultivo, apresentadas na tabela 7, indicaram que os teores de antocianinas e carotenoides, bem como a atividade da PPO, não diferiram estatisticamente em função dos tratamentos. Enquanto *Cl a* *Cl b*, *Cl total* apresentaram decréscimo e a atividade da POD e os teores açúcares redutores apresentam acréscimo nos valores em função do tempo de permanência dos insetos nas folhas e do aumento da densidade populacional de insetos.

Em plantas no segundo ciclo de cultivo houve maior variação nas respostas das variáveis bioquímicas (Tabela 8). Neste ciclo de cultivo foi possível verificar que, com exceção da atividade da PPO, todas as demais variáveis

variaram entre os tratamentos. Os teores de clorofilas, a, b e total, reduziram, enquanto que a atividade da POD e os teores de carotenoides e açúcares redutores aumentaram.

Tabela 7. Comparação das médias de clorofila a (*Cl a*), clorofila b (*Cl b*), Clorofila total (*Cl total*), polifenoloxidase (*PPO*), peroxidase (*POD*), Antocianina (*Ant.*), Carotenoide (*Car.*) e Açúcares Redutores, considerando diferentes tempos de permanência do inseto se alimentando na folha e diferentes populações de insetos por folha, em plantas de mandioca no primeiro ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014

Tempo (dias)	População (insetos)	<i>Cl a</i> (<i>mgppf</i> ¹)	<i>Cl b</i> (<i>mgppf</i> ¹)	<i>Cl total</i> (<i>mgppf</i> ¹)	<i>PPO</i> (Δ de <i>abs. min</i> ⁻¹ <i>mg proteína</i> ⁻¹)
5	0	0,866 b ¹	1,085 b	1,951 c	0,0003 ^{ns}
	10	0,827 ab	0,913 b	1,740 bc	0,0004
	20	0,702 ab	0,905 b	1,608 bc	0,0003
	40	0,649 ab	0,915 b	1,564 b	0,0003
	80	0,693 ab	0,867 b	1,560 b	0,0004
10	0	0,709 ab	0,587 ab	1,297 ab	0,0005
	10	0,649 ab	0,586 ab	1,235 ab	0,0012
	20	0,549 ab	0,547 ab	1,096 a	0,0016
	40	0,498 ab	0,484 a	0,982 a	0,0018
	80	0,590 ab	0,516 ab	1,105 a	0,0018
20	0	0,510 ab	0,600 ab	1,110 a	0,0008
	10	0,501 ab	0,577 ab	1,077 a	0,0025
	20	0,517 ab	0,491 a	1,008 a	0,0029
	40	0,563 ab	0,443 a	1,005 a	0,0032
	80	0,454 a	0,423 a	0,876 a	0,0041
		<i>POD</i> (Δ de <i>abs. min</i> ⁻¹ <i>mg proteína</i> ⁻¹)	<i>Ant.</i> (<i>mgppf</i> ¹)	<i>Car.</i> (<i>mgppf</i> ¹)	<i>Açúcares</i> (<i>mg de glicose g</i> ⁻¹ <i>mg proteína</i> ⁻¹)
5	0	0,015 b	2,865 ^{ns}	0,715 ^{ns}	0,007 a
	10	0,012 ab	2,811	0,713	0,012 ab
	20	0,011 ab	2,801	0,714	0,015 ab
	40	0,016 b	2,841	0,720	0,007 a
	80	0,022 bc	2,786	0,728	0,006 a
10	0	0,009 a	2,747	0,743	0,034 b
	10	0,054 c	2,745	0,749	0,035 b
	20	0,059 c	2,832	0,791	0,037 b
	40	0,061 c	2,884	0,775	0,036 b
	80	0,074 c	2,975	0,731	0,041 bc
20	0	0,037 bc	2,565	0,748	0,057 cd
	10	0,061 c	2,655	0,764	0,069 d
	20	0,088 c	2,708	0,763	0,037 b
	40	0,086 c	2,929	0,780	0,038 bc
	80	0,089 c	3,179	0,789	0,044 c

¹Letras iguais na coluna não diferem entre si teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

^{ns} não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Comparação das médias de clorofila a (*Cl a*), clorofila b (*Cl b*), clorofila total (*Cl total*), polifenoloxidase (*PPO*), peroxidase (*POD*), Antocianina (*Ant.*), Carotenoide (*Car.*) e Açúcares Redutores, considerando diferentes tempo de permanência do inseto se alimentando na folha e diferentes populações de insetos por folha, em plantas de mandioca no segundo ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2015

Tempo (dias)	População (insetos)	<i>Cl a</i> (mggpf ¹)	<i>Cl b</i> (mggpf ¹)	<i>Cl total</i> (mggpf ¹)	<i>PPO</i> (Δ de abs. Min ⁻¹ mg proteína ⁻¹)
5	0	0,799 bc ¹	1,024 ab	1,823 c	0,0003 ^{ns}
	10	0,826 bc	1,525 b	1,451 bc	0,0005
	20	0,752 b	1,352 ab	1,554 bc	0,0005
	40	0,675 ab	1,225 ab	1,221 bc	0,0006
	80	0,599 ab	0,902 ab	1,148 b	0,0008
10	0	0,921 c	1,327 ab	1,998 c	0,0004
	10	0,720 bc	0,837 ab	1,156 b	0,0009
	20	0,638 ab	0,726 ab	0,690 ab	0,0011
	40	0,559 ab	1,053 ab	0,685 ab	0,0013
	80	0,401 a	0,603 a	0,604 a	0,0023
		<i>POD</i> (Δ de abs. min ⁻¹ mg proteína ⁻¹)	<i>Ant.</i> (mggpf ¹)	<i>Car.</i> (mggpf ¹)	<i>Açúcares</i> (mg de glicose g ⁻¹ mg proteína ⁻¹)
5	0	0,0069 a	2,929 ab	0,744 a	0,007 a
	10	0,0104 ab	2,933 ab	0,683 a	0,022 ab
	20	0,0124 ab	2,942 ab	0,705 a	0,021 ab
	40	0,0168 ab	2,993 b	0,722 ab	0,009 a
	80	0,0259 b	2,855 ab	0,763 ab	0,007 a
10	0	0,0118 ab	2,908 ab	0,701 ab	0,068 bc
	10	0,0398 b	2,858 ab	0,754 ab	0,052 b
	20	0,0440 bc	2,759 a	0,750 ab	0,050 b
	40	0,0454 bc	2,930 ab	0,735 ab	0,087 bc
	80	0,0531 c	2,844 ab	0,793 b	0,108 c

¹ Letras iguais na coluna não diferem entre si teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

^{ns} não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis que apresentaram interação significativa entre os fatores população de insetos por folha e tempo de permanência dos insetos na folha apresentada anteriormente na Tabela 1, para plantas no primeiro ciclo de cultivo, estão representadas na Figura 1. Observa-se que no geral os valores para notas de dano foliar, atividade da *POD* e teores de açúcares redutores aumentaram, enquanto que o índice *SPAD*, *A*, *EUA* e *Fc* decresceram em função do aumento da população de insetos e do tempo de permanência dos insetos nas folhas.

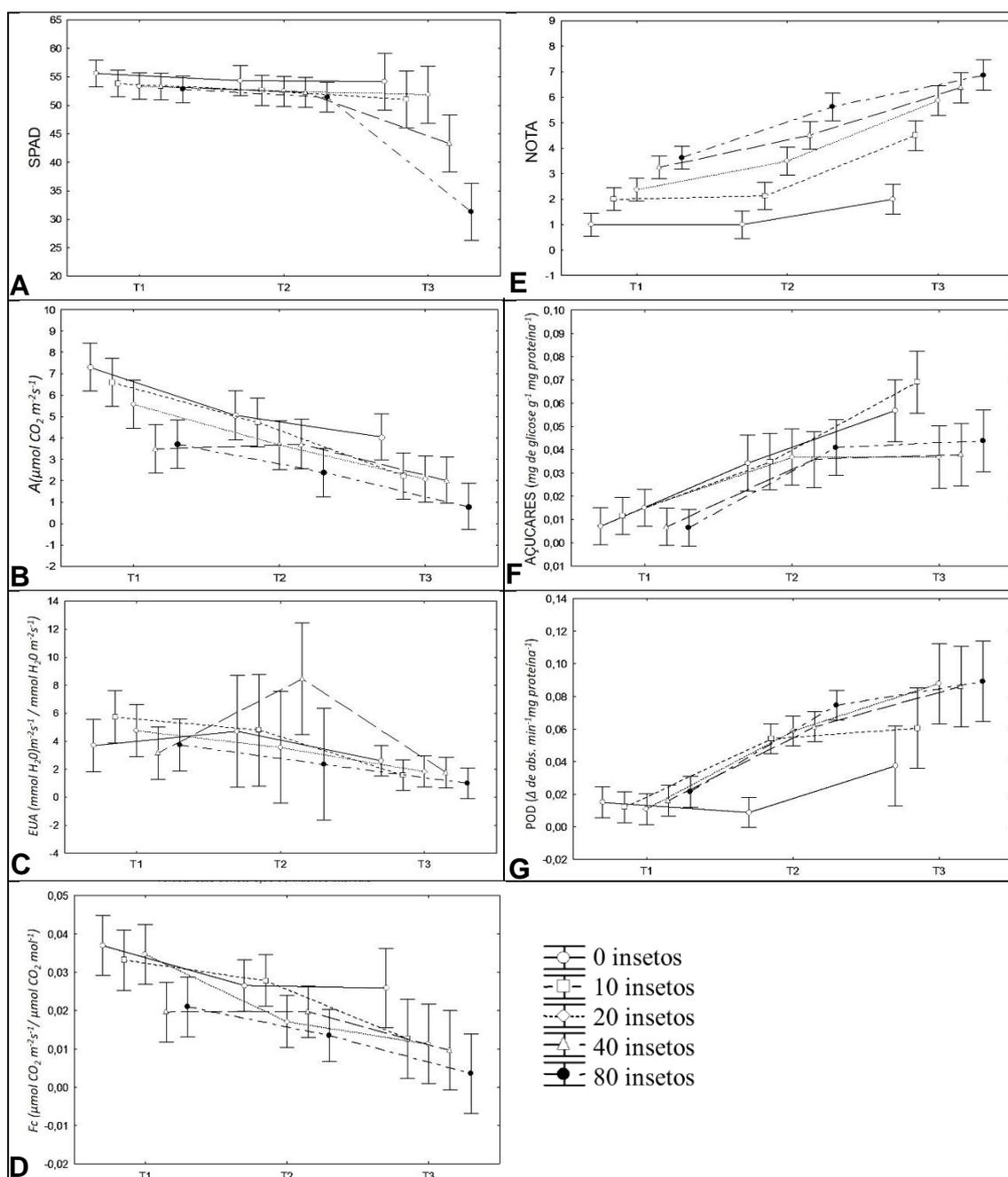


Figura 1. Variáveis que apresentaram interação significativas para plantas no primeiro ciclo de cultivo em três tempos de permanência dos insetos na folha, cinco (T1), 10 (T2) e 20 dias (T3) e diferentes populações de insetos por folha. A: *SPAD* $F(8,30)=1,4997$, $p=0,00000$; B: *A* $F(8,30)=2,0625$, $p=0,07236$; C: *EUA* $F(8,30)=1,6253$, $p=0,15930$; D: *Fc* $F(8,30)=1,9362$, $p=0,09099$; E: *Nota* $F(8,30)=5,5410$, $p=0,00024$; F: *Açúcares* $F(8,30)=2,5758$, $p=0,12861$; G: *Peroxidase* $F(8,30)=4,3078$, $p=0,00153$. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014.

De forma geral, a taxa fotossintética foi reduzida em função da população e do tempo de permanência dos insetos nas folhas, e de forma mais discrepante dos 10 dias para os 20 dias nos valores de SPAD e inversamente relacionado

ao valor de nota de dano recebido na folha pela sua característica. Pode-se afirmar que o ataque de percevejo-de-renda reduz a eficiência fotossintética de plantas de mandioca, podendo resultar em menor desenvolvimento e produtividade.

Outrossim, as variáveis avaliadas para as plantas no segundo ciclo de cultivo indicaram impacto maior dos insetos sobre a cultura (Figura 2). Observa-se neste ciclo, que mesmo com um baixo número de insetos por folha, houve aumento na nota de danos e teores de carotenoides, e redução no teor de clorofila total das folhas.

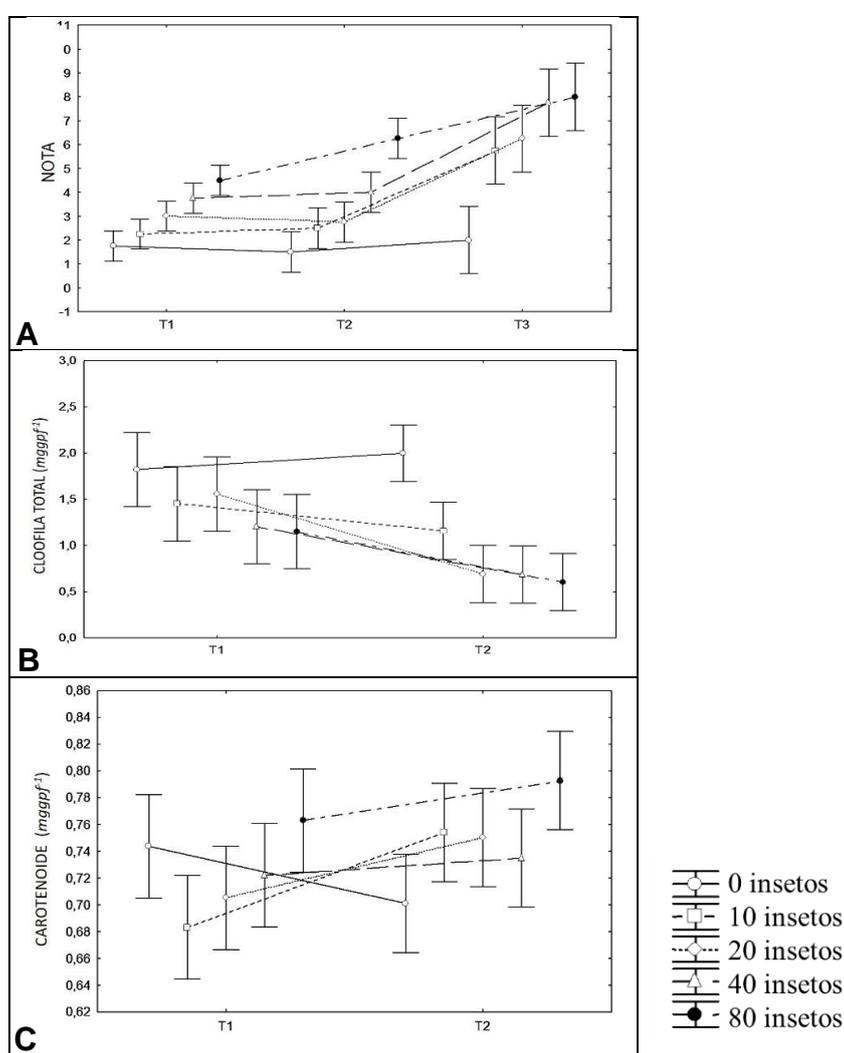


Figura 2. Variáveis que apresentaram interação significativas para plantas no segundo ciclo de cultivo em dois tempos de permanência dos insetos na folha, cinco (T1) e 10 dias (T2) e diferentes populações de insetos por folha. A: *Nota* $F(8,30)=3,4123$, $p=0,00663$; B: *Clorofila total* $F(4,15)= 2,4226$, $p=0,09389$; C: *Carotenoides* $F(4,15)=2,5106$, $p=0,8580$. Marechal Cândido Rondon/PR. 2015.

O quadro da análise de correlação de Pearson para os parâmetros avaliados em plantas no primeiro ciclo de cultivo é apresentado na tabela 9 e para plantas de segundo ciclo de cultivo na tabela 10.

Nota-se que para as plantas de primeiro ciclo houve correlação da Nota de dano foliar com todas as variáveis, sendo positiva para *Ci*, PPO, POD, Antocianina, Carotenoide e Açúcares e negativa para as demais variáveis. Os valores para clorofilas, *gs*, *E*, *EUA*, *Fc* foram correlacionados positivamente com *A*, enquanto PPO, POD, Carotenoide, Açúcares e *Ci* foram relacionados negativamente.

Para plantas no segundo ciclo de cultivo, observa-se que *A* apresentou correlação positiva com *gs*, *E*, *Fc*, *Cl a*, e *Cl total*, e negativa para POD e Carotenoide. Com as demais variáveis não houve significância.

Tabela 9. Análise de correlação de Pearson das variáveis nota de dano foliar (Nota), índice SPAD, taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (A), condutância estomática (gs), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (Ci), taxa de transpiração (E), eficiência no uso da água (EUA), eficiência de carboxilação (Fc), clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), clorofila total (Cl total), polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POD), Antocianina, Carotenoide e Açúcares, para plantas de mandioca no primeiro ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2014

	Nota	SPAD	A	gs	Ci	E	EUA	Fc	Cl a	Cl b	Cl total	PPO	POD	Antocianina	Carotenoides
NOTA	1														
SPAD	-0,636	1													
A	-0,759	0,581	1												
gs	-0,458	0,343	0,529	1											
Ci	0,270	-0,301	-0,298	ns	1										
E	-0,324	ns	0,404	0,490	ns	1									
EUA	-0,327	0,309	0,382	ns	-0,342	-0,514	1								
Fc	-0,714	0,572	0,918	0,517	-0,599	0,290	0,427	1							
Cl a	-0,464	ns	0,532	0,249	ns	ns	ns	0,408	1						
Cl b	-0,563	0,388	0,568	0,408	ns	0,343	ns	0,509	0,560	1					
Cl total	-0,587	0,359	0,624	0,383	ns	0,277	ns	0,525	0,848	0,914	1				
PPO	0,459	ns	-0,442	-0,260	0,427	ns	ns	-0,480	-0,375	-0,412	-0,447	1			
POD	0,750	-0,487	-0,635	-0,315	ns	-0,255	-0,280	-0,560	-0,517	-0,654	-0,672	0,585	1		
Antocianina	0,263	-0,329	ns	ns	ns	1									
Carotenoides	0,423	-0,357	-0,496	-0,402	0,310	ns	ns	-0,525	-0,438	-0,508	-0,540	0,388	0,507	ns	1
Açúcares	0,362	ns	-0,467	-0,317	ns	ns	ns	-0,397	-0,459	-0,622	-0,623	0,316	0,526	ns	0,450

*Os valores em negrito são diferentes de 0 ($t \leq 0,05$).

Tabela 10. Análise de correlação de Pearson das variáveis nota de dano foliar (Nota), índice SPAD, taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas (*A*), condutância estomática (*gs*), concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*Ci*), taxa de transpiração (*E*), eficiência no uso da água (*EUA*), eficiência de carboxilação (*Fc*), clorofila a (*Cl a*), clorofila b (*Cl b*), clorofila total (*Cl total*), polifenoloxidase (*PPO*), peroxidase (*POD*), Antocianina, Carotenoide e Açúcares, para plantas de mandioca no segundo ciclo de cultivo. Marechal Cândido Rondon/PR. 2015

	Nota	SPAD	<i>A</i>	<i>gs</i>	<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>EUA</i>	<i>Fc</i>	<i>Cl a</i>	<i>Cl b</i>	<i>Cl total</i>	<i>PPO</i>	<i>POD</i>	Antocianina	Carotenoides
NOTA	1														
SPAD	-0,616	1													
<i>A</i>	-0,694	0,485	1												
<i>gs</i>	-0,424	ns	0,419	1											
<i>Ci</i>	ns	ns	ns	0,483	1										
<i>E</i>	-0,591	0,366	0,756	0,590	0,380	1									
<i>EUA</i>	ns	ns	ns	-0,297	ns	-0,438	1								
<i>Fc</i>	-0,622	0,421	0,925	ns	ns	0,655	ns	1							
<i>Cl a</i>	-0,508	0,352	0,579	ns	ns	0,380	ns	0,653	1						
<i>Cl b</i>	ns	0,318	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,365	1					
<i>Cl total</i>	-0,498	0,458	0,610	ns	ns	0,451	ns	0,651	0,638	0,540	1				
<i>PPO</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,430	1			
<i>POD</i>	0,331	ns	-0,363	ns	ns	ns	ns	-0,405	-0,618	-0,559	-0,587	0,334	1		
Antocianina	ns	ns	ns	-0,455	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,368	-0,376	1	
Carotenoides	0,339	-0,377	-0,304	ns	ns	ns	ns	ns	-0,409	-0,897	-0,483	ns	0,466	ns	1
Açúcares	ns	ns	ns	0,535	ns	0,361	-0,422	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,331	ns

*Os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância alfa=0,05

3.4 DISCUSSÃO

O desafio para os defensores de culturas no futuro é contribuir para sistemas de produção sustentáveis, especialmente para os pequenos agricultores, onde visam o uso do manejo integrado de pragas (MIP) contribuindo para a estabilidade ecológica em sistemas agrícolas. Neste sentido, são necessárias pesquisas que viabilizem seu implemento, com componentes tecnológicos e pesquisas que assegurem os agricultores quanto ao seu uso (BELLOTTI et al., 1994).

Resultados de pesquisa com a cultura da mandioca relatam correlações significativas entre a taxa fotossintética e rendimentos totais de biomassa e de raízes tuberosas. Como observados em pesquisas realizadas no CIAT que foram corroboradas por pesquisas posteriores no Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA Nigéria), onde as taxas fotossintéticas superiores de folhas de diferentes cultivares de mandioca do dossel foram correlacionadas com maior rendimento de raízes tuberosas (EKANAYAKE et al., 2007).

Neste presente estudo verificou-se que houve abscisão foliar mais precoce no segundo ciclo do experimento, com 100% de queda das folhas aos 20 dias de teste em populações com 80 insetos. Possivelmente essa antecipação observada é devido as plantas no primeiro ciclo apresentarem área foliar maior que as de segundo ciclo (Tabela 2). Essa diferença na área foliar entre primeiro e segundo ciclo também é apresentado por Oliveira (2015) para quatro diferentes cultivares de mandioca, que também observou quantidades de folhas diferentes entre os ciclos, sendo menor no segundo ciclo. Este mesmo autor observou que as plantas de mandioca investem pouco em novas folhas no segundo ciclo, uma vez que, segundo ele, as raízes tuberosas já estão formadas.

Ceballos e Cruz (2012) descrevem que tamanho da folha é uma característica típica de cada cultivar, embora dependa fortemente das condições ambientais. Num geral, as folhas produzidas nos primeiros 3 a 4 meses de vida da planta são maiores do que as produzidas após o quarto mês. Por exemplo, na variedade MCol 72, a área foliar média aos 4 meses de idade é de cerca de 250 cm², aos 7 meses, é de 130 cm², e aos 10 meses (colheita), apenas cerca

de 90 cm² (CEBALLOS; CRUZ, 2012). Apesar de tais autores não descreverem diferença entre os ciclos da planta, é possível verificar que a folha reduziu 3 vezes de tamanho em questão de 10 meses de idade da planta.

Neste presente estudo houve variação nos valores de A que diferiram do primeiro para o segundo ciclo, sendo que no primeiro ano agrícola a taxa média inicial foi de 7,297 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e no segundo ciclo em 12,146 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, mas ambos os ciclos demonstraram redução com aumento da população ao longo do tempo. Essa variação dos valores de primeiro e segundo ciclo se devem a incidência solar nas folhas de segundo ciclo, pois por serem menores em tamanho e quantidade, deixam a arquitetura da planta mais suscetível à entrada de luz, como observado na diferença de tamanho foliar.

A eficiência do uso da radiação reflete na máxima taxa fotossintética foliar (SINCLAIR et al., 2001) e segundo Pes e Hilgert (2015) sabe-se que a eficiência do uso de radiação causa reduções nessas taxas diante presença de sombreamento, senescência ou estresses causados por pragas, doenças e deficiência hídrica ou nutricional.

Estudo realizado por Alves (2006) apresentou taxas de fotossíntese líquida máximas variando de 13 a 24 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ em condições de casa de vegetação. Em condições de campo, valores obtidos por El-Sharkawy e Cock (1990) foram de 20 a 35 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, superiores aos observados neste estudo.

Contudo, a comparação de A fica prejudicada, uma vez que El-Sharkawy (2005) relatou problemas de aclimação e adaptação de plantas a ambientes que são normalmente encontrados, mas que confundem cientistas e pesquisadores, acerca de fotossíntese de plantas em particular. O referido autor ressaltou o valor limitado dos dados coletados em plantas cultivadas em ambientes inadequados para o crescimento ótimo. Ele também enfatizou que estes dados não são recomendados para uso em modelagem de safras ou para serem extrapolados ou usados em predições de respostas em ambientes naturais se a calibração necessária não for realizada. Isto é, os dados de campo coletados nas condições em que as plantas ou culturas normalmente são cultivadas devem ser levados em conta para esses propósitos.

A temperatura e umidade relativa do ar são mais elevadas quando realizadas em condições ótimas e a campo. Então torna-se limitante a comparação de resultados de trabalhos realizados em ambientes distintos com a mandioca, que é uma planta muito sensível a estas variações podendo apresentar respostas variáveis (LONG et al., 2006; EL-SHARKAWY; TAFUR; LÓPEZ, 2012).

Vale destacar ainda que, El-Sharkawy, Tafur e López (2012) observaram, em várias pesquisas, que plantas cultivadas em condições de estufa ou câmara de crescimento mostraram taxas fotossintéticas muito inferiores (15 a $20 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), saturação da taxa fotossintética com menor intensidade luminosa, temperaturas ótimas mais baixas e menor atividade das enzimas relacionadas à fotossíntese. Estes estudos são de valor limitado se seus resultados forem interpretados em relação ao potencial real da mandioca e aos mecanismos subjacentes controladores do processo fotossintético global (EL-SHARKAWY; COCK 1987; EL-SHARKAWY ET AL., 1993; EL-SHARKAWY 2004), pois podem oprimir algumas vertentes dos resultados

Embora tenha-se esta diferença de área foliar e valores de A , a escala de nota estabelecida para avaliar danos foliares demonstrou ser ferramenta eficiente, prática e econômica, com correlação entre as notas e os resultados observados, sendo que a medida que a nota aumenta diminuem os valores de SPAD, A , g_s , E , EUA e clorofilas, enquanto a atividade da POD e o teor de carotenoides são positivos para os dois ciclos.

É sabido que altas densidades populacionais de insetos herbívoros sugadores resultam queda na taxa fotossintética das folhas, com impacto na fisiologia da planta por longo período, causando inclusive redução no seu crescimento (VELIKOVA et al., 2010).

A redução da fotossíntese ao longo do tempo indica que quanto maior o período de interação entre planta-inseto, maior é o dano provocado pela atividade do percevejo-de-renda, uma vez que o inseto succiona maior volume de protoplasto afetando o desenvolvimento e a manutenção da planta. Assim, todo aparato fotossintético sob prolongada ação do inseto reduz sua capacidade de utilizar o carbono no metabolismo de fotossíntese, como indicado por Meyer

e Whitlow (1992) e Moore et al. (2010). Em estudo realizado por Huang et al. (2013), a densidade populacional de *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Phenacoccidae), e o tempo de infestação foi a principal razão pelas perdas de clorofila, com baixas taxas de fotossíntese, em virtude das alterações nas organelas fotossintéticas, o que afetou a eficiência do metabolismo fotossintético em tomates. Resultado semelhante ao verificado neste trabalho, com redução de até 66% nas taxas de clorofilas.

A concentração de CO₂ nos espaços intercelulares (*C_i*), nos dois ciclos, não apresentou diferença significativa. Apesar de haver correlação com outros fatores avaliados, é difícil afirmar que há incremento desse resultado com alguma ação da RUBISCO. Essa correlação também pode ser devido à característica da mandioca ser planta atribuída a plantas C3 e C4, ao mesmo tempo que possui os sistemas enzimáticos favoráveis à fixação de CO₂ pelos caminhos C3 e C4, mas sem a típica anatomia Kranz de folha C4 (EL-SHAKAWY et al., 1989; EL-SHAKAWY, 2004).

Os valores de *F_c* foram significativos, tanto para o aumento do número de insetos por folha, como para o tempo de permanência destes insetos na folha. Parâmetro este que pode servir de indicativo de redução na atividade da RUBISCO, uma vez que a *F_c* pode ser utilizada como método indireto de estimativa da atividade da enzima RUBISCO *in vivo*, pois leva em consideração a quantidade de CO₂ assimilado por unidade de CO₂ presente nos espaços intercelulares, disponíveis para assimilação (LONG; BERNACCHI, 2003). Este resultado seria esperado, pois a taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas sofreu com o aumento da densidade populacional ao longo do tempo.

Quanto aos valores de transpiração e condutância estomática, foi possível verificar que os dados não diferiram no primeiro ciclo, mas reduziram no segundo, o que pode ser causado pela senescência acelerada da folha, uma vez que há tendência de declínio da capacidade fotossintética, além de alterações no metabolismo da planta que foram mais acentuados no segundo ciclo. A planta geralmente limita a abertura estomática (*g_s*) a fim de evitar a perda de H₂O, pois este é um elemento essencial para sua manutenção e está associado a diversos processos bioquímicos para a sobrevivência da planta (CHAVES, 2015), como

aqui verificado, que há correlação da abertura estomática com o valor de Nota e de A, de forma negativa e positiva, respectivamente.

A taxa de transpiração (E), condutância estomática (g_s) e a eficiência no uso da água (EUA) apresentam correlação e apesar de não ter apresentado diferença estatística no valor de E no primeiro ciclo, houve redução nas médias destas variáveis ao longo do tempo e ao passo que aumentam as densidades populacionais. A folha apresentou defesa, fechando os estômatos, o que reduz a transpiração, e apesar de tal tentativa, a eficiência no uso da água ainda continuou reduzindo.

A planta da mandioca também pode agir por tolerância, que representa a capacidade da planta crescer, desenvolver e produzir satisfatoriamente mesmo com um determinado nível de infestação do herbívoro (KERCHEV et al. 2012). Bilgin et al. (2010), explica que apesar da planta possuir inúmeras alterações fisiológicas para compensar o ataque dos insetos, geralmente as respostas de defesa da planta estão relacionadas com a redução na taxa de fotossíntese.

Insetos sugadores reduzem a taxa fotossintética de várias maneiras, sendo a queda da condutância estomática e a alteração do transporte de água os principais responsáveis por essa redução (NABITY et al., 2009; ZVEREVA et al., 2010). Buntin et al. (1993), observaram que a infestação por mosca-branca em plantas de tomate é responsável pelo decréscimo no conteúdo de clorofila, na redução da capacidade fotossintética e na condutância estomática, e em plantas de algodão tiveram as mesmas reduções nos parâmetros de trocas gasosas quando infestadas por *Tetranychus cinnabarinus* (SARWAR, 2013), resultados semelhantes ao encontrado nesta pesquisa.

Lamp et al. (2011), verificaram que quanto mais tempo o inseto permanecer na planta maior será o dano causado, fato observado neste trabalho. Em experimento realizado a campo obteve-se significativa redução nos parâmetros de trocas gasosas, transpiração (13,2%), taxa fotossintética (9,6%) e condutância estomática (18,8%), quando folhas de dois genótipos de uva foram expostas a quatro cigarrinhas (*Empoasca fabae*) por dois dias. O mesmo experimento foi realizado em condições de casa de vegetação, utilizando-se quatro genótipos de uva e quatro insetos, e obtiveram maiores reduções após a

exposição das plantas a *E. fabae* por três dias nos parâmetros transpiração (37,6%), taxa fotossintética (22,3%) e condutância estomática (45,4%) (LAMP et al. 2011). No presente trabalho verificou-se que folhas de mandioca infestadas com 10 insetos por 5 dias apresentou redução de 9,6% na taxa de fotossíntese comparadas às folhas testemunha sem insetos, chegando a 80,1% de redução quando esse número era de 80 insetos pelo período de 20 dias, em plantas do primeiro ciclo. Enquanto g_s chegou ao pico de 52,4% e E com 27,8% de redução nestas mesmas condições de número de insetos e densidade.

Pesquisas indicam que o rendimento de raiz de mandioca seca foi significativo e correlacionado negativamente com o CO_2 intercelular (C_i), com variação entre 179 a 341 mol $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$, fato este atribuído a efeitos não estomáticos (como a anatomia do mesófilo e os componentes bioquímicos da via de fixação de carbono), uma vez que essa correlação foi negativa para C_i (EL-SHARKWAY, 2012). Os valores obtidos pelo autor na variável C_i assemelham-se aos deste experimento, com variação na C_i entre 146 a 252 mol $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$. Contudo, este parâmetro não respondeu a densidade de insetos por folha neste trabalho.

No que se refere aos pigmentos fotossintéticos, o resultado obtido neste estudo provavelmente seja consequência da sucção do conteúdo citoplasmático da célula pelo percevejo, danificando a célula, causando pontuações seguidas de amarelecimento, consequentemente com a redução no teor de clorofila. Destaca-se os teores de carotenoides e antocianinas, de coloração amarelo e vermelho, além de iniciar o processo de senescência foliar (MATILE et al., 1996; STREIT et al., 2005; UENOJO et al, 2007). A degradação de pigmentos leva a redução no processo fotoquímico. Como observado nos resultados aqui apresentados, os valores dos teores de carotenoides apesar de não exibirem diferença estatística no primeiro ciclo houve (nos dois ciclos) correlação positiva de seus valores com valores de nota de dano foliar e atividade da POD, sendo negativa para o índice SPAD, A_e e, como esperado, com os teores de clorofilas.

No que diz respeito às análises bioquímicas, a atividade das enzimas POD e PPO têm sido relacionadas ao mecanismo de defesa induzida de plantas contra herbívoros e patógenos, pois podem oxidar compostos fenólicos quando

o tecido sofre estresse biótico ou abiótico (WAR et al., 2012; GOLAN et al., 2013; SINGH et al., 2013). Além disso, Gulsen et al. (2010), verificaram que a peroxidase pode aumentar a tenacidade de folhas, agir negativamente na alimentação dos insetos e ainda, produzir toxinas que reduzem a digestibilidade da planta. A polifenoloxidase apresenta também importante ação anti-nutritiva a insetos por alquilar proteínas reduzindo assim, a disponibilidade de aminoácidos (FELTON et al., 1992).

Níveis elevados de peroxidase e polifenoloxidase têm sido relacionados à resistência induzida de plantas a insetos em diversos trabalhos (TSCHARNTKE et al., 2001; CHEN et al., 2006; HUANG et al., 2007; ZHANG et al., 2008; GULSEN et al., 2010; USHA et al., 2010; HE et al., 2011; TAGGAR et al., 2012). As peroxidases são responsáveis por participar de vários processos fisiológicos de grande importância (CAVALCANTI et al., 2005), inclusive induzido pelo estresse hídrico, como verificado haver correlação por Fu et al. (2016) na mandioca. Gómez-Vasquez et al. (2004), também avaliaram células de mandioca e seus possíveis componentes de defesa, dentre elas está o aumento de peroxidase, contribuindo na oxidação de componentes que melhoram a ação de defesa, corroborando com nossos resultados.

Em pesquisa realizada por Rheinheimer (2013), observou-se a ocorrência de aumento das defesas das plantas de mandioca em função da infestação com *P. manihoti* associada a aumentos na atividade de peroxidase, polifenoloxidase, aminoácidos e açúcares redutores na maioria das variedades de mandioca testadas, porém, no trabalho, apenas as atividades de peroxidase e polifenoloxidase parecem estar envolvidas na resistência das variedades avaliadas. Estes resultados corroboram com os resultados obtidos neste estudo, onde a peroxidase apresentou picos de atividade em altas densidades de insetos por folha e ao longo do tempo de permanência destes na folha. Para a variedade Fécula Branca (Santa Helena), no trabalho de Rheinheimer (2013), os valores de POD oscilaram de 0,095 a 1,262 $\Delta \text{ min}^{-1} \text{ mg proteína}^{-1}$ e de PPO de 0,024 a 0,138 $\Delta \text{ min}^{-1} \text{ mg proteína}^{-1}$, em tratamentos infestados e não-infestados, respectivamente. Enquanto os resultados obtidos neste trabalho variaram de 0,003 a 0,931 $\Delta \text{ min}^{-1} \text{ mg proteína}^{-1}$ para POD e de 0,003 a 0,0041 $\Delta \text{ min}^{-1} \text{ mg}$

proteína¹ para PPO, sendo este último com diferença estatística não significativa. Porém, vale ressaltar que as condições não foram semelhantes pois Rheinheimer realizou os testes em condições de laboratório.

Altos teores de açúcares redutores em tecido foliar são relatados por outros autores em plantas infestadas por insetos (MADALENO, 2010; MIRANDA et al., 2013). Açúcares redutores se elevam com a infestação de insetos como uma resposta ao aumento da atividade metabólica das plantas após a indução de resistência, pelo fato dos ciclos metabólicos serem integrados e, com a indução de resistência, os compostos do metabolismo secundário podem afetar o metabolismo primário do carbono, como a glicólise, pentose fosfato ou ciclo do ácido cítrico (MAZARO et al., 2012).

Os teores de açúcares redutores foram aumentando à medida que aumentava o tempo de permanência dos insetos na folha, apresentando seu maior valor para o tempo de 20 dias de alimentação, com 10 insetos por folha, no primeiro ciclo. Fato este que indica grande conversão de açúcar, possivelmente como resposta da planta ao ataque da praga, fornecendo energia para a planta sintetizar compostos secundários necessários à sua recuperação. Foi observado por Rheinheimer (2013) que a infestação com *P. manihoti* elevou o teor de açúcares redutores em 11 variedades e apesar do valor para a variedade Fécula Branca (Santa Helena) apresentar aumento nos tratamentos infestados com insetos, os números obtidos foram superiores aos obtidos neste trabalho.

Os resultados aqui obtidos indicam que a planta apresenta mecanismos de defesa ao ataque do percevejo-de-renda e que, a escala de nota ou a medição de dados fotossintéticos usando o medidor portátil de fotossíntese e SPAD podem ser considerados métodos não destrutivos que funcionam permitindo leituras instantâneas para os parâmetros relacionando a eficiência fotossintética. Sugere-se o uso da escala do dano aqui testada para o manejo integrado de pragas na cultura da mandioca.

Embora tenham ocorrido diferenças na taxa de assimilação líquida de CO₂ nas folhas das plantas em função das populações de insetos e ciclo da cultura, quanto ao dano foliar não foi possível afirmar se houve repercussão na

produtividade final. Desta forma, são necessários estudos na planta total e sua produtividade para corroborarem com os testes preliminares da folha.

3.5 CONCLUSÃO

A escala de notas estabelecida e testada foi adequada para avaliar danos de percevejo-de-renda.

Os valores mensurados com índice SPAD e taxa de fotossíntese líquida sofreram queda à medida que aumentavam a população do inseto e seu tempo de permanência do experimento enquanto F_c em contrapartida, apresentou redução

Os pigmentos de clorofila foram influenciados pelos ataques de percevejo-de-renda, reduzindo seus valores ao longo do experimento, ao passo que valores de peroxidase e açúcares se elevaram.

Houve diferença na velocidade de resposta da planta de mandioca de primeiro ou segundo ciclo. Nos dois ciclos, a mandioca respondeu a presença do inseto sugador, de forma gradual à densidade populacional e o tempo de sucção, porém, no segundo ciclo a mandioca apresentou maior abscisão foliar em curto espaço de tempo, chegando a 100% aos 20 dias com populações de 80 insetos, no primeiro ano isso ocorreu aos 30 dias.

3.6 AGRADECIMENTOS

A Dra. Ana Tereza Bittencourt Guimarães, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Cascavel, pelas análises estatísticas do trabalho.

A CAPES e PPGA – UNIOESTE pelo financiamento de bolsa.

3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDINSOFT, Xlstat for Excel, version 7. 5. Addinsoft. New York, New York. 2004.

ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In.: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G.) (Eds). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. p.138-169. 2006.

ALVES, L. F. A.; BELLON, P. P., RHEINHEIMER, A. R.; PIETROWSKI, V. First record of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) on adults of cassava lace bug *Vatiga manihotae* (Drake) (Hemiptera: Tingidae) in Brazil. **Arquivos do Instituto biológico**, São Paulo, v.79, n.2, p.309-311, abr-jun. 2012.

BELLON, P. P.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L. F. A.; RHEINHEIMER, A. R. (2011) Técnica para o desenvolvimento de bioensaios com *Vatiga manihotae* (Drake) (Hemiptera: Tingidae) em laboratório. **Arquivos do Instituto biológico**, São Paulo, v.78, p. 115-117. 2011.

BELLOTI, A. C.; ARIAS, V. B.; VARGAR, H. O.; PEÑA, J. E. Pérdidas en rendimiento del cultivo de yuca causadas por insectos y acaros. In: OSPINA, B. CEBALLOS, H (Eds). **La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento y comercialización**. CIAT/CLAYUCA, n.327. 2002. 586p.

BELLOTTI, A. C. Arthropod pests. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. **Cassava: Biology, production and utilization**. Wallingford: CABI Publishing International. p.209-235. 2002.

BELLOTTI, A. C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 44, n. 1, p. 343-370, 1999.

BELLOTTI, A.C.; BRAUN, A.R; ARIAS, B.; CASTILLO, J.A.; GUERREIRO, J.M. Origin and management of neotropical cassava arthropod pests. **African Crop Science Journal**, v.2; n.4, p.407-417, 1994

BILGIN, D. D.; ZAVALA, J. A.; ZHU, J.; CLOUGH, S. J.; ORT, D. R.; DELUCIA, E. H. Biotic stress globally downregulates photosynthesis genes. **Plant Cell Environ**, v.33, p. 1597–1613,. 2010.

BRADFORD, M. A. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, p. 248-254, .1976.

BUNTIN, G. D.; GILBERTZ, D. A.; OETTING, R. D. Chlorophyll loss and gas exchange in tomato leaves after feeding injury by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**. v.86, p.517–522. 1993.

CAVALCANTI, L. S.; BRUNELLI, K. R.; STANGARLIN, J. R. Aspectos bioquímicos e moleculares da resistência induzida. In: Cavalcanti, L. S.; Di Piero, R. M.; Cia, P.; Pascholati, S. F.; Resende, M. L. V. De; Romeiro, R. Da. S. (Ed.),

Indução de Resistência em Plantas a Patógenos e Insetos. Piracicaba: FEALQ, p. 263. 2005.

CHAVES, V. de V. **Trocas gasosas e fluorescência da clorofila “a” em genótipos de cana-de-açúcar infestados por cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata*.** Viçosa, 2015. 33p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais, 2015.

CHEN, W.; ZHOU, Q.; LI X, H.E.G.F. Physiological responses of different rice cultivars under herbivore stress. **Acta Ecologica Sinica**, China, v. 26, n.1, p. 2161-2166. 2006.

VRIES, S. C.; VAN DE VEN, G. W. J.; VAN ITTERSUM, M. K.; GILLER, K. E. Resource use efficiency and environmental performance of nine major biofuel crops, processed by first-generation conversion techniques. **Biomass Bioenerg.** v.34, p.588-601. 2010.

DUNGMAL, K.; APENTEN, R. K. O. A comparativ estudy of polyphenoloxidasas from taro (*Colocasia esculenta*) and potato (*Solanum tuberosum* var. Romano). **Food Chemistry**, London, v. 64, p. 351-359, .1999. Disponível em: < DOI: 10.1016/S0308-8146(98)00127-7>. Acesso em: 20 Jan.2017.

EL SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H., Photosynthesis of cassava *Manihot esculenta*, **Experimental Agriculture**. v. 26, p.325–340. 1990.

EL-SHARKAWY, M. A. Cassava biology and physiology. **Plant Molecular Biology**, v.56, p.481-501, 2004.

EL-SHARKAWY, M. A. Drought-tolerant cassava for Africa, Asia and Latin America: breeding projects work to stabilize productivity without increasing pressures on limited natural resources. **BioScience**, Whashington, v.43, p.441-451, 1993.

EL-SHARKAWY, M. A. Stress-Tolerant Cassava: The Role of Integrative Ecophysiology-Breeding Research in Crop Improvement. **Open Journal of Soil Science**, v.2, p.162-186. 2012

EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H. PORTO, M. C. M. Características fotossintéticas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, p.143-154. 1989.

FAO. 2013. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, FAO **Save and Grow: Cassava A guide to sustainable production intensification** 2013. 140p. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/save-and-grow/cassava/pdf/SG-Cassava-Brief.pdf>>. Acesso em 13 dez. 2016.

FARIAS, A. R. N.; ALVES, R. T. O percevejo de renda na cultura da mandioca. **Comunicado Técnico** – Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, n.28, p.1-2, 2004.

FELTON, G. W.; DONATO, K. K.; BROADWAY, R. M.; DUFFEY, S. S. Impact of oxidized plant phenolics on the nutritional quality of dietary protein to a noctuid herbivore, *Spodoptera exigua*. **Journal of Insect Physiology**, New York, v. 38, p. 277-285. 1992.

FIALHO, J. DE F.; VIEIRA, E. A.; PAULA-MORAES, S. V. P.; SILVA, M. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. Danos causados por percevejo-de-renda na produção de parte aérea e raízes de mandioca. **Scientia Agraria**, v.10, n.2, p.151-155, 2009.

FIALHO, J. F.; OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, R. T. Efeito do dano do percevejo de renda *Vatiga illudens* (Drake, 1922) sobre o rendimento da mandioca no Distrito Federal. In: 8º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, Salvador, 1994. **Resumos** Salvador: Sociedade Brasileira de Mandioca, p.91. 1994.

FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. **Mandioca no Cerrado: orientações técnicas.** / editores técnicos, Josefino de Freitas Fialho, Eduardo Alano Vieira. – Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 2011. 208 p. 2011.

FU, L.; DING, Z.; HAN, B.; HU, W., LI, Y. ZHANG, J. Physiological Investigation and Transcriptome Analysis of Polyethylene Glycol (PEG)-Induced Dehydration Stress in Cassava. *Int. J. Mol. Sci.* v.17, 18p. 2016.

GOLAN, K.; RUBINOWSKA, K.; GÓRSKA-DRABIK, E. Physiological and biochemical responses of fern *Nephrolepis biserrata* (SW.) Schott. to *Coccus hesperidum* L. infestation. *Acta Biologica Cracoviensia*, v.55, p.93-98. 2013. Disponível em: <Doi: <https://doi.org/10.2478/abcsb-2013-0007>>. Acesso em 13 out. 2016.

GOMEZ-VASQUEZ, R.; DAY, R.; BUSCHMANN, H.; RANGLES, S.; BEECHING, J.; COOPER, R.M. Phenylpropanoids, Phenylalanine Ammonia Lyase and Peroxidases in Elicitor-challenged *Cassava* (*Manihot esculenta*) Suspension Cells and Leaves. **Annals of botany** v.94, p.87-97. 2004. doi:10.1093/aob/mch107

GROXCO M. **Análise da conjuntura agropecuária mandioca - SAFRA 2015/16.** SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento DERAL - Departamento de Economia Rural. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/mandioca_2015_16.pdf>. Acesso em: 20 set. 2016.

GULSEN, O.; EICKHOFF, T.; HENG-MOSS, T.; SHEARMAN, R.; BAXENDALE, F.; SARATH, G.; LEE, D. Characterization of peroxidase changes in resistant and susceptible warm-season turf grasses challenged by *Blissus occiduus*. *Arthropod. Plant Interact*, v.4, p.45-55. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11829-010-9086-3>>. Acesso em: 13 out. 2016.

HALBERT, S. The Cassava Lace Bug, *Vatiga illudens* (Drake) (Hemiptera: Tingidae), a new exotic lace bug in Florida. Florida Division of Plant Industry, **Pest Alert**, n. 1-2. 2010. Disponível em:

<<http://www.freshfromflorida.com/DivisionsOffices/Plant-Industry/Plant-Industry-Publications/PestAlerts/Cassava-Lace-Bug>>. Acesso em: 12 set. 2016.

HAMMERSCHMIDT, T. R.; NUCLES, E. M.; KUC, J. Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenarium*. **Physiological Plant Pathology** (Online), v. 20, n.1, p. 73-82. 1982.DOI: 10.1016/0048-4059(82)90025-X

HE, J.; CHEN, F.; CHEN, S.; LIV, G.; DENG, Y.; FANG, W. Chrysanthemum leaf epidermal surface morphology and antioxidant and defense enzyme activity in response to aphid infestation. **Journal Plant Physiology**, v. 168, p. 687-93. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2010.10.009>>. [Acessado em: 18 out. 2016].

HUANG, W.; ZHIKUAN, J.; QINGFANG, H. Effects of herbivore stress by *Aphis medicaginis* Koch on the malondialdehyde contents and activities of protective enzymes in different alfalfa varieties. *Acta Ecologica Sinica*, v. 27, p. 2177-2183. 2007. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S1872-2032\(07\)600481](http://dx.doi.org/10.1016/S1872-2032(07)600481)>. [Acessado em: 18 out. 2016].

KERCHEV, P. I.; FENTON, B.; FOYER, C. H.; HANCOCK, R. D. Plant responses to insect herbivory: interactions between photosynthesis, reactive oxygen species and hormonal signalling pathway. **Plant, Cell and Environment**, v.35, p. 441–453. 2012.

LAMP, W. O.; MIRANDA, D.; CULLER, L.E.; ALEXANDER, L.C. Host suitability and gas exchange response of grapevines to potato leafhopper (Hemiptera: Cicadellidae). **Journal Economy. Entomology**. 104:1316-1322, 2011.

LEVER, M. (1972) A new reaction for colorimetric determination of carbohydrates. **Analytical Biochemistry**, New York, v.47, p.273-279. 1972.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Packer, L.; Douce, R. (Eds.). **Methods in enzymology**. London: Academic Press, 1987. p. 350-381. 1987.

LICHTENTHALER, H. K.; ROHMER, M.; AND SCHWENDER, J. Two independent biochemical pathways for isopentenyl diphosphate and isoprenoid biosynthesis in higher plants. **Physiol. Plant**. v.101, p.643–652. (1997).

LI-COR. LI 3100 area meter instruction manual. Lincon, 1996. 34 p.

LONG, S. P.; BERNACCHI, C. J. Gas exchange measurements, what can they tell us about the underlying limitations to photosynthesis? Procedures and sources of errors *J. Exp. Bot.* v.54.p.2393-2401. 2003.

LUSSO, M. F. G.; PASCHOLATI, S. F. Activity and isoenzymatic pattern of soluble peroxidases in maize tissues after mechanical injury or fungal inoculation. *Summa Phytopathological, Campinas*, v. 25, n.1, p. 244-249. 1999.

MADALENO, L. M. **Cigarrinha-das-raízes na cana-de-açúcar e qualidade do açúcar produzido. Jaboticabal**, 2010. 80p. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2010.

MATILE, P.; HORTENSTEINER, S.; THOMAS, H.; KRAUTLER, B. Chlorophyll Breakdown in Senescent Leaves. **Plant physiol.** v.112, p. 1403-1409. 1996. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC158071/pdf/1121403.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

MAZARO, S. M.; DESCHAMPS, C.; GOUVEA, A. DE; CITADIN, I.; WAGNER JUNIOR, A. Indução de resistência a doenças foliares e de flores em morangueiro por quitosana e acibenzolar-methyl. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.18, n.2-4, p.143-150. 2012.

MEYER, G. A.; WHITLOW, T. H. Effects of leaf and sap feeding insects on photosynthetic rates of goldenrod. **Oecologia** v.92, p. 480-489. 1992.

MINOLTA. Minolta Radiometric Instruments Division. Manual for chlorophyll meter SPAD 502. Osaka: Minolta. 1989.

MIRANDA, L. L. D.; FRACASSO, J. V.; COSTA V. P. DA; ANJOS, I. A. DOS; LOPES, D. O. P. Reação de cultivares de cana-de-açúcar a broca do colmo. **Bragantia**, Campinas, v.72, n.1, p.29-34, 2013.

MOORE, G. M.; WATTS, D. A.; GOOLSBY, J. A. Ecophysiological responses of giant reed (*Arundo donax*) to herbivory. **Invasive Plant. Sci. Manag.** v.3, p. 521-529. 2010.

NABITY, P. D.; ZAVALA, J. A.; DELUCIA, E. H. Indirect suppression of photosynthesis on individual leaves by arthropod herbivory. **Annals of Botany.** v.1, p.3:655–663. 2009.

OLIVEIRA M. A. S.; FIALHO, J. de F.; ALVES, R. T.; OLIVEIRA, J. N. S.; GOMES, A. C. Dinâmica populacional do percevejo-de-renda *Vatiga illudens* (Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) na cultura da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) no Distrito Federal. Planaltina, Embrapa Cerrados, **Boletim técnico**, n.5,13p. 2001.

OLIVEIRA, E.C. de. **Crescimento, desenvolvimento e produção de mandioca em função da arquitetura de plantas, densidade populacional e época de colheita.** Londrina, 2015. 89p. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina. 2015.

PES, L. Z.; HILGERT, M. **Fisiologia vegetal.** Arenhardt: Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2015. 81p.

PIETROWSKI, V. **Pragas da cultura da mandioca: percevejo-de-renda e cochonilhas.** 2006. Disponível em:

<<http://www.cerat.unesp.br/Home/compendio/palestras/palestra5.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

PIETROWSKI, V.; RINGENBERG, R., RHENHEIMER, A.R.; BELLON, P.P.; GAZOLA, D.; MIRANDA, A.M. **Insetos-praga da cultura da mandioca na região Centro-Sul do Brasil**. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil, 40p. 2010.

RHEINHEIMER, A.R. **Resistência de variedades de mandioca à cochonilha *Phenacoccus manihoti* (MATILE-FERRERO) e sua influência sobre o parasitoide *Anagyrus lopezi* (DE SANTIS)**. 2013. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia) de doutorado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2013.

SARWAR, M. (2013) Comparing abundance of predacious and Phytophagous mites (Acarina) in conjunction with resistance identification between *Bt* and non-*Bt* cotton cultivars. **African Entomology**, v.21, n.1, p.108-118. 2013.

SEAB/DERAL. Secretaria de Agricultura e Abastecimento / Departamento de economia rural. **Agrotóxicos no Paraná**. 2016. Disponível em: <<http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SIMS, D.A, GAMON J.A. (2002) Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages Remote Sensing of Environment v.81.p. 337–354. 2002.

SINCLAIR, T.R.; MISLEVY, P.; RAY, J.D. Short photoperiod inhibits winter growth of subtropical grasses. **Planta**, New York, v. 213, 2001. p. 488-491.

SINGH, H.; DIXIT, S.; VERMA, P. C.; SINGH P. K. (2013) Differential peroxidase activities in three different crops upon insect feeding. **Plant Signaling & Behavior**, v.8, p.25615-1 – 25615-7. 2013.

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. A cultura da mandioca. **Sistemas de Produção**, v.8. Embrapa Mandioca e Fruticultura: 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/plantio.htm>. Acesso em: 23 jan. 2016.

STREITL, N.M.; CANTERLE, L.P.; CANTO, M.W.; HERCKTHEUER, L.H. (2005) As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755. 2005.

STREITO, J. C.; GUILBERT, E; MÉRION, S; MINATCHY, J.; PASTOU, D. Premier signalement de *Vatiga illudens* (Drake, 1922), nouveau ravageur du Manioc dans le Mascareignes (Hemiptera Tingidae). **L'Entomologiste**, v. 68, p.357–360. 2012.

TAGGAR, G. K.; GILL, R. S.; GUPTA, A. K.; SANDHU, J. S. (2012) Fluctuations in peroxidase and catalase activities of resistant and susceptible black gram

(*Vigna mungo* (L.) Hepper) genotypes elicited by *Bemisia tabaci* (Gennadius) feeding. **Plant Signaling & Behavior** (Online), v.7, n.10, p.1321-1329. 2012.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artemed, 3.ed. 2004. 719p.

TSCHARNITKE, T.; THIESSEN, S.; DOLCH, R.; BOLAND, W. (2001) Herbivory, induced resistance and interplant signal transfer in *Alnus glutinosa*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.29, n.10, p.1025-47. 2001 Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S03051978\(01\)00048-5](http://dx.doi.org/10.1016/S03051978(01)00048-5)>. [Acessado em: 18 out. 2016].

UENOJO, M.; MARÓSTICA JUNIOR, M.R.; PASTORES, G.M. (2007) Carotenóides: Propriedades, Aplicações E e Biotransformação Para Formação De Compostos De Aroma. **Quim. Nova**, v.30, n.3, p.616-622. 2007.

USHA RANI, P.; JYOTHSNA, Y. (2010) Biochemical and enzymatic changes in rice as a mechanism of defense. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.32, n.4, p.695-701. (010 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11738-009-0449-2>>. [Acessado em: 18 out. 2016].

VELIKOVA, V.; SALERNO, G.; FRATI, F.; PERI, E.; CONTI, E.; COLAZZA, S.; LORETO, F. (2010) Influence of feeding and oviposition by phytophagous pentatomids on photosynthesis of herbaceous plants. **Journal of Chemical Ecology**, v.36.p.629–641. 2010.

WAR, A.R.; PAULRAJ, M.G.; AHMAD, T.; BUHROO, A.A.; HUSSAIN, B. IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H.C. (2012) Mechanisms of Plant Defense against Insect Herbivores. **Plant Signaling & Behavior** p.7, v.10, p.1306-1320. 2012.

WENGRAT, A. P. G. S.; PIETROWSKI, V. Espécies do gênero *Vatiga* (Hemiptera: Tingidae) associados à cultura da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). In: XV Congresso Brasileiro de Mandioca, Salvador, BA, Brazil. **Resumo...**: XV Congresso Brasileiro de Mandioca, Salvador, BA. Brasil. 2013.

ZHANG, L.L.; WEN, D. Z. (2008) Photosynthesis, chlorophyll fluorescence, and antioxidant enzyme responses of invasive weed *Mikania micrantha* to *Bemisia tabaci* infestation. **Photosynthetica**, v.46, p.457-62, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11099-008-0078-9>>. Acesso em: 18 out. 2016.

ZVEREVA, E.L.; LANTA, V.; KOZLOV, M.V. (2010) Effects of sap-feeding insect herbivores on growth and reproduction of woody plants: a meta-analysis of experimental studies. **Oecologia**, v.163.p.949–960. 2010.

4 ARTIGO 2: Parasitismo de *Anagrus virginiae* e *Erythmelus tingitiphagus* (Hymenoptera: Mymaridae) em ovos de *Vatiga* spp. (Hemiptera: Tingidae) na cultura da mandioca (*Manihot esculenta*)

RESUMO

A cultura da mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, apresenta grande importância pela produção de raízes ricas em amido, principal fonte energética para a população de baixa renda dos países tropicais, e pelo seu diversificado uso em várias áreas industriais e de consumo humano e animal. Dentre os artrópodes que afetam seu desenvolvimento e produção, tem-se o percevejo-de-renda (*Vatiga* sp.), o qual carece ainda de muita informação, seja de sua dinâmica ou danos. O objetivo deste trabalho foi coletar ovos de *Vatiga* spp. em duas variedades de mandioca na região oeste do Paraná, Brasil, a fim de prospectar e identificar as espécies de parasitoides associados a estes percevejos, bem como acompanhar sua flutuação populacional em cultivos na região e avaliar seu potencial biótico no controle natural desta praga. As amostragens foram realizadas em três áreas de plantio, com coletas quinzenais, por dois ciclos de cultivo consecutivos, em duas variedades de mandioca (Baianinha e Cascuda). As folhas coletadas foram examinadas em laboratório para quantificação de ovos de percevejo, acondicionadas em placas de Petri, com ágar 3% ao fundo, fechado com filme de PVC transparente e mantidos em câmara climatizada com temperaturas variando de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e 12h de fotofase. Foi realizado a cada dois dias a contagem de ovos parasitados e a coleta dos parasitoides emergidos. Estes foram armazenados em tubos plásticos tipo eppendorf com etanol 70% para posterior montagem em lâminas e identificação das espécies. Foram avaliados o número de ovos do hospedeiro, número de parasitoides emergidos, razão sexual e índice de parasitismo. Foram coletadas, identificadas e quantificadas duas espécies de parasitoides da família Mymaridae, *Anagrus virginiae* Triapitsyn e Puttler e *Erythmelus tingitiphagus* (Soares), parasitando *Vatiga*. A espécie *A. virginiae* apresentou maior potencial de parasitismo, principalmente no genótipo Baianinha de primeiro ciclo, sendo 1,9 vezes superior a Cascuda. As plantas de mandioca de primeiro ciclo apresentaram maior número de oviposição do percevejo-de-renda que as de segundo ciclo. Houve correlação positiva para o número de ovos da praga com a temperatura e negativa para a umidade e precipitação.

Palavras-chave: percevejo-de-renda; parasitoides de ovos; relação tritrófica.

ABSTRACT

Manihot esculenta Crantz is a importante culture that product roots rich in starch, the main source energy for the low income population of tropical countries, and different uses in various areas of industry, and for human and animal consumption. Among the arthropods affecting its production and development, there's lace bug (*Vatiga* spp.), with not to many information about its dynamics or damages. The objective of this search was to collect eggs of *Vatiga* spp. In two cassava varieties in the western region of Paraná, Brazil, to prospect and identify the parasitoid species associated with these bugs, and to monitor their population fluctuation in crops in the region and to evaluate their biotic potential in the natural control of this pest. Samplings were carried out in three planting areas, with once every fortnight collections, for two consecutive years, in two cassava varieties (Baianinha and Cascuda). Fifteen leaves in each area were collected at each collection date, examined for account the lace bug's eggs and conditioned in Petri dishes, with 3% agar at the bottom, closed with transparent PVC film and remained in a chamber with temperatures under control, ranging from $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ and 12h of photophase. The counting of parasitized eggs was acomplished every two days and parasitoids collected and stored in eppendorf plastic tubes with a 70% ethanol solution for the assembly of slides and identification of the species. The number of eggs of the host, number of parasitoids emerged, sex ratio and parasitism index were evaluated. Two species of parasites of the Mymaridae family, *Anagrus virginiae* Puttler and Triapitsyn (2006) and *Erythmelus tingitiphagus* Soares (1941), parasitizing the eggs of *V. manihotae* Drake (1922) and *V. illudens* Drake (1922) were found. The species *A. virginiae* had a higher parasitism potential, especially in the Baianinha variety of the first-cycle, being 1.9 times better to Cascuda. The first-cycle cassava plants showed a higher number of oviposition of the lace bug than the second-cycle. There was a positive correlation for the number of pest eggs with temperature and negative for humidity and precipitation.

Keywords: lace bug; egg parasitoids, tritrophic interactions.

4.1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta perene, cultivada por um a dois anos, visando a produção de raízes ricas em amido (OTSUBO; LORENZI, 2002, SOUZA, 2006). Além das raízes, a planta pode ser utilizada na alimentação animal (PHUC; OGLEB; LINDBER, 2000), produção de energia (SRIROTHA et al., 2000) e como matéria-prima em inúmeros produtos industriais (MATTOS; CARDOSO, 2003; SOUZA; FIALHO, 2003).

É considerada uma cultura relativamente tolerante ao ataque de pragas, porém, pode ser potencialmente afetada por diversos artrópodes, pois, segundo Bellotti, Smith e Lapoint (1999), cerca de 200 espécies são descritas associadas a seu cultivo. Muitas coevoluíram com mandioca e estão adaptadas de maneira variável aos fatores naturais de resistência dessa planta hospedeira, como os compostos cianogênicos (BELLOTTI et al. 2002).

Em elevadas populações, esses artrópodes causam redução na produção da mandioca (FIALHO; VIEIRA, 2011), como é o caso do percevejo-de-renda, *Vatiga* spp. (Hemiptera: Tingidae), descrita como praga importante na cultura da mandioca em diversos países da América do Sul e Central (BELLOTTI; VAN SCHOONHOVEN, 1978) e recentemente com presença registrada na Flórida, Estados Unidos e no oceano Índico, na Ilha da Reunião (HALBERT, 2010; STREITO et al., 2012).

Nos últimos anos, a população deste inseto vem crescendo visivelmente, favorecido por períodos de estiagem prolongada (OLIVEIRA et al., 2001; FARIAS; ALVES, 2004; MOREIRA et al., 2006; PAULA-MORAES et al., 2007; FIALHO et al., 2009; BELLON et al., 2012). A flutuação populacional é maior nos períodos de pleno desenvolvimento da planta, com maior infestação no primeiro semestre do ano na região do Distrito Federal (OLIVEIRA et al., 2001), com picos em fevereiro, março e abril no Mato Grosso do Sul (ROHDEN; ARECE; GOMEZ, 2005) de novembro, janeiro e fevereiro na região de Marechal Cândido Rondon (PR) (MARTINAZZO et al., 2007), e em maio na região de Campo Mourão (PR) (VITORIO et al., 2007).

Esses insetos se localizam na face abaxial das folhas basais e medianas da planta, porém, em altas populações atingem as folhas apicais (BELLOTTI et al., 2002). Se alimentam do protoplasto das células do parênquima foliar, deixando pontos cloróticos nas folhas, que podem evoluir para tons marrom-avermelhada (BELLOTTI; SMITH; LAPOINT, 1999; FARIAS; ALVES, 2004; PIETROWSKI, 2006; BELLOTTI; CAMPMOS; HYMAN, 2012).

Sua postura é endofítica, os ovos ficam inseridos no parênquima foliar, com fecundidade variando de 61 a 201 ovos por fêmea (BORRERO; BELLOTTI, 1983; WENGRAT, 2016). A ninfa passa por cinco instares, são de coloração

branca, com fase durando de 12 a 17 dias (BORRERO; BELLOTTI, 1983; FARIAS, 1987; MIRANDA et al., 2009; WENGRAT, 2016). O adulto é acinzentado, medindo aproximadamente 3 mm de comprimento (FIALHO; VIEIRA, 2011). Vivem em média de 27 a 92 dias (FARIAS, 1987; FREY NETO; PIETROWSKI, 2006; MIRANDA et al., 2009) com a oviposição variando de 34 dias para as populações da Colômbia (BELLOTTI et al., 2002), 44 e 80 dias para a população do Paraná (MIRANDA et al., 2009; WENGRAT, 2016) dependendo da variedade da mandioca pesquisada.

Devido às lesões ocasionadas por essa praga ocorre redução da fotossíntese, queda precoce das folhas inferiores e no caso de infestações severas pode ocorrer desfolha completa da planta (BELLOTTI et al., 2002; FARIAS; ALVES, 2004; PIETROWSKI et al., 2010, BELLOTTI et al., 2012). As perdas na produtividade das raízes apontam redução de 21% (FIALHO; OLIVEIRA; ALVES, 1994), 39 % (BELLOTTI; SMITH; LAPOINT, 1999) e 55% (FIALHO et al., 2009). Para a parte aérea, esses danos variam de 48 a 50% (FIALHO; OLIVEIRA; ALVES, 1994; FIALHO et al., 2009). Na região oeste do Paraná esse potencial difere dentro das variedades, 31% e 22% para IAPAR 5017 e Fécula Branca (atual Santa Helena), respectivamente (MARTINAZZO et al., 2007).

Apesar de haver alguns estudos utilizando inseticidas químicos para o controle desse artrópode (OLIVEIRA et al., 2001; SCHERER et al., 2009; FIALHO; VIEIRA, 2011), não há produto registrado para seu controle no Brasil (AGROFIT, 2016). Tal fato salienta a importância dos agentes de controle biológico em seu manejo. Dentre estes são citados os fungos entomopatogênicos (FARIAS; ALVES, 2004; BELLON et al., 2009; ALVES et al., 2012) e os predadores *Hyaliodes vitreus* Distant, 1884 (Hemiptera: Miridae) (FARIAS, 1985) e *H. beckeri* Carvalho, 1953 (OLIVEIRA; FIALHO; ICUMA, 2002). Não há registro de parasitoides controlando esta espécie em mandioca, embora parasitoides da família Mymaridae (Hymenoptera) são citados associados a família Tingidae (SANTOS; FREITAS, 2008).

Nesta família são descritos vários gêneros de parasitoides, adaptados a parasitar ovos enfófitos de diversas ordens de insetos, especialmente aqueles

em tecidos vegetais, se destacando dentre eles o gênero *Anagrus* Haliday, 1833 (HUBER, 1986, HUBER, 1997). Os registros de hospedeiros para *Anagrus* incluem diversas espécies de pragas de importância econômica, principalmente em Hemiptera, porém também incluem Coleoptera, Lepidoptera e Odonata (TRIAPITSYN; BEARDSLEY 2000; TRIAPITSYN; QUERINO; FEITOSA, 2008). *Anagrus takeyanus* Gordh (1977) e *Anagrus* sp. já foram associados a ovos de *Stephanitis pyrioides* Scott (1874) e de *Corythucha marmorata* Uhler (1878) (Tingidae), nos Estados Unidos (BRAMAN et al., 1992; PUTTLER; TRIAPITSYN, 2006). No Brasil, atualmente, foram registradas a ocorrência de oito espécies de *Anagrus* sp. (ZILCH; KOHLER, 2017), no entanto, nenhuma delas está associada a família Tingidae.

Para a família Tingidae, também são registrados a ocorrência de parasitoide do gênero *Erythmelus* Enoch, 1909, como nos trabalhos de Peña et al. (2009; 2012), na América do Norte, onde encontraram o parasitoide *E. klopomor*, parasitando ovos do percevejo de abacateiro, *Pseudacysta perseae* (Heidemann) (Heteroptera: Tingidae) e com referência a *Corythucha arcuata* (Say) (Hemiptera, Tingidae) (PUTTLER; BAILEY; TRIAPITSYN, 2014). Peña et al. (2009) consideraram a ação destes parasitoides como um dos fatores chave para o controle natural da praga.

No Brasil, duas espécies de *Erythmelus* são descritas (ZILCH; KOHLER, 2017). Soares (1941) descreveu a espécie *Erythmelus tingitiphagus* (como *Anaphes tingitiphagus*), a partir de exemplares coletados em ovos de *Corythaica planaria* (Uhler) e *Corythaica monacha* (Stål) (Tingidae) na cultura de tomate, na região Centro-Oeste do país, registrando uma taxa de parasitismo superior a 80%. Este parasitoide, descrito originalmente por Soares (1941), ocorre no Brasil, Venezuela e Argentina, e está associado aos tingídeos das seguintes espécies: *Corythaica cyathicollis* (Costa), *C. monacha* (Stål), *Gargaphia lunulata* (Mayr), *Leptodictya tabida* (Herrich-Schaeffer) e *Leptopharsa heveae* Drake e Poor, 1935 (TRIAPITSYN, 2003). Triapitsyn e Fidalgo (2001) registraram a ocorrência de *E. vladimir* parasitando ovos de *Acanthochelia armigera* na região de Minas Gerais, sendo esta uma descrição de espécie nova.

Na cultura da mandioca espécimes de Mymaridae foram coletados em ovos do percevejo-de-renda, *Vatiga* spp. (PIETROWSKI, dados não publicados), indicando a associação destes com esta praga. Portanto, o objetivo deste trabalho foi coletar ovos de *Vatiga* spp. em duas variedades de mandioca na região oeste do Paraná, Brasil, a fim de prospectar e identificar as espécies de parasitoides associados a estes percevejos, bem como acompanhar sua flutuação populacional em cultivos na região e avaliar seu potencial biótico no controle natural desta praga.

4.2 METODOLOGIA

Para realização do trabalho, coletas foram feitas quinzenalmente, por dois anos consecutivos, em duas variedades (Baianinha e Cascuda), em três áreas de plantio, na região oeste do Paraná-Brasil (Figura 1). As áreas tinham as seguintes localizações: **área 1** - MCR: área de agricultor, com 29,8 hectares de plantio comercial, localizada próximo a área urbana, em Marechal Cândido Rondon (24°33'36.90"S 54°02'29.44O" altitude: 417m); **área 2** – Porto Mendes: área da estação experimental do Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR, na qual são realizados experimentos e multiplicado as variedades de mandioca, com 40,7ha, localizada no distrito de Porto Mendes, próximo à lago da hidrelétrica da Itaipu Binacional e reserva legal de mata ciliar (24°30'39.62"S 54°18'12.92O" altitude: 249m); **área 3** - Bom Jardim: área de agricultor, com 1,2 ha de plantio comercial, localizada no distrito de Bom Jardim, próxima a uma área de proteção permanente de aproximadamente 14,2ha (24°33'16.69"S 54°15'01.21"O altitude: 299m). As coletas foram realizadas nos anos de 2013, 2014 e 2015, abrangendo o primeiro e segundo ciclo do cultivo, durante o período de dezembro a fevereiro, período de ocorrência da praga.



Figura 1. Mapa com indicação das áreas onde foram realizadas as coletas de folhas de mandioca com ovos de *Vatiga* spp. A – Área 1 - MCR, em Marechal Cândido Rondon, B – Área 2 – Porto Mendes, no distrito de Porto Mendes, C – Área 3 – Bom Jardim, no distrito de Bom Jardim. Fonte das imagens: Google Earth.

Em cada área e em cada data de coleta foram colhidas, ao acaso, andando em zig-zag, 15 folhas do terço médio de plantas com a presença do percevejo (ninfas e adultos). As folhas coletadas foram transportadas para o

Laboratório de Controle Biológico, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *campus* Marechal Cândido Rondon, em caixas de isopor com gelo, para manter a turgidez e baixar a temperatura para evitar estresse das folhas e dos insetos. Os dados do local e variedade foram anotados.

No laboratório as folhas passaram por um processo de limpeza manual e em seguida foram mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio (1,5%), seguido de duas passadas em água destilada e secas com papel toalha.

Cada folha foi então examinada para quantificação dos ovos de percevejo (Figura 2), com auxílio de microscópio estereoscópico. Após a quantificação, os lóbulos ou parte deles, que continham os ovos, foram acondicionadas em placas de Petri, com ágar 3% ao fundo, fechado com filme de PVC transparente e mantidos em câmara climatizada com temperaturas variando de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 12h de fotofase, conforme metodologia utilizada no Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT, Palmira/Colombia.

A cada dois dias as placas eram vistoriadas, com auxílio de microscópio estereoscópico, para coleta dos parasitoides emergidos, os quais foram armazenadas em tubos plásticos tipo eppendorf com etanol 70%, para posterior montagem em laminas e identificação das espécies. Foi calculado a razão sexual e a porcentagem de parasitismo (índice de parasitismo). A identificação foi realizada pelas pesquisadoras Dra. Ranyse Barbosa Querino da Silva, Embrapa Meio-Norte e Msc. Malu Christine Feitosa, INPA.

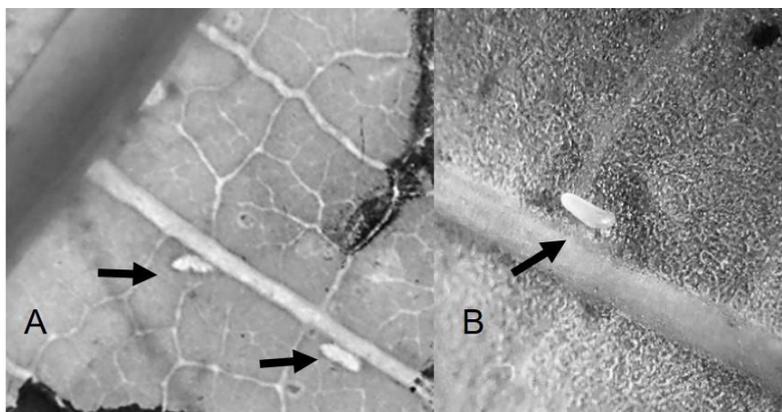


Figura 2. Ovo endofítico do percevejo-de-renda, *Vatiga* spp. (Hemiptera: Tingidae) em folhas de mandioca. (A= ovo endofítico na folha; B= ovo exposto). Marechal Cândido Rondon/PR-Brasil.

Foi avaliado o tamanho de folhas da mandioca do primeiro e segundo ciclo. Para a determinação da área utilizou-se o medidor LI 3100C Area Meter, valores fornecidos em cm^2 (LI-COR, 2016). Foram coletadas 10 folhas do terço médio, de cinco plantas tomadas ao acaso, da variedade Santa Helena cultivada na área experimental da UNIOESTE, levadas ao laboratório de Fisiologia Vegetal, e, em seguida, numeradas com etiquetas coladas no centro dos folíolos. As folhas foram passadas pelo aparelho, um a um, em ordem numérica, e os valores de área foliar retornados foram anotados em uma tabela. A coleta de primeiro ciclo foi realizada 7 meses após o plantio e no segundo ciclo, 6 meses após a poda. Utilizou-se o teste “t” Student, amostras independentes ($p \leq 0,05$).

Dados climáticos foram obtidos na Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Marechal Cândido Rondon – A820 ($24^{\circ}53'33.03''\text{S}$ $54^{\circ}01'92.48''\text{O}$ altitude: 392m). Considerando que, pelo teste de Fisher ($p \leq 0,05$), não houve diferença para precipitação, umidade relativa do ar e temperatura entre os dois períodos de coletas (Figura 3), para fins de análise estatística, foi feita a comparação entre anos agrícolas da mandioca, ou seja, entre primeiro e segundo ciclo da cultura.

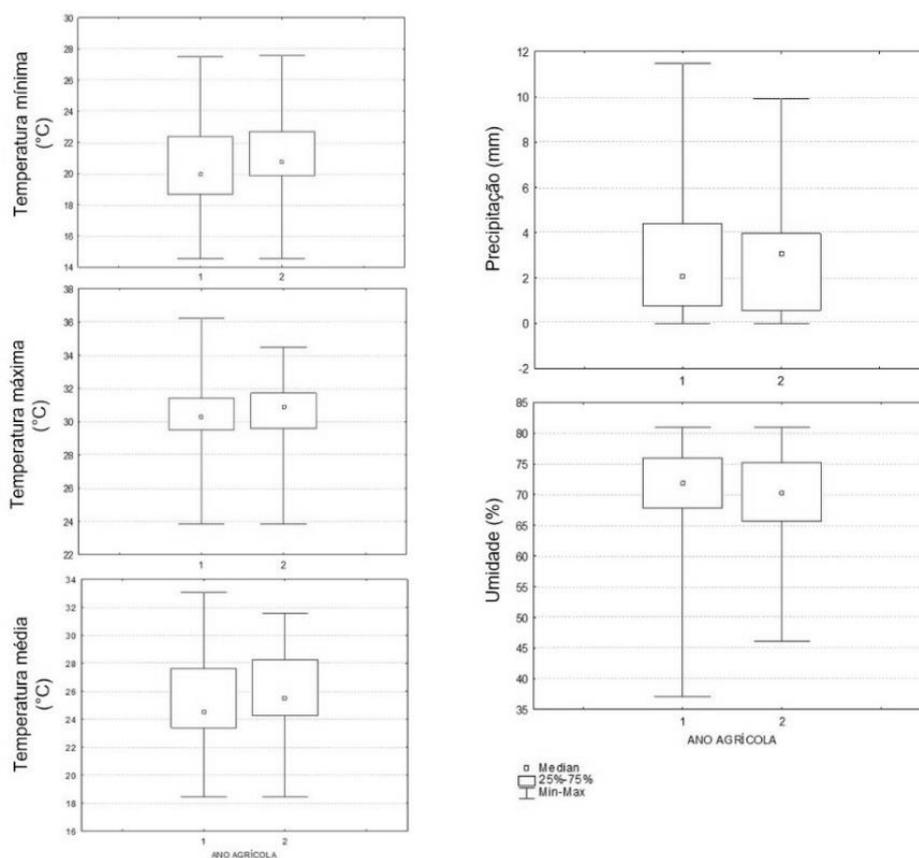


Figura 3. Boxplot para as variáveis temperatura, precipitação e umidade, na região oeste do Paraná, Brasil nos anos agrícolas 2013-2014 e 2014-2015, nos períodos em que foram realizadas as coletas.

Para análise estatística, após a verificação do padrão de distribuição dos resíduos por meio do teste de Shapiro-Wilk, e a homogeneidade das variâncias por meio do teste de Levene, os dados foram comparados entre os tratamentos por meio da análise da variância para medidas repetidas, seguido do teste de acompanhamento de Fisher (Least Significance Difference). O nível de significância utilizado foi de 0,05, sendo os testes realizados no programa Statistica 7.0 (Addinsoft, 2004). Os dados de interação com as variáveis, temperatura, umidade relativa do ar e precipitação foram realizados pelo programa R Studio, com modelo de linha, tipo correlograma (um diagrama de dispersão de regressão múltipla com modelo linear generalizado).

4.3 RESULTADOS

Foram encontradas duas espécies do percevejo-de-renda associados a cultura da mandioca nos locais de coleta, *Vatiga manihotae* Drake (1922) e *Vatiga illudens* Drake (1922), e duas espécies de parasitoides da família Mymaridae, *Anagrus virginiae* Puttler e Triapitsyn (2006) e *Erythmelus tingitiphagus* Soares (1941). Ao total, foram coletados 21.911 ovos de percevejo-de-renda, dos quais emergiram 1.145 adultos de parasitoides, sendo que, destes, 925 pertencem a espécie *A. virginiae* e 220 espécimes foram de *E. tingitiphagus* (Tabela 1 e Figura 4).

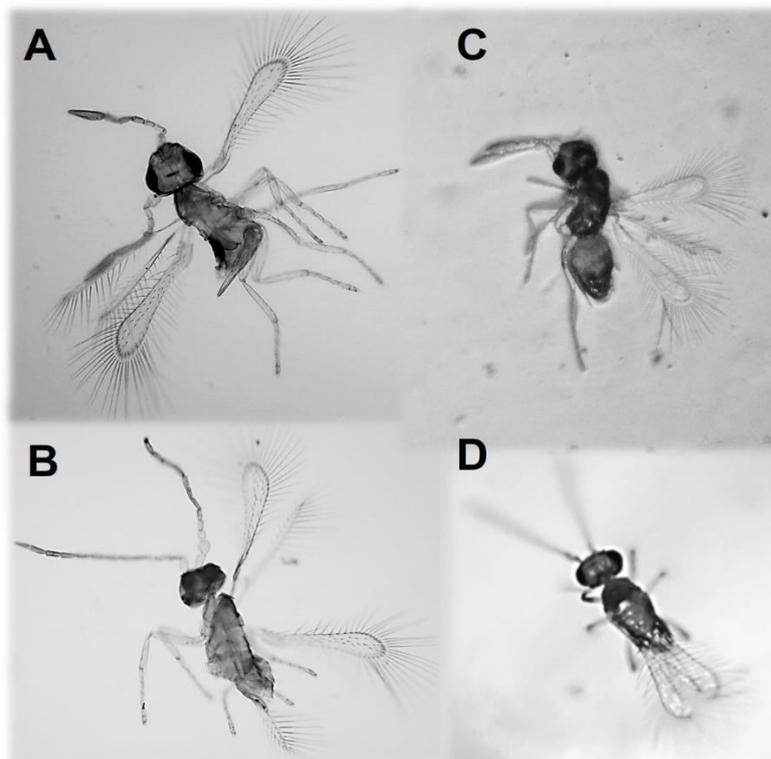


Figura 4. Parasitoides (Hymenoptera: Mymaridae) de ovo endofítico do percevejo-de-renda *Vatiga* spp. (Hemiptera: Tingidae) em folhas de mandioca. Marechal Cândido Rondon/PR-Brasil. A e B: *Anagrus virginiae* (Triapitsyn e Puttler 2006); C e D: *Erythmelus tingitiphagus* Soares (1941).

Tabela 1. Dados de parasitismo de *Anagrus virginiae* e *Erythmelus tingitiphagus* em ovos de *Vatiga* spp. em duas variedades de mandioca (Cascuda e Baianinha) de primeiro (2013 a 2014) e segundo (2014 a 2015) ciclo de cultivo, em três áreas na região oeste do Paraná-Brasil

Ciclo de cultivo	Local	Variedade	Número total de ovos	Número de parasitoides	Índice de parasitismo (%)	<i>Anagrus virginiae</i>		<i>Erythmelus tingitiphagus</i>	
						Razão Sexual	Índice (%)	Razão Sexual	Índice (%)
1	MCR	Baianinha	2061	305	14,79 d	0,77	10,04 d	0,65	4,75 b
1		Cascuda	3943	268	6,79 c	0,77	6,11 cd	0,44	0,68 a
1	Porto Mendes	Baianinha	2941	86	2,92 bc	0,82	2,10 ab	0,08	0,81 a
1		Cascuda	2502	30	1,19 bc	0,46	1,20 ab	0	0 a
1	Bom Jardim	Baianinha	1895	169	8,91 cd	0,77	5,80 cd	0,78	3,11 b
1		Cascuda	2643	108	4,08 bc	0,75	3,82 abc	0,14	0,26 a
2	MCR	Baianinha	1202	38	3,16 bc	0,38	2,82 ab	0,25	0,33 a
2		Cascuda	1050	43	4,09 bc	0,49	4,09 bc	0	0 a
2	Porto Mendes	Baianinha	1329	39	2,93 ab	0,88	2,56 ab	0,2	0,38 a
2		Cascuda	1122	23	2,05 ab	0,83	2,05 ab	0	0 a
2	Bom Jardim	Baianinha	1133	33	2,91 ab	0,31	2,82 ab	1	0,09 a
2		Cascuda	90	0	0 a	0	0 a	0	0 a

(*) médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, no teste de Fisher, a 5% de probabilidade.

A quantidade de ovos de percevejo-de-renda coletados foi 2,7 vezes superior no primeiro ciclo de cultivo, com total de 15.985 ovos, quando comparado com o segundo ciclo, com 5.926 ovos coletados.

Considerando o número de ovos coletados por variedade (Tabela 1), houve semelhança entre os genótipos, com 10.561 e 11.350 ovos, para Baianinha e Cascuda, respectivamente. Entre os locais de coleta também não houve destaque de região, com total de 8.256 ovos em MCR, 7.894 em Porto Mendes e 5.761 ovos em Bom Jardim.

O índice de parasitismo (Tabela 1) apresentou maior valor, 14,79%, no genótipo Baianinha de primeiro ciclo em MCR e menor valor, com ausência de parasitismo, na variedade Cascuda, de segundo ciclo, em Bom Jardim. Considerando os locais de coleta, este índice foi maior em MCR, com média de 7,21%, seguido de Bom Jardim com 3,98% e Porto Mendes, com 2,27%, ou seja, foram coletados três vezes mais parasitoides em MCR do que em Porto Mendes. Entre os ciclos, considerando que no primeiro ciclo de cultivo a quantidade de ovos foi 2,7 vezes superior que no segundo, não houve predominância de parasitismo, pois o índice foi 2,5 vezes superior para o primeiro ciclo. Já entre as variedades, Baianinha teve parasitismo 1,9 vezes superior a Cascuda.

Considerando o índice de parasitismo entre as espécies, houve predomínio de *A. virginiae* tanto considerando local, como ciclo e variedade. Para esta espécie o maior índice de parasitismo observado foi de 10,04%, na Baianinha de primeiro ciclo em MCR e o menor, sem a presença de parasitoides, para a Cascuda em Bom Jardim. Já para *E. tingitiphagus*, o maior índice foi de 4,75% no primeiro ciclo de Baianinha em MCR e o menor, com ausência de parasitismo, foi observado para a variedade Cascuda. Não se verificou presença desse parasitoide na Cascuda de primeiro ciclo em Porto Mendes e no segundo, também para este genótipo, foi ausente em todas as localidades.

A razão sexual dos parasitoides variou entre os locais e variedades analisadas nos dois ciclos. O maior valor encontrado foi de 0,88 para *A. virginiae*, no segundo ciclo da variedade Baianinha, em Porto Mendes e de 0,78, para *E. tingitiphagus*, no primeiro ciclo de Baianinha de Bom Jardim.

Observando a flutuação do índice de parasitismo ao longo do período avaliado, mostrada nas figuras 5 e 6, nota-se que no primeiro ciclo do cultivo (figura 5), o índice de parasitismo foi maior no período de janeiro a março, com predominância ao longo de todo o período de *A. virginiae*, com índice máximo de parasitismo de 19,3% na variedade Baianinha, em MCR. Já *E. tingitiphagus* teve seu índice máximo de 8%, também neste genótipo e localidade.

Nos cultivos em seu segundo ciclo (figura 6), o comportamento do índice de parasitismo foi similar ao dos cultivos em seu primeiro ciclo, mas com picos de parasitoides no período de dezembro e início de janeiro para as variedades de Porto Mendes e Baianinha em Bom Jardim. O genótipo Cascuda, na localidade de Bom Jardim foi colhida, permitindo a coleta apenas até dezembro, com poucos ovos e sem parasitismo.

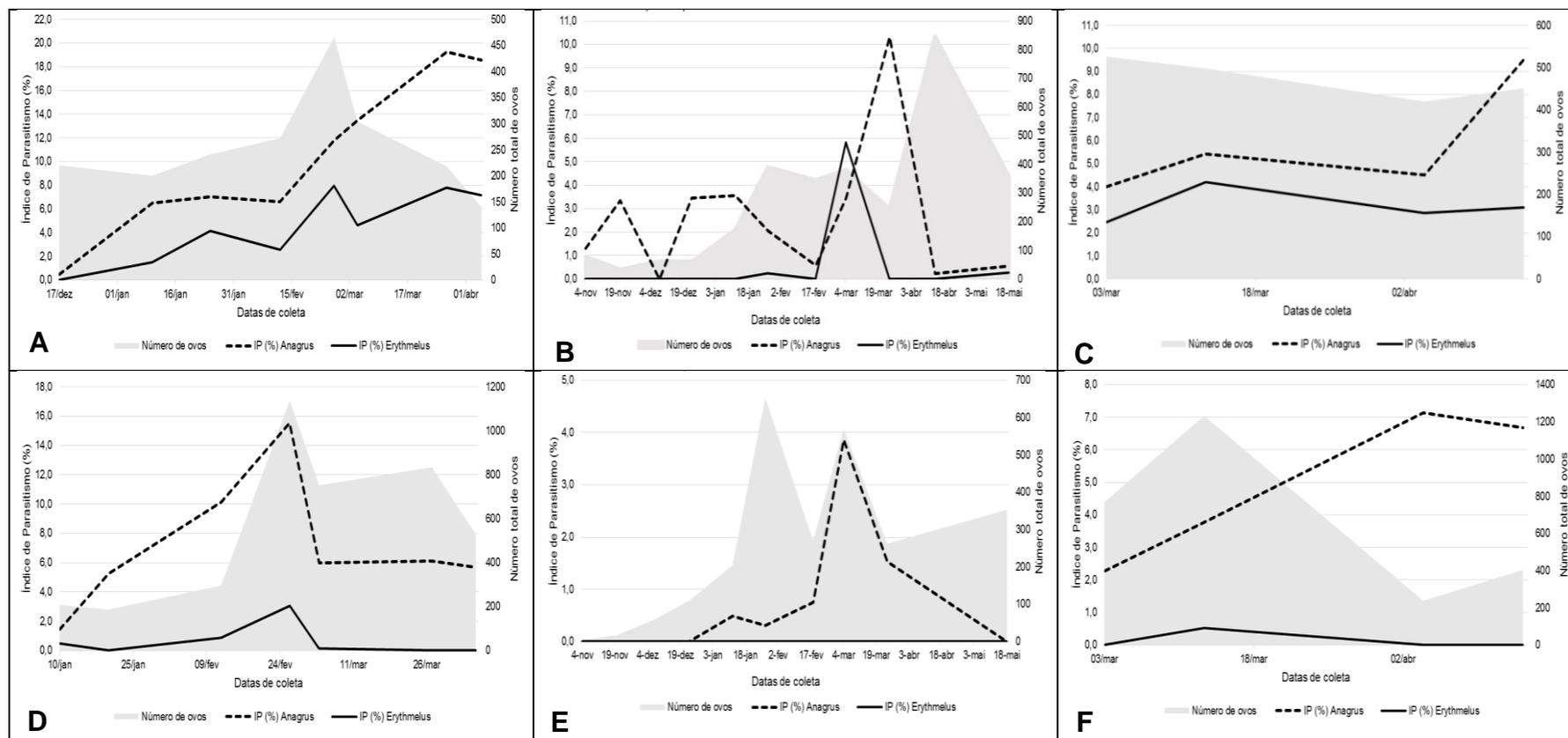


Figura 5. Flutuação do índice de parasitismo de *Anagrus virginiae* e *Erythmelus tingitiphagus* em ovos de *Vatiga* spp. em duas variedades de mandioca no primeiro ciclo, safra 2013 a 2014, em três áreas na região oeste do Paraná-Brasil. A: variedade Baianinha – Marechal Cândido Rondon; B: variedade Baianinha – Porto Mendes; C: variedade Baianinha – Bom Jardim; D: variedade Cascuda – Marechal Cândido Rondon; E: variedade Cascuda – Porto Mendes; F: variedade Cascuda – Bom Jardim.

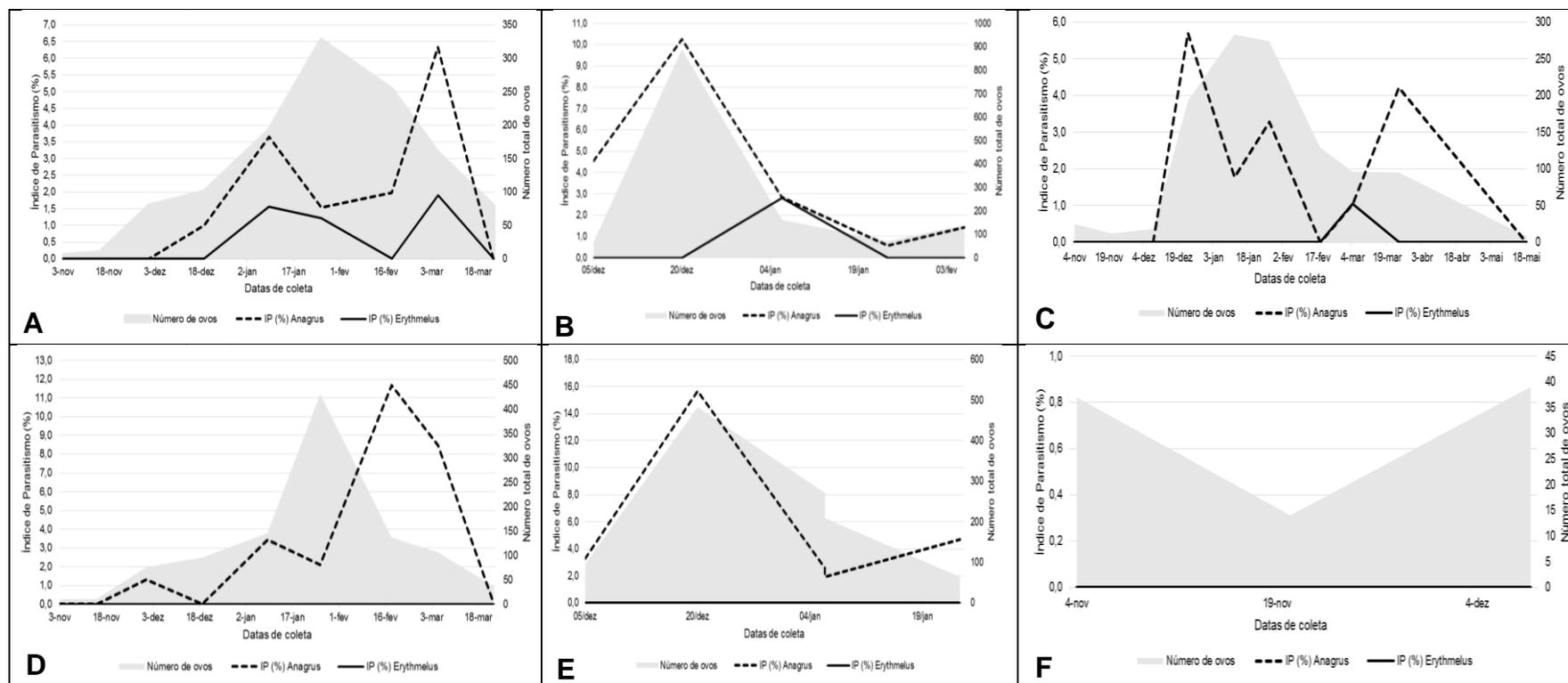


Figura 6. Flutuação do índice de parasitismo de *Anagrus virginiae* e *Erythmelus tingitiphagus* em ovos de *Vatiga* spp. em duas variedades de mandioca no segundo ciclo, safra 2014 a 2015, em três áreas na região oeste do Paraná-Brasil. A: variedade Baianinha – Marechal Cândido Rondon; B: variedade Baianinha – Porto Mendes; C: variedade Baianinha – Bom Jardim; D: variedade Cascuda – Marechal Cândido Rondon; E: variedade Cascuda – Porto Mendes; F: variedade Cascuda – Bom Jardim.

Avaliando a interação entre temperatura, umidade relativa e precipitação, se observou que o número de ovos de *Vatiga* spp. aumenta à medida que os valores de temperatura também aumentam, mas ocorre o contrário se o aumento for para umidade e precipitação (Figura 7).

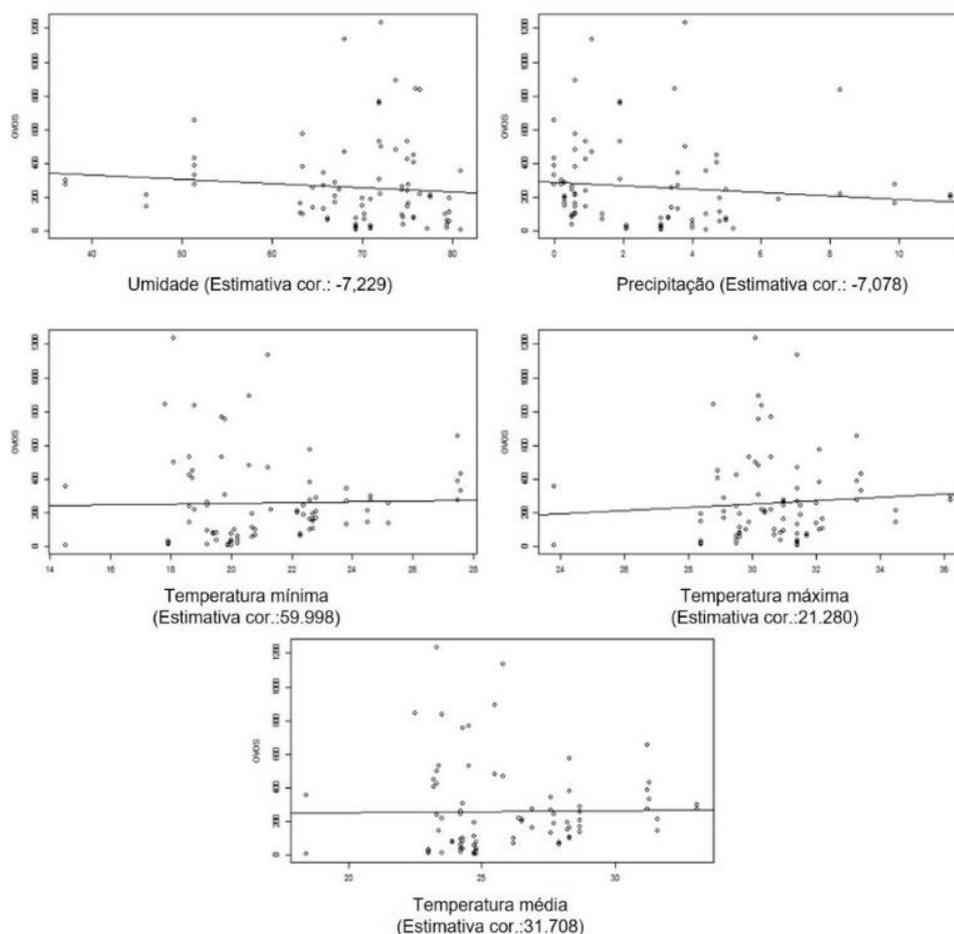


Figura 7. Correlograma de número de ovos de *Vatiga* spp. em relação à umidade, precipitação, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima.

Para o índice de parasitismo de *A. virginiae*, a análise destas interações mostrou que houve uma tendência de redução com o aumento da umidade e precipitação, sendo positiva para temperatura (Figura 8).

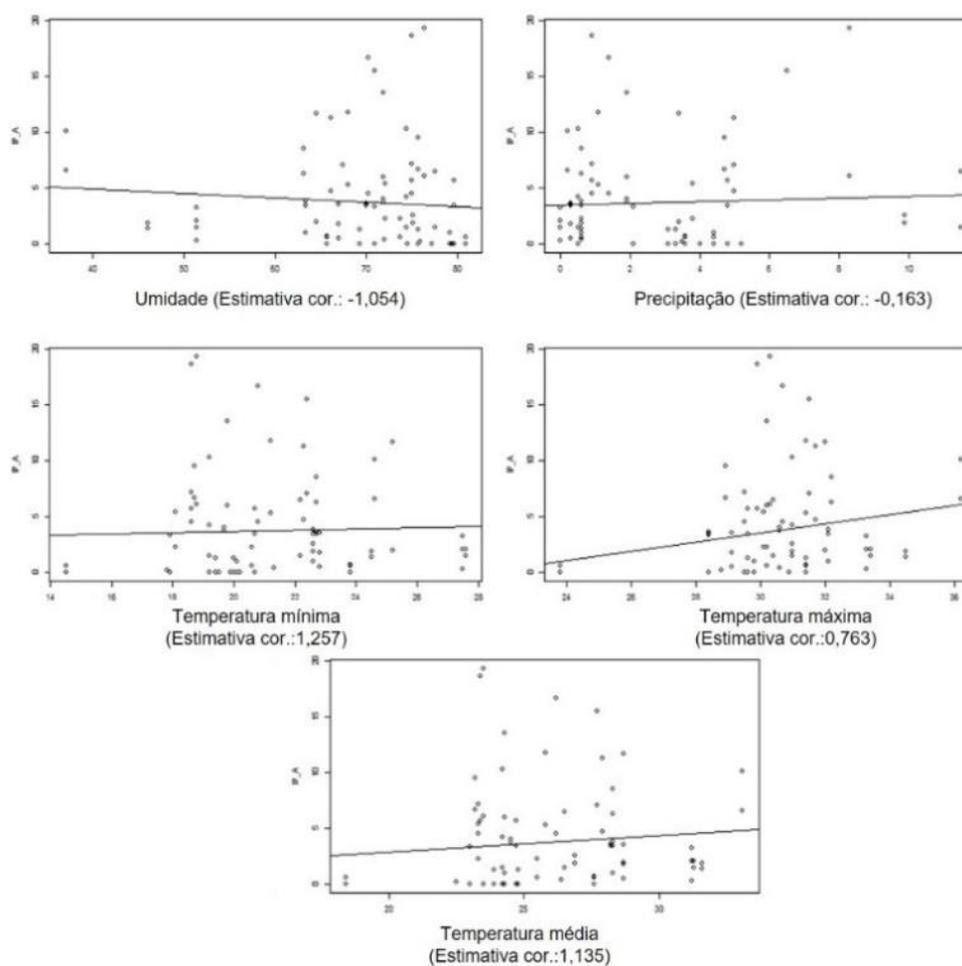


Figura 8. Correlograma para o índice de parasitismo de *A. virginiae* em relação à umidade, precipitação, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima.

Para o parasitismo de *E. tingitiphagus* também houve relação positiva com precipitação, temperatura média e máxima, mas foi negativo para umidade e temperatura mínima (Figura 9).

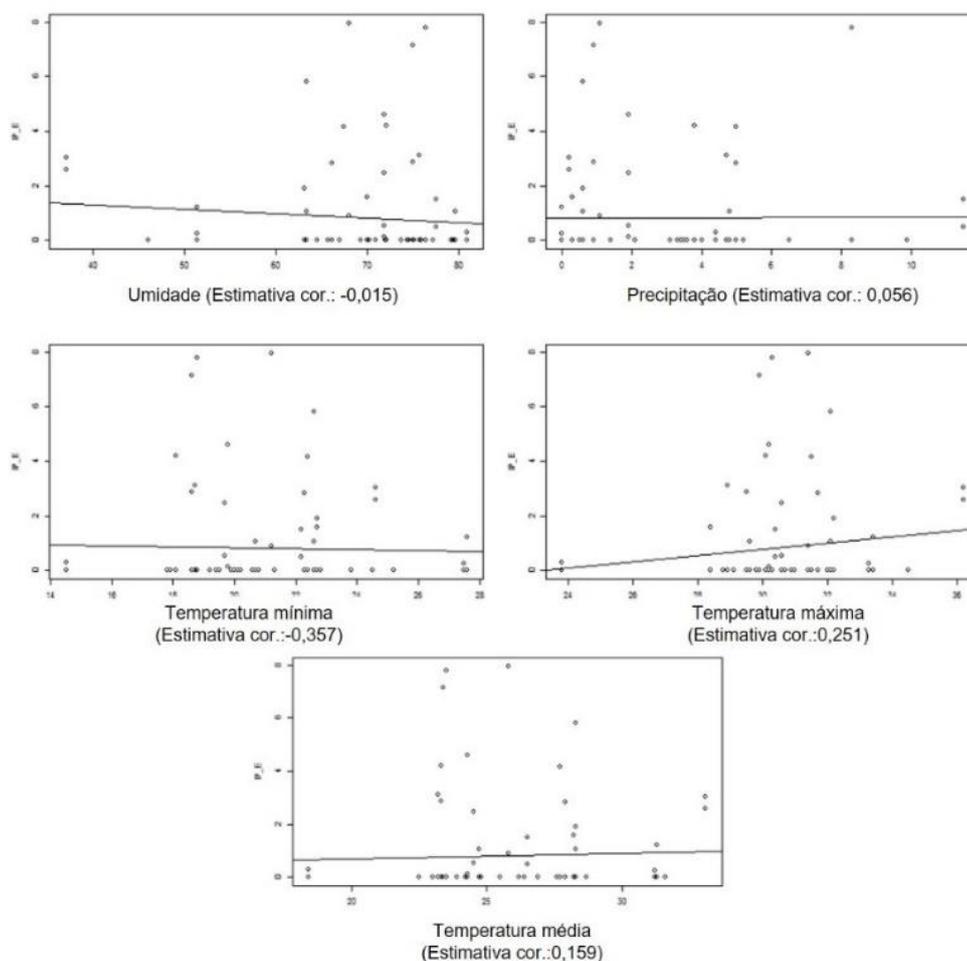


Figura 9. Correlograma para o índice de parasitismo de *E. tingitiphagus* em relação à umidade, precipitação, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima.

4.4 DISCUSSÃO

Embora os parasitoides do gênero *Anagrus* e *Erythmelus* sejam descritos ocorrendo associados a percevejos da família Tingidae (PUTTLER; BAILEY; TRIAPITSYN, 2014), este é o primeiro registro de sua ocorrência parasitando ovos de *Vatiga* spp. na cultura da mandioca. O parasitoide *E. tingitiphagus* já havia sido registrado no Brasil em ovos de *L. heveae*, percevejo-de-renda da seringueira (SANTOS; FREITAS, 2008). Já para o gênero *Anagrus*, não há registro de sua ocorrência associada a percevejos da família Tingidae no Brasil. Além do baixo número de trabalhos registrando a ocorrência destes parasitoides associados aos percevejos

da família Tingidae, também são inexistentes estudos da interação tritrófica entre estes parasitoides, seus hospedeiros e planta hospedeira.

Devido ao fato de serem parasitoides do ovo, com a vantagem de atacar as pragas antes mesmo que o dano possa ser feito, estes parasitoides podem possuir potencial como agente de controle biológico em programas de manejo integrado de pragas.

Segundo Triapitsyn (2002), a falta de trabalhos taxonômicos em nível específico sobre Mymaridae tem impedido seu uso em programas de controle biológico. Dentre os grupos já estudados dessa família, espécies do gênero *Anagrus* são importantes parasitoides de ovos de vários insetos-praga (TRIAPITSYN; BEARDSLEY, 2000). No entanto, a identificação desses insetos é difícil devido ao seu tamanho diminuto (<2mm) e, segundo Triapitsyn, Querino e Feitosa (2008), apesar de serem importantes para o controle biológico e serem abundantes entre os insetos coletados em levantamentos faunísticos, o conhecimento sobre a diversidade de Mymaridae no Brasil ainda é muito limitado.

Valerio e Oliveira (2005) encontraram o índice de parasitismo de *Anagrus urichi* Pickles de 10,4% em ovos da cigarrinha *Notozulia entreriana* Berg (Hemiptera: Cercopidae), semelhante ao observado neste trabalho na variedade Baianinha de primeiro ciclo em MCR.

Já para os parasitoides do gênero *Erythmelus*, Costa, Pereira e Batista Filho (2003) observaram ovos de *L. heveae*, parasitados por *E. tingitiphagus*, com parasitismo de 7%, enquanto que Santos e Freitas (2008), encontraram parasitismo em diferentes clones variando de 16,7 a 20,6% e Santos (2014) obtiveram parasitismo variando de 13,8 a 30,8%. Esses índices foram superiores ao obtido nesta pesquisa, onde a média de parasitismo com *E. tingitiphagus* chegou no máximo em 4,5% na variedade Baianinha.

Santos e Silva (2013) observaram que este parasitoide de ovos é um dos fatores que regulam as populações de *L. heveae* em condições naturais. Segundo estes autores, houve correlação positiva entre a dinâmica populacional e os fatores meteorológicos, com pico populacional do parasitoide observado no mês de novembro e declinando até janeiro nas condições do estudo, sendo a temperatura o principal fator meteorológico que influenciou a população do parasitoide na área, mas com a ressalva de que outros fatores, como o potencial biótico do inimigo natural, a

disponibilidade de hospedeiros, a resistência ambiental e o uso de controle fitossanitário, também podem ter influenciado.

Neste trabalho a temperatura também foi o principal fator que apresentou relação positiva, tanto para o índice de parasitismo quanto para a oviposição de *Vatiga* spp. Na pesquisa de Santos e Silva (2013) também foi verificada correlação positiva entre o número de parasitoides e a temperatura média semanal, apresentando coeficiente de correlação estatisticamente positivo. Sabe-se que a temperatura é um dos fatores ambientais que interferem diretamente no desenvolvimento da população de insetos, sendo a temperatura ótima para esse evento em torno de 25°C, correspondendo ao desenvolvimento mais acelerado e com maior quantidade de descendentes (RODRIGUES, 2004). Klesener, Santos e Menezes Jr. (2013) observaram que a família Mymaridae tem hábito diurno, preferencialmente, vespertino (das 13 às 19h), o que indica terem preferência por temperaturas mais elevadas. Contudo, neste trabalho a umidade e precipitação agiram de forma negativa.

Também se observou que além dos quesitos ambientais, outro fator que influenciou a população do parasitoide foi a variedade da mandioca, como a Baianinha que apresentou 1,9 vezes mais parasitismo que a Cascuda. Segundo Thaler et al. (1999), substâncias produzidas pela planta devido às injúrias causadas pelas pragas podem atuar como sinalizadores químicos para os parasitoides. Dessa forma, o aumento na população do inimigo natural não depende somente do nível populacional da praga e sazonalidade, mas, também, das injúrias causadas por ela e dos sinais químicos voláteis (semioquímicos) liberados pela planta, todos esses fatores atuando sinergicamente nas populações da praga e do inimigo natural (LIMA et al., 2013; PIZZAMIGLIO-GUTIERREZ, 2014). As variedades de mandioca parecem responder de formas diferentes quanto a produção de substâncias sinalizadoras. O genótipo Cascuda por sua vez influenciou na espécie do parasitoide, pois *E. thingitiphagus* foi ausente na Cascuda de segundo ciclo.

As relações tritróficas envolvendo plantas, pragas e inimigos naturais derivam de vários fatores, que podem ser resumidos basicamente como resultantes de dois tipos de efeitos: (a) efeito direto da planta sobre a biologia e/ou o comportamento do inimigo natural devido a substâncias químicas ou características morfológicas presentes na planta; e (b) efeito da planta sobre a praga alterando seu comportamento, desenvolvimento, tamanho e vigor, o que, indiretamente também afeta o inimigo natural (VENDRAMIM, 2002). São justamente essas interações que

podem explicar as variações no parasitismo em função da planta ou variedade em que a praga está se alimentando (LARA; TANZINI, 1997), sendo assim, necessário aprofundamento sobre esses efeitos diretos da planta acerca dos parasitoides encontrados.

Relacionado a isso, Rheinheimer (2013) observou que a alimentação de *Phenacoccus manihoti* Matilde-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae), em diferentes genótipos de mandioca influenciou os parâmetros de desenvolvimento do seu parasitoide *Anagyrus lopezi* De Santis (Hymenoptera: Encyrtidae), reforçando que a planta hospedeira interfere na dinâmica do inimigo natural, como observado neste trabalho. Portanto, é possível inferir que a planta da mandioca pode responder metabolicamente para atrair inimigos dos seus insetos herbívoros quando infestada por estes.

Além da presença de compostos químicos nas diferentes variedades, características vegetais como o tamanho da planta ou de sua área superficial, largura e o comprimento das folhas, quantidade de ramificações, a variação entre as suas partes, como as flores, as folhas, ramos e a presença de estruturas na superfície foliar como os tricomas são importantes componentes que podem interferir na capacidade de busca dos parasitoides (NASCIMENTO, 2011; OLIVEIRA, 2012). Estas características da arquitetura da planta favorecem a formação de um microclima, os quais por sua vez, determinam maior ou menor aproximação entre o complexo tritrófico (planta-herbívoro-inimigo) natural (ANDOW; PROKRYM, 1990; CAVALCANTI et al., 2000; GINGRAS; DUTILLEUL; BOIVIN, 2002). Neste estudo verificou-se que folhas de plantas no primeiro ano tiveram em média 371,4cm² enquanto as de segundo apresentam 20% desse tamanho, com média de 75,9cm².

A falta de trabalhos relacionados à mandioca dificulta avaliar se os resultados aqui obtidos seguem padrão da cultura.

Estes resultados registram a presença dos parasitoides nas variedades Baianinha e Cascuda na região oeste do Paraná, demonstrado ser importante manejar a cultura e outras pragas de forma cuidadosa para não interferir na atuação desses inimigos naturais. Contudo, estudos sobre o potencial destes parasitoides no manejo dos percevejos do gênero *Vatiga* são necessários, uma vez que, um dos limitadores enfrentados para o desenvolvimento do programa de controle biológico com o uso de parasitoide é a falta de informações sobre estes inimigos naturais nas diversas regiões do Brasil.

4.5 CONCLUSÃO

Duas espécies de parasitoides da família Mymaridae parasitam ovos de *Vatiga* spp. na região oeste do Paraná, sendo eles *A. virginiae* e *E. thingitiphagus*.

A espécie *A. virginiae* apresentou maior potencial de parasitismo, principalmente na variedade Baianinha de primeiro ciclo.

Plantas de primeiro ciclo apresentaram maior número de oviposição da *Vatiga* spp. que as de segundo ciclo.

Há correlação positiva para número de ovos da praga com temperatura, e negativa para umidade e precipitação.

4.6 AGRADECIMENTOS

A Ph.D. Entomology Ranyse Querino da Silva, Pesquisadora em Entomologia da Embrapa Meio-Norte (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e Ph.D. Malu Christine Feitosa, do INPA pelas identificações dos parasitoides.

Ph.D. Ana Tereza Bittencourt Guimarães, Professora de Bioestatística, Universidade Estadual do Oeste do Paraná pelas análises estatísticas do trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) – UNIOESTE.

A CAPES pelo financiamento de bolsa de doutorado.

4.7 Referências Bibliográficas

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.html>. Acesso em: 10 mar. 2016.

ALVES, L. F. A.; BELLON, P. P.; RHEINHEIMER, A. R.; PIETROWSKI, V. First record of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) on adults of cassava lace bug *Vatiga manihotae* (Drake) (Hemiptera: Tingidae) in Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.79, n.2, abri-jun,2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1808-16572012000200024>>. Acesso em: 30 Jan. 2017.

ANDOW, D. A.; PROKRYM, D. R. Plant structural complexity and host-finding by a parasitoid. **Oecologia**, Berlin, v. 82, p. 162-165, fev.1990.

BELLON, P. P.; RHEINHEIMER, A.; GAZOLA, D.; MIRANDA, A.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L.; MONDARDO, D. Patogenicidade de isolados de *Beauveria bassiana* e *Metharrizium anisopliae* Sobre o Percevejo-de-renda da Mandioca *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.1167-1170, nov. 2009. Disponível em: < <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/viewFile/8167/5812>>. Acesso em: 28 jan. 2017.

BELLON, P. P.; WENGRAT, A. P. G. da S.; KASSAB, S. O.; PIETROWSKI, V., LOUREIRO, E. de S. Occurrence of lace bug *Vatiga illudens* and *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae) in Mato Grosso do Sul, midwestern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.84, n.3, p.703-705, set. 2012.

BELLOTTI, A. C. **El manejo integrado de las plagas principales em el cultivo de La yuca**. 35p. 2002. Arquivo digital. Disponível em: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/ipm/pdfs/curso_corpoica_bellotti.pdf>. Acesso em: 13 out. 2015.

BELLOTTI, A. C.; VAN SCHOONHOVEN, A. Mite and insect pests of cassava. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, n. 23, p. 39–67, 1978.

BELLOTTI, A. C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 44, n. 1, p. 343-370, jan. 1999. Disponível em: <<http://annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ento.44.1.343>> Acesso em 28 Jan. 2017.

BELLOTTI, A. C.; CAMPOS, B. V. H. B. H., HYMAN, G. Cassava Production and Pest Management: Present and Potential Threats in a Changing Environment. **Tropical Plant Biology**, New York, v.5, n.1, p.39-72, jan. 2012.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, B. V.; VARGAS, O. H.; REYES, J. A.; GUERRERO, J. M. Insects and mites that attack cassava and their control. In OSPINA, B.; CEBALLOS, H.) (Eds.). **Cassava in the third millennium: modern production, processing, use and marketing systems**. Cali: CIAT/CLAYUCA. 2012 . p. 213-250. 2012.

BITTENCOURT, M. A. L.; SANTOS, O. O.; BRITO, E. A.; ARAUJO, E. L.; MARINHO, C. F. Parasitóides (Braconidae) associados à *Anastrepha* (Tephritidae) em frutos hospedeiros do litoral sul da Bahia. **Revista Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 43, n. 4, p. 811-815, out-dez, 2012. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1239>>. Acesso em: 28 Jan. 2017.

BORRERO, H. M.; BELLOTTI, A. C. Estudio biológico em el chinche de encaje *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae) y de uno de sus enemigos naturales *Zelus nugax* Stal (Hemiptera: Reduviidae). In: REYES, JA, (Eds). **Yuca: control integrado de pragas**. Cali, Colômbia, PNUD/CIAT. p.163-167. 1983.

BRAMAN S. K.; PENDLEY A. F.; SPARKS B.; HUDSON, W. G. Thermal Requirements for Development, Population Trends, and Parasitism of Azalea Lace Bug (Heteroptera: Tingidae). **Journal of Economic Entomology**, n.85, v.3, p.870-877, jun. 1992. Disponível em: < <https://pdfs.semanticscholar.org/9a6e/33b2362323c4f82a162238630bac36bd8ded.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.

CAVALCANTI, M. G.; VIELA, E. F.; EIRAS, A. E.; ZANUNCIO, J. C.; PICANÇO, M.C. Interação Tritrófica entre *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), Eucalyptus e Lagartas de *Thyrintina arnobia* (Stoll) (Lepidoptera: Geometridae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 697- 703, dez. 2000. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/aseb/v29n4/v29n4a09.pdf>>. Acesso em: 28 Jan. 2017.

COSTA, V. A.; PEREIRA, C. D. E. F.; BATISTA FILHO, A. Observações preliminares sobre o parasitismo de ovos de *Leptopharsa heveae* (Hemiptera: Tingidae) em seringueira em Pindorama, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, n.70, p. 205-206, abr-jul. 2003. Disponível em: < http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/V70_2/costa.pdf>. Acesso em: 28 Jan. 2017.

FARIAS, A. R. N, *Hyaliodes vitreus* (Hemiptera: Miridae): um predador de *Vatiga illudens* (Drake, 1773) (Hemiptera: Tingidae) em mandioca, na Bahia. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.4, n.1, p.123-124. 1985.

FARIAS, A. R. N.; ALVES, R. T. O percevejo de renda na cultura da mandioca. **Comunicado Técnico**, Cruz das Almas, n.28, p.1-2, dez. 2004.

FIALHO, J. DE F.; VIEIRA, E. A.; PAULA-MORAES, S. V. P.; SILVA, M. S.; JUNQUEIRA, N. T. V. Danos causados por percevejo-de-renda na produção de parte aérea e raízes de mandioca. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.2, p.151-155, 2009. Disponível em: < <http://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/13587>>. Acesso em: 28 Jan. 2017.

FIALHO, J. F.; OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, R. T. Efeito do dano do percevejo de renda *Vatiga illudens* (Drake, 1922) sobre o rendimento da mandioca no Distrito Federal. In: 8º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, Salvador, 1994. **Resumos** Salvador: Sociedade Brasileira de Mandioca, p.91. 1994.

FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. **Mandioca no Cerrado: orientações técnicas**. / editores técnicos, Josefino de Freitas Fialho, Eduardo Alano Vieira. – Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 2011. 208 p. 2011.

FREY NETO, C.; PIETROWSKI, V. Parâmetros biológicos de *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae) em mandioca. In: XXI Congresso Brasileiro de Entomologia, 2006, Recife. **Anais....** XXI Congresso Brasileiro de Entomologia, Recife. Sociedade Entomológica do Brasil. 2006.

GINGRAS, D.; DUTILLEUL, P.; BOIVIN, G. Modeling the impact of plant structure on host-finding behavior of parasitoids. **Oecologia**, Berlin, v. 130, p. 396-402. 2002.

HALBERT, S. The Cassava Lace Bug, *Vatiga illudens* (Drake) (Hemiptera: Tingidae), a new exotic lace bug in Florida. Florida Division of Plant Industry, **Pest Alert**, n. 1-2. Mar, 2010. Disponível em: <<http://www.freshfromflorida.com/DivisionsOffices/Plant-Industry/Plant-Industry-Publications/PestAlerts/Cassava-Lace-Bug>>. Acesso em: 12 set. 2016.

HUBER, J. T. Systematics, biology, and hosts of the Mymaridae and Mymarommatidae (Insecta: Hymenoptera) 1758-1984. **Entomography**. v.4, p185-243. 1986.

HUBER, J.T. Chapter 14. Mymaridae. In: GIBSON, G.A.P., HUBER, J.T. & WOOLLEY, J.B. (eds.) Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). **NRC Research Press**, Ottawa. p. 499–530. 1997.

KLESENER, D. F; SANTOS, R. S. S; MENEZES JR, A. O. Diversidade e Atividade de Voo de Himenópteros Parasitóides em Pomar de Macieira em Vacaria, RS **EntomoBrasilis**, v.6, n.2, p.108-112, mai-ago. 2013. Disponível em: <<http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/258>>. Acesso em: 28 jan. 2017.

LARA, F. M.; TANZINI, M. R. Nonpreference of the Lace Bug *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Heteroptera, Tingidae) for Rubber Tree Clones. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 429-434, dez. 1997.

LI-COR. **Leaf Area Meters: For applications including agronomy, botany, ecology, entomology, horticulture, and plant physiology**. Lincon, 2016. 8 p. LI-COR Biosciences. 2016. Disponível em: <<https://www.licor.com/documents/s1bddbyje5b8ghkng4tv>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

LIMA, J. S.; PINTO, O. R. O.; HONORATO, T. B.; MELO, J. G. M.; PINTO, C. M. Interações tritróficas nos agroecossistemas. **Enciclopedia biosfera**, Goiania. V.9. n.16. p.1347-1360. 2013.

MARTINAZZO, M.; KRAEMER, B.; CASTOLDI, G.; FIORESE, S.; LOHMANN, T. R.; PIETROWSKI, V. Flutuação populacional do percevejo-de-renda na cultura da mandioca na região oeste do Paraná. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2007. Paranavaí. CERAT, Botucatu. (2007). **Anais...** XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 8p. Botucatu. 2007

MATTOS, P. L. P. de; CARDOSO, E. M. R. Cultivo da mandioca para o Estado do Pará. EMBRAPA-CNPMF. **Sistemas de produção**, n.13, jan. 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/>. Acesso em: 07 jul.2016.

MIRANDA, A. M.; RHEINHEIMER, A. R.; BELLON, P. P. GAZOLA, D.; PIETROWSKI, V. Biologia do percevejo de renda (*Vatiga manihotae*) (HEMIPTERA: TINGIDAE) em plantas de mandioca. In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, Botucatu, 2009. **Anais...** XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, p.275-279. Botucatu.

MOREIRA, M. A. B; FARIAS, A. R; ALVES, M. C. S; CARVALHO, H. W. L. Ocorrência do Percevejo-de-renda *Vatiga illudens* (Hemiptera: Tingidae) na Cultura da Mandioca no Estado do Rio Grande do Norte. **Comunicado técnico**, Aracaju, n. 55, dez. 2006.

NASCIMENTO, J. B. Fatores que afetam a liberação e a eficiência de parasitoides no controle biológico de insetos-praga. **Enciclopédia Biosfera**, Goiania, v. 7, n. 13, p. 550-570, 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20agrarias/fatores%20que%20afetam.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2017.

OLIVEIRA, M. F. **Nutrição do tomateiro e sua influência no desenvolvimento de ninfas de Bemisia abaci (GENN.) Biotipo B.** 2012. 189p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiania, 2012.

OLIVEIRA M. A. S.; FIALHO, J. de F.; ALVES, R. T.; OLIVEIRA, J. N. S.; GOMES, A. C. Dinâmica populacional do percevejo-de-renda *Vatiga illudens* (Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) na cultura da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) no Distrito Federal. Planaltina, Embrapa Cerrados, **Boletim técnico**, Planaltina, n.5, 13p, jul. 2001.

OLIVEIRA, M. A. S; FIALHO, J. F; ICUMA, I. V. Ocorrência do Mirídeo *Hyaliodes beckeri* predando o Percevejo-de-renda *Vatiga illudens* em Mandioca no Distrito Federal. **Comunicado técnico**, Brasília, n. 67, mar. 2002.

OTSUBO, A. A.; LORENZI, J. O. Cultivo da Mandioca na região Centro-Sul do Brasil. **Sistema de produção**, Dourados, v.3, 116p, nov. 2002.

PAULA-MORAES, S. V.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; PONTES, R. A. A.; NUNES, R. Variabilidade de genótipos de mandioca indústria e mesa quanto a resistência de percevejo de renda (*Vatiga illudens* Drake, 1922) (Hemiptera:Tingidae). In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2007. Paranavaí. Mandioca: bioenergia, alimento e renda: **Anais...** XII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, Paranavaí, 2007.

PEÑA, J. E.; TRIAPITSYN, S. V.; LONG, D.; EVANS, G. A.; ROLTSCH, W. First record of *Erythmelus klopomor* (Hymenoptera: Mymaridae) as a parasitoid of the avocado lace bug, *Pseudacysta perseae* (Heteroptera: Tingidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, n.92, p.394-395, jun. 2009. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1653/024.092.0232>>. Acesso em: 28 jan. 2017.

PEÑA, J. E.; DUNCAN, R. E.; ROLTSCH, W. J.; CARRILLO, D. Mortality factors of the avocado lace bug, *Pseudacysta perseae* (HETEROPTERA: TINGIDAE), in Florida. **Florida Entomologist**, Gainesville, n.95, p.179-182, mar. 2012. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1653/024.095.0127>>. Acesso em: 28 jan.2017.

PEREIRA-RÊGO, D. R. G.; JAHNKE, S. M.; REDAELLI, L. R.; SCHAFFER, N. Variação na Infestação de Mosca-das-Frutas (Diptera: Tephritidae) e Parasitismo em Diferentes Fases de Frutificação em Mirtáceas Nativas no Rio Grande do Sul. **EntomoBrasilis**, v.6, n.2, p.141-145, mai-ago. 2013.

PHUC, B. H. N.; OGLEB, B.; LINDBERG, J. E. Effect of replacing soybean protein with cassava leaf protein in cassava root meal based diets for growing pigs on digestibility and N retention. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 83, n. 3, p.223-235, mar. 2000.

PIETROWSKI, V. **Pragas da cultura da mandioca: percevejo-de-renda e cochonilhas**. 2006. Disponível em: <<http://www.cerat.unesp.br/Home/compendio/palestras/palestra5.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

PIETROWSKI, V.; RINGENBERG, R., RHENHEIMER, A.R.; BELLON, P.P.; GAZOLA, D.; MIRANDA, A.M. **Insetos-praga da cultura da mandioca na região Centro-Sul do Brasil**. UNIOESTE: Marechal Cândido Rondon, 40p. 2010.

PIZZAMIGLIO-GUTIERREZ, M. Interações inseto-planta. p.212-249. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (eds). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Embrapa, Brasília 2009. 1164p.

PUTTLER, B.; TRIAPITSYN, S. V. 2006, A new species of Anagrus (Hymenoptera: Mymaridae) from Missouri (U.S.A.), egg parasitoid of *Corythucha marmorata* (Hemiptera: Tingidae). **Entomological News**, Filadélfia, n. 117, v.1, p.26-28. 2006. Disponível em: <<http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database/synonyms.dsml?FamilyCode=M&ValFamTrib=&VALGENUS=Anagrus&VALSPECIES=virginiae&VALAUTHOR=Triapitsyn+%26+Puttler&VALIDATE=2006&ValidAuthBracket=false&HOMCODE=0&&listPageURL=listChalcids%2edsml%3fSuperfamily%3dChalcidoidea%26Family%3dMymaridae%26Genus%3dAnagrus#sthash.le7jY9B3.dpuf>>. Acesso em 25 Jan. 2017.

PUTTLER, B; BAILEY, W. C; TRIAPITSYN S. V. Notes on distribution, host associations, and bionomics of *Erythmelus klopomor* Triapitsyn (Hymenoptera, Mymaridae), an egg parasitoid of lace bugs in Missouri, USA, with particular reference to its primary host *Corythucha arcuata* (Say) (Hemiptera, Tingidae). **Journal of Entomological and Acarological Research**, n.46, p.30-34. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4081/jear.2014.1857>>. Acesso em: 28 jan.2017.

RHEINHEIMER, A.R. **Resistência de variedades de mandioca à cochonilha *Phenacoccus manihoti* (MATILE-FERRERO) e sua influência sobre o parasitoide *Anagrus lopezi* (DE SANTIS)**. 2013. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia) de doutorado, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2013.

RODRIGUES, W. C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**, v.1, n.4, p.1-4. 2004. Disponível em: <www.entologistasbrasil.cjb.net> Acesso em: 27 jan. 2016.

ROHDEN, V. da S.; ARECE, C. C. M.; GOMEZ, S. A. Flutuação estacional do percevejo-de-renda *Vatiga* sp. (Hemiptera: Tingidae) em mandiocais de Mato Grosso do Sul. IN: XI Congresso Brasileiro de Mandioca. Campo Grande, MS, 2005. **Anais...: XI Congresso Brasileiro de Mandioca**. Campo Grande, MS, 2005.

SANTOS, R. S. Parasitismo de ovos de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor por *Erythmelus tingitiphagus* (Soares) em plantios de seringueira com aplicação de produtos fitossanitários. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.3, p.350-355. 2014.

SANTOS, R. S. S.; FREITAS, S. D. E. Parasitismo de *Erythmelus tingitiphagus* (Soares) (Hymenoptera: Mymaridae) em Ovos de *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Hemiptera: Tingidae), em Plantios de Seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) **Neotropical Entomology**, Londrina, v.37, n.5, p.571-576, set-out. 2008.

SANTOS, R. S.; SILVA, J. M. Dinâmica populacional do parasitoide de ovos *Erythmelus tingitiphagus* (HYMENOPTERA: MYMARIDAE) em clone de seringueira, em Itiquira, MT. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.2, p.237-244. 2013.

SCHERER, W. A.; BELLON, P.P.; RHEINHEIMER, A. R.; GAZOLA, D.; MIRANDA, A. M.; PIETROWSKI, V. Eficiência de diferentes inseticidas sobre o percevejo de renda (*Vatiga manihotae*) (hemiptera: tingidae) em mandioca. In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2009. Resumos. Botucatu. **Revista Amigos e Raízes tropicais**. p.448-452. 2009. Disponível em: <<http://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/article/viewFile/1375/695>>. Acesso em: 28 jan.2017.

SOARES, O. M. Notas sobre parasitos do tamateiro, contendo a diagnose de *Anaphes tingitiphagus* n.sp. (Himenoptera - Chalcidoidea). **Boletim da Escola Nacional de Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 2, p.265. 1941. – Disponível em: <[http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database/synonyms.dsml?FamilyCode=&ValFamTrib=&VALGENUS=Erythmelus&VALSPECIES=tingitiphagus&VALAUTHOR=\(Soares\)&VALDATE=1941&ValidAuthBracket=true&HOMCODE=0&&#sthash.1sgmpTlf.dpuf](http://www.nhm.ac.uk/our-science/data/chalcidoids/database/synonyms.dsml?FamilyCode=&ValFamTrib=&VALGENUS=Erythmelus&VALSPECIES=tingitiphagus&VALAUTHOR=(Soares)&VALDATE=1941&ValidAuthBracket=true&HOMCODE=0&&#sthash.1sgmpTlf.dpuf)>. Acesso em 25 Jan. 2017.

SOUZA, L. de S. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa, Mandioca e Fruticultura, 2006. 817p.

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. A cultura da mandioca. **Sistemas de Produção**, v.8. Embrapa Mandioca e Fruticultura, jan. 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/plantio.htm>. Acesso em: 23 jan. 2016.

SRIROTHA, K.; CHOLLAKUP, R.; CHOTINEERANAT, S.; PIYACHOMKWAM, K.; OATES, C. G. Processing of cassava waste for improved biomass utilization. **Bioresource Technology**, New York, n.7, v.1, p.63-69, jan. 2000.

STREITO, J. C.; GUILBERT, E; MÉRION, S; MINATCHY, J.; PASTOU, D. Premier signalement de *Vatiga illudens* (Drake, 1922), nouveau ravageur du Manioc dans le Mascareignes (Hemiptera Tingidae). **L'Entomologiste**, Paris, v. 68, p.357–360. 2012.

THALER, J. S.; STOUT, M. J.; KARBAN, R.; DUFFEY, S. S. Jasmonate-mediated induced plant resistance affects a community of herbivore. **Ecological Entomology**, London, v. 26, n. 1, p. 312-324, jun. 2001. Disponível em: <Jasmonate-mediated induced plant resistance affects a community of herbivore>. Acesso em: 28 jan. 2017.

TRIAPITSYN, S. V. Review of the mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Primorskii Krai: Genus *Erythmelus* Enoch, with taxonomic notes on some extralimital species. **Far Eastern Entomologist**, n.126, p.1-44. 2003.

TRIAPITSYN, S. V.; BEARDSLEY, J. W. A review of the Hawaiian species of *Anagrus* (Hymenoptera: Mymaridae). **Proceedings of the Hawaiian Entomological Society**, Hawaii, n.34, p.23-48, mai. 2000.

TRIAPTISYN, S. V.; QUERINO, R. B.; FEITOSA, M. C. B. A new species of *Anagrus* (Hymenoptera: Mymaridae) from Amazonas, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, n.37, v.6, p. 681-684, nov-dez. 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2008000600009>>. Acesso em: 28 jan. 2017.

VALÉRIO, J. R.; OLIVEIRA, M. C. M. Parasitismo de Ovos de Cigarrinhas-das-Pastagens pastagens (Homoptera: Cercopidae) pelo pelo Microhimenóptero microhimenóptero *Anagrus urichi* Pickles (Hymenoptera: Mymaridae) na Região região de Campo Grande, MS. **Neotropical Entomology**, Londrina, n.34, v.1, p.137-138, jan-fev. 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000100021>>. Acesso em: 28 jan. 2017.

VENDRAMIM, J. D. O controle biológico e a resistência de plantas. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. 635p.

VITÓRIO, A. C.; PEQUENO, M. G.; ALVES, M. D.; LIMA, H. O. dos S. Flutuação populacional do percevejo-de-renda *Vatiga* sp. em quinze variedades de mandioca, na região centro ocidental do Paraná. IN: XI Congresso Brasileiro de Mandioca. Campo Grande, MS, 2007. **Revista raízes e amigos tropicais**, v.3, 4p. 2007.

WENGRAT, APGS. *Vatiga illudens* (DRAKE, 1922) (HEMIPTERA: TINGIDAE) na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* CRANTZ). 2016. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2016.

ZILCH, K.; KOHLER, A. **Mymaridae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. 2017. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/18501>>. Acesso em: 25 Jan. 2017.