

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós - Graduação em Fitossanidade



Dissertação

**Resistência de variedades de mandioca (*Manihot esculenta*  
Crantz) a *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera:  
Aleyrodidae) no estado do Paraná**

**Diandro Ricardo Barilli**

Pelotas, 2015

**DIANDRO RICARDO BARILLI**

**Resistência de variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) a *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado do Paraná**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, como requisito à obtenção do título de Mestre em Fitossanidade (área do conhecimento: Entomologia)

Orientador: Dr. Mauro Silveira Garcia

Coorientador: Dr. Rudiney Ringenberg

Coorientadora: Dra. Vanda Pietrowski

Pelotas, 2015

Dados de catalogação na fonte:  
( Gabriela Machado Lopes – CRB-10/1842 )

B252r Barilli, Diandro Ricardo

Resistência de variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) a *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado do Paraná/ Diandro Ricardo Barilli; Mauro Silveira Garcia, orientador; Rudiney Ringenberg e Vanda Pietrowski, coorientadores — Pelotas, 2015.

66 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Fitosanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Tabela de vida de fertilidade 2. Parâmetros biológicos 3. Índice de adaptação I. Garcia, Mauro Silveira, orient. II. Título.

CDD 633.4

**Banca examinadora:**

Dr. Mauro Silveira Garcia (Orientador)

Dra. Adrise Medeiros Nunes

Dr. Moisés João Zotti

Dr. Alci Enimar Loeck

*À minha mãe Neli, por todo amor, carinho e  
confiança que teve em mim;  
À minha irmã Amanda, pelo companheirismo;  
À minha família por todos os momentos vividos, e  
pela grande união que os torna muito especiais.*

*DEDICO*

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente ao espírito superior que ilumina e auxilia nessa caminhada.

À Universidade Federal de Pelotas, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da FAEM/UFPel, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em especial ao Laboratório de Controle Biológico pela oportunidade de realizar todos os experimentos deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao meu orientador Dr. Mauro Silveira Garcia, pela orientação, ensinamentos e conselhos dados durante todo o período de realização do mestrado.

Ao meu coorientador Dr. Rudiney Ringenberg, pela ajuda e apoio sempre oferecidos em todos os momentos, pelas importantes contribuições feitas ao trabalho, e por todos os ensinamentos repassados.

À minha coorientadora Dr. Vanda Pietrowski, pela ajuda e conselhos em importantes fases da minha vida, pelos ensinamentos, pelo grande exemplo de profissional que contribuiu para meu crescimento acadêmico científico e humano.

Aos professores Dr. Alci Enimar Loeck, Dr. Anderson Dionei Grützmacher, Dr. Mauro Silveira Garcia, Dr. Dori Edson Nava, Dr. Uemerson da Silva Cunha, Dr. Flávio Roberto Mello Garcia e Dr. Marcos Botton, do PPGFs da FAEM/UFPel, pelos ensinamentos repassados e à secretária do PPGFs Neide Ritter Quevedo por toda ajuda, atenção e paciência.

À minha mãe Neli Barilli, que nunca mediu esforços para que fosse possível realizar meus sonhos, e pelo apoio em todas as minhas decisões. Ao meu padrasto Jair Demetrio, pelo companheirismo e conselhos dados. À minha irmã Amanda Cristina Barilli Demetrio, pelos momentos de distrações e brigas corriqueiras, e pelo forte companheirismo. À minha família, agradeço pelos encontros, churrascos, os apoios, as alegrias, as festas.

Ao pessoal do Laboratório de Controle Biológico da UNIOESTE: Ana Raquel Rheinheimer, Ana Paula Gonçalves da Silva Wengrat, Daliana H. Uermura-Lima, Daniela Silveira Daniel, Diandra Ache, Diego Gazola, Gabrielly Henick, Juliana Sonnenberg, Pietra Scapim e Priscila Weber, pela ajuda nos trabalhos, pelas horas e horas de experimentos, que com a companhia de vocês foram mais prazerosas.

À Dr. Ana Tereza Bittencourt Guimarães, pela ajuda nas análises estatística realizadas no trabalho.

Aos colegas do PPGFS Carlos Fernando Jairoce, Hussein Mohsin Habbeb, Isac Heres Lopes, Joatan Machado da Rosa, Juliete Maria Frighetto, Marcelo Zanelato Nunes, Maria Victoria Calvo Silveira, Naymã Pinto Dias, Rafael Antonio Pasini, Taciana de Azevedo, e Emily Silva Araujo pela amizade e convívio durante a realização do curso.

Aos amigos Andrea Becker, Belisa Arnhold, Naymã Pinto Dias, Juliete Maria Frighetto, Luiza Gonçalves, Jean Lucca e Ana Paula Rockembach, que fiz durante minha estadia em Pelotas e que foram essenciais nesse período da minha vida.

Aos meus amigos de longa data, Bruno Roberto Cavalli, Day Moss, Adriana Diel, Lucas Guessser, Andreia Flash, Amanda Salvador, Lucas Rafael, Gian Vitorino Elisângela Neuhaus, Daiane Damasceno, Ana Carina Prost, Tiago Luan Hachmann e Lidiane Colombari Fernandes, pois sempre estiveram ao meu lado, mesmo distantes.

E aos demais amigos e pessoas não citadas, mas que sempre me apoiaram e contribuíram para a realização de mais essa etapa.

Muito Obrigado.

## Resumo

BARILLI, DIANDRO RICARDO. **Resistência de variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) a *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae) no estado do Paraná.** 2015. 66f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas.

A mosca branca é um dos grandes problemas para a produção de mandioca na região Centro-Sul do Brasil por apresentar alto potencial de dano a essa cultura. Apesar de sua importância, poucas são as informações sobre seu controle. Sabe-se que esta cultura é umas das poucas em que se encontra resistência à mosca branca, principalmente pelo tipo antixenose. Porém, ainda não foram realizados estudos relacionados à variedades resistentes no Brasil. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a biologia de *B. tuberculata* em seis variedades de mandioca, visando identificar materiais com potencial de resistência a essa praga. A biologia de *B. tuberculata* foi realizada fixando-se gaiolas em folhas de plantas de mandioca cultivadas em vasos. As variedades utilizadas foram MEcu72, Santa Helena, IAC-Caapora, IPR-União, Caiuá e Baianinha (Temperatura:  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ; fotofase: 14 horas). Os parâmetros avaliados foram duração e viabilidade de cada instar, do período ninfal e do período ovo-adulto, longevidade de fêmeas e machos, fecundidade, razão sexual e tamanho das fêmeas. Foi elaborada tabela de vida de fertilidade, calculado o índice de adaptação e índice de resistência. No primeiro estudo as ninfas criadas na variedade MEcu 72 apresentaram menor viabilidade e originaram fêmeas menores e menos longevas, com baixa fecundidade, apresentando a menor taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), maior tempo necessário para população duplicar em número (DT) e menor índice de adaptação, sendo a variedade que apresentou melhor índice de resistência. A menor fecundidade foi obtida na variedade Santa Helena, com valor 60% menor que na variedade Baianinha, onde a *B. tuberculata* se apresentou mais adaptada. Considerando os parâmetros avaliados foi possível concluir que as variedades MEcu 72 e Santa Helena apresentam resistência à *B. tuberculata*, a variedade IPR-União é moderadamente resistente a esta praga por apresentar alongamento do período ovo-adulto, e as variedades Caiuá, IAC-Caapora e Baianinha são suscetíveis a esta praga, sendo a ultima variedade a que a *B. tuberculata* apresenta melhor desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Tabela de vida de fertilidade, parâmetros biológicos, índice de adaptação.

## Abstract

BARILLI, DIANDRO RICARDO. **Resistance of cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) to *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae) in the State of Paraná.** 2015. 66f. Dissertation (Master's degree) – Post Graduation Program in Plant Health. Universidade Federal de Pelotas

The whitefly is a major problem for cassava production in the Center-South region of Brazil due to its high potential of damage to this crop. Despite its importance, there is little information on their control. It is known that this culture is one of the few that is resistant to whitefly, mainly due to antixenosis type. However, it had not been made any studies related to resistant varieties in Brazil. Therefore, this study aims to evaluate the biology of *B. tuberculata* in different varieties of cassava, to identify materials with potential resistance to this pest. The biology of *B. tuberculata* was performed by fixing cages in cassava leaves cultivated in pots. The varieties evaluated were MEcu 72, Santa Helena, IAC-Caapora, IPR União, Caiuá and Baianinha (temperature:  $25 \pm 2$  ° C; photoperiod: 14 hours). The evaluated parameters were duration and viability of each instar, the nymphal period and egg-adult period, longevity of females and males, fertility, sex ratio and size of females. It was prepared a fertility life table, calculated the rate of adaptation and a resistance rate. In the first study, nymphs created in the MEcu 72 variety had lower viability and the females were smaller and less longevous, with lower fertility, a lower net reproductive rate ( $R_0$ ), a longer doubling time (DT) and a lower rate of adaptation, being the variety that showed the best rate of resistance. The lower fertility was obtained by the Santa Helena variety, 60% lower than in the Baianinha variety, where *B. tuberculata* presented best adaptation. Considering the evaluated parameters, it was concluded that the varieties MEcu 72 and Santa Helena have resistance to *B. tuberculata*, the IPR-União variety is moderately resistant to this pest for presenting elongation to egg-adult period, and varieties Caiuá, IAC-Caapora and Baianinha are susceptible to this pest, being in the last variety *B. tuberculata* has better development.

**Keywords:** Fertility life table, biological parameters, rate of adaptation.

## Lista de figuras

- Figura 1. Metodologia de criação de *Bemisia tuberculata* em plantas de mandioca. A- Caixa de papelão com copo plástico adaptada para coletar os adultos; B- Folhas dispostas no interior da caixa de papelão; C- Gaiola de tecido tipo voil; D- Coleta de adultos com aspirador bucal. ....33
- Figura 2. Área foliar demarcada para realizar contagem de ovos de *Bemisia tuberculata*.....35
- Figura 3. Gaiola tipo clipe utilizada para separar os casais de *Bemisia tuberculata*. 36
- Figura 4. Folha de mandioca infestada com *Bemisia tuberculata* oriundas de criação em laboratório. ....40
- Figura 5. Ninfas deformadas de *Bemisia tuberculata*, criadas sobre variedade MEcu-72. A: Visão geral. B: Detalhe de ninfa de segundo instar. C: Detalhe de pupa. ....45
- Figura 6. Viabilidade acumulada de ninfas de mosca branca, *Bemisia tuberculata*, em diferentes variedades de mandioca (T:  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon – PR, 2014.....48
- Figura 7. Diagrama de ordenação representando os primeiros eixos da análise de componentes principais para as variáveis relativas à biologia de *Bemisia tuberculata* em diferentes variedades de mandioca. Variedades: B- Baianinha; Cai- Caiuá; Cap- IAC-Caapora; ME- MEcu 72; SH- Santa Helena; e U- IPR-União.....51
- Figura 8. Relação entre fertilidade específica (mx) e taxa de sobrevivência (lx) de *Bemisia tuberculata* em seis variedades de mandioca, em laboratório (T:  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014. ....55

## Lista de tabelas

- Tabela 1. Número de ovos (média e erro padrão) em área foliar de 0,79cm<sup>2</sup> de folhas de mandioca (variedade Baianinha) com diferentes níveis populacionais de *Bemisia tuberculata*. Marechal Cândido Rondon - PR, 2014. ....41
- Tabela 2. Duração (dias) (média e erro padrão) do período de ovo, 1<sup>o</sup> a 4<sup>o</sup> instar, do período ninfal e ovo-adulto de mosca branca, *Bemisia tuberculata*, em diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.....47
- Tabela 3. Viabilidade (%) do período de ovo, 1<sup>o</sup> a 4<sup>o</sup> instar, do período ninfal e ovo-adulto de mosca branca, *Bemisia tuberculata*, em diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.....47
- Tabela 4. Longevidade (dias) (média e erro padrão da média) de machos e de fêmeas, fecundidade total (número de ovos), razão sexual, comprimento e largura (mm) de fêmeas de mosca branca, *Bemisia tuberculata*, em diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.....48
- Tabela 5. Cargas fatoriais das variáveis e das variedades pela análise de componentes principais.....50
- Tabela 6. Taxa líquida de reprodução (R<sub>0</sub>), intervalo médio entre gerações (T), taxa intrínseca de crescimento (r<sub>m</sub>) e tempo necessário para a população duplicar em número (DT) de mosca branca, *Bemisia tuberculata*, criadas em diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.....53
- Tabela 7. Índice de adaptação de mosca branca, *Bemisia tuberculata* a diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014. ....57
- Tabela 8. Índice de resistência estimado pela viabilidade, fecundidade e longevidade de fêmeas de *Bemisia tuberculata* criadas em diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014. ....57

## Sumário

<b>1 Introdução</b> .....	<b>14</b>
<b>2 Revisão de literatura</b> .....	<b>17</b>
2.1 Cultura da Mandioca .....	17
2.1.1 Aspectos gerais e importância .....	17
2.1.2 Variedades .....	19
2.1.3 Insetos praga da cultura .....	23
2.2 Mosca branca .....	24
2.2.1 Biologia e morfologia .....	24
2.2.2 Danos .....	26
2.2.3 Controle .....	27
2.3 Mecanismos de resistência de mandioca a mosca branca .....	29
<b>3. Material e Métodos</b> .....	<b>32</b>
3.1 Criação dos insetos .....	32
3.2 Biologia de <i>B. tuberculata</i> em diferentes variedades .....	35
3.4 Tabela de vida de fertilidade .....	37
3.5 Índice de Adaptação (IA) .....	37
3.6 Índice de Resistência .....	38
3.7 Análise estatística .....	38
<b>4 Resultados e Discussão</b> .....	<b>40</b>
4.1 Metodologia de criação .....	40
4.2 Biologia de <i>Bemisia tuberculata</i> sobre as diferentes variedades .....	43
4.3 Tabela de vida de fertilidade .....	52
4.4 Índice de adaptação e de resistência .....	56

<b>5 Conclusões .....</b>	<b>59</b>
<b>6 Referências bibliográficas .....</b>	<b>60</b>

## 1 Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), alimento fundamental de cerca de 800 milhões de pessoas (FAO, 2013), é a sétima cultura mais plantada em quantidade de área no mundo e a principal fonte de calorias em muitos países, principalmente no continente africano, onde é alimento fundamental de cerca de 60% da população (HOWELER, 2014).

A produção mundial de mandioca, em 2014, foi de 281 milhões de toneladas, sendo o continente africano responsável por 57,1% desta produção, a Ásia por 32,5% e a América do Sul por apenas 10,4% (SEAB, 2015), onde o Brasil se destaca como maior produtor com aproximadamente 23,2 milhões de toneladas e cerca de 75% da produção (IBGE, 2015).

No Brasil, apesar da produção ocorrer em todo o território nacional, há uma diferença na forma e uso da produção (SEAB, 2015). Nas regiões Norte e Nordeste, que são as maiores produtoras desta raiz, o plantio é realizado principalmente por pequenos agricultores, na grande maioria, de forma menos tecnicada, e a produção é destinada, principalmente, para o consumo humano (SEBRAE, 2008). Já na região Centro-Sul, que é destaque na produção agrícola industrial, os cultivos são tecnicados, com alto aporte de insumos e em grandes áreas, e grande parte da produção é destinada à modernas indústrias de fécula, que serve como componente para os mais diversos produtos (SEBRAE, 2008; SEAB, 2015).

Na região Centro-Sul, o cultivo geralmente é realizado de forma escalonada, de maio a setembro, e em dois ciclos, sendo o primeiro do plantio à poda, realizada 10 a 12 meses após o plantio, e o segundo da poda até a colheita, 15 a 20 meses após o plantio (FUKUDA; OTSUBO, 2003). Esses fatores propiciam lavouras próximas umas das outras e em diferentes estádios fenológicos, o que colabora para o aumento da densidade populacional dos insetos pragas na região. Estas

características, aliadas à grande movimentação de manivas de uma região para outra e à aplicação de agrotóxicos de amplo espectro de ação (muitos ainda sem registro) e não seletivos aos agentes de controle biológico, estão mudando o cenário do cultivo da mandioca em relação aos insetos praga (PIETROWSKI et al., 2010).

Entre as diversas espécies de insetos pragas que atacam a mandioca na região Centro-Sul, destaca-se a mosca branca, *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae), que tem apresentado surtos nos últimos anos e conseqüentemente danos diretos à cultura (PIETROWSKI et al., 2010) devido a sucção da seiva (floemática) que provoca clorose, deformação e queda foliar, e de forma indireta transmitindo viroses e favorecendo o desenvolvimento de fumagina (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012).

No que se refere ao controle, a nível mundial tem predominado a utilização de inseticidas químicos (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012), embora, segundo a FAO (2013) os produtos químicos utilizados no controle do complexo de moscas brancas nesta cultura geralmente são ineficientes. No Brasil, não existem produtos registrados para este inseto na cultura da mandioca (AGROFIT, 2015), e muito menos trabalhos testando a eficiência de produtos para essas espécies nessa cultura.

Outra forma de controle cada vez mais adotada é a utilização de variedades resistentes, que é uma importante estratégia de controle de insetos-praga, apresenta baixo custo e grande duração na manutenção da população da praga abaixo do nível de dano econômico, além de reduzir perdas no rendimento, podendo ser incluída como uma importante ferramenta em um programa de manejo integrado de pragas (LARA, 1991; BELLOTTI; SMITH; LAPOINTE, 1999). Apesar da dificuldade de se obter plantas resistentes às moscas brancas, a mandioca é uma das poucas culturas onde se têm identificado níveis de resistência ao complexo de mosca branca (HOWOLER, 2014), o que tem estimulado a busca nos bancos de germoplasma por variedades da cultura com potencial de resistência a esta praga (BURBANO et al., 2007; CARABALI et al., 2010a; 2010b).

Entretanto, no Brasil essas informações são escassas e levando em consideração o papel econômico e social da cultura da mandioca, não somente na região Centro-Sul, mas em todo o país, e o comportamento da mosca branca em relação às variedades de mandioca, é de suma importância conhecer a biologia deste inseto e determinar se entre as variedades existentes no Brasil, ocorre

resistência varietal. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a biologia de *B. tuberculata* em seis variedades de mandioca, visando identificar materiais com potencial de resistência a essa praga.

## 2 Revisão de literatura

### 2.1 Cultura da Mandioca

#### 2.1.1 Aspectos gerais e importância

A mandioca, *Manihot esculenta*, também conhecida no Brasil como aipim e macaxeira, pertence à família Euphorbiaceae, com aproximadamente 95 espécies descritas dentro de seu gênero *Manihot*, entre arbustos, subarbustos e árvores (CONCEIÇÃO, 1983; NASSAR; HASHIMOTO; FERNANDES, 2008), das quais 80 espécies tem como centro de origem o Brasil (CREPALDI, 1992).

Há grande discussão sobre o centro de origem da *M. esculenta* sendo consenso para a maioria que ela é originária dos trópicos do continente Americano (CREPALDI, 1992), com provável centro de domesticação no Sudoeste da Amazônia, tendo como espécie ancestral a *M. esculenta* subsp. *flabellifolia* (CARVALHO, 2005).

*Manihot esculenta* é uma planta perene, arbustiva com copa pouco ramificada e raiz tuberosa (DALLAQUA; CORAL, 2002). Por ser uma planta de ciclo longo e ter um sistema radicular bem desenvolvido a mandioca apresenta grande rusticidade, com elevada capacidade de se adaptar às condições adversas de solo e de clima, ampla diversidade genética, grande resistência às doenças e tolerância às pragas e uma boa capacidade de regeneração (EMBRAPA, 2005; CEBALLOS et al., 2004; NASSAR; HASHIMOTO; FERNANDES, 2008). Em geral é cultivada na faixa de 30° de latitude norte a 30° de latitude sul, em altitudes de até 1800m acima do nível do mar (EMBRAPA, 2005; CEBALLOS et al., 2004).

A temperatura ideal para o seu cultivo gira em torno de 20 a 27° C, com 12 horas de fotofase. Em relação à disponibilidade de água, esta planta é muito

tolerante, se desenvolvendo em regiões com precipitação variando de 500 a 4000 mm ano<sup>-1</sup> (SOUZA, 2003), sendo considerada uma cultura que suporta vários meses de seca, devido ao fechamento estomático, que reduz sua superfície de evaporação, melhora a eficiência na utilização da água, além de aumentar a concentração de sacarose, aminoácidos livres e os níveis de ácidos orgânicos, mantendo assim a pressão osmótica da célula (CALATAYUD; LE RÜ, 2006; POLANÍA; CALATAYUD; BELLOTTI, 1999).

Suas raízes são a principal fonte de alimento para milhões de pessoas no mundo, principalmente em países em desenvolvimento (FAO, 2013). No Brasil é cultivada em todas as regiões, tendo importante papel na alimentação humana e animal e como matéria prima para diversos produtos industriais como a farinha de mesa e a fécula ou amido, gerando um milhão de empregos diretos (SOUZA; FIALHO, 2003; TAKAHASHI; GONÇALO, 2005; HOWELER, 2014).

Na década de 70 a produção brasileira era de 30 milhões de toneladas. Desde então essa produção tem diminuído devido a indisponibilidade de mão de obra, redução do uso para a alimentação animal, no consumo humano e a competição com culturas de menor ciclo. Se antes o Brasil era o maior produtor mundial, atualmente com produção de 23,2 milhões de toneladas ocupa o 4º lugar em produção, perdendo para a Nigéria, Indonésia e Tailândia (SEAB, 2015).

No Brasil o Estado do Pará é o maior produtor de mandioca (4,8 milhões de toneladas), onde a produção é destinada principalmente ao consumo humano (SEBRAE, 2008; SEAB, 2015). Já o Paraná ocupa o 2º lugar no ranking nacional (4,1 milhões de toneladas), com a maior produtividade do país (23 t ha<sup>-1</sup>), sendo a produção destinada principalmente a modernas indústrias de fécula (SEBRAE, 2008; IBGE, 2015). Em 2013, este Estado produziu 333 mil toneladas de fécula, sendo responsável por 70% da produção nacional (SEAB, 2015).

Na região Centro-Sul do país, em geral a mandioca é cultivada em dois ciclos vegetativos, sendo a colheita realizada 18 a 24 meses após o plantio (VALLE et al., 2014). No final do primeiro ciclo (10 a 12 meses), devido ao frio intenso ou à seca, a planta passa por um período de repouso fisiológico, onde ocorre paralisação do crescimento vegetativo e redução da atividade metabólica, levando à desfolha natural da planta (CONCEIÇÃO, 1983). Neste período é realizada a poda das ramas, que é recomendada para regiões sujeitas à geadas, para obtenção de material vegetativo, quando há alta infestação de pragas e doenças, ou necessidade

de ramas para alimentação animal (FUKUDA; OTSUBO, 2003). Porém, em algumas regiões verifica-se aumento da infestação de algumas pragas nas brotações de segundo ciclo, como é o caso da *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero, 1977 (Hemiptera: Pseudococcidae) (PIETROWSKI et al., 2010).

A propagação da cultura em nível comercial é feita pelo método vegetativo, através da utilização de segmentos do caule denominados manivas (HOWELER, 2014). Dessa forma há maior facilidade no plantio da cultura e uma intensa troca de material entre agricultores, regiões e países (MATTOS; SOUZA; FERREIRA FILHO, 2006; CEBALLOS et al., 2004). Essa troca vem sendo realizada sem os devidos cuidados fitossanitários, favorecendo a dispersão de insetos praga e patógenos e, conseqüentemente, introduzindo as mesmas em áreas onde elas não ocorriam (OLIVEIRA et al., 2001; BELLOTTI et al., 2002; BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012).

### **2.1.2 Variedades**

Segundo Santilli (2012), para um geneticista, uma variedade de mandioca é um clone, ou seja, um conjunto de indivíduos geneticamente idênticos. Já para um agricultor é constituída por um conjunto de indivíduos considerados próximos e diferentes de outros conjuntos de indivíduos, dessa forma, são diversos clones aparentados, onde há variabilidade genética. Isto ocorre, uma vez que os agricultores desconsideram pequenas variações morfológicas nas variedades, e apenas as identificam pelas suas características mais marcantes, sendo então famílias de genótipos com algum grau de diferenciação genética, porém com alto grau de semelhança morfológica (PERONI, 2007).

Devido a essa variabilidade genética entre as variedades utilizadas pelos agricultores e a intensa troca de material de propagação entre os mesmos, acaba ocorrendo uma seleção aleatória realizada ao longo dos anos pelos próprios agricultores, podendo resultar no surgimento de novas variedades a partir dessas seleções e não de programas de melhoramento (IAPAR, 2014).

As variedades são um dos principais componentes tecnológicos do sistema de produção da cultura da mandioca, pois têm grande capacidade de adaptar-se às diferentes condições de cultivo, além disso, alguns problemas relacionados à pragas

e doenças podem ser solucionados com uso de variedades resistentes (FUKUDA et al., 2006; FAO, 2013).

As variedades de mandioca são divididas em dois grupos: para mesa ou doce, e amargas ou bravas, usadas geralmente para a indústria (FUKUDA; OTSUBO, 2003). A classificação varia de acordo com a porcentagem de matéria seca, amido, teor de ácido cianídrico (HCN), facilidade de cozimento, sabor, qualidade da massa, entre outros (SEDIYMA et al., 2007).

Na região Centro-Sul as cultivares mais plantadas são as destinadas para indústria, dessa forma, são recomendadas variedades com alta produção e qualidade de amido. Além disso, devem ter resistência à bacteriose (*Xanthomonas campestris* pv. *Manihotis*), visto que essa é a principal doença da mandioca no Brasil e o método mais eficiente para o seu controle é através da utilização de variedades resistentes (FUKUDA et al., 2006; CEBALLOS et al., 2004). Apesar da importância de se ter variedades resistentes à pragas, são escassos os trabalhos relacionados às variedades cultivadas nessa região (RHEINHEIMER, 2013).

As principais variedades cultivadas na região Centro-Sul do Brasil são: Fibra, Caiuá, Espeto, Santa Helena, Mico, IAC-12, IAC-13, IAC-14, IAC-15, Baianinha, IAC-90, IAPAR-5017, Cascuda e Branca de Santa Catarina (TAKAHASHI; GONÇALO, 2005; FUKUDA; OTSUBO, 2003). A seguir serão detalhas as variedades utilizadas neste estudo.

### **2.1.2.1 Baianinha**

A variedade Baianinha é produto da seleção realizada pelos agricultores da região Oeste do Paraná, e, por ser muito cultivada nesta região, em 2014 o Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) registrou essa variedade para facilitar projetos de custeio e seguro agrícola para os agricultores (IAPAR, 2014). As principais características dessa variedade são a presença de folhas com lóbulos estreitos e raízes compridas e escuras que são difíceis de arrancar manualmente sem o auxílio de afofador (TAKAHASHI; GONÇALO, 2005). Destinada ao uso industrial é mais adaptada a solos com maiores teores de argila, podendo ser cultivada em solos arenosos quando bem manejados. Além disso, necessita alta fertilidade e pode ser colhida com 12 ou 24 meses de cultivo sem perder qualidade (TAKAHASHI; GONÇALO, 2005).

Apresenta tolerância à bacteriose, antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) e ao superalongamento, porém a campo se verifica suscetibilidade ao percevejo de renda *Vatiga manihotae* (Drake, 1922) e *V. illudens* (Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae), a mosca branca e a podridão de raízes (*Phytophthora* sp. e *Fusarium* sp.) (TAKAHASHI; GONÇALO, 2005; SAGRILO et al., 2010).

### **2.1.2.2 Caiuá**

Também advinda da seleção de agricultores da região Noroeste do Paraná, esta variedade era conhecida como Olho Junto, pois apresenta gemas bastante próximas. Porém, em 2014, foi registrada oficialmente pelo IAPAR como Caiuá, uma vez que é muito cultivada em áreas de abrangência do Arenito Caiuá, sendo assim indicada para solos arenosos (IAPAR, 2014). É uma cultivar tida como “brava” por apresentar alto teor de ácido cianídrico, sua colheita é realizada preferencialmente no segundo ciclo da cultura, o que proporciona bom desempenho na obtenção de fécula e farinha (TAKAHASHI; GONÇALO, 2005; IAPAR, 2014).

Essa variedade é bastante cultivada na região Noroeste do Paraná devido ao elevado conteúdo de matéria seca ao longo das diferentes épocas de colheita, com elevado teor de amido (TAKAHASHI; GONÇALO, 2005). Porém, por apresentar elevada susceptibilidade à bacteriose, antracnose e à cochonilha *Phenacoccus manihoti* principalmente no segundo ciclo, seu cultivo vem diminuindo ano após ano (PIETROWSKI, informação verbal)<sup>1</sup>.

### **2.1.2.3 Santa Helena**

Assim como a variedade Baianinha, a Santa Helena é produto do melhoramento dos agricultores da região Oeste do Paraná onde também é conhecida como Fécula Branca. No início de 2014 também foi registrada pelo IAPAR (IAPAR, 2014). Classificada como mandioca “mansa” apresenta baixo teor de ácido cianídrico (FUKUDA; OTSUBO, 2003), é uma variedade bastante exigente quanto à fertilidade do solo, podendo ser cultivada tanto em solos arenosos como argilosos, e quando bem manejada apresenta alta produtividade com melhor rendimento em plantio de dois ciclos (FUKUDA; OTSUBO, 2003; TAKAHASHI; GONÇALO, 2005).

<sup>1</sup>Informação fornecida pela Dra. Vanda Pietrowski, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon (PR), fevereiro de 2015.

Suas raízes são compridas e claras, o hábito de crescimento da parte aérea é ereto, o que facilita os tratos culturais (TAKAHASHI; GONÇALO, 2005).

Sua tolerância quanto à bacteriose e o superalongamento é considerada mediana, sendo sensível à antracnose (FUKUDA; OTSUBO, 2003; TAKAHASHI; GONÇALO, 2005). É uma variedade destinada principalmente à indústria, não sendo muito apreciada no processamento de farinha em função do excesso de fibra e da coloração rosada que pode prejudicar o padrão da farinha (TAKAHASHI; GONÇALO, 2005).

#### **2.1.2.4 IAC-Caapora**

Fruto do programa de melhoramento genético do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a variedade IAC-Caapora é recomendada para solos areno-argiloso de baixa à média fertilidade, apresenta alto rendimento agrônomo e industrial e alta produção de matéria seca. As raízes apresentam película clara e polpa branca (IAC, 2012; CULTIVAR, 2010). Uma das grandes características dessa cultivar é apresentar alta resistência à bacteriose (IAC, 2014).

#### **2.1.2.7 IPR-União**

Lançada no final de 2012 pelo programa de melhoramento do IAPAR, essa variedade é recomendada para solos arenosos de baixa fertilidade (TAKAHASHI, 2012). Segundo este autor, deve ser colhida preferencialmente em dois ciclos e produz em torno de 20% mais amido que a média das outras variedades, o que pode representar um ganho de comercialização de 30%.

Apresenta alta tolerância à bacteriose e ao superalongamento, porém é suscetível à antracnose. É destinada principalmente à produção de fécula ou amido, pois possui coloração escura, a qual não é recomendada para farinha (TAKAHASHI, 2012).

#### **2.1.2.9 MEcu 72**

Originária do Equador, essa variedade primitiva de *M. esculenta* é mantida na coleção do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) que é responsável

por preservar as características genéticas e garantir o fornecimento de material propagativo dessa variedade (CIAT, 2015).

Essa variedade apresenta grande resistência à pragas, principalmente a *Aleurotrachelus socialis* Bondar, 1923 (Hemiptera: Aleyrodidae), sendo bastante estudada pelo CIAT e já foi utilizada para realizar cruzamentos a fim de se obter uma variedade produtiva e resistente a insetos (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012; BELLOTTI et al., 2005).

### 2.1.3 Insetos praga da cultura

Os insetos praga da mandioca, de modo geral causam danos pela redução da área foliar e da taxa fotossintética, diminuindo assim o rendimento, pelo ataque às hastes, folhas e raízes, debilitando a planta e pelo ataque ao material de plantio, reduzindo as brotações (FARIAS; BELLOTTI, 2006).

Atualmente os principais insetos com potencial de causar danos econômicos à cultura na região Centro-Sul são: mandarová, *Erinnyis ello* L. 1758 (Lepidoptera: Sphingidae), percevejo-de-renda, *Vatiga manihotae* e *V. illudens*, mosca branca, *B. tuberculata* e *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (Hemiptera: Aleyrodidae), ácaros, *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938) e *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), tripes, *Frankliniella williamsi* Hood, 1915 e *Scirtothrips manihoti* Bondar, 1924 (Thysanoptera: Tripidae), congo, *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863) (Coleoptera: Vesperidae) e cochonilhas da parte aérea, *Phenacoccus manihoti* e *Phenacoccus herreni* Cox & Williams, 1981 (Hemiptera: Pseudococcidae), e das raízes, *Protortonia navesi* Fonseca, 1979 (Hemiptera: Margarodidae), *Pseudococcus mandio* Williams, 1985 e *Dysmicoccus sp.* (Hemiptera: Pseudococcidae) (FUKUDA; OTSUBO, 2003; PIETROWSKI et al., 2010; BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012).

Todas estas espécies vêm preocupando o setor da mandiocultura, porém o complexo de mosca branca constitui um dos grandes problemas na produção dessa cultura devido ao seu alto potencial de dano e pela transmissão de viroses principalmente na África (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012; FAO, 2013; HOWELER, 2014).

## 2.2 Mosca branca

As moscas brancas são pequenos insetos (1 a 2 mm), com quatro asas membranosas cobertas por substância pulverulenta de cor branca (COSTA LIMA, 1952). Esses insetos pertencem à superfamília Aleyrodoidea que apresenta aproximadamente 1.450 espécies descritas em 140 gêneros amplamente distribuídos (BYRNE; BELLOWS, 1991).

Segundo Bellotti, Campos e Hyman (2012) são relatadas 11 espécies de mosca branca atacando mandioca na região Neotropical, dentre elas estão *Aleurothrixus aepim*, *Aleurotrachelus socialis*, *Bemisia tuberculata*, *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B e *Trialeurodes variabilis* (Quaintance, 1900). No Brasil são descritas as espécies *A. aepim* e *B. tuberculata* causando danos econômicos, sendo a primeira relatada causando problemas em vários estados do país, principalmente na região Norte e Nordeste, e a segunda identificada causando danos principalmente na região Centro-Sul do Brasil (FARIAS; BELLOTTI; ALVES, 2007; PIETROWSKI et al., 2010).

As espécies *A. socialis* e *T. variabilis* também são relatadas no Brasil, porém sem importância do ponto de vista econômico (FARIAS; BELLOTTI; ALVES, 2007; ALONSO; RACCA-FILHO; LIMA, 2012). Já na Colômbia, são amplamente estudadas por causarem grandes prejuízos aos cultivos de mandioca (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012).

A espécie *B. tabaci* biótipo B é vetor do vírus do mosaico africano da mandioca, que causa grandes danos aos cultivos de mandioca no continente africano (BELLOTTI et al, 2005). No Brasil, esta espécie foi relatada atacando mandioca apenas uma vez, em um levantamento realizado no Rio Grande do Norte, o que serve de alerta, pois caso essa espécie mude seu comportamento no Brasil e comece a se alimentar de mandioca, pode vir a causar sérios danos à cultura (OLIVEIRA; LIMA, 2006; BELLOTTI et al, 2005).

### 2.2.1 Biologia e morfologia

Os adultos da mosca branca localizam-se na parte apical da planta, sendo possível visualizá-los voando ao sacudir esta região (PIETROWSKI et al., 2010). As fêmeas ovipositam na face abaxial das folhas apicais e, com o crescimento da

planta, essas folhas antes do broto acabam compondo o terço médio da planta, onde se localizam as ninfas desses insetos (OTSUBO; LORENZI, 2004).

Os ovos das moscas brancas medem cerca de 0,16mm de comprimento e 0,07mm de largura (ANDRADE FILHO et al., 2012). Através de um pedúnculo curto, são inseridos dentro de fendas na superfície da folha ou em aberturas estomáticas, possuem formato piriforme, e apresentam coloração amarelo-esbranquiçada logo após serem ovipositados e marrom-escuros próximos à eclosão (BYRNE; BELLOWS, 1991). As ninfas de *A. aepim* e *B. tuberculata* eclodem após 7,3 e 8,8 dias, respectivamente (BARILLI et al., 2012; RHEINHEIMER et al., 2009b), possuem três pares de pernas bem desenvolvidas, um par de antenas e coloração translúcida, medindo cerca de 0,29mm de comprimento e 0,16mm de largura e são ativas no primeiro instar, podendo locomover-se por horas ou até dias, dependendo da arquitetura da planta e das condições climáticas (FARIAS; SANTOS FILHO, 1996; LIMA; LARA; SANTOS, 2001; OLIVEIRA; LIMA, 2006).

De acordo com Lima, Lara e Santos (2001) ao mudar de instar, as ninfas tornam-se fixas, atrofiam as pernas e as antenas, e o aparelho bucal fica mais desenvolvido. Possuem formato oval e são alongadas medindo cerca de 0,40mm de comprimento e 0,25mm de largura, apresentando coloração translúcida e aspecto achatado (OLIVEIRA; LIMA, 2006). Ao passar para o terceiro instar a ninfa apenas aumenta em tamanho, medindo em média 0,56mm de comprimento e 0,36mm de largura (LIMA; LARA; SANTOS, 2001).

O quarto instar é dividido em três fases, na fase I a ninfa é achatada, translúcida, com apêndices rudimentares, medindo em média 0,91mm de comprimento e 0,62mm de largura (ANDRADE FILHO et al., 2012; OLIVEIRA; LIMA, 2006). Na fase II apresenta aspecto opaco e não há aumento de tamanho, na fase III a ninfa é semelhante à anterior, contudo são visíveis ocelos vermelhos e a pigmentação amarelo-esbranquiçada do adulto pode ser observada, e por esse motivo, esta última fase é denominada “pupa” (OLIVEIRA; LIMA, 2006). As ninfas de *A. aepim* apresentam o corpo recoberto por filamentos cotonosos, semelhantes a algodão (PIETROWSKI et al., 2010), e quando criadas na variedade Cigana Preto permanecem nesse estágio por 16,8 dias ( $T. 25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ) e apresentam viabilidade de 85,2 % (BARILLI et al., 2012). Já as ninfas de *B. tuberculata* apresentam o corpo sem filamentos e duração ninfal de 23,6 dias quando criadas na variedade Santa Helena ( $T. 25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ) (RHEINHEIMER et al., 2009b).

O adulto emerge por uma fenda em forma de “T” na região antero-dorsal do exoesqueleto da ninfa de quarto instar ou “pupa” (LIMA; LARA; SANTOS, 2001), possui dois pares de asas membranosas, recobertas com uma substância pulverulenta branca sendo a fêmea maior que o macho, com 1,0 e 0,75mm de comprimento, respectivamente (FARIAS; BELLOTTI; ALVES, 2007). O dimorfismo sexual se dá pela diferença de tamanho e pela diferença anatômica do abdômen do inseto, onde na porção final a fêmea apresenta o abdômen arredondado e o macho em formato de “pinça” (ANDRADE FILHO et al., 2012).

Os parâmetros biológicos da fase adulta, tais como fecundidade e longevidade, não foram estudados para *B. tuberculata* na cultura da mandioca. Já para a espécie *A. socialis* as fêmeas ovipositam em média 119 ovos e apresentam longevidade de 11 dias, isso para a variedade CMC-40 (T: 25±5C) tida como suscetível à mosca branca (CARABALI et al., 2010a).

### 2.2.2 Danos

A mosca branca está presente em praticamente todo o período de desenvolvimento da cultura, apresentando maiores populações em estações chuvosas onde as plantas se apresentam mais vigorosas (FARIAS, 1991; SCHIMIT, 2002), porém longos períodos de precipitação podem ser prejudiciais ao inseto por esse ser muito diminuto (OLIVEIRA; LIMA, 2006). No estado do Mato Grosso do Sul, Silva et al. (2013) observaram maior pico de população no final de janeiro e início de fevereiro e outros dois picos menores no início de março e início de abril.

Tanto as ninfas como os adultos se alimentam através da sucção de seiva floemática da planta, quando em alta população esses podem causar danos debilitando a planta, ocasionando o murchamento, manchas cloróticas nas folhas, redução da taxa fotossintética, resultando na queda prematura das mesmas e desfolha progressiva, além da diminuição do seu vigor, podendo reduzir a produtividade (BELLOTTI; SMITH; LAPOINTE, 1999; BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012). Como consequência as raízes dessas plantas podem apresentar maior concentração de água, maior teor de fibra e sabor amargo, o que pode diminuir o valor comercial desse produto (PIETROWSKI et al., 2010).

Ao se alimentar, as ninfas de mosca branca excretam uma substância açucarada denominada *honeydew*, que se deposita na superfície das folhas abaixo,

formando um meio que possibilita o desenvolvimento de fungos não patogênicos (fumagina), que escurecem a superfície da folha e reduzem sua atividade fotossintética, causada pelo fungo *Capnodium* sp. (FARIAS, 1991; MOREIRA; FARIAS, 2006). Esse inseto-praga, principalmente na sua fase adulta, pode também injetar toxinas nas plantas durante o processo de alimentação e transmitir patógenos, principalmente vírus (OLIVEIRA et al., 2001).

O principal vírus transmitido pela mosca branca na cultura da mandioca é o do mosaico africano da mandioca que é transmitido por *B. tabaci*, embora inexistente no Brasil, é uma doença importante tanto na África como na Ásia (OTSUBO; LORENZI, 2004; FAO, 2013). Na América a não ocorrência desse vírus era atribuída à incapacidade de *B. tabaci* colonizar plantas de mandioca, porém, relatos recentes registraram a ocorrência de *B. tabaci* biótipo “B” atacando mandioca, o que torna o risco da ocorrência do mosaico africano no Brasil uma séria ameaça (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012; OLIVEIRA; LIMA, 2006).

As perdas causadas pela mosca branca na cultura da mandioca variam em função, principalmente, da intensidade do ataque e da suscetibilidade da variedade. Trabalho desenvolvido na Colômbia por Bellotti, Campos e Hyman (2012) demonstrou que infestações de *A. socialis* por período de um, seis e 11 meses ocasionaram danos de 5, 42 e 79%, respectivamente. Embora se conheça o potencial de danos desta praga à cultura da mandioca, para a região Centro-Sul do Brasil, considerando sua dinâmica de produção e variedades cultivadas, esses níveis de dano ainda não foram estimados.

### **2.2.3 Controle**

O controle das espécies de moscas brancas na cultura da mandioca pode ser realizado através de medidas culturais, uso de variedades resistentes, controle biológico e controle químico (SCHMITT, 2002; BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012). Uma pesquisa na Colômbia com produtores de mandioca revelou que apenas 48% dos entrevistados adotam alguma forma de controle contra a mosca branca, mesmo essa causando redução de aproximadamente 58% da produção (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012), e no Brasil não há estudos neste sentido.

Para o controle químico, não há produtos registrados no Brasil (AGROFIT, 2015) e em países em que há agrotóxicos registrados, como na Colômbia, Holguín,

Carabali e Bellotti (2006) afirmam que esse método é ineficiente, pois esses insetos apresentam uma capacidade de aumento da população muito rápida podendo duplicar sua população em 4,2 dias em condições ideais, além de apresentarem alta capacidade de selecionar populações resistentes aos produtos químicos. Sabe-se também que esta estratégia apresenta-se cada vez mais onerosa tanto para pequenos como para grandes produtores e insustentável tanto do ponto de vista econômico, como da saúde e ambiental (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012).

Por outro lado, o controle biológico tem se mostrado como uma importante ferramenta no manejo de mosca branca principalmente quando aliada ao uso de variedades resistentes (BELLOTTI et al., 2002). Existem relatos de aproximadamente 20 espécies de entomopatógenos associados ao controle de mosca branca na mandioca, dentre eles *Aschersonia* sp., *Lecanicillium lecani*, *Beauveria bassiana* e *Paecilomyces fumosoroseus* (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012). Segundo os mesmos autores, em estudos realizados com produtos comerciais de *L. lecani* e *B. bassiana* em casa de vegetação aplicado em ninfas de *A. socialis*, obteve-se mortalidade de 72 e 90%, respectivamente, principalmente da fase de ovo, primeiro e segundo instar.

Para *B. tuberculata* em condições de laboratório foram encontrados mortalidade em torno de 85 e 50% para alguns isolados de *Metharizium anisopliae* e *B. bassiana*, respectivamente (BARILLI et al., 2011; RHEINHEIMER et al., 2009a). A aplicação de fungos entomopatogênicos é recomendada quando a população de mosca branca se encontra em baixos níveis de infestação e nos primeiros instares de ninfa, pois experimentos a campo, na Colômbia, revelaram que quando aplicados em alta densidade da praga, esse método não é eficiente (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012).

Os parasitoides são também citados como importantes agentes de controle biológico, sendo principalmente associados a essa praga os gêneros *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae), *Eretmocerus* (Hymenoptera: Aphelinidae) e *Amitus* (Hymenoptera: Platygasteridae), contudo, a falta de conhecimento sobre o complexo de parasitoides tem limitado sua eficácia em programas de controle biológico (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012).

No Brasil poucos são os estudos relacionados à ocorrência de parasitoides de *B. tuberculata*, sendo encontrado *Encarsia pergandiella* Howard, 1907 (Hymenoptera: Aphelinidae), *Encarsia* sp., *Eretmocerus* sp., *Signiphora* sp. e

*Euderomphale* sp. associados a essa espécie na região Centro-Sul do país, mas poucas são as informações de eficiência desses agentes no controle da praga (MIRANDA, 2012).

Outro método em destaque é o uso de variedades resistentes, pois é de reduzido custo e mantém em níveis baixos a população de moscas brancas (BELLOTTI; SMITH; LAPOINTE, 1999; BELLOTTI et al., 2002). Geralmente a ação desse método se dá pela redução na fecundidade, aumento do período de desenvolvimento e/ou por aumento da taxa de mortalidade das ninfas, podendo ser utilizado harmonicamente com outros métodos, como por exemplo, o controle biológico (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012).

Vários estudos tem indicado o potencial de resistência em variedades silvestres (BELLOTTI et al, 2005; CARABALI et al., 2010a; 2010b; BURBANO et al., 2007), como por exemplos, no genótipo MEcu 72 que causa mortalidade de 72,5% das ninfas de *A. socialis*, principalmente nos instares iniciais (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012). Porém, para *B. tuberculata* não foram encontrados estudos relacionados à variedades resistentes.

Na Colômbia os agricultores já contam com uma variedade comercial (Nataima-31) resistente a *A. socialis* (BELLOTTI et al., 2005). Estudos conduzidos com híbridos interespecíficos de mandioca na região Nordeste do Brasil indicou 41 híbridos promissores (FARIAS; BELLOTTI; ALVES, 2007).

### **2.3 Mecanismos de resistência de mandioca a mosca branca**

Os mecanismos que atuam na resistência da mandioca são de caráter poligênico e do tipo horizontal (BELLOTTI; KAWANO, 1980; CARABALI, 2009). Esse tipo de resistência tem a habilidade de controlar um amplo espectro de biótipos do inseto, porém, apresentam dificuldade de transferência de um genótipo para outro (VENDRAMIN; NISHIKAWA, 2001). Estudos tem demonstrado que o principal tipo de resistência à mosca branca presente na mandioca é do tipo antixenose (CARABALI, 2009; BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012).

Segundo Smith (2005) os mecanismos de resistência foram propostos por R. H. Painter em 1951, segundo este autor as plantas apresentam três tipos de resistência à artrópodes, sendo eles antibiose e antixenose, que afetam os insetos, e tolerância da planta ao resistir ou se recuperar de ataque dos insetos. No tipo

antibiose a manifestação da resistência se dá através de efeitos negativos na biologia do inseto, aumentando a duração e mortalidade das fases jovens, diminuindo tamanho, peso e oviposição de adultos, assim como, podendo gerar adultos deformados (SMITH, 2005).

Na resistência por antixenose ou não-preferência, há algum fator morfológico ou químico da planta que afeta o comportamento do inseto, levando o mesmo a procurar um hospedeiro alternativo (SMITH, 2005). Essa característica é notada pela não preferência de oviposição ou alimentação por determinada planta (LARA, 1991). Muitas vezes a resistência por antibiose e antixenose ocorrem na mesma planta, e são difíceis de serem mensuradas, pois um artrópode confinado a uma planta, que apresente menor tamanho e peso, poderá ser devido a propriedades antibióticas, ou à presença de alimento físico ou químico dissuasivo, que irão mudar o comportamento do inseto levando-o ao enfraquecimento (SMITH, 2005).

Segundo Carabali (2009), em estudos realizados com *A. socialis*, a qualidade do hospedeiro afeta a preferência de oviposição, dessa forma, genótipos em que as fêmeas depositam menor quantidade de ovos são mais resistentes. Segundo o mesmo autor, variedades com maior preferência de oviposição estão correlacionadas positivamente com melhor estabelecimento e maior sobrevivência da fase jovem do inseto, fenômeno esse que não é encontrado para outras espécies de mosca branca como *B. tabaci* em outras culturas. Não foram identificados quais compostos estão relacionados a maior ou menor preferência da mosca branca ao seu hospedeiro, porém, para a cochonilha da mandioca, *P. manihoti* variedades com altos teores de ácidos fenólicos são menos preferidos pelo inseto (CALATAYUD et al., 1994; CALATAYUD, 2000).

Bellotti e Arias (2001) também observaram resistência do tipo antibiose na variedade MEcu 72, pois as ninfas de *A. socialis* criadas nessa variedade apresentavam maior tempo de desenvolvimento e menor tamanho de pupas quando comparada às demais. Para a cochonilha da mandioca, *P. manihoti*, foi observado que a qualidade nutricional da variedade pode atuar como mecanismo de antibiose para as ninfas, como exemplo, níveis de rutina na planta desempenham papel antinutritivo e de fagodeterrência afetando o crescimento e desenvolvimento das ninfas (CALATAYUD, 2000, CALATAYUD; LE RÜ, 2006), já para o complexo de mosca branca essa informação ainda não é encontrada.

Dentre os genótipos de *M. esculenta* são identificados fontes de resistência por antibiose nos germoplasmas do Equador (MEcu 72 e MEcu 64) e do Peru (MPer 334, MPer 335, MPer 415, MPer 273), desses, a variedade MEcu 72 apresenta maiores níveis de resistência a *A. socialis*, os demais apresentam níveis altos a moderados de resistência a essa praga (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012).

Estudos mais recentes constataram que a subespécie silvestre *M. esculenta* subsp. *flabellifolia*, e as espécies *Manihoti tristis* e *Manihoti chlorosticta* apresentam resistência tipo antixenose à *A. socialis* (CARABALI et al., 2010a; 2010b). Em diversas culturas, as espécies silvestres vêm sendo utilizadas pelos melhoristas como fonte de caracteres úteis que não são encontrados nas variedades da espécie cultivada (NASSAR; SILVA; VIEIRA, 1986; BELLON et al., 2007). Porém, a maioria dos acessos identificados como resistentes tem se mostrado agronomicamente inferiores, indicando a necessidade de um trabalho de melhoramento genético no sentido de associar resistência com produtividade e qualidade de raízes (NORONHA; FUKUDA, 1989).

Contudo, antes de se iniciar um programa de melhoramento, é necessário identificar materiais resistentes à praga, para serem utilizados no programa, assim como quais os mecanismos de defesa da planta e os fatores envolvidos nos mesmos, isto pode ser realizado através de estudos em torno da biologia da praga nas variedades cultivadas e/ou promissoras (ALVES et al., 2006; VIANA; POTENZA, 2000). Porém, no Brasil ainda não são encontrados esses dados para *B. tuberculata* em mandioca.

### 3. Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Controle Biológico localizado na Estação de Cultivo Protegido e Controle Biológico Professor Dr. Mário César Lopes, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste *campus* de Marechal Cândido Rondon/PR, com altitude de 400m, latitude 24° 33' 40" Sul e longitude 54° 04' 00" Oeste, no período de dezembro de 2013 a outubro de 2014.

#### 3.1 Metodologia de criação

Para manutenção da criação, plantas de mandioca da variedade Baianinha foram cultivadas em vasos de 4L contendo LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico e 10% de composto orgânico, em casa de vegetação e irrigados diariamente, a partir de manivas provenientes da área experimental da própria Universidade, que foram plantadas na posição vertical. A infestação com os insetos se deu quando as plantas apresentaram oito folhas completamente desenvolvidas.

A população de mosca branca foi obtida a partir de coletas realizadas em áreas de plantios comerciais com infestação no município de Marechal Cândido Rondon/PR, nos meses de fevereiro e março de 2014. As espécies encontradas na região foram previamente identificadas como *Aleurothrixus aepim* e *Bemisia tuberculata* (PIETROWSKI et al., 2014).

As coletas foram realizadas retirando-se dessas áreas, folhas com alta infestação de ninfas de *B. tuberculata* de 4º instar. Estas folhas foram levadas ao laboratório, onde manualmente foi feita a eliminação das ninfas de *A. aepim* presentes nas folhas. Posteriormente estas foram acondicionadas em caixa de papelão (43cm de comprimento x 30cm de largura x 22cm de altura) previamente perfuradas na lateral, sendo colocado nesse orifício um copo plástico transparente

com o fundo voltado para o exterior da caixa, a fim de se coletar os adultos que são atraídos pela luz (Figura 1A). Para dar maior durabilidade à turgidez das folhas, os pecíolos foram colocados em placas de Petri (10cm de diâmetro x 2cm de altura) e recobertos com algodão umedecido (Figura 1B).

Diariamente os adultos emergidos foram transferidos do copo plástico para gaiolas confeccionadas com tecido tipo *voil* (30cm de comprimento x 25cm de largura) (Adaptada de Bellon et al., 2011), que foram colocadas envolvendo as folhas apicais das plantas de mandioca (quatro a seis gaiolas por planta), permitindo desta forma a oviposição das fêmeas coletadas (Figura 1C). Após cinco dias as gaiolas foram cuidadosamente retiradas e as moscas que ainda estavam vivas foram coletadas com o auxílio de um aspirador bucal feito com ponteiros de micropipetas de 5 mL (Figura 1D) e transferidas para folhas jovens de outras plantas, mantendo-se o número médio de 50 adultos por gaiola.



Figura 1. Metodologia de criação de *Bemisia tuberculata* em plantas de mandioca. A- Caixa de papelão com copo plástico adaptada para coletar os adultos; B- Folhas dispostas no interior da caixa de papelão; C- Gaiola de tecido tipo *voil*; D- Coleta de adultos com aspirador bucal.

As folhas utilizadas para oviposição foram identificadas e, quando as ninfas atingiam o quarto instar ( $\pm 25$  dias), foram novamente envoltas com as gaiolas tipo *voil*, para que ao emergirem, os adultos pudessem ser coletados. Estas coletas ocorreram a cada três dias e os adultos foram colocados para ovipositarem em folhas de outras plantas utilizadas para a manutenção da criação. Quando mais de 50% dos adultos haviam emergido, as folhas foram destacadas e colocadas novamente em caixa de papelão, conforme descrito para as folhas do campo.

Uma vez ajustado a metodologia de criação foi verificado qual era a melhor densidade de adultos por gaiola. Para tanto, foi realizado experimento com diferentes níveis populacionais, utilizando-se 25, 50, 75, 100, 125 adultos, não sexados, por gaiola foliar. Os diferentes níveis populacionais de adultos foram colocados ao acaso em novas plantas, utilizando-se as cinco folhas apicais, nas quais foram deixados ovipositando durante um período de cinco dias. Após esse período os adultos foram eliminados e realizada a contagem de ovos nos cinco folíolos centrais de cada folha, em um círculo de diâmetro de 1cm correspondendo a área foliar de 0,79cm<sup>2</sup> distante 3cm do pecíolo, onde se observava maior homogeneidade de oviposição (Figura 2). Foram utilizados oito repetições, sendo cada folha uma repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, ambos a 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

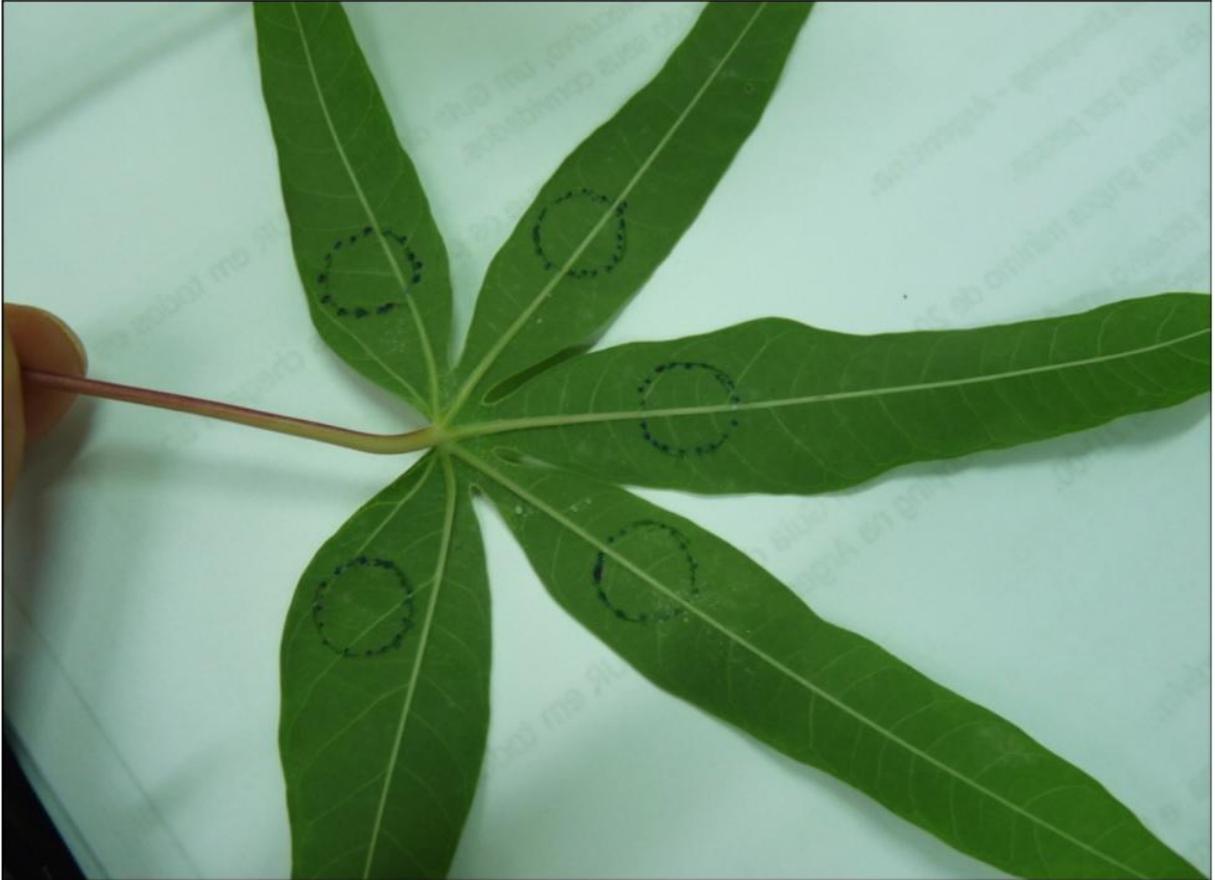


Figura 2. Área foliar demarcada para realizar contagem de ovos de *Bemisia tuberculata*.

### 3.2 Biologia de *B. tuberculata* em diferentes variedades

O estudo foi realizado de abril a junho de 2014, no qual foram utilizados para o experimento indivíduos coletados no campo (variedade Cascuda) com o auxílio de um aspirador bucal, uma vez que a criação em laboratório ainda não estava estabelecida e não apresentava população suficiente para dar suporte ao experimento. A biologia da mosca branca foi avaliada nas variedades MEcu 72, Santa Helena, IAC-Caapora, IPR-União, Caiuá e Baianinha.

O experimento foi realizado em plantas mantidas em sala semi-climatizada ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e fotofase de 14h). Para obtenção dos ovos, 20 adultos não sexados foram acondicionados em gaiolas cliques (2cm de diâmetro x 1,5cm de altura) (Figura 3) adaptado de Carabali et al. (2010a), fixadas nas folhas apicais permitindo-se a oviposição por um período de 48h, após o qual os insetos foram retirados e contabilizado o número de ovos. Após a eclosão, foram mantidas apenas 25 ninfas

por folha, descartando-se os ovos e as ninfas excedentes. Foram utilizadas quatro folhas por planta e cinco plantas por genótipo, totalizando em média 500 ninfas por variedade.

As avaliações foram realizadas diariamente, sempre no mesmo horário, com o auxílio de microscópio estereoscópico. Foram observadas as exuvias e mortalidade, sendo determinado o número de instares, viabilidade, duração de cada instar, do período ninfal e do período de ovo a adulto.

Próximo da emergência, quando foi possível visualizar as asas no 4º instar (pupa), gaiolas foliares, confeccionadas com tecido tipo voil, foram recolocadas sobre as ninfas para que ao emergirem, os adultos fossem capturados, obtendo-se assim casais de mesma idade. Com o auxílio de aspirador bucal, os casais foram formados e transferidos para gaiolas clipe, colocando-se um casal por folha, nas quatro folhas apicais de novas plantas, sendo utilizado cinco plantas por variedade, variando entre 15 a 18 casais.

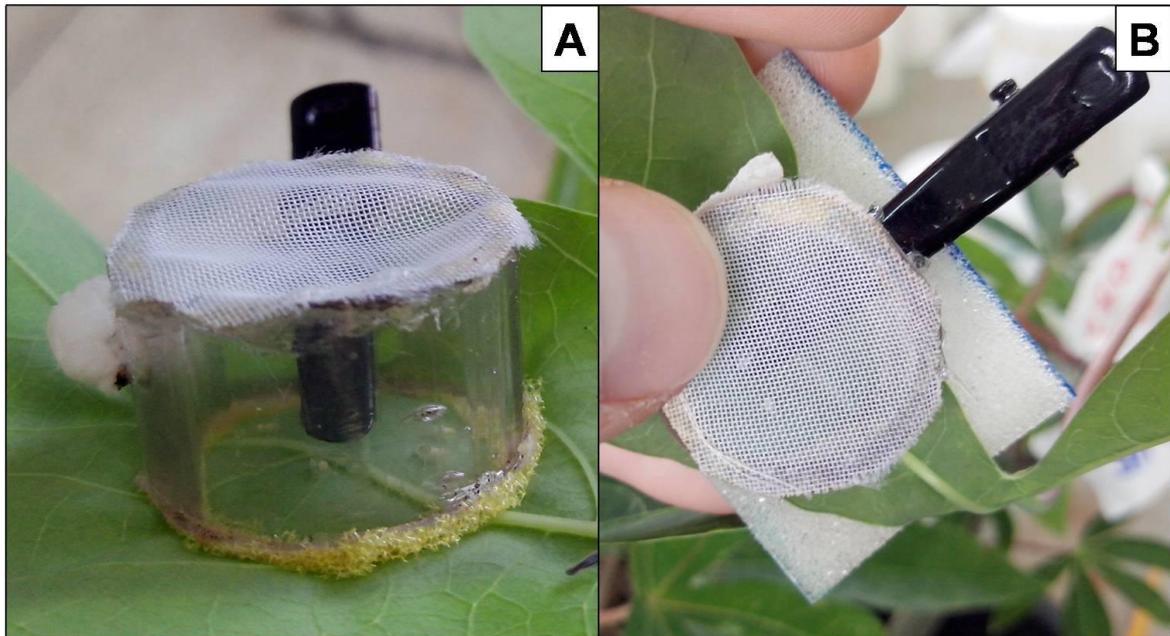


Figura 3. Gaiola tipo clipe utilizada para separar os casais de *Bemisia tuberculata*.

Para se realizar a medição de comprimento e largura dos adultos, logo após a emergência foram coletadas 10 fêmeas de cada tratamento, que foram acondicionados em frascos tipo *ependorf* com álcool 70%. A medição foi realizada no Laboratório de Ecologia Química e Comportamento de Insetos da Escola

Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ com auxílio de microscópio estereoscópico acoplado ao computador.

Diariamente foi verificada a mortalidade dos adultos obtendo-se assim a longevidade. A cada 48h as gaiolas foram movidas para outra parte da folha, para possibilitar a quantificação dos ovos, tendo-se assim a fecundidade das fêmeas. Para acompanhar a duração e a viabilidade do período de ovo, as posturas realizadas no terceiro e no quarto dia foram marcadas e acompanhadas até a eclosão das ninfas.

### 3.4 Tabela de vida de fertilidade

A partir dos dados biológicos obtidos, foi elaborada a tabela de vida de fertilidade conforme Silveira Neto et al. (1976), calculando-se a fertilidade específica ( $m_x$ ) em cada intervalo de tempo médio ( $x$ ) considerando o total de fêmeas e o índice de sobrevivência acumulado de fêmeas ( $l_x$ ) durante o período de oviposição.

A partir dos dados da tabela de vida foram estimados os intervalos entre gerações ( $T$ ), que representa o tempo médio entre a postura de ovos de uma geração e a postura da geração seguinte, a taxa líquida de reprodução ( $R_0$ ), que é a estimativa do número médio de fêmeas gerado por fêmea ao longo do período de oviposição e que chegarão à geração seguinte, a taxa intrínseca de crescimento ( $r_m$ ), que é o fator relacionado com a velocidade de crescimento da população, e o tempo de duplicação ( $DT$ ), que é o tempo necessário para a população duplicar em número. Esses parâmetros foram calculados, com as seguintes fórmulas (SILVEIRA NETO et al., 1976; KREBS, 1994):

$$R_0 = \sum m_x \cdot l_x$$

$$T = (\sum m_x \cdot l_x \cdot x) / \sum m_x \cdot l_x$$

$$r_m = (\text{Log } R_0) / (T \cdot 0,4343)$$

$$DT = \ln(2) / r_m$$

### 3.5 Índice de Adaptação (IA)

Para se estimar a adaptação de *B. tuberculata* às variedades, foi utilizado o índice de adaptação (IA) ajustado por Boregas et al. (2013), que foi calculado utilizando a fórmula:

$$IA = (SBL * FDA) / (PDL)$$

onde, IA é o índice de adaptação, SBL é a sobrevivência da fase ninfal, FDA é a fecundidade dos adultos e PDL é o período de desenvolvimento ninfal.

### 3.6 Índice de Resistência

Para classificar as variáveis avaliadas quanto à resistência a *B. tuberculata* adotou-se o índice de seleção desenvolvido por Mulamba e Mock (1978). Para isso foram selecionados parâmetros biológicos que apresentavam maior caracterização de resistência das variedades. Os parâmetros selecionados foram viabilidade das ninfas, fecundidade e longevidade das fêmeas, e para essas variáveis foram atribuídas notas crescentes de acordo com as características desejadas.

### 3.7 Análise estatística

Os dados foram testados quanto à normalidade utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) e de homocedasticidade ou homogeneidade da variância dos erros (COCHRAN, 1947). Quando necessários os dados foram transformados em Log10 para normalização. Variáveis que se encontravam em acordo com os pressupostos foram submetidas à ANOVA seguido do teste de acompanhamento de Tukey para n's desiguais ao nível de 5% de probabilidade de erro ( $P \leq 0,05$ ), utilizando o software Statística 7.0 (STATSOFT, 2004). Quando as variáveis não se enquadravam aos pressupostos estatísticos, foi realizado teste de Kruskal-Wallis seguido do teste de acompanhamento de Dunn, utilizando o software Statística 7.0 (STATSOFT, 2004).

Foi realizada análise multivariada onde os dados das variáveis analisadas foram normalizados, e posteriormente analisados por meio da análise de componentes principais (ACP), após verificação da qualidade dos dados pelo método Kaiser-Meyer-Olkin (KMO test). A avaliação da correlação entre as matrizes de variáveis foi avaliada por meio do teste de esfericidade de Bartlett e a definição do número de componentes principais foi definido por meio do critério de Broken-

Stick. Com a ACP foi possível determinar as variáveis explicativas para cada indivíduo avaliado (HAIR et al., 2006).

Para a tabela de vida de fertilidade, a análise estatística foi realizada conforme metodologia seguida por Carabali et al. (2010a), onde os parâmetros da tabela de vida (número de fêmeas e oviposição) foram estimados por meio do método de Jackknife, obtendo-se 10 novas amostras. Estas novas observações permitiram o cálculo de  $R_0$ ,  $T$ ,  $r_m$  e  $DT$ , os quais foram comparados entre as variedades por meio da ANOVA fator único, seguido do teste de acompanhamento de Tukey para amostras iguais.

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Metodologia de criação

A metodologia de criação proposta neste trabalho se mostrou eficiente, uma vez que o nível populacional se manteve estável durante a condução dos experimentos (Figura 4). Observou-se que apesar da elevada quantidade de ovos por folha, os insetos apresentaram desenvolvimento e reprodução satisfatório, com alta emergência de adultos e manutenção das gerações seguintes.



Figura 4. Folha de mandioca infestada com *Bemisia tuberculata* oriundas de criação em laboratório.

Dentre as densidades de insetos por gaiolas testadas para criação de *Bemisia tuberculata* na cultura da mandioca, no método de criação utilizado, a melhor foi de 125 insetos, resultando em até 45,85 ovos em uma área de 0,79cm<sup>2</sup>, diferindo significativamente dos demais tratamentos (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Tabela 1. Número de ovos (média e erro padrão) em área foliar de 0,79cm<sup>2</sup> de folhas de mandioca (variedade Baianinha) com diferentes níveis populacionais de *Bemisia tuberculata*. Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.

Número de insetos	Número de ovos
25	9,25 ± 1,31 c <sup>1</sup>
50	19,12 ± 3,13 bc
75	29,67 ± 4,35 b
100	30,82 ± 2,35 b
125	45,85 ± 2,72 a
CV	30,89

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05);

Em estudo realizado por Jesus et al. (2011) em feijoeiro, observa-se que na densidade populacional de 100 adultos de *Bemisi tabaci* biótipo B por gaiola (2 m x 3 m de base x 2 m de altura) foram ovipositados aproximadamente 21 ovos/cm<sup>2</sup>, enquanto que na densidade de 150 adultos foram aproximadamente 13 ovos/cm<sup>2</sup>, porém não diferiram significativamente entre si. Estes resultados mostram que o aumento na densidade dos insetos por gaiolas podem prejudicar a oviposição das fêmeas.

Toscano; Boiça Júnior e Maruyama (2002) e Campos et al. (2005) estudando *B. tabaci* biótipo B em tomateiro e algodoeiro, respectivamente, também observaram que não houve diferença significativa no número médio de ovos entre as densidades de 100 e 150 insetos por gaiola, e constataram que a melhor densidade seria a de 100 insetos por gaiola.

Durante o desenvolvimento da criação, foi observado que folhas de menor porte, ao serem utilizadas para a criação, acabavam entrando em senescência e caindo antes das ninfas completarem o seu ciclo. Desta forma, uma alta densidade populacional de ninfas nas folhas, pode causar a queda precoce destas (BELLOTTI; CAMPOS; HYMAN, 2012), não permitindo o desenvolvimento completo das ninfas.

Por estes motivos, não foram testadas densidades populacionais acima de 125 insetos por gaiolas, pois poderiam ocorrer as situações expostas anteriormente,

sendo elas, diminuição na oviposição das fêmeas, não ter mudança na quantidade de ovos/cm<sup>2</sup>, e caso ocorresse aumento, estas folhas possivelmente não suportariam a alta densidade populacional. Dessa forma, nenhuma dessas situações seriam vantajosas para a criação.

Como as ninfas permanecem nas folhas se alimentando por um longo período (30 dias), as folhas e as plantas acabam ficando debilitadas, e mesmo em laboratório ocorre maior ataque de ácaros, *Tetranychus urticae* e a incidência de oídio, *Oidium manihotis* principalmente na época do inverno. Desta forma, é necessário realizar o controle dessas pragas, utilizando-se produtos inócuos à mosca branca. Especificamente neste estudo foi utilizado produto a base de enxofre para o controle do ácaro, e leite cru a 10% para o controle de oídio. Ambos os produtos parecem não afetar o desenvolvimento e oviposição da *B. tuberculata*.

Para que haja maior eficiência neste método de criação é importante que as folhas permaneçam na planta, para isso, deve-se tomar os seguintes cuidados: a) realizar adubação e utilizar solos férteis durante o plantio; b) manter as plantas bem irrigadas; c) realizar os manejos fitossanitários nas plantas de mandioca quando necessário, porém sem prejudicar as ninfas de mosca branca; d) utilizar folhas vigorosas e saudáveis, de preferências as mais novas.

O método proposto apresenta a vantagem de maior precisão na obtenção de indivíduos com idade conhecida, pois o período de oviposição é limitado, e após emergirem os adultos ficam presos nas gaiolas que envolvem as folhas. Além disso, este método possibilita a criação da mosca branca em pequeno espaço, já que não é necessária a utilização de gaiolas maiores, onde várias plantas ficam protegidas no interior das mesmas (SOBRINHO et al., 2012).

Porém, esse método exige constante cuidado das plantas, e no período próximo à emergência dos adultos, as folhas necessitam ser envoltas pelas gaiolas foliares para evitar a fuga destes. Outro ponto a se considerar é que a manutenção da criação, quando necessária, é bastante demorada.

Dessa forma, este método é recomendado para criação de curta duração para experimentos de porte médio e para locais com pequenas áreas disponíveis para a criação.

## 4.2 Biologia de *Bemisia tuberculata* sobre as diferentes variedades

Os parâmetros biológicos da fase jovem de *B. tuberculata* nas diferentes variedades são apresentados nas tabelas 2 e 3, onde se pode observar que houve diferença significativa entre as variedades.

A duração média do período de incubação foi afetada pelas diferentes variedades de mandioca, sendo que a variedade IPR-União, apresentou diferença das variedades Baianinha, Santa Helena e MEcu 72, mas não diferiu das variedades Caiuá e IAC-Caapora que por sua vez, não apresentaram diferença das demais variedades (Tabela 2). De acordo com Byrne; Bellows (1991), através do pedúnculo o ovo pode absorver água e nutrientes da folha, dessa forma, as variedades IPR-União, Caiuá e IAC-Caapora devem apresentar algum componente indesejável ao desenvolvimento embrionário.

Nos trabalhos existentes sobre resistência de variedades de mandioca à mosca branca não foram realizadas avaliação do efeito desses sobre o período de incubação. Porém, em estudo realizado por Rheinheimer et al. (2009b) com a mesma espécie, a duração da fase de ovo foi de 9,2 dias na variedade Santa Helena (T:  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), duração muito próxima ao encontrado no presente estudo. Já em estudos realizados por Polatto, Loureiro e Ramalho (2009), o período de incubação da *B. tuberculata* na variedade Espeto foi de 12,6 dias, aproximadamente dois dias a mais do que o maior valor encontrado neste trabalho, porém a média de temperatura foi de  $19^{\circ}\text{C}$ , o que pode explicar a maior duração da fase. Bellotti (2002) cita que para a espécie *Aleurotrachelus socialis* a duração do período de incubação é aproximadamente 10 dias ( $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), similar ao encontrado para a *B. tuberculata* neste trabalho.

A viabilidade da fase de ovo não apresentou diferença significativa entre as variedades, tendo variado de 96,74% para a variedade IAC-Caapora a 92,19% para a Santa Helena. Poucos são os trabalhos que apresentam a viabilidade da fase de ovo, porém Polatto, Loureiro e Ramalho (2009) observaram viabilidade de 79,5%, abaixo do encontrado no presente trabalho, provavelmente devido à menor temperatura em que o estudo foi conduzido ( $19^{\circ}\text{C}$ ).

As variedades IPR-União e MEcu 72 afetaram a duração de todos os instares, aumentando o período ninfal, com exceção do primeiro instar, estas diferiram significativamente das demais variedades,. Para o período de ovo-adulto a

variedade IPR-União foi a que apresentou maior duração (37,19 dias), com aproximadamente quatro dias a mais no desenvolvimento dos insetos do que na variedade Baianinha, que apresentou a menor duração do período (33,28 dias). A variedade MEcu 72 também influenciou negativamente o desenvolvimento dos insetos (35,99 dias) e nesta variedade o alongamento do ciclo foi de aproximadamente três dias se comparado com a Baianinha.

Em estudos realizados com a espécie *A. socialis* na variedade MEcu 72 foi observado duração de ovo-adulto de 35,6 dias enquanto que para a variedade CMC-40 tida como suscetível na Colômbia, a duração de ciclo foi de 33,5 dias (CARABALI et al., 2010a; 2010b). Já Bellotti e Arias (2001) estudando a mesma espécie, obtiveram duração de 34,5 e 32,1 dias nas variedades MEcu 72 e CMC-40, respectivamente. Ambos os resultados corroboram o encontrado no presente trabalho, em que a variedade MEcu 72 causa um alongamento no desenvolvimento de *B. tuberculata*.

O alongamento da fase ninfal pode ser considerado como resistência do tipo antibiose (LARA, 1991), onde as plantas destas variedades possivelmente apresentam algum composto secundário que podem influenciar no desenvolvimento dos insetos. Para a cochonilha da mandioca, *P. manihoti* Calatayud (2000) afirma que o composto rutina é o responsável pelo aumento do período de desenvolvimento do inseto, porém não foi encontrado estudos sobre os compostos secundários relacionados ao complexo de mosca branca na mandioca.

Para a taxa de sobrevivência de ninfas de *B. tuberculata* a variedade MEcu 72 apresentou diferença significativa em todos os instares (Tabela 3), com redução principalmente no 1º instar (62,55%). Essa baixa viabilidade inicial encontrada nesta variedade provavelmente se deve a grande quantidade de tricomas observados em suas folhas, as quais dificultam a fixação das ninfas de primeiro instar na folha de mandioca e devem ter afetado negativamente as ninfas na hora da troca de tegumento, dificultando a expansão das ninfas, pois estas ficam deformadas devido aos tricomas (Figura 5). Bellotti et al. (2005) realizaram a contagem de tricomas nessa variedade e encontraram densidade de 33.048 tricomas por cm<sup>2</sup>, quantidade muito superior à encontrada na variedade CMC-40 (189 tricomas por cm<sup>2</sup>). Em trabalho realizado por Bellotti e Arias (2001), é relatado que as ninfas de primeiro instar de *A. socialis* tiveram dificuldade de se fixar na superfície da folha e iniciar a

alimentação nessa variedade, dessa forma elas se desidratam rapidamente e caem da superfície foliar.

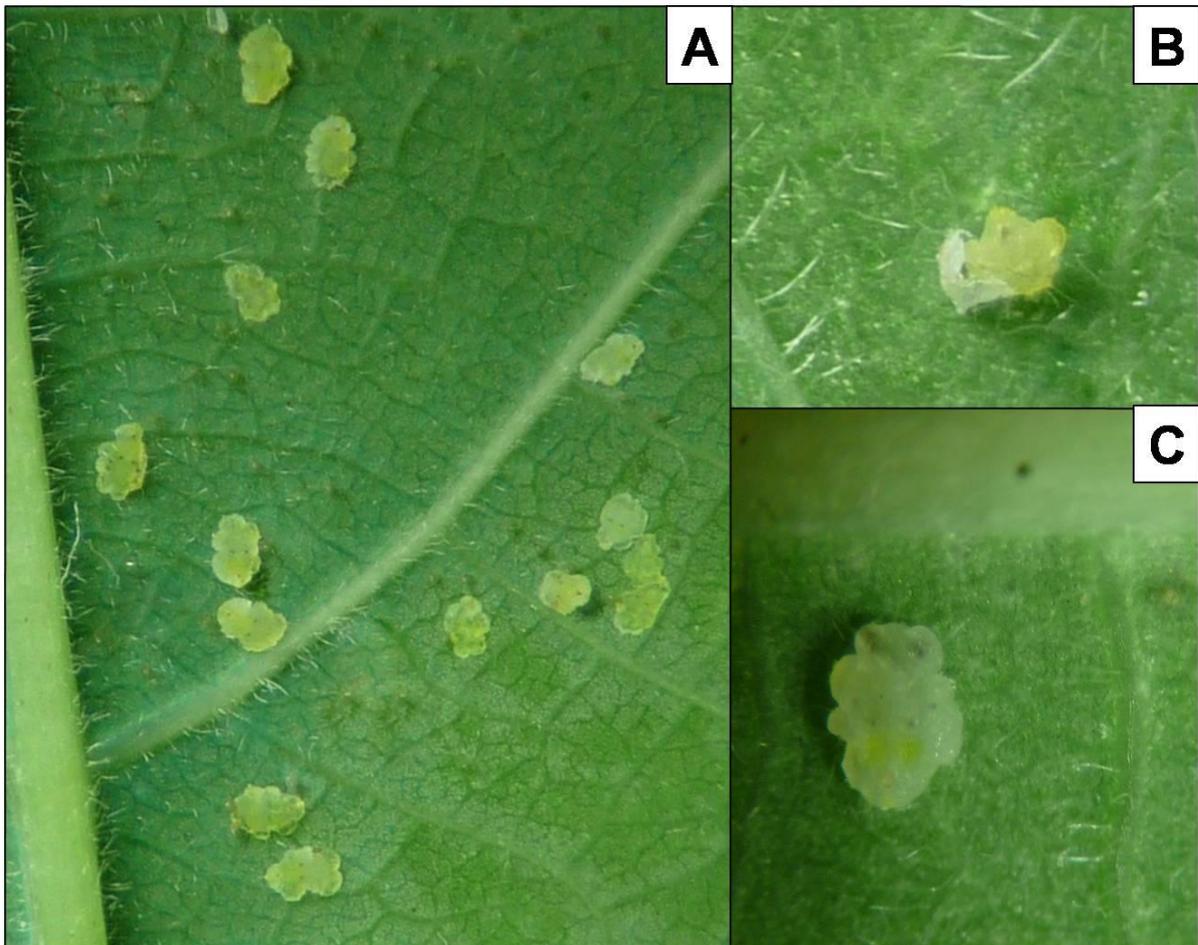


Figura 5. Ninfas deformadas de *Bemisia tuberculata*, criadas sobre variedade MECu-72. A: Visão geral. B: Detalhe de ninfa de segundo instar. C: Detalhe de pupa.

Na Figura 6 pode-se observar que, com exceção da variedade IPR-União, a maior mortalidade das ninfas ocorre no primeiro instar, e na variedade MECu 72 esta mortalidade é muito acentuada, o que não ocorre nas demais. No quarto instar se nota uma mortalidade acentuada para nas variedades MECu 72 e IPR-União.

A viabilidade do período ovo-adulto foi de 37,41% na variedade MECu 72, aproximadamente 40% menor que na variedade IAC-Caapora em que se observa a maior viabilidade desse período e 30% menor do que na variedade Santa Helena, com a segunda menor viabilidade encontrada, o que demonstra que esta variedade tem alto potencial de reduzir a população de *B. tuberculata* se comparada às demais variedades (Figura 6).

Esses dados corroboram os encontrados por Bellotti e Arias (2001) para a espécie *A. socialis*, em que foi observado viabilidade de 27,50% para a variedade MEcu 72, enquanto que na variedade suscetível CMC-40 a sobrevivência foi de 67,00%. Já para Carabali et al. (2010a) a viabilidade de *A. socialis* foi maior em ambas as variedades, com valores de 71,00 e 93,00% para MEcu 72 e CMC-40, respectivamente. Ambos os resultados apresentam comportamento similar ao observado no presente trabalho, em que a variedade MEcu 72 diminui a sobrevivência dos insetos, porém a viabilidade das ninfas foi mais afetada no estudo de Bellotti e Arias (2001) do que no de Carabali et al. (2010a).

A variedade MEcu 72 pode ser considerada como a variedade menos favorável e portadora de resistência do tipo antibiose, pois reduz a emergência de adultos (LARA, 1991).

O tamanho, longevidade e fecundidade das fêmeas também foram afetadas pelas diferentes variedades, tendo apenas a longevidade dos machos não apresentado diferença significativa entre as variedades (Tabela 4). A *B. tuberculata* quando se desenvolveu na variedade Baianinha apresentou maior tamanho (1,06mm de comprimento), longevidade (22,31 dias) e fecundidade (101,00 ovos), mostrando que, quando comparada às demais, é a variedade mais favorável ao desenvolvimento das fêmeas, pois essas se apresentam mais vigorosas e com maior fecundidade. Já a variedade MEcu 72 influenciou negativamente no desenvolvimento das fêmeas, as quais apresentaram menor tamanho (0,91mm de comprimento) e menor longevidade (9,06 dias). Por sua vez os insetos que se desenvolveram na variedade Santa Helena foram os que apresentaram menor fecundidade (40,20 ovos).

Tabela 2. Duração (dias) (média e erro padrão) do período de ovo, 1º a 4º instar, do período ninfal e ovo-adulto de mosca branca, *Bemisia tuberculata*, em diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.

Variedade	Ovo*	1º instar**	2º instar**	3º instar**	4º instar**	Ninfal**	Ovo-adulto**
MEcu 72	9,94 ± 0,12 a <sup>1</sup>	5,83 ± 0,12 b	3,96 ± 0,06 c	4,91 ± 0,07 c	11,35 ± 0,13 c	26,05 ± 0,19 c	35,99 ± 0,20 c
Santa Helena	9,95 ± 0,12 a	5,71 ± 0,12 ab	3,72 ± 0,05 b	4,50 ± 0,07 b	10,55 ± 0,09 b	24,48 ± 0,13 b	34,43 ± 0,13 b
IPR-União	10,71 ± 0,13 b	5,93 ± 0,12 b	3,95 ± 0,06 c	5,00 ± 0,09 c	11,60 ± 0,16 c	26,48 ± 0,20 c	37,19 ± 0,21 d
Caiuá	10,32 ± 0,15 ab	5,50 ± 0,11 ab	3,48 ± 0,03 a	4,18 ± 0,03 a	10,49 ± 0,09 b	23,65 ± 0,11 a	33,96 ± 0,12 b
IAC-Caapora	10,42 ± 0,14 ab	5,26 ± 0,10 a	3,54 ± 0,04 ab	4,27 ± 0,04 ab	10,61 ± 0,09 b	23,63 ± 0,12 a	34,05 ± 0,13 b
Baianinha	9,97 ± 0,14 a	5,71 ± 0,12 ab	3,45 ± 0,04 a	4,13 ± 0,04 a	10,02 ± 0,09 a	23,31 ± 0,12 a	33,28 ± 0,12 a
C.V. <sup>2</sup>	6,99	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, \* Teste Tukey (P ≤ 0,05), \*\* Teste Kruskal-Wallis (P ≤ 0,05). <sup>2</sup>Coeficiente de variação.

Tabela 3. Viabilidade (%) do período de ovo, 1º a 4º instar, do período ninfal e ovo-adulto de mosca branca, *Bemisia tuberculata*, em diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.

Variedade	Ovo	1º instar	2º instar	3º instar	4º instar	Ninfal	Ovo-adulto
MEcu 72	93,56 <sup>ns</sup>	62,55 b <sup>1</sup>	90,27 b	86,27 b	82,10 d	39,99 d	37,41 c
Santa Helena	92,19	86,29 a	95,79 a	93,80 a	90,36 bc	70,05 c	64,59 b
IPR-União	95,29	88,40 a	95,54 a	94,87 a	86,79 c	69,54 c	66,26 b
Caiuá	95,85	89,32 a	96,99 a	95,94 a	96,77 a	80,43 a	77,09 a
IAC-Caapora	96,74	87,93 a	97,03 a	97,88 a	97,83 a	81,70 a	79,03 a
Baianinha	94,44	87,86 a	92,79 ab	97,15 a	96,00 ab	76,03 b	71,81 ab

<sup>1</sup>Médianas seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis (P ≤ 0,05).

Tabela 4. Longevidade (dias) (média e erro padrão da média) de machos e de fêmeas, fecundidade total (número de ovos), razão sexual, comprimento e largura (mm) de fêmeas de mosca branca, *Bemisia tuberculata*, em diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.

Variedade	Longevidade Macho (dias)	Longevidade Fêmea (dias)*	Fecundidade (ovos)*	Razão Sexual	Medida Fêmeas	
					Comp	Larg
MEcu 72	2,19 ± 0,33 <sup>ns1</sup>	9,06 ± 1,88 c	50,31 ± 6,55 bc	0,61	0,91 ± 0,009 d	0,33 ± 0,006 b
Santa Helena	2,93 ± 0,28	13,27 ± 1,62 bc	40,20 ± 8,20 c	0,65	1,02 ± 0,016 abc	0,37 ± 0,012 ab
IPR-União	2,71 ± 0,40	12,82 ± 1,22 bc	68,35 ± 8,40 abc	0,66	0,96 ± 0,018 cd	0,35 ± 0,013 b
Caiuá	2,71 ± 0,28	16,76 ± 2,44 ab	80,94 ± 12,11 abc	0,56	1,03 ± 0,015 ab	0,39 ± 0,008 a
IAC-Capora	3,33 ± 0,26	14,80 ± 1,28 ab	85,27 ± 11,08 ab	0,56	0,99 ± 0,009 bc	0,36 ± 0,008 ab
Baianinha	2,93 ± 0,31	22,31 ± 2,06 a	101,00 ± 14,18 a	0,62	1,06 ± 0,013 a	0,39 ± 0,005 a
C.V. <sup>2</sup>	45,31	19,67	16,49	-	4,35	7,82

\*Dados originais apresentados. Para análise foram transformados em Log10. <sup>2</sup>Coeficiente de variação.

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey (P ≤ 0,05).

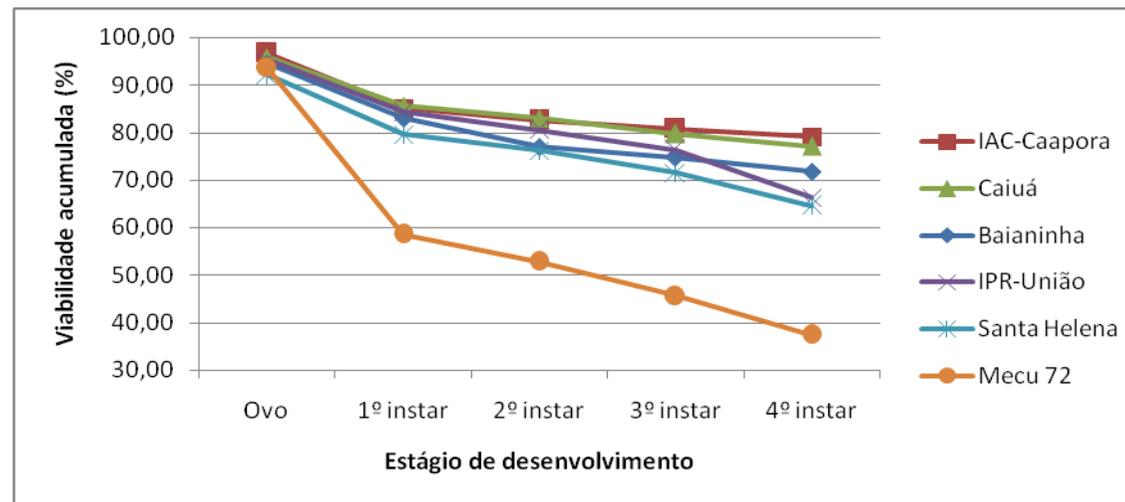


Figura 6. Viabilidade acumulada de ninfas de mosca branca, *Bemisia tuberculata*, em diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon – PR, 2014.

Os insetos que se desenvolveram na variedade MEcu 72 apresentaram dificuldade de crescimento, provavelmente devido ao grande número de tricomas observado nas folhas desta variedade. Dessa forma, os adultos emergidos eram menores tanto em largura quanto em comprimento, tendo o abdômen menor e provavelmente menor número de óvulos para serem fecundados. Bellotti e Arias (2001) também observaram que insetos criados na variedade MEcu 72 foram menores do que na variedade CMC-40. Os autores realizaram ainda, medições de todas as fases jovens dos insetos, e observaram que a partir do 2º instar há diferença significativa no tamanho dos indivíduos, sendo que na fase de pupa os insetos criados na variedade MEcu 72 e CMC-40 mediam 0,58 e 0,62mm de comprimento, respectivamente, o que, segundo os autores, demonstra provável resistência por antibiose da variedade MEcu 72.

Em estudo realizado por Andrade Filho et al. (2012) as fêmeas de *B. tuberculata* apresentaram comprimento e largura de 0,92 e 0,34mm, respectivamente, quando criadas na variedade Paraná, similar ao encontrado para a variedade MEcu 72 neste estudo. Porém o trabalho citado foi conduzido em casa de vegetação com temperatura e amplitude de temperatura maior ( $26 \pm 4^{\circ}\text{C}$ ), o que pode ter acarretado em fêmeas e machos menores.

Na variedade Santa Helena o desenvolvimento da fase jovem e tamanho de adultos foi semelhante à IAC-Caapora e Caiuá, porém a fecundidade aproximadamente 50% menor, o que sugere que a variedade contenha algum composto secundário que afeta a oviposição das fêmeas. Segundo Sagrilo et al. (2010) a variedade Santa Helena apresentou menor média de ovos de *B. tuberculata* por folha no campo, ou seja, esta variedade tem menor preferência à oviposição pelas fêmeas, o que corrobora com os resultados encontrados no presente trabalho. Essa diminuição na oviposição é caracterizado como resistência do tipo antixenose (LARA, 1991).

Não foram encontrados estudos avaliando a longevidade e fecundidade de *B. tuberculata*. Mas Carabali et al. (2010a) estudando *A. socialis* nas variedades MEcu 72 e CMC-40 obtiveram longevidades de 5,1 e 11,0 dias, e fecundidades de 19,7 e 119,0 ovos, respectivamente. Observando-se a variedade MEcu 72, nota-se que a *B. tuberculata* apresenta maior longevidade e fecundidade quando comparado à *A. socialis*. Também se pode observar que esta variedade teve menor influência na reprodução de *B. tuberculata* do que da *A. socialis*, pois a redução da

fecundidade foi de 50,19% na primeira espécie, enquanto que na segunda espécie a redução foi de 83,45%.

Através da análise multivariada dos dados, foi possível verificar que as variáveis incluídas para esta análise (duração do período ninfal e viabilidade de ninfas, fecundidade e longevidade de fêmeas) encontravam-se em acordo com os pressupostos da aplicação da ACP, uma vez que o valor de KMO foi superior a 0,5 (KMO=0,719). Pelo critério de Broken-Stick, foi possível assumir um componente principal considerado como significativo na análise. Este critério assume um algoritmo matemático que traça um modelo exponencial e onde o modelo cruza os autovalores observados, assume-se o número de componentes principais significativos para a análise.

O primeiro fator da ACP apresentou uma variabilidade acumulada de 73,98% (Autovalor F1=2,959). Este primeiro eixo canônico (F1) aplicado às variáveis pode ser representado pela viabilidade de ninfas, fecundidade e longevidade de fêmeas que apresentaram maiores cargas fatoriais neste eixo do que no segundo eixo (F2) (Tabela 5). Observou-se que as variedades Baianinha, IAC Caapora e Caiuá apresentaram esses fatores em maior número (Tabela 5) e se encontram localizados entre os escores positivos deste eixo (à direita do gráfico) (Figura 7). Já as variedades MEcu 72, Santa Helena e IPR-União apresentaram menores valores relativos às variáveis analisadas, estando localizadas entre os escores negativos deste primeiro eixo (Figura 7).

Tabela 5. Cargas fatoriais das variáveis e das variedades pela análise de componentes principais.

Variáveis	F1	F2
Duração	-0,792	0,5977
Longevidade fêmea	0,946	-0,0258
Fecundidade	0,867	0,3359
Viabilidade	0,827	0,2499
Variedades	F1	F2
Baianinha	2,254	-0,1823
IAC-Caapora	0,952	0,1778
Caiuá	1,077	-0,0423
IPR-União	-1,053	1,3053
Santa Helena	-0,802	-0,8570
MEcu 72	-2,428	-0,4014

Mesmo não sendo considerado significativo, o segundo eixo canônico apresenta informações relevantes (Tabela 5). A variedade IPR União apresentou maior duração do período ninfal, posicionando-se entre os escores positivos deste segundo eixo.

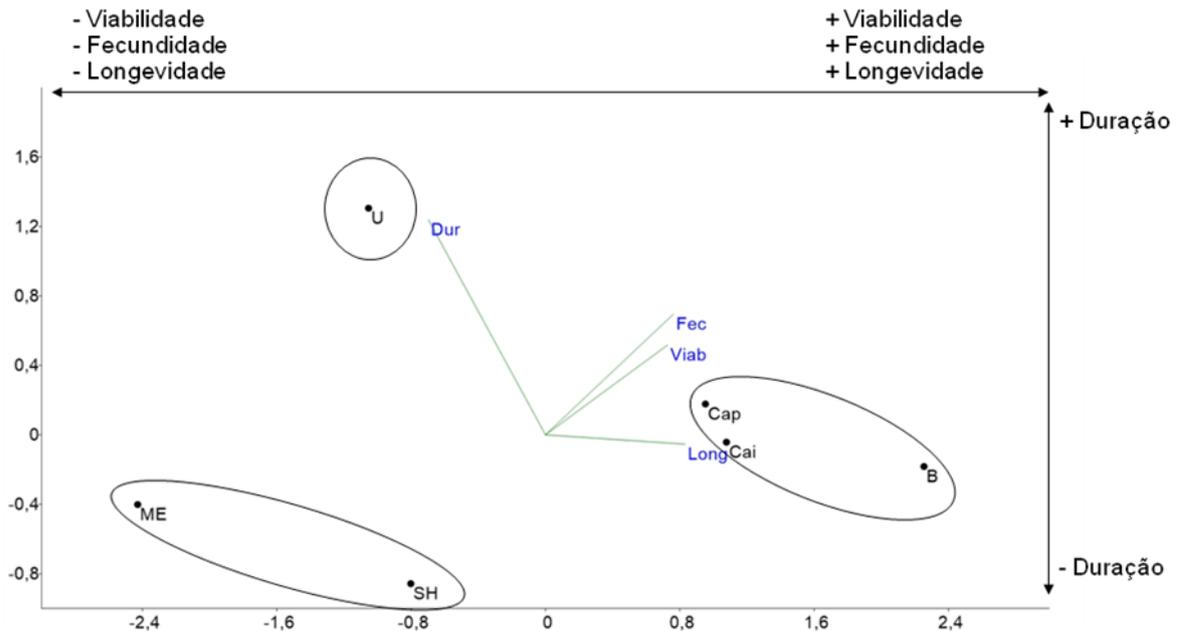


Figura 7. Diagrama de ordenação representando os primeiros eixos da análise de componentes principais para as variáveis relativas à biologia de *Bemisia tuberculata* em diferentes variedades de mandioca. Variedades: B- Baianinha; Cai- Caiuá; Cap- IAC-Caapora; ME- MEcu 72; SH- Santa Helena; e U- IPR-União.

Através da distribuição das seis variedades no diagrama foi possível observar a distinção de três grupos. As variedades Baianinha, IAC-Caapora e Caiuá formam o grupo com maior viabilidade de ninfas, fecundidade e longevidade de fêmeas sendo dessa forma mais suscetíveis ao ataque de *B. tuberculata*. Ao contrário, as variedades MEcu 72 e Santa Helena formam o grupo que apresenta menor viabilidade de ninfas, fecundidade e longevidade de fêmeas, indicando resistência do tipo antibiose e antixenose. Já a variedade IPR-União apresenta-se isolada, pois foi a variedade que apresentou maior alongamento do período ninfal, caracterizando resistência do tipo antibiose (LARA, 1991).

### 4.3 Tabela de vida de fertilidade

Na elaboração da tabela de vida de fertilidade para a *B. tuberculata* foi possível observar que houve diferença significativa na dinâmica de aumento populacional entre as variedades (Tabela 6). Todas as taxas líquidas de reprodução ( $R_0$ ) tiveram diferença significativa entre si, sendo a menor  $R_0$  encontrada nesse estudo de 11,46 ♀/♀ na variedade MEcu 72, já a maior  $R_0$  foi para a variedade Baianinha com 44,46 ♀/♀ (Tabela 6), ou seja, na variedade MEcu 72 a taxa líquida de reprodução da mosca branca é 74% menor do que na variedade Baianinha.

Dentre os fatores relacionados com os valores de  $R_0$ , os principais são viabilidade das ninfas e fecundidade das fêmeas. Para a variedade MEcu 72, o baixo valor de  $R_0$  encontrado pode ser atribuído principalmente à baixa quantidade de ovos que viraram adultos (37%), já que o número de ovos depositados pelas fêmeas (50,31 ovos) foi maior que a encontrada para a variedade Santa Helena (40,20 ovos) que apresentou valor de  $R_0$  (16,98 ♀/♀) maior que a MEcu 72 (11,46 ♀/♀). No entanto, para a variedade Baianinha o elevado valor de  $R_0$ , se dá principalmente devido à alta fecundidade (101,00 ovos) das fêmeas criadas nessa variedade, uma vez que a viabilidade encontrada na variedade (72%) foi menor que a encontrada para as variedades IAC-Caapora (79%) e Caiuá (77%) que tiveram menor valor de  $R_0$  do que na Baianinha.

Carabali et al. (2010a) também observaram redução do  $R_0$  da espécie *A. socialis* criada na variedade MEcu 72 (9,7 ♀/♀) quando comparada às criadas na variedade suscetível CMC-40 (58,1 ♀/♀). Essa diferença foi maior do que a encontrada no presente estudo, devido à fecundidade das fêmeas de *A. socialis* terem sido mais afetadas pela variedade MEcu 72 (83,45%) do que as de *B. tuberculata* (50,19%).

Dessa forma pode-se observar que a variedade MEcu 72 afeta negativamente a fecundidade das fêmeas, a viabilidade das ninfas e consequentemente a taxa líquida de reprodução.

O tempo médio de uma geração ( $T$ ) de *B. tuberculata* não apresentou diferença estatística em razão da variedade utilizada (Tabela 6). A menor duração verificada foi na variedade Santa Helena (39,6 dias) e a maior na variedade IPR-União (42,9 dias). Diferença esta de apenas 3,3 dias, que no passar de um ano gera uma diferença de 0,71 gerações a mais na variedade Santa Helena (9,22

gerações) em comparação a IPR-União (8,51 gerações), considerando-se que a *B. tuberculata* tenha condições de se reproduzir o ano todo. Para a espécie *A. socialis*, Carabali et al. (2010a) encontraram valores de T de 33 e 35,4 dias para MEcu 72 e CMC-40, respectivamente, valores menores que os encontrados neste estudo (40 dias para variedade MEcu 72), possivelmente por que as fêmeas ovipositam seus ovos em menor tempo do que a *B. tuberculata*. Porém, a variação de dias entre o maior e o menor resultado são similares, isso por que, em ambos os estudos, a duração de ovo-adulto não foi grandemente afetado pelas variedades (Tabela 2).

A taxa intrínseca de aumento ( $r_m$ ) indicou que houve aumento populacional em todas as variedades testadas, porém com diferença significativa entre as variedades. A variedade MEcu 72 apresentou a menor  $r_m$  (0,061 ♀/♀/dia) ficando 32% abaixo da maior  $r_m$  encontrada para as variedades Baianinha (0,089 ♀/♀/dia) e IAC-Caapora (0,089 ♀/♀/dia). Apesar de na variedade Baianinha o valor de  $R_o$  ser maior, o T verificado nessa variedade foi maior, o que fez a taxa intrínseca de aumento na Baianinha e na IAC-Caapora serem iguais. Esses valores são diferentes aos encontrados por Carabali et al. (2010a) para a espécie *A. socialis*, em que o maior  $r_m$  verificado foi de 0,115 ♀/♀/dia, na variedade CMC-40, sendo esse aproximadamente 30% maior do que a maior  $r_m$  encontrada no estudo, isso provavelmente devido à viabilidade dessa espécie ter sido maior. Já na variedade MEcu 72 o  $r_m$  foi de 0,069 ♀/♀/dia, muito similar ao encontrado neste estudo.

Tabela 6. Taxa líquida de reprodução ( $R_o$ ), intervalo médio entre gerações (T), taxa intrínseca de crescimento ( $r_m$ ) e tempo necessário para a população duplicar em número (DT) de mosca branca, *Bemisia tuberculata*, criadas em diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.

Variedade	$R_o$ (♀/♀)	T (dias)	$r_m$ (♀/♀/dia)	DT(dias)
MEcu 72	11,46 f <sup>1</sup>	40,0 <sup>ns</sup>	0,061 e	11,36 e
Santa Helena	16,98 e	39,6	0,072 d	9,69 d
IPR-União	29,72 d	42,9	0,080 c	8,76 c
Caiuá	34,81 c	42,3	0,084 b	8,25 b
IAC-Caapora	37,96 b	40,9	0,089 a	7,79 a
Baianinha	44,46 a	42,5	0,089 a	7,77 a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

O tempo necessário para a população se duplicar (DT) apresentou diferença significativa entre as variedades, sendo o maior na variedade MEcu 72 (11,36 dias) e menor na variedade Baianinha (7,77 dias) o qual não diferiu da IAC-Caapora (7,79

dias). Considerando-se o maior e menor valor, no espaço de um ano, a população tem o potencial de se duplicar 32,13 vezes/ano na variedade MEcu 72 e 46,98 vezes/ano na variedade Baianinha, 46% a mais que na primeira variedade. Para *A. socialis* Carabali et al. (2010a) encontraram valores de 6 e 9 dias para CMC-40 e MEcu 72, respectivamente, ou seja, considerando a variedade MEcu 72, essa espécie tem potencial de se duplicar 8,42 vezes a mais no ano do que a espécie estudada.

Quando se observa a taxa de oviposição de *B. tuberculata* ao longo dos dias de vida da fêmea, é possível notar que ocorreu uma mudança no padrão de acordo com a variedade em que o inseto se desenvolveu (Figura 8).

Na variedade Caiuá não houve um pico elevado de oviposição, ocorrendo de forma mais contínua durante todo o período de vida da fêmea, sendo que em 16 dias foram colocados 50% do total de ovos, indicando que houve uma melhor distribuição dos ovos ao longo do tempo, que pode facilitar o desenvolvimento de inimigos naturais nesses insetos, uma vez que a população desses insetos aumenta em função do aumento de seu hospedeiro/presa e este aumento de população geralmente ocorre de forma mais lenta quando comparado ao aumento da praga.

Na variedade Santa Helena o padrão de oviposição foi diferente do que nas demais, pois as fêmeas tiveram alta oviposição nos primeiros quatro dias, em seguida apresentaram grande redução do 6<sup>o</sup> ao 14<sup>o</sup> dia, aumentaram o número de ovos nos seis dias seguintes, então diminuíram até a morte das fêmeas. Estas ovipositaram 50% dos ovos em 12 dias.

Para as demais variedades foi possível notar um acentuado pico de oviposição. Para a variedade MEcu 72, este pico ocorreu já no 4<sup>o</sup> dia e foi seguido de drástica redução, sendo que 50% do total de ovos foram depositados em 6 dias. Nas variedades Baianinha, IAC-Caapora e IPR-União, os picos de oviposição foram alcançados no 8<sup>o</sup> dia para as duas primeiras variedades, e no 12<sup>o</sup> dia para a última, sendo que 50% do total de ovos foram colocados até o 10<sup>o</sup> a 12<sup>o</sup> dia.

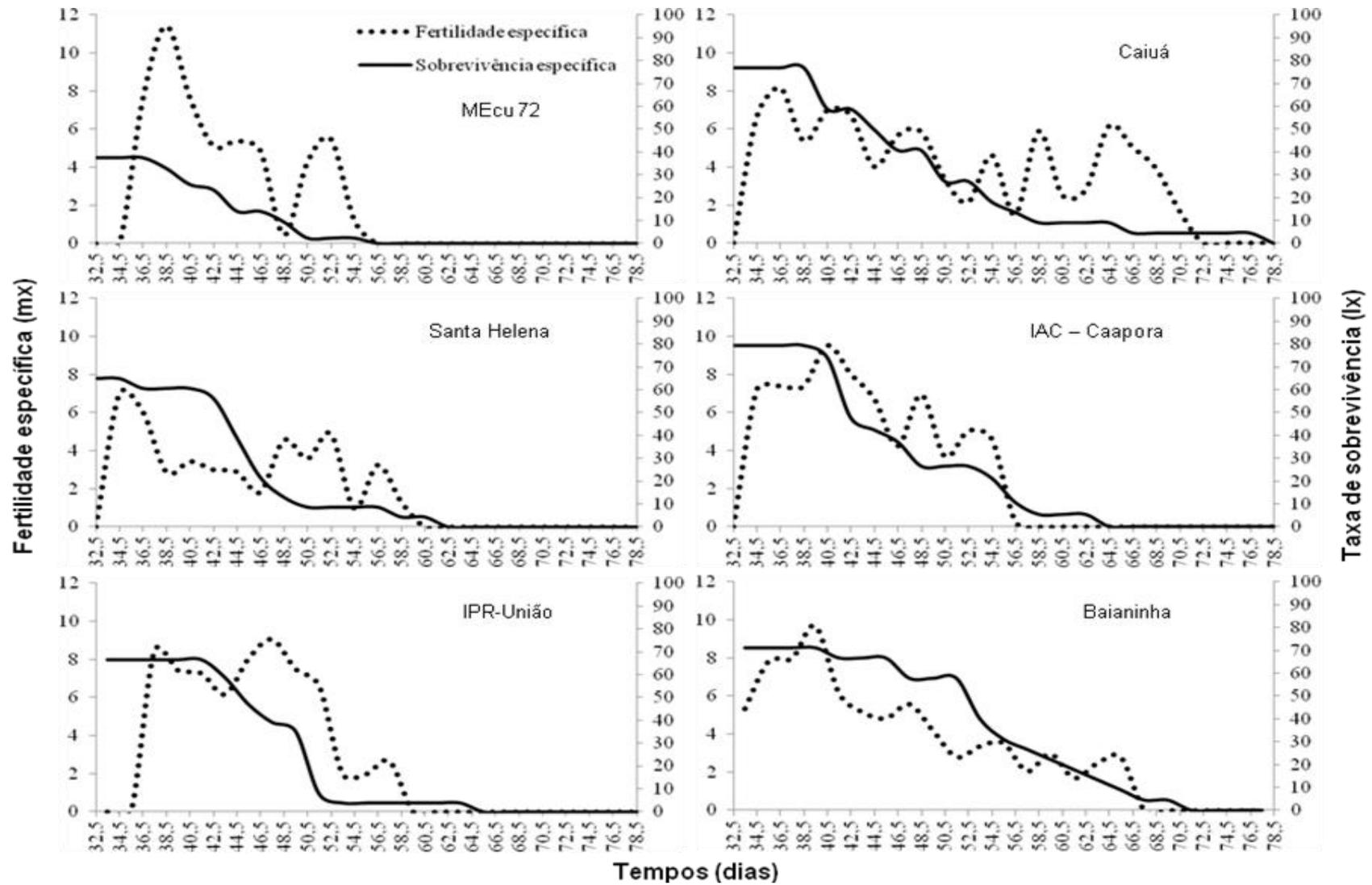


Figura 8. Relação entre fertilidade específica (mx) e taxa de sobrevivência (lx) de *Bemisia tuberculata* em seis variedades de mandioca, em laboratório (T:  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.

Nos gráficos de oviposição elaborados por Holguín, Carabali e Bellotti (2006) também se observa diferença nos padrões de oviposição. Para a variedade CMC-40 ocorre um pico de oviposição no 8º dia, o que os autores consideram um padrão normal, já nas demais variedades a oviposição ocorre de forma mais contínua. Para Carabali et al. (2010b) também houve variação no padrão de oviposição conforme as variedades, sendo que na variedade MEcu 72 houve alta oviposição inicial, seguido de declínio no número de ovos e pico de oviposição aos 20 dias, e redução novamente até a morte das fêmeas aos 28 dias, comportamento similar ao encontrado nesse estudo para esta variedade, que apresentaram pico de oviposição alguns dias antes de morrer.

A taxa de sobrevivência das fêmeas variou conforme a variedade, para a MEcu 72 e Santa Helena a mortalidade das fêmeas deu início a partir do 2º dia, sendo que no 10º e 14º dia, respectivamente, ocorreu mortalidade de metade das fêmeas. Nas variedades IAC-Caapora, IPR-União e Caiuá a mortalidade das fêmeas começou a partir do 6º dia, e no 14º dia haviam morrido metade das fêmeas para as duas primeiras variedades, já para a variedade Caiuá isso ocorreu apenas no 18º dia. Para a variedade Baianinha a mortalidade das fêmeas iniciou no 8º dia, e apenas no 24º dia houve mortalidade de metade das fêmeas (Figura 8).

#### **4.4 Índice de adaptação e de resistência**

O índice de adaptação (IA) variou conforme a variedade testada (Tabela 7). As variedades que apresentaram índice de adaptação abaixo de um foram a MEcu 72 e Santa Helena, com índice de 0,52 e 0,72 respectivamente, sendo 76% e 67% menores quando comparados com o maior IA observado na variedades Baianinha (2,18). Essas duas primeiras variedades foram as que apresentaram maior mortalidade da fase jovem e menor fecundidade das fêmeas, o que indica que a *B. tuberculta* tem dificuldade de desenvolvimento nessas variedades.

Para a variedade IPR-União o IA foi intermediário (1,22) e apenas 44% menor que o maior IA observado. Nas variedades Caiuá, IAC-Caapora e Baianinha o IA foi alto (1,84; 1,98 e 2,18, respectivamente), sendo que essas foram as variedades em que houve maior fecundidade das fêmeas e maior viabilidade das ninfas, o que demonstra que a *B. tuberculta* é melhor adaptada a se desenvolver nessas variedades.

Tabela 7. Índice de adaptação de mosca branca, *Bemisia tuberculata* a diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.

Variedade	Índice de adaptação
MEcu 72	0,52
Santa Helena	0,75
IPR-União	1,22
Caiuá	1,84
IAC-Caapora	1,98
Baianinha	2,18

Através do índice de resistência foi possível reunir as variedades analisadas em três grupos, classificadas como resistente, moderadamente resistente e suscetível (Tabela 8). De acordo com a soma dos parâmetros das variáveis viabilidade, fecundidade e longevidade das fêmeas foi possível classificar as variedades MEcu 72 e Santa Helena como resistentes a *B. tuberculata*, enquanto que as variedades Caiuá, IAC-Caapora e Baianinha são suscetíveis ao inseto.

Tabela 8. Índice de resistência estimado pela viabilidade, fecundidade e longevidade de fêmeas de *Bemisia tuberculata* criadas em diferentes variedades de mandioca (T: 25 ± 2°C; Fotofase: 14 horas). Marechal Cândido Rondon - PR, 2014.

Variedade	Viabilidade	Fecundidade	Longevidade	Soma	Classificação
MEcu 72	1	2	1	4	Resistente
Santa Helena	2	1	3	6	Resistente
IPR-União	3	3	2	8	Moderadamente Resistente
Caiuá	5	4	5	14	Suscetível
IAC-Caapora	6	5	4	15	Suscetível
Baianinha	4	6	6	16	Suscetível

Dentre as variedades mais cultivadas na região Centro-Sul do Brasil a variedade Santa Helena se destaca como resistente à *B. tuberculata* Sagrilo et al. (2010) observaram que essa variedade apresenta menor ocorrência dessa espécie a campo e menor incidência de fumagina do que as outras variedades, como a Baianinha e IAC-90 por exemplo. Em testes de não-preferência sem chance de escolha Bellon (2013) observou que o percevejo de renda, *Vatiga illudens* apresenta menor oviposição nessa variedade se comparada com a variedade Kiriris. Já em

estudos de biologia com o mesmo percevejo realizados por Wengrat et al. (dados não publicados) a viabilidade e duração do período de ninfa e a fecundidade e longevidade das fêmeas não foram afetadas pela variedade, o que pode caracterizar resistência do tipo antixenose (LARA, 2001). Para a cochonilha da parte aérea, *Phenacoccus manihoti* essa variedade foi classificada como moderadamente resistente, pois apesar de alongar o ciclo do inseto, apresenta níveis moderados de fecundidade (RHEINHEIMER, 2013).

Já as demais variedades cultivadas em grandes áreas na região Centro-Sul do Brasil (Baianinha e Caiuá) se apresentam como suscetíveis a *B. tuberculata*. Sagrilo et al. (2010) observaram que a campo, a variedade Baianinha é bastante infestada por esta espécie. Ainda em estudos realizados em laboratório por Rheinheimer (2013) foi observado que para a cochonilha da parte aérea, *P. manihoti* a variedade Baianinha é altamente suscetível, enquanto que a variedade Caiuá foi classificada como moderadamente resistente a esta espécie, porém o mesmo autor comenta que a campo a variedade Caiuá é bastante atacada pela praga.

A variedade MEcu 72 é amplamente estudada quanto à resistência ao complexo de mosca branca na cultura da mandioca, pois apresenta resultados promissores para as espécies *A. socialis* e *B. tabaci* (CARABALI et al., 2010a; 2010b; OMONGO et al., 2012; BURBANO et al., 2007; BELLOTTI e ARIAS, 2001; BELLOTTI et al., 2005). No entanto, para a *B. tuberculata* ainda não havia estudos com essa variedade, e foi observado o mesmo padrão de comportamento encontrado para as demais espécies. Assim como para a mosca branca, para o percevejo de renda, *V. illudens*, essa variedade apresentou resistência, diminuindo oviposição das fêmeas e viabilidade das ninfas (WENGRAT, em fase de elaboração; BELLON, 2013). Para a cochonilha da parte aérea, *P. manihoti*, essa variedade também foi classificada como resistente, porém essa teve menor efeito na mortalidade das ninfas e fecundidade das fêmeas, do que o observado para a mosca branca (RHEINHEIMER, 2013). Já a campo Burbano et al. (2007), observaram que o nível de infestação de *Phenacoccus herreni* nesta variedade foram baixas no início da infestação, porém essa tende a crescer após algum tempo. Para o ácaro *Mononychellus tanajoa* esta variedade não apresentou resistência (BURBANO et al., 2007).

## 5 Conclusões

A mosca branca *Bemisia tuberculata* completa seu ciclo de vida em todas as variedades avaliadas;

As variedades Caiuá, IAC-Caapora e Baianinha são suscetíveis à *B. tuberculata*, pois nestas variedades há maior viabilidade de ninfas, fecundidade e longevidade de fêmeas. Sendo a Baianinha a variedade em que a praga se mostra mais adaptada apresentando maior taxa líquida de reprodução;

A variedade IPR-União é moderadamente resistente à *B. tuberculata*, pois proporciona alongamento no tempo de desenvolvimento de ovo-adulto;

As variedades MEcu 72 e Santa Helena são resistentes à *B. tuberculata*, pois apresentam maior interferência na viabilidade das fases jovens, na fecundidade e longevidade das fêmeas. Sendo a MEcu 72 a variedade em que a praga se mostra menos adaptada, e na qual a *B. tuberculata* apresenta redução de 74% da taxa líquida de reprodução se comparada com a variedade Baianinha.

## 6 Referências bibliográficas

AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em 31 jan 2015.

ALVES, A.A.C.; MENDES, R.A.; FREGENE, M.A.; BELLOTTI, A.C. Utilização do potencial de espécies silvestres de mandioca como fonte de resistência a estresses bióticos e abióticos. In: Curso Internacional de Pré-melhoramento de Plantas: **Anais do...** Brasília, BR. p. 143-146. 2006. (Documentos 185)

ANDRADE FILHO, N.N.; ROEL, A.R.; PENTEADO-DIAS, A.M.; COSTA, R.B. Biology of *Bemisia tuberculata* Bondar (Aleyrodidae) and parasitism by *Encarsia porteri* (Mercet, 1928) (Hymenoptera, Aphelinidae) on cassava plants. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 4, p.903-907, 2012.

ALONSO, R. da S.; RACCA-FILHO, F.; LIMA, A. F. de. Occurrences of whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) crops under field conditions in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **EntomoBrasilis**, v. 5, n.1, p.78-79, 2012.

BARILLI, D.R.; RHEINHEIMER, A.R.; MIRANDA, A.M.; MODOLON, T.A.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L. F. A. Seleção de isolados de fungos entomopatogênicos no controle da mosca branca (*Bemisia tuberculata*) e da cochonilha (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero) na cultura da mandioca. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, 2011.

BARILLI, D. R. PIETROWSKI, V.; SILVA, M. P. L. da; CUNHA, D. da S.; RINGENBERG, R. Biologia da mosca branca, *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) em mandioca. In: XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia. **Anais do...** Curitiba, Paraná. 2012.

BELLON, G.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, K.P.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SANTOS, E.C.; BRAGA, M.F.; GUIMARÃES, C.T. Variabilidade genética de acessos silvestres e comerciais de *Passiflora edulis* Sims. com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p.124-127, 2007.

BELLON, P.P.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L.F.A.; RHEINHEIMER, A.R. Técnica para o desenvolvimento de bioensaios com *Vatiga manihotae* (Drake) (Hemiptera: Tingidae) em laboratório. **Arq. Inst. Biol.**, v.78, n.1, p.115-117, 2011.

BELLON, P.P. **Ocorrência, flutuação populacional e não preferência de *Vatiga illudens* (Drake, 1922) e *V. manihotae* (Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) por cultivares de mandioca.** 2013. 58f. Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados.

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.; TOHME, J.; DUNBIER, M.; TIMMERMAN, G. Sustainable integrated management of whiteflies through host plant resistance. In: ANDERSON, P. K. e MORALES, F. J. (Ed.) **Whitefly and whitefly-borne virus in the tropics: building a knowledge base for global action.** Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2005. 351 p.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, B. V.; VARGAS, O. H.; REYES, J. A. Q.; GUERRERO, J. M. Insectos y acaros dañinos a la yuca y su control. In: OSPINA, B. ; CEBALLOS, H. (Eds.) **La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización.** Cali : 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.** Oxfordshire: CAB International, 2002. 332p.

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.

BELLOTTI, A. C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 44, p.343-370, 1999.

BELLOTTI, A.C.; KAWANO, K. Breeding approaches in cassava, MAXWELL, F.G.; JENNINGS, P.R. (eds) **Breeding plants resistant to insects.** New York: John Wiley and Sons, 1980, p. 315-335.

BOREGAS, K.G.B.; MENDES, S.M.; WAQUIL, J.M.; FERNANDES, G.W. Estádio de adaptação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Bragantia**, v. 72, n. 1, p.61-70, 2013.

BURBANO, M.; CARABALÍ, A.; MONTOYA, J.; BELLOTTI, A. Resistencia de espécies de *Manihot* a *Mononychellus tanajoa*, (Acariformes), *Aleurotrachelus socialis*, y *Phenacoccus herreni* (Hemiptera). **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 33, n. 2, p.110-115, 2007.

BYRNE, D.N.; BELLOWS, T.S.JR. Whitefly biology. **Annual Review of Entomology**, v. 36, n.1, p.431–457, 1991.

CALATAYUD, P.A.; RAHBE, Y.; TJALLINGII, W.F.; TERTULIANO, M.; LE RU, B. Electrically recorded feeding behaviour of cassava mealybug on host and non-host plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 72, n. 1, p.219-232, 1994.

CALATAYUD, P.A. Influence of linamarin and rutin on biological performances of *Phenacoccus herreni* in artificial diets. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 96, n. 1, p.81-86, 2000.

CALATAYUD, P.A.; LE RÜ, B. **Cassava-Mealybug Interactions**. Paris: Editora Institut de Recherche Pour le Développement (IRD), 2006. 112p.

CAMPOS, Z.R.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; LOURENÇÃO, A.L.; CAMPOS, A.R. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura algodoreira. **Neotropical Entomology**, v.34, n.5, p. 823-827, 2005.

CARABALI, A. ***Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* Pohl fuente silvestre de resistencia a la mosca blanca *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Hemiptera:Aleyrodidae)**. 2009. 104f. Tese (Doutorado Ciencias-Biologia)-Universidad del Valle.

CARABALI, A.; BELLOTTI, A.C.; MONTOYA-LERMA, J.; FREGENE, M. *Manihot flabellifolia* Pohl, wild source of resistance to the whitefly *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Hemiptera: Aleyrodidae). **Crop Protection**, v. 29, p.34–38, 2010a.

CARABALI, A.; BELLOTTI, A.C.; MONTOYA-LERMA, J.; FREGENE, M. Resistance to the whitefly, *Aleurotrachelus socialis*, in wild populations of cassava, *Manihot tristis*. **Journal of Insect Science**, v. 10, n. 170, p.1-10, 2010b.

CARVALHO, L.J.C.B., 2005. **Biodiversidade e Biotecnologia em Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Disponível em: <[http://terere.cpao.embrapa.br/11cbm/\\_html/palestras/arquivoPDF/palestra\\_003.PDF](http://terere.cpao.embrapa.br/11cbm/_html/palestras/arquivoPDF/palestra_003.PDF)>. Acesso em 29 jul 2013.

CEBALLOS, H.; IGLESIAS, C.A; PÉREZ, J.C.; DIXON, A.G.O. Cassava breeding: opportunities and challenges. **Plant Molecular Biology**. v. 56, p.503-516, 2004.

CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 2015. **Programas de Recurso Genético: Colección de Yuca**. Disponível em: <<http://isa.ciat.cgiar.org/urg/cassavacollection.do;jsessionid=50F39734CC3E0E8ABB456883AE8B2EC4>>. Acesso em 02 fev 2015.

COCHRAN, W.G. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. **Annals of Eugenics**, v. 22, n.11, p.47-52, 1947.

CONCEIÇÃO, A.J. **A mandioca**. São Paulo: Nobel, 1983, 382p.

COSTA LIMA, A. **Insetos do Brasil**. Superfamília Aleyrodoidea. Escola Nacional de Agronomia, Série Didática, p.176-191, 1952.

CREPALDI, I.C. Origem, evolução e geografia da mandioca: uma revisão. **Sitientibus**, Feira de Santana, n.10, p.89-94, 1992.

- CULTIVAR. 2010. **IAC apresenta novidades em arroz, milho e batata na Agrishow**. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/noticias/?q=12363>>. Acesso em 26 nov 2014.
- DALLAQUA, M.A. de; CORAL, D.J. Morfo-anatomia. In CEREDA, M. et al. (eds.). **Agricultura: Tuberosas amiláceas latino americanas**, São Paulo: fundação Cargill, 2002, 540p.
- EMBRAPA, **Mandioca, o pão do Brasil, Manioc, le pain du Brésil**. Brasília: Embrapa, 2005, 279p.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Save and Grow Cassava**. Rome: FAO, 2013, 129p.
- FARIAS, A.R.N.; BELLOTTI, A.C.; ALVES, A.A.C. **Ocorrência de *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) (Hemiptera:Aleyrodidae) em Cruz das Almas, BA. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2007, 2p. (Comunicado Técnico, 33)**
- FARIAS, A.R.N.; BELLOTTI, A.C. Pragas e seu controle. In: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p.591-671, 2006.
- FARIAS, A.R.N. **Insetos e ácaros associados à cultura da mandioca no Brasil e meios de controle**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1991. 47p.
- FARIAS, A.R.N.; SANTOS FILHO, H.P. Ocorrência de *Cladosporium* sp. infectando a mosca branca *Aleurothrixus aepim* (Goldi, 1886) (Homoptera: Aleyrodidae) em mandioca no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 6, n. 1, p.79-80, 1996.
- FERREIRA, D. **Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FUKUDA, W.M.G.; FUKUDA, C.; DIAS, M.C.; XAVIER, J.J.B.N.; FIALHO, J.F. Variedades. In: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p.433-454, 2006.
- FUKUDA, C.; OTSUBO, A.A. Cultivares. In: EMBRAPA (eds.) **Cultivo da mandioca na região centro-sul do Brasil**. 2003. Disponível em <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_centrosul/cultivares.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_centrosul/cultivares.htm)>. Acesso em 31 jul 2013.
- HAIR, J.F.Jr; BLACK, W.C.; BABIN, B.J.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L. **Multivariate Data Analysis**, 6th Ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall. 2006, 688p.
- HOLGUÍN, C.M.; CARABALI, A.; BELLOTTI, A.C. Tasa intrínseca de crecimiento de *Aleurotrachelus socialis* (Hemiptera: Aleyrodidae) en yuca *Manihot esculenta*. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 32, n. 2, p.140-144, 2006.

HOWELER, R. **Sustainable soil and crop management of cassava in Asia**.  
Tóquio: CIAT, 2014, 280p.

IAC. Instituto Agronômico de Campinas. **Mandioca IAC 14**. 2014. Disponível em  
<<http://www.iac.sp.gov.br/cultivares/inicio/Folders/Mandioca/IAC14.htm>>. Acesso em  
25 nov 2014.

IAC. Instituto Agronômico de Campinas. **Nova variedade de feijão precoce do IAC  
tem grãos de alta qualidade – característica inédita no mercado**. 2012.  
Disponível em <<http://www.iac.sp.gov.br/noticiasdetalhes.php?id=769>>. Acesso em  
25 nov 2014.

IAPAR, Instituto Agronômico do Paraná. **Iapar registra cultivares de mandioca**.  
2014. Disponível em  
<<http://www.iapar.br/modules/noticias/article.php?storyid=1569>>. Acesso em 25 nov  
2014.

IBGE, 2015. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Levantamento  
Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso  
em 02 fev 2015

JESUS, F.G.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; PITTA, R.M.; CAMPOS, A.P.; TAGLIARI, S.R.A.  
Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera:  
Aleyrodidae) em feijoeiro. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 190-195, 2011.

KREBS, C. J. **Ecology: the experimental analysis of distribution and  
abundance**. New York: Harper & Row. 1994. 801 p.

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

LIMA, A.C.S.; LARA, F.M.; SANTOS, E.J.M. Morfologia da mosca branca, *Bemisia  
tabaci* biótipo "B" (Hemiptera: Aleyrodidae), encontrada em Jaboticabal, SP, com  
base em eletron-micrografias de varredura. **Boletim de Sanidad Vegetal Plagas**,  
v.27, p.315-322, 2001.

MATTOS, P.L.P.; SOUZA, A.S.; FERREIRA FILHO, J.R. Propagação In: SOUZA,  
L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. (Ed.). **Aspectos  
socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa  
Mandioca e Fruticultura Tropical, p.433-454, 2006.

MIRANDA, A. M. **Espécies de moscas-branca associadas a cultura da mandioca  
(*Manihot esculenta* Crantz) e parasitóides de *Bemisia tuberculata* Bondar nos  
estados do Mato Grosso do Sul e Paraná**. 2012. 41 p. Trabalho de Conclusão de  
Curso (TCC) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido  
Rondon, 2012.

MOREIRA, M.A.B.; FARIAS, A.R. **Ocorrência, danos e alternativas de controle da  
mosca-branca, *Aleurothrixus aepim* (Goeldi, 1886) na cultura da mandioca em  
Sergipe**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006, 6p. (Circular Técnica,  
42)

MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. Improvement of yield potential of the method Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, v. 7, n. 1, p.40-51,1978.

NASSAR, N.M.A.; SILVA, J.R.D.; VIEIRA, C. Hibridação interespecífica entre mandioca e espécies silvestres de *Manihot*. **Ciência e Cultura**, v. 38, p.1050-1053, 1986.

NASSAR, N. M. A.; HASHIMOTO, D. Y. C. FERNANDES, S. D. C. Wild *Manihot* species: botanical aspects, geographic distribution and economic value. **Genetics and Molecular Research**. v. 7, n. 1, p. 16-28, 2008.

NORONHA, A.C.S. FUKUDA, W.M.G. Avaliação de variedades de mandioca para resistência ao ácaro verdes (*Mononychellus tanajoa*). **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 1, n.8, p.55-61, 1989.

OLIVEIRA, M.R.V.; LIMA, L.H.C. **Moscas-Branças na Cultura da Mandioca no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnológicos, 74p. 2006. (Documentos, 186)

OLIVEIRA, M.R.V.; MORETZSHON, M.C.; QUEIROZ, P.R.; LAGO, W.N.M.; LIMA, L.H.C. **Levantamento de moscas-brancas na cultura da mandioca no Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 20p. (Boletim de Pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia).

OMONGO, C.A.; KAWUKI, R.; BELLOTTI, A.C.; ALICAI, T.; BAGUMA, Y.; MARUTHI, M.N.; BUA, A.; COLVIN, J. African cassava whitefly, *Bemisia tabaci*, resistance in African and South American cassava genotypes. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 11, n. 2, p.327-336, 2012.

OTSUBO, A.A; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na região centro-sul do Brasil**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuaria Oeste, 2004 116p. (Sistemas de Produção 6).

PERONI, Nivaldo. Manejo e domesticação de mandioca por caiçaras da Mata Atlântica e ribeirinhos da Amazônia. In: BOEF, W. S.; THIJSSSEN, M. H.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. R. (Orgs.). **Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário**. Porto Alegre: L&PM, 2007. p. 234-242.

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

PIETROWSKI, V.; RHEINHEIMER, A.R.; MIRANDA, A.M.; WENGRAT, A.P.G.S.; BARILLI, D.R. Ocorrência de *Aleurothixus aepim* (Goeldi, 1886) em mandioca na região Oeste do Paraná. **Arquivos Instituto Biológico**, v.81, n.2, p. 186-188, 2014.

POLANIA M.A., CALATAYUD P.A.; BELLOTTI, A.C. Comportamiento alimenticio del pojo harinoso *Phenacoccus herreni* (Sternorrhyncha: Pseudococcidae) e influencia del déficit hídrico en plantas de yuca sobre su desarrollo. **Revista Colombiana de Entomología**, v.25, p.1-9, 1999.

POLATTO, L.P.; LOUREIRO, E.S.; RAMALHO, C.E.S. Ciclo biológico de *Bemisia tuberculata* (Hemiptera: Aleyrodidae) desenvolvendo-se em mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais** (Online), v. 5, p.311-315, 2009.

RHEINHEIMER, A.R.; BELLON, P.P.; GAZOLA, D.; MIRANDA, A.M.; SANTOS, A.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L.F.A.; PINTO JUNIOR, A.S. Efeito de produtos comercializados para agricultura orgânica sobre a oviposição de Mosca branca (*Bemisia tuberculata* Bondar) (Hemiptera: Aleyrodidae) na Mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais** (Online), v. 5, p.411-415, 2009a.

RHEINHEIMER, A.R.; BELLON, P.P.; HACHMANN, T.; MIRANDA, A.M.; SCHERER, W.A.; PIETROWSKI, V.; ALVES, L.F.; PINTO JUNIOR, A.S. Biologia da mosca-branca *Bemisia tuberculata* Bondar (Hemiptera: Aleyrodidae) em mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais** (Online), v. 5, p.265-269, 2009b.

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. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P.S.; OTSUBO, A.A.; SILVA, A.S.; ROHDEN, V.S. Performance de cultivares de mandioca e incidência de mosca branca no Vale do Ivinhema, Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, v. 57, n.1, p.087-094, 2010.

SANTILLI, J. A Lei de Sementes brasileira e os seus impactos sobre a agrobiodiversidade e os sistemas agrícolas locais e tradicionais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v.7, n.2, p.457-475, 2012.

SCHMITT, A.T. Principais insetos pragas da mandioca e seu controle. In: CEREDA, M.P. (Coord) **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 539p.

SEAB, 2015. **Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná**. Produção Agropecuária. Disponível em <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em 02 fev 2015.

SEBRAR, 2008. Estudo de mercado sobre a mandioca (farinha e fécula). Disponível em <[http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/2AA42520A9A66B5783257405004FCB94/\\$File/01.relatorio\\_MANDIOCA.pdf](http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/2AA42520A9A66B5783257405004FCB94/$File/01.relatorio_MANDIOCA.pdf)>. Acesso em 3 abr 2015.

SEDIYMA, T.; VIANA, A.E.S.; SEDIYMA, M.A.N. Mandioca. In: PAULA JUNIOR, T.J.; VENZON, M. (eds.). **101 culturas: Manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG. 1 ed., p. 483-490, 2007.

SHAPIRO S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Bometrika**, v.52, n.3-4, p.591-611, 1965.

SILVA, A.S.; MOTA, T.A.; FERNANDES, M.G.; KASSAB, S.O. Spatial distribution of *Bemisia tuberculata* (Hemiptera: Aleyrodidae) on cassava crop in Brazil. **Revista Colombiana de Entomologia**, v.39, n.2, p.193-196, 2013.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N.A. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 1976. 419p.

SMITH, C.M. **Plant resistance to arthropods molecular and conventional approaches**. Springer. 2005. 423p.

SOBRINHO, R.B.; MESQUITA, A.L.M.; MOTA, M.S.C.S.; TAVARES, V.P.C.; DIAS, N.S. **Técnica de Criação da Mosca-Branca do Meloeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 4p. 2012 (Comunicado Técnico 198)

SOUZA, L.S. Clima. In EMBRAPA (eds.). **Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado**. 2003. Disponível em <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_cerrados/clima.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/clima.htm)>. Acesso em 02 abr 2012.

SOUZA, L.S.; FIALHO, J.F. Importância Econômica. In EMBRAPA (eds.). **Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado**. 2003. Disponível em <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_cerrados/importancia.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/importancia.htm)>. Acesso 31 jul 2013.

STATSOFT, Inc. (2004). **STATISTICA (data analysis software system), version 7**. Disponível em <[www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)>.

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A cultura da mandioca**. 2. ed. Paranaíba: Olímpica, 2005. 116p.

TAKAHASHI, M. **lapar apresenta duas novas variedades de mandioca**. 2012. Disponível em <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=69799&tit=lapar-apresenta-duas-novas-variedades-de-mandioca>> Acesso em 25 nov 2014.

TOSCANO, L.C.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; MARUYAMA, W.I. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Tomateiro. **Neotropical Entomology**, v.31, n.4, p. 631-634, 2002.

VALLE, T.L.; PERESSIN, V.A.; FELTRAN, J.C.; AGUIAR, E.B. Mandioca industrial. In: AGUIAR, A.T.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; TUCCI, M.L.S.; CASTRO, C.E.F. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. São Paulo, Instituto Agronômico, 7<sup>a</sup> ed. 2014. p.241-247.

VENDRAMIM, J.D.; NISHIKAWA, M.A.N. Melhoramento para resistência a insetos. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S. de; VALADARES-INGLIS, M.C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento**: plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.737-781.

VIANA, P.A.; POTENZA, M.R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, v.59, n.1, p.27-33, 2000.

WENGRAT, A.P.S.; UEMURA-LIMA, D.; BARILLI, D.R.; PIETROWSKI, V. Biologia do percevejo de renda, *Vatiga illudens* em diferentes variedades de mandioca. **Em fase de elaboração**.