

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CATEGORIAS DE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Saccharum*
spp. À CIGARRINHA (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) DA RAIZ**

Diego Olympio Peixoto Lopes
Engenheiro Agrônomo

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CATEGORIAS DE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Saccharum*
spp. À CIGARRINHA (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) DA RAÍZ**

Diego Olympio Peixoto Lopes

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli

Coorientadores: Dra. Leila Luci Dinardo Miranda

Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Entomologia Agrícola).

2016

L864c Lopes, Diego Olympio Peixoto
 Categorias de resistência de genótipos de *Saccharum* spp. à
 cigarrinha (Hemiptera: Cercopidae) da raiz / Diego Olympio Peixoto
 Lopes. -- Jaboticabal, 2016
 iv,68p. : il. ; 29 cm

 Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
 Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016

 Orientador: Antonio Carlos Busoli

 Coorientadores: Arlindo Leal Boiça Junior, Leila Luci Dinardo
 Miranda

 Banca examinadora: Sérgio Antonio De Bortoli, Raphael De
 Campos Castilho, Fernando Javier Sanhueza Salas, Ivan Antônio dos
 Anjos

 1. Manejo integrado.2. *Mahanarva* spp.. 3. Cana-de-açúcar.4.
 Tipos de resistência.I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
 Agrárias e Veterinárias.

 CDU 595.753:633.61


Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.
E-mail: diego_olympio@hotmail.com

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

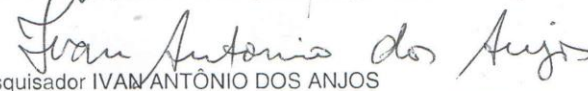
TÍTULO: CATEGORIAS DE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE *Saccharum* spp. À
CIGARRINHA (HEMIPTERA: CERCOPIDAE) DA RAÍZ

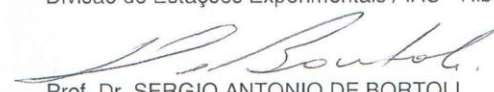
AUTOR: DIEGO OLYMPIO PEIXOTO LOPES
ORIENTADOR: ANTONIO CARLOS BUSOLI
CO-ORIENTADORA: LEILA LUCI DINARDO-MIRANDA
CO-ORIENTADOR: ARLINDO LEAL BOIÇA JUNIOR


Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA
(ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ANTONIO CARLOS BUSOLI
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pesquisador FERNANDO JAVIER SANHUEZA SALAS
Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Vegetal / APTA / Instituto Biológico - São Paulo, SP


Pesquisador IVAN ANTÔNIO DOS ANJOS
Divisão de Estações Experimentais / IAC - Ribeirão Preto, SP


Prof. Dr. SERGIO ANTONIO DE BORTOLI
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. RAPHAEL DE CAMPOS CASTILHO
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 30 de junho de 2016.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DIEGO OLYMPIO PEIXOTO LOPES – Filho de Lourenço Lins Ferreira Lopes e Maria das Graças Peixoto Lopes, nascido em 04 de Abril de 1988, em Maceió - Alagoas. Fornecedor de cana-de-açúcar obteve o título de Engenheiro Agrônomo pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), em julho de 2010. Estagiou no Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar PMGCA/RIDES/UFAL, Laboratório de Entomologia Agrícola e Laboratório de Comportamento de Insetos. Foi monitor das disciplinas Parasitologia Agrícola e Entomologia Geral. Como bolsista de Iniciação Científica/CNPq, participou de projetos envolvendo as principais pragas da cultura da cana-de-açúcar durante toda a sua graduação. Em 2010, iniciou o Mestrado em Entomologia Agrícola pela UNESP - Câmpus de Jaboticabal, atuando na área de manejo integrado de pragas da cana-de-açúcar. Durante o mestrado, foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sob orientação do Professor Dr. Antonio Carlos Busoli e coorientação da Dra. Leila Luci Dinardo-Miranda e Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior. Em agosto de 2012 iniciou o Doutorado na mesma área e instituição também sob a mesma orientação e coorientação.

E-mail: diego_olympio@hotmail.com

A amizade, cuja fonte é Deus, nunca se esgota.

Santa Catarina de Sena (1347-1380), religiosa italiana.

Amar e ser amado são vitórias;

Perdoar e ser perdoado são glórias.

José Peixoto Filho (1922-1992), IN MEMORIAN (Avô Materno).

DEDICO

Aos meus pais **Lourenço Lins Ferreira Lopes** e **Maria das Graças Peixoto Lopes**;

Aos meus irmãos **Tadeu Peixoto Lopes** e **Lorena Peixoto Lopes**;

A minha tia **Terezinha Lopes** (*in memoriam*).

OFEREÇO

Ao meu orientador **Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli**;

À minha co-orientadora **Dra. Leila Luci Dinardo-Miranda**;

Ao meu co-orientador **Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior**;

À minha orientadora de graduação **Profa. Dra. Sonia Maria Forti Broglio**.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por esta grande conquista.

Ao meu pai, Lourenço Lins Ferreira Lopes, pelo grande exemplo de vida e dedicação ao trabalho e a família.

À minha mãe, Maria das Graças Peixoto Lopes, pela dedicação e amor aos filhos, além do grande incentivo aos estudos.

À minha tia, Terezinha Ferreira Lopes Barbosa (*in memoriam*), que intercede por mim.

Aos meus irmãos, Tadeu Peixoto Lopes e Lorena Peixoto Lopes, pelo amor e exemplo de dedicação aos estudos.

À minha tia Lourdes Lopes, por todo carinho.

Ao Marcos Quinteiro Bertoncetto (Pi), pela amizade e companheirismo.

Aos grandes amigos/"irmãos" conquistados ao longo dos seis anos de pós-graduação na FCAV/UNESP. Em especial: Ademir dos Santos, Prof. Dr. Diego Fraga, Msc. Luan Odorizzi, Viviane Costa e Mariana Oliveira.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Carlos Busoli, por todos os ensinamentos e incansável atenção nos momentos de dificuldade.

À minha coorientadora, Dra. Leila Luci Dinardo-Miranda, pela transmissão de conhecimentos e atenção.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Arlindo Leal Boiça Junior, pelos conhecimentos transmitidos e contribuição para a execução do trabalho.

À minha orientadora da graduação, Profa. Dra. Sônia Maria Forti Broglio Micheletti, por todos os ensinamentos fornecidos durante o Curso de Agronomia e pelo grande exemplo de dedicação à profissão, aos alunos e à família. Exemplo que jamais será esquecido!

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola da FCAV/UNESP, pelo conhecimento transmitido que muito contribuirão para meu crescimento profissional e pessoal.

Aos funcionários do Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, em nome da Dra. Roseli Pessoa, pelo excelente convívio e no caso em particular, pela verdadeira amizade.

Ao corpo técnico da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade de aprimoramento pessoal e profissional.

Aos Pesquisadores do Centro de Cana do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) por disponibilizar toda a infraestrutura necessária para a realização do presente trabalho.

Ao corpo técnico da Universidade Federal de Alagoas – UFAL e ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar – PMGCA/UFAL, pelo apoio nos estudos de Graduação.

Ao Prof. Dr. Ivanildo Soares de Lima, Profa. Dra. Adriana Guimarães Duarte de Lima, Dr. Elio Cesar Guzzo, Dra. Nivia da Silva Dias e Msc. Antonio Jorge de Araújo Viveiros por todo apoio e incentivo durante o Curso de Graduação.

Aos colegas do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (FCAV/UNESP), Diego Fraga, Juliana Nais, Marina Funichello, Leandro Aparecido, Jacob Netto, Fernando Jurca, Oniel Aguirre, Daniela Viana, pela amizade e apoio nos momentos de dificuldade.

Aos colegas do Centro de Cana (IAC), Dra. Ana Schiavetto, Msc. Fabrício Zera, Juliano Fracasso, Nádia Rechia, Drielle Francine, Marlon Gabriel, Cássia Lorenzato e Dona Sueli Lopes por todo companheirismo e excelente convívio durante esta caminhada.

Aos meus amigos do Curso de Pós-Graduação em Entomologia (FCAV/UNESP), Joseane Souza, Marília Peixoto, Jaqueline Maeda, Marina Viana, Élder Baptista e os demais, pelos momentos compartilhados.

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

A todos aqueles que não foram citados, mas que contribuíram para o meu crescimento. Muito obrigado!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. A cultura da cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.).....	4
2.1.1. Centro de origem e distribuição geográfica.....	4
2.1.2. Classificação taxonômica e morfologia.....	5
2.1.3. Importância social e econômica.....	6
2.1.4. Pragas.....	7
2.2. <i>Mahanarva</i> spp.	10
2.2.1. Classificação taxonômica e hospedeiros.....	10
2.2.2. Distribuição geográfica.....	11
2.2.3. Aspectos morfológicos e biológicos.....	13
2.2.4. Danos e prejuízos.....	14
2.2.5. Manejo integrado.....	16
2.2.6. Resistência de plantas a insetos.....	18
2.2.7. Resistência de genótipos <i>Saccharum</i> spp. à <i>Mahanarva</i> spp.	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Obtenção das plantas e insetos.....	23
3.2. Teste de antibiose.....	24
3.3. Testes de preferência.....	26
3.3.1. Testes de preferência para alimentação.....	26
3.3.1.1. Teste de preferência para alimentação com chance de escolha.....	26
3.3.2. Teste de preferência para oviposição.....	27
3.3.2.1. Teste de preferência para oviposição com chance de escolha.....	27
3.3.2.2. Teste de preferência para oviposição sem chance de	

escolha.....	27
3.4. Teste de tolerância à ninfa e adulto.....	28
3.5. Delineamento experimental e análise dos dados.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Antibiose.....	30
4.2. Preferência.....	35
4.2.1. Preferência para alimentação e oviposição com chance de escolha.....	35
4.2.2. Preferência para oviposição sem chance de escolha.....	37
4.3. Tolerância a ninfa e adulto.....	40
5. CONCLUSÕES.....	43
6. REFERÊNCIAS.....	44

CATEGORIAS DE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS *Saccharum* spp. À CIGARRINHA (HEMIPTERA:CERCOPIDAE) DA RAÍZ

RESUMO - Considerada uma das principais pragas de *Saccharum* spp., *Mahanarva* spp. apresenta-se amplamente distribuídas nos canaviais das regiões tropicais. O ataque da cigarrinha das raízes causa severos danos às plantas. Apesar de terem grande importância no manejo integrado de pragas as informações sobre a resistência dos genótipos de *Saccharum* spp. à *Mahanarva* spp. são bastante escassas. No presente trabalho foram avaliados os tipos de resistência de sete genótipos *Saccharum* spp. em relação ao ataque de *Mahanarva* sp.1. O estudo foi realizado no Centro de Cana do Instituto Agronômico de Campinas em Ribeirão Preto - São Paulo em condições de laboratório. Foram realizados testes de antibiose, preferência para oviposição com e sem chance de escolha, preferência para alimentação com chance de escolha e tolerância. Nos testes de antibiose foram avaliadas a viabilidade e a duração da fase ninfal e a razão sexual dos adultos. No teste de preferência com chance de escolha foram avaliadas atratividade aos adultos, a intensidade dos danos e número de ovos. No teste de preferência sem chance de escolha foram avaliados o número de ovos. Nos testes de tolerância à ninfa e adulto foram avaliadas a intensidade dos danos e as perdas no teor de clorofila e biomassa. Alguns genótipos interferiram significativamente na sobrevivência ninfal, razão sexual e atratividade dos adultos e oviposição. A intensidade dos danos variou significativamente entre os genótipos. O genótipo IACBIO-195 expressa resistência do tipo antibiose e não preferência para alimentação de adultos e oviposição. O genótipo RB966928 expressa resistência do tipo antibiose. O genótipo IACSP974039 expressa resistência do tipo tolerância.

Palavras-chave: manejo integrado, *Mahanarva* spp., cana-de-açúcar, tipos de resistência

RESISTANCE CATEGORIES OF *Saccharum* spp. GENOTYPES TO SPITTLEBUG (HEMIPTERA: CERCOPIDAE)

ABSTRACT – *Mahanarva* spp. is considered one of the major pests of *Saccharum* spp., as it is widely distributed in tropical regions. The spittlebug might cause severe damage to sugarcane. Despite the fact that studies focused on *Saccharum* spp. resistance to *Mahanarva* spp. have a large importance, they still remain scarce. On this study, we evaluated the resistance of seven genotypes of *Saccharum* spp. to feeding damage of *Mahanarva* sp.1. The experiments were conducted at the Sugarcane Agronomic Institute of Campinas Center located in Ribeirão Preto, São Paulo State, Brazil. Under laboratory conditions we conducted bioassays to evaluate antibiosis; with and without feeding and oviposition preference tests and plant tolerance. For the antibiosis tests we checked for viability and duration of nymphs as well sex ratio of adults of *Mahanarva* sp.1. On the feeding and oviposition preference tests, adults attractiveness, damage intensity and number of eggs were recorded in a free choice condition. In tests with no choice, we assessed the number of eggs and the intensity of damage on each genotype. In order to evaluate the plant tolerance to *Mahanarva* sp.1 damage we evaluated the damage intensity and also losses in chlorophyll content and biomass. Some genotypes had a significant impact on the *Mahanarva* sp.1 nymphal survival, sex ratio and also adult attractiveness to feeding and oviposition. The intensity of the damage varied significantly. The IACBIO-195 genotype expressed resistance by antibiosis and no preference for feeding and oviposition. The RB966928 genotype presented resistance by antibiosis. Meanwhile, the genotype IACSP974039 expressed resistance by being tolerant to insect damage.

Keywords: integrated management, *Mahanarva* spp., sugarcane, plant resistance types

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (FAO, 2016). Estima-se que na safra 2015/2016 serão moídas 658,7 milhões de toneladas, que reflete um incremento de 3,8% em relação à safra anterior. A região sudeste é a maior produtora e representa cerca de 60% da produção nacional (CONAB, 2015).

As espécies de *Saccharum* são atacadas por diversos insetos-praga dentre os quais tem destaque *Mahanarva* spp. (Hemiptera: Cercopidae) (GUAGLIUMI, 1973; DINARDO-MIRANDA, 1999; GARCIA; MACEDO; BOTELHO, 2006). Para se alimentar as ninfas e adultos dessas espécies injetam enzimas tóxicas que necrosam tecidos foliares e radiculares que resultam em uma desordem fisiológica nas plantas (FEWKES, 1969; DINARDO-MIRANDA, 2014).

Sob o ataque intenso de *Mahanarva* spp. as plantas apresentam aspecto de desidratação, com colmos murchos, rachados e até mortos. Nesse cenário há a colonização dos tecidos vegetais por microorganismos que dificultam o processo industrial para obtenção de açúcar e álcool de qualidade, devido à contaminação do caldo da cana (RAVANELI et al., 2011; DINARDO-MIRANDA, 2014).

Até meado do ano de 2013, acreditava-se que *Mahanarva fimbriolata* (Stål, 1854) (Hemiptera: Cercopidae) era a única espécie de cigarrinha atacava as raízes da cana-de-açúcar no Brasil. Entretanto, levantamentos recentes, apontam que ocorrem no mínimo quatro espécies atacando as raízes da cana-de-açúcar com importância econômica: *M. fimbriolata*; *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909) (Hemiptera: Cercopidae); *Mahanarva liturata* (Le Peletier de Saint-Fageau & Serville, 1825) (Hemiptera: Cercopidae) e *Mahanarva* sp1. (Hemiptera: Cercopidae) (espécie em procedimento de identificação) (ALVES; CARVALHO, 2014; DINARDO-MIRANDA, 2014).

O manejo integrado é a melhor opção para redução das perdas causadas por *Mahanarva* spp. (PINTO; GARCIA; OLIVEIRA, 2006). As táticas de controle frequentemente utilizadas são: o controle biológico com o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin; o uso de produtos químicos e o controle cultural através do manejo da palhada (LOPES; DINARDO-MIRANDA; BUSOLI, 2011).

O uso de genótipos resistentes merece destaque na implementação de programas de manejo integrado de pragas (MIP). Em vários casos esse método de controle é viável do ponto de vista econômico e ambiental, pois, apresentam baixo custo ao produtor e praticamente não impactam negativamente o meio ambiente (LARA, 1991; BOIÇA-JUNIOR et al., 2013).

Estudos demonstram que os genótipos de cana-de-açúcar se comportam de modo diferente frente ao ataque de *Mahanarva* spp. (LIMA, 2010a; GARCIA et al., 2011). Ao avaliar a resistência de vinte e cinco genótipos de cana-de-açúcar à *M. fimbriolata*, Dinardo-Miranda et al. (2014) relataram a expressão de antibiose nos genótipos IACSP96-7586 e IACSP96-2008 e a tolerância nos IACSP96-7569 e IACSP97-6682.

Apesar da sua importância no manejo de pragas, o uso de genótipos de cana-de-açúcar resistentes às cigarrinhas das raízes ainda não é uma realidade, pois as informações sobre o comportamento dos genótipos são bastante escassas. Além de haver carência de informações sobre a resistência dos genótipos que atualmente estão disponíveis para comercialização, os programas melhoramento genético lançam frequentemente novos genótipos que também precisam ter sua resistência avaliada. Essas informações são essenciais para que os profissionais da área possam implementar um programa de manejo integrado eficiente para essa praga.

As informações sobre a resistência de genótipos ainda são fundamentais para o desenvolvimento do banco de dados de programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar. Conhecendo melhor a resistência dos genótipos disponíveis para os cruzamentos, os melhoristas terão mais chances de ter sucesso na obtenção de genótipos resistentes.

Os trabalhos científicos publicados até o presente momento sobre cigarrinha das raízes em cana-de-açúcar envolvem *M. fimbriolata*. É possível que em muitos a espécie envolvida seja outra, visto que, *M. fimbriolata* tem distribuição bastante restrita (DINARDO-MIRANDA, 2014). O presente estudo é pioneiro em avaliar a resistência de genótipos de cana-de-açúcar frente ao ataque de *Mahanarva* sp.1, espécie em processo de identificação, que conforme Dinardo-Miranda (2014), é a espécie a mais frequente em canaviais do Centro-Sul do Brasil.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a resistência de genótipos de cana-de-açúcar à cigarrinha das raízes *Mahanarva* sp.1.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)

2.1.1. Centro de origem e distribuição geográfica

Embora o exato centro de origem da cana-de-açúcar seja incerto, a maioria das citações relata que se trata de uma planta nativa do sudeste asiático. China, Nova Guiné e Índia são as regiões mais prováveis de sua origem e existem relatos de que a cana-de-açúcar já era cultivada nestas localidades desde os tempos mais remotos de civilização (ROACH; DANIELS, 1987; FIGUEIREDO, 2010).

A primeira grande propagação da cultura da cana-de-açúcar no mundo foi promovida pelos árabes. Originários das regiões da Síria e do Iraque cultivavam cana-de-açúcar nos territórios que conquistaram no sul e leste do Mediterrâneo. Nesse mesmo período, os chineses a levaram para Java e Filipinas (MOZAMBANI et al., 2006).

No apogeu da navegação portuguesa (século XV) ocorreu a segunda fase de expansão da cultura canavieira. Espanhóis e portugueses levaram mudas de cana-de-açúcar para ilhas do Oceano Atlântico – Canárias e Cabo Verde. A introdução no continente americano ocorreu em 1493, na segunda viagem de Cristóvão Colombo que levou colmos para a República Dominicana (FIGUEIREDO, 2010).

No Brasil a cana-de-açúcar foi trazida pelos portugueses na época do descobrimento. Em 1533 já era cultivada na Capitania de São Vicente, São Paulo, onde posteriormente foi construído o primeiro engenho de açúcar do país, denominado São Jorge dos Erasmos. Dois anos mais tarde fundou-se o segundo engenho brasileiro, na Capitania de Pernambuco. Ainda nas primeiras décadas de colonização, outras Capitânicas receberam uma nítida orientação da Coroa Portuguesa para que desenvolvessem o cultivo da cana-de-açúcar e novos engenhos surgiram na Bahia (1538) e em Alagoas (1575) (FIGUEIREDO, 2010).

Típica de climas tropicais e subtropicais as tentativas de cultivo da cana-de-açúcar na Europa não obtiveram sucesso (MOZAMBANI et al., 2006). Contudo, a América e a Ásia, por apresentarem extensas áreas com clima tropical foram que

ofereceram melhores condições para o desenvolvimento da cultura e é onde se localizam hoje as maiores plantações no mundo. Atualmente, os cinco maiores produtores mundiais são respectivamente: Brasil, Índia, China, Tailândia e Paquistão (FAO, 2016).

2.1.1. Classificação taxonômica e morfologia

A cana-de-açúcar pertence à família *Poaceae* e foi inicialmente descrita por Linneu, em 1753, como *Saccharum officinarum* L. e *Saccharum spicatum* J./Presl (MOZAMBANI et al., 2006).

Até o início do século XX, a espécie *S. officinarum* era responsável por grande parte da matéria prima fornecida para a indústria açucareira no mundo. Porém, devido ao acometimento de várias doenças e a necessidade de materiais mais produtivos, os programas de melhoramento genético realizaram cruzamentos interespecíficos envolvendo espécies como *S. officinarum*, *Saccharum spontaneum* L., *Saccharum barberi* Jeswiet e *Saccharum sinense* Roxb. Dessa forma, os genótipos de cana-de-açúcar atualmente comercializados são híbridos de vários cruzamentos entre espécies *Saccharum* e possuem a terminologia taxonômica *Saccharum* spp. (LANDELL et al., 2005; LANDELL; BRESSIANI, 2010).

Saccharum officinarum, conhecida como “cana nobre”, é exigente quanto ao clima e solo; apresentam alto teor de açúcar e baixo teor de fibra; colmos grossos (3,5 cm ou mais de diâmetro); e possuem sistema radicular reduzido e superficial.

Saccharum spontaneum, conhecida como “cana selvagem”, apresenta elevado vigor, rusticidade, resistência a estresses, doenças e pragas. São plantas de menor porte, colmos curtos e finos, fibrosos e praticamente sem açúcar. O sistema radicular é bem desenvolvido com grande perfilhamento da touceira que repercute em uma melhor adaptação a condições adversas de solo e clima (CASTRO, 2001).

Saccharum barberi e *S. sinense* são morfologicamente parecidas e provavelmente originadas de um antecessor comum (DANIELS; ROACH, 1987). Em geral, apresentam colmos de diâmetros de finos a médios e pobres em açúcar. *S.*

barberi apresenta uma maior tolerância a baixas temperaturas enquanto *S. sinense* apresenta tolerância ao “Sugarcane Mosaic Virus” (ANDRADE, 2006).

A cana-de-açúcar é uma planta que perfilha e cada perfilho comporta-se como uma planta independente e autônoma, pois tem órgãos próprios como raízes, folhas e frutos. Os colmos apresentam formato cilíndrico e são compostos por nós bem marcados e entrenós distintos e podem ser definidos como a porção acima do solo que sustenta as folhas e a inflorescência. As folhas são alternadas, opostas e presas aos nós dos colmos e podem ser basicamente divididas em duas partes: superior conhecida como lâmina e a inferior, envolvendo o colmo, chamada de bainha (MARTIN, 1961; BEAUCLAIR, 1983; SCARPARI; BEAUCLAIR, 2010).

Em cana-planta, as primeiras raízes crescem a partir da região radicular dos colmos plantados e são denominadas de superficiais, têm a função de suprir os perfilhos recém-brotados com água e nutrientes. À medida que a planta cresce aumenta a função dessas raízes quanto à absorção e sustentação e as primeiras raízes tendem a desaparecer. As raízes do tipo cordão são emitidas das bases dos perfilhos e das soqueiras e ocorrem em períodos de elevado desenvolvimento ou de restabelecimento do sistema radicular (EVANS, 1935; VASCONCELOS; CASAGRANDE 2010).

A inflorescência da cana-de-açúcar é uma panícula aberta, formada por um eixo principal (raque) que originam ramificações onde se encontram pares de espiguetas que contém a flor. A flor é do tipo hermafrodita e possui um óvulo. Os pistilos possuem na terminação estigmas e o androceu é constituído por três estames sustentando uma antera cada. O fruto do tipo cariopse é formado no pericarpo e tem cerca de 1 mm de comprimento (JAMES, 2004).

2.1.2. Importância social e econômica

A cultura da cana-de-açúcar assume posição de destaque no cenário econômico mundial. Isto ocorre, pois seus produtos e subprodutos representam uma fonte importante de recursos para a população.

Até meados das décadas de 1950-1960, o açúcar era o único produto da indústria canavieira. Outros potenciais produtos e subprodutos, tais como melaço;

cachaça; bagaço; gases para combustão eram considerados resíduos. A partir de 1960, houve grande aporte de recursos para o desenvolvimento de estudos sobre os produtos e subprodutos nos países canavieiros e muitos produtos até então considerados resíduos ganharam importância (DELGADO; CASSANOVA, 2001). Atualmente, além do açúcar e do álcool, a cogeração de energia elétrica é importante fonte de recursos financeiros para as indústrias (CLEMENTE, 2003).

Outros produtos e subprodutos da indústria canavieira também têm grande destaque na atualidade: melado, rapadura, aguardente, cachaça, melaço e o polipropileno (CHAVES et al., 2003; ORTEGA-FILHO; BRONDI, 2006).

No Brasil, maior produtor mundial, a cultura da cana-de-açúcar está presente em aproximadamente 9 milhões de hectares. Estima-se que na safra 2015/2016 a produtividade nacional será de 73 t ha⁻¹ e serão produzidos cerca de 34,6 milhões de toneladas de açúcar e aproximadamente 29 bilhões de litros de álcool (CONAB, 2015).

Considerado estratégico na agenda comercial brasileira, o setor canavieiro conta com cerca de 400 usinas processadoras em operação e mil indústrias de suporte e contribui substancialmente para desenvolvimento do país, pois gera mais de 1 milhão de empregos diretos (VILELA et al., 2015).

Mesmo com a grave crise financeira pela qual passa o setor, as perspectivas para a cultura da cana-de-açúcar no Brasil são positivas. Especialistas apontam que o país deverá aumentar a produção canavieira a uma taxa anual média entre 3,5 e 5,0% (VEIGA-FILHO; FRONZAGLIA; TORQUATO, 2010; MAPA, 2016). Para a safra 2018/2019 projeta-se uma produção de 47,3 milhões de toneladas de açúcar e 58,8 bilhões de litros de álcool (MAPA, 2016).

2.1.4. Pragas

O ataque de pragas é um fator limitante da produção da cultura da cana-de-açúcar em várias regiões do mundo (LESLIE, 2004). No Brasil não há muitas estimativas sobre as perdas ocasionadas à produção das culturas em decorrência ao ataque pragas. No entanto, Oliveira et al. (2014) relataram que giram entorno de 10,0% da produção e que nos cultivos destinados à produção de álcool isso

representa em média 2,0 milhões de dólares, enquanto que nos cultivos destinados à produção de açúcar as perdas podem chegar a 2,5 milhões de dólares. Os autores ainda discorreram que anualmente são gastos cerca de 260 mil dólares na compra de 4,7 mil toneladas de inseticidas para controlar as pragas nos canaviais brasileiros.

Diversas espécies de insetos que causam prejuízo econômico aos produtores de cana-de-açúcar. A importância de uma ou outra espécie varia em função principalmente das condições edafoclimáticas e das técnicas adotadas na condução da lavoura. No Brasil, as seguintes espécies são encontradas com frequência causando danos aos canaviais: *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae); *Diatraea flavipennella* (Box) (Lepidoptera: Crambidae); *Telchin licus licus* (Drury, 1773) (Lepidoptera: Castiniidae); *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae); *Migdolus fryanus* Westwood (Coleoptera: Cerambycidae); algumas espécies de cupins e de formigas e *Mahanarva* spp. (DINARDO-MIRANDA, 2010; LOPES; DINARDO-MIRANDA; BUSOLI, 2011).

Duas espécies de broca da cana-de-açúcar ocorrem com importância nos canaviais brasileiros: *D. saccharalis* e *D. flavipennella*. A primeira apresenta-se amplamente distribuída em todo o país e a segunda, apenas nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Rio de Janeiro. O ataque das lagartas em canaviais jovens provoca a morte da gema apical. Em canaviais adultos as perfurações e galerias realizadas nos colmos pelas lagartas causam brotações laterais, enraizamento aéreo, afinamento do colmo, atrofia de entrenós e morte da planta que reflete na queda de rendimento agrícola. A partir das perfurações e galerias feitas pelas lagartas nos colmos, penetram fungos causadores da podridão vermelha, responsável pela queda no rendimento industrial devido a inversão da sacarose, diminuição da pureza do caldo e contaminações no processo de fermentação alcoólica (PLANALSUCAR, 1982; MENDONÇA; BARBOSA; MARQUES, 1996).

O besouro da cana-de-açúcar *S. levis* foi constatado inicialmente em 1977 e as infestações inicialmente se concentravam na região de Piracicaba, São Paulo. Atualmente, se encontra em todo o Estado de São Paulo, norte do Paraná, Goiás e Mato Grosso. Embora a princípio tenha sido considerado como praga de importância

secundária, quando em altas populações seus danos são extremamente elevados principalmente devido a drástica redução no “stand” do canavial. Os sintomas do ataque se manifestam principalmente na época seca do ano, pois as larvas ao se alimentarem do sistema radicular das plantas provocam o amarelecimento dos perfilhos, falhas na rebrota da soqueira, podendo até causar a morte das plantas. Em áreas bastante infestadas é necessário realizar a renovação do canavial logo após o primeiro corte (DEGASPARI et al., 1987; DINARDO-MIRANDA; FRACASSO, 2009).

Migdolus fryanus, provavelmente, tem seu centro de origem na região Centro-Sul da América do Sul e já foi constatado nos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Província de Corrientes na Argentina e no Paraguai. Seu habitat natural é o Cerrado e tem como plantas hospedeiras a cana-de-açúcar, café, eucalipto, feijão, mandioca, uva, amora, pastagens e cipós nativos. Os danos são provocados pelas larvas do inseto que são subterrâneas e destroem o sistema radicular das plantas (NUNES-JÚNIOR, 1996; MACHADO; HABIB, 2006).

O primeiro relato sobre a ocorrência de *T. licus* em cana-de-açúcar no Brasil foi realizado em 1927 pelo Dr. Costa Lima no Estado de Pernambuco (GUAGLIUMI, 1973). *Telchin licus* causa severos danos nos canaviais das regiões Norte e Nordeste do Brasil (ARRIGONI, 2008), entretanto, em 2007 foi detectada em uma área em Piracicaba, Estado de São Paulo (ALMEIDA; DIAS-FILHO; ARRIGONI, 2007). A fase larval é a única em que o inseto causa danos, pois, se alimenta continuamente dos tecidos mais ricos em açúcar (base dos colmos), realizando galerias que favorecem a penetração e a colonização de microorganismos. Os prejuízos causados pela praga são elevados, e para cada 1% de colmos atacados, ocorrem perdas de 0,37% na produção agrícola, acrescidas de 0,22% na produção de açúcar e 0,18% na produção de álcool, além da redução de 1,2% na brotação das soqueiras dos ciclos seguintes (VIVEIROS, 1989).

Diversas espécies de cupins ocorrem nos canaviais brasileiros, entretanto *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858) (Isoptera: Rhinotermitidae) é a mais importante economicamente, pois, além de se alimentar de materiais em decomposição, atacam tecidos vivos como as gemas dos toletes utilizados no plantio. Em áreas infestadas a germinação das plantas é severamente comprometida e o canavial

apresenta *stand* significativamente reduzido, sendo necessário, em alguns casos, o replantio. As reduções de produtividade das áreas com altas infestações de cupins podem atingir até 20 t ha⁻¹ (NOVARETTI et al., 1988; MACEDO, 1995).

As formigas mais importantes em cana-de-açúcar pertencem aos gêneros *Atta* Fabr. (Hymenoptera: Formicidae) e *Acromyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) e são popularmente conhecidas como saúvas e as quenquéns, respectivamente. As saúvas geralmente causam maiores danos, pois, apresentam maior número de indivíduos nas colônias e exploram maiores áreas. Estudos relatam que o ataque severo de *Atta bisphaerica* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae) reduziu a produtividade agrícola em cerca de 3,0 t ha⁻¹ (PRECETTI et al., 1988a; 1988b; DINARDO-MIRANDA, 2010).

Considerada uma das principais pragas da cana-de-açúcar, as cigarrinhas das raízes *Mahanarva* spp. estão presentes em praticamente todas as regiões do Brasil. Na região Centro-Sul, mais precisamente no Estado de São Paulo, ganhou importância a partir do advento da colheita mecanizada que promove o acúmulo de palha no solo que eleva a umidade e favorece o incremento populacional da praga. O ataque de *Mahanarva* spp. causa sérios prejuízos pois, além de reduzir significativamente a produtividade, também compromete o processo industrial de obtenção de açúcar e álcool de qualidade (DINARDO-MIRANDA, 2010; DINARDO-MIRANDA, 2014).

2.2. *Mahanarva* spp.

2.2.1. Classificação taxonômica e hospedeiros

Os principais gêneros de cigarrinhas com importância agrícola pertencem à seguinte classificação taxonômica: Ordem Hemiptera; Subordem Auchenorrhyncha; Superfamília Cercopoidea; Família Cercopidae; Subfamília Tomaspidinae; Tribo Tomaspidini; Gêneros *Aeneolamia*, *Deois*, *Mahanarva*, *Prosapia* e *Zulia* (FENNAH, 1968; PECK, 2001; MENDONÇA; FLORES; SÁENZ, 2005).

Entretanto conforme classificação proposta por Fewkes (1969), os onze gêneros que contêm as principais espécies de cigarrinhas que ocorrem em cana-de-

açúcar nas Américas devem ser agrupados em três tribos: Tomaspidini (*Tomaspis* e *Sphenoclypeana*); Cercopini (*Aeneolamia*, *Delassor*, *Deois*, *Monecphora*, *Prosapia*, *Sphenorhina*) e Comoscartini (*Mahanarva*).

Os cercopídeos em geral causam danos a vários grupos de plantas, porém, nas Américas, é comum o seu ataque em várias Poaceae, principalmente, pastagens e cana-de-açúcar e, por essa razão, são vulgarmente conhecidas como cigarrinhas das pastagens e cigarrinhas da cana-de-açúcar (CARVALHO; WEEB, 2005; AUAD et al., 2010). Esses insetos também são potenciais pragas em ciperáceas (MENDONÇA; FLORES; SÁENZ, 2005)

2.2.2. Distribuição geográfica

Todos os gêneros de cigarrinhas foram originados na região zoogeográfica Neotropical compreendendo desde o México, América Central, ilhas do Caribe até a América do Sul. O gênero *Mahanarva* se destaca, pois, apresenta maior distribuição em cana-de-açúcar na América do Sul (MENDONÇA; FLORES; SÁENZ, 2005).

No Brasil, o primeiro registro sobre a presença de cigarrinhas atacando as raízes de cana-de-açúcar foi, provavelmente, realizado por Franco (1951). O autor menciona que ocorrera surtos de *Tomaspis liturata* var. *ruforivulata* entre os anos de 1890-1892 em canaviais do Estado de Sergipe. Posteriormente, Moreira (1920) relatou a ocorrência de *T. parana* Distant no município de Angatuba, no Estado de São Paulo. Um ano após, o mesmo autor, registrou surtos de *Tomaspis liturata* nos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Anos depois, exemplares de cigarrinhas oriundos dos Estados de Pernambuco, Sergipe e Minas Gerais foram encaminhados para o Dr. Fennah, do Museu de Londres para realizar a identificação. Concluiu-se que a espécie que ocorria atacando as raízes da cana-de-açúcar era na verdade *M. fimbriolata* (GUAGLIUMI, 1973). A partir de então, os pesquisadores consideraram ser aquela a espécie ocorrente em cana-de-açúcar, e passou a ser referida em trabalhos científicos publicados.

Contudo, em meado de 2013, antes de conduzir experimentos sobre o controle biológico de cigarrinha das raízes em canaviais no município de Goianésia (GO), o Dr. Roberto T. Alves e sua equipe, encaminharam os insetos presentes na

área para a identificação pelo especialista Prof. Dr. Gervásio Silva Carvalho da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), em Porto Alegre – Rio Grande do Sul. Nessa ocasião, houve a primeira constatação da ocorrência exclusiva de *M. spectabilis* e *M. liturata*, atacando as raízes de cana-de-açúcar no Centro-Oeste do Brasil (ALVES; CARVALHO, 2014).

Tendo em vista a relevância de tal descoberta, a equipe de Entomologia do Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)/Ribeirão Preto-SP, decidiu realizar levantamentos sobre a ocorrência e distribuição das espécies de cigarrinhas-das-raízes em canaviais do Centro-Sul do Brasil.

Os resultados desse estudo, publicado por Dinardo-Miranda (2014), apontaram que em apenas 4% das amostras, coletadas nos Estado de São Paulo e Minas Gerais, foram encontrados exemplares da espécie *M. fimbriolata*. Em 34% das amostras foram encontrados exemplares de *M. spectabilis*, especialmente nos Estados de Goiás e Mato Grosso, mas também em diversos canaviais paulistas e mineiros. Uma terceira espécie, ainda não identificada, foi a mais frequente nas amostras, presente em 75% do total. Esta espécie apresenta-se amplamente distribuída nos canaviais de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. No momento, exemplares dessa espécie se encontram em poder da equipe do Prof. Dr. Gervásio Silva Carvalho em processo de identificação.

A partir do que foi exposto anteriormente é possível inferir que ao longo de décadas houve uma série de falhas na identificação das espécies utilizadas nos trabalhos científicos. Usualmente a identificação foi feita somente de acordo com padrão de cores das asas dos insetos visto que no passado *M. fimbriolata* tinha sido relatada como a espécie que atacava as raízes de cana-de-açúcar, conforme Guagliumi (1973). A variação da coloração entre as espécies é grande e não pode ser usada como a única ferramenta para a sua distinção, sendo necessária a análise das peças da genitália do macho, especialmente o parâmetro (peça da genitália do macho) ou através de marcadores moleculares (AUAD et al., 2010; DINARDO-MIRANDA, 2014). Por exemplo, no caso específico de *M. spectabilis*, os adultos apresentam diferentes colorações a depender da região em que são encontrados, fato que sugere a existência de um isolamento genético das populações (AUAD et al., 2010). Assim, as obras científicas produzidas até o momento que envolvem

cigarrinhas das raízes em cana-de-açúcar e citam *M. fimbriolata*, possivelmente, estejam se tratando de outra espécie pois, essa tem distribuição bastante restrita (DINARDO-MIRANDA, 2014).

É antiga a percepção sobre a necessidade de uma revisão na sistemática das espécies de cigarrinhas que ocorrem tanto em cana de açúcar como nas demais poáceas. Em sua obra científica, Mendonça (2005) já expressava a preocupação com diversas controvérsias presentes em citações e sugeria a revisão sistemática desse grupopara que se sanassem as dúvidas.

2.2.3. Aspectos morfológicos e biológicos

As fêmeas de cigarrinhas das raízes ovipositam na base das touceiras ou entre os resíduos vegetais. Os ovos são alongados com cerca de 1 mm de comprimento e 0,3 mm de largura e logo após a oviposição apresentam coloração amarelo-clara, tornando-se mais escuros à medida que os embriões se desenvolvem. A maior quantidade de ovos geralmente está a uma profundidade máxima de 1 cm no solo. As fêmeas de *M. fimbriolata* ovipositam, em média, cerca de 340 ovos e o período de incubação é em média de 21 dias (GUAGLIUMI, 1973; GARCIA; BOTELHO; PARRA, 2007). Não há informações sobre a capacidade de oviposição de *Mahanarva* sp.1 e nem de *M. liturata* em cana-de-açúcar, porém, conforme AUAD et al. (2007), em capim-elefante as fêmeas de *M. liturata* colocam em média 70 ovos.

As ninfas das espécies de cigarrinhas das raízes se alimentam especificamente das raízes superficiais e nas adventícias inferiores. Sugam a seiva e envolvem-se numa espuma branca espessa, produzida por ela mesma, que lhe serve de proteção contra o ataque de inimigos naturais e ressecamento. Apresentam cinco estágios de desenvolvimento, durante um período entorno de 37 dias, às vezes até mais, a depender das condições climáticas (GUAGLIUMI, 1973; GARCIA; BOTELHO; PARRA, 2007).

Os adultos das três espécies mais encontradas em canaviais da Região Centro-Sul do Brasil – *Mahanarva* sp.1, *M. spectabilise* *Mahanarva fimbriolata* – possuem aproximadamente 13 mm de comprimento por 6,5 mm de largura e

coloração bastante variável. Em *Mahanarva* sp.1 e *M. fimbriolata*, os adultos têm frequentemente cabeça e pronoto castanho-avermelhados; tégminas com fundo vermelho ou vermelho alaranjado, comumente com faixas longitudinais negras, porém exemplares sem faixas longitudinais também são encontrados. Os adultos de *M. spectabilis* têm cabeça e pronoto castanho avermelhados; tégminas variando de negras a vermelho-escuras, às vezes vermelho-alaranjadas, frequentemente sem faixa longitudinal e algumas vezes, com faixas longitudinais negras e mais grossas do que as encontradas nas outras duas espécies. Em todas as espécies, as fêmeas são mais escuras que os machos (DINARDO-MIRANDA, 2014).

A forma adulta apresenta hábitos crepusculares-noturnos. São voadores de baixo alcance e no caso da espécie *M. fimbriolata*, machos e fêmeas apresentam longevidade média de 18 e 23 dias, respectivamente (GUAGLIUMI, 1973; GARCIA; BOTELHO; PARRA, 2007). Os adultos de *M. liturata* em capim-elefante vivem em torno de 6 a 7 dias (AUAD et al., 2007).

2.2.4. Danos e prejuízos

Tanto os adultos quanto as formas jovens causam injúrias às plantas (DINARDO-MIRANDA, 2010). Ao sugarem as radículas, as ninfas, atingem vasos do xilema – em alguns casos do floema – onde injetam secreção salivar e retiram seiva bruta que contem sais inorgânicos, aminoácidos e açúcares. Os adultos perfuram a epiderme na região do tecido celular parenquimatoso externo, o mais rico em cloroplastos. Para melhorar a digestibilidade, injetam enzimas (amilase ou oxidase) ou aminoácidos que destroem os cloroplastos, causando oclusão nos elementos do floema e gradual necrose dos tecidos próximos às picadas (FEWKES, 1969; GARCIA, 2006).

O ataque de adultos e ninfas reduz o processo fotossintético que compromete a formação de açúcares nas folhas e assim não há acúmulo nos colmos e esses se tornam menores, mais finos e com entrenós mais curtos. Em elevadas infestações os colmos apresentam-se desnutridos e desidratados, secam do topo para a base; muitas vezes racham ou se quebram, permitindo a entrada de microorganismos, que provocam a deterioração dos tecidos das plantas; as folhas de início se tornam

amareladas e posteriormente secas, e toda a planta pode chegar à morte. O canavial fica completamente seco com aspecto queimado. Estes sintomas podem ser notados mesmo em época chuvosa, embora sejam mais evidentes no período seco subsequente (DINARDO-MIRANDA, 2003).

Estima-se que as perdas anuais ocasionadas pelas cigarrinhas na cultura da cana-de-açúcar e nas pastagens em todo o mundo girem entorno de 2,0 bilhões de dólares (AUAD et al., 2010). As perdas em produtividade decorrentes do ataque das cigarrinhas podem chegar a 45% e variam de acordo com a época de colheita. Canaviais colhidos no meio e final de safra apresentam as maiores perdas: 42% ($64,8 \text{ t ha}^{-1}$) e 45% ($65,2 \text{ t ha}^{-1}$), respectivamente. Em canaviais colhidos no início da safra, a perda de produtividade pode ser de apenas 7% (DINARDO-MIRANDA et al., 1999).

Fatores como a idade da cultura no momento de ocorrência da praga e o genótipo que está sendo atacado interferem significativamente na dinâmica populacional da praga. Isso foi comprovado por Dinardo-Miranda, Ferreira e Carvalho (2001) que avaliaram a intensidade de infestação de 18 genótipos colhidos em três épocas (maio, agosto e outubro) ao longo da safra e observaram que as maiores infestações acometeram a cultura colhida em maio. Os autores afirmaram que, quando da ocorrência da praga em campo, a cultura colhida em maio apresentava plantas maiores, mais desenvolvidas, do que as colhidas nas demais épocas, devido ao maior tempo de rebrota. Dado o maior tamanho das plantas, havia um maior sombreamento do terreno e, conseqüentemente, o solo se manteve mais úmido, o que favoreceu o desenvolvimento dos insetos. Os autores concluíram ainda que entre os genótipos estudados o IAC82-3092, IAC87-3187 e PO86-1107 foram significativamente menos infestados pela praga.

Além de causar redução da produtividade, o ataque das cigarrinhas compromete também a qualidade da cana-de-açúcar no processo fermentativo para a obtenção de açúcar e álcool, pois, resulta em vinhos com menores teores de álcool. O ataque de cigarrinha das raízes diminui os teores de sólidos solúveis, sacarose, açúcares redutores totais e pH, além de aumentar os compostos fenólicos e a acidez total e volátil do caldo (RAVANELI et al., 2011).

Em estudos sobre os impactos dos danos das cigarrinhas sobre a cana-de-açúcar Dinardo-Miranda et al. (2004), Gonçalves et al. (2003) e Madaleno et al. (2008) também relatam alterações significativas da qualidade do caldo. Os resultados apontam que houve reduções significativas dos teores de brix, pol e pureza além do aumento nos teores de fibra.

Conforme Dinardo-Miranda (2014), os menores teores de açúcar no caldo podem ser explicados pela queda na taxa fotossintética – as folhas amareladas devido ao ataque da praga contêm menor teor de clorofila como mensurado por Dinardo-Miranda et al. (2014). E ainda, a sucção de seiva pelas ninfas também interrompe a absorção e o transporte de água pelos vasos do xilema (BUCHANAN; GRUISSEM; JONES, 2000) que dificulta ainda mais o processo fotossintético. Dessa forma, há menor produção de açúcar pelas folhas e menor acúmulo nos colmos.

2.2.5. Manejo Integrado

O manejo integrado de pragas (MIP) é a melhor opção para a redução dos prejuízos causados pelo ataque de insetos-praga. O MIP consiste no planejamento e uso de táticas e estratégias voltadas para o controle de artrópodes-praga, visando a sua manutenção em níveis que não causem danos econômicos à produtividade das culturas, bem como à qualidade de seus produtos (BUSOLI et al., 2013).

Segundo Gallo et al. (2002) um programa de manejo integrado deve englobar a identificação das pragas mais importantes; a avaliação de inimigos naturais; os efeitos dos fatores climáticos sobre a dinâmica populacional das pragas e seus inimigos naturais; a determinação dos níveis de controle e de dano econômico; o desenvolvimento de técnicas confiáveis de monitoramento das populações de pragas e a avaliação da eficiência de métodos de controle e seus impactos sobre os demais organismos.

Os levantamentos populacionais são necessários para identificar onde, quando e como fazer o controle da cigarrinha. Dinardo-Miranda (2010; 2014) sugeriu que os levantamentos devem ser iniciados após as primeiras chuvas da primavera quando as ninfas são observadas no campo, amostrando seis pontos por hectare, sendo cada ponto constituído por 2 m lineares de sulco. Em cada ponto o número de

ninfas e adultos encontrados é contabilizado. Caso a primeira amostragem revele infestações abaixo do nível de controle a área deverá ser amostrada novamente entre 7 e 15 dias após.

O nível de dano econômico (NDE), para esse caso em específico, é atingido quando na ocasião do levantamento populacional são encontrados de 3 a 10 insetos por metros lineares. Porém, vários fatores interferem no NDE como a suscetibilidade da cultivar e a idade do canavial ao sofrer o ataque. Em canaviais mais jovens, até 3 meses de idade, o índice se aproxima do limite inferior (3 insetos m^{-1}) e para canaviais com mais de 7 meses de idade o índice fica próximo do limite superior (10 insetos m^{-1}). Isso ocorre, pois os canaviais mais jovens toleram menos o ataque da praga devido seu menor porte (DINARDO-MIRANDA et al., 2007; DINARDO-MIRANDA; PIVETA; FRACASSO, 2008; DINARDO-MIRANDA, 2014).

O uso de inseticidas químicos é uma tática de controle bastante valiosa para o manejo integrado de cigarrinhas. Os produtos que atualmente estão registrados para controlar as cigarrinhas pertencem ao grupo dos fenilpirazóis (etiprole), neonicotinóides (thiamethoxam) e misturas com piretróides (thiamethoxam + lambdaciálotrina). As aplicações são recomendadas principalmente nos casos de comprovada ineficiência do fungo entomopatogênico *M. anisopliae*, quando os levantamentos revelarem populações muito próximas ou até superiores ao NDE (DINARDO-MIRANDA, 2010; DINARDO-MIRANDA, 2014).

Recomenda-se que o controle químico seja utilizado de forma racional, dando preferência ao uso de produtos com reais características de seletividade aos principais inimigos naturais da praga, sejam eles entomopatógenos, parasitoides ou predadores (MENDONÇA; MENDONÇA, 2005).

O controle biológico através da aplicação do fungo entomopatogênico *M. anisopliae* é outra tática de controle a ser considerada para o manejo integrado de cigarrinhas em cana-de-açúcar. Esse patógeno começou a ser produzido no Nordeste do Brasil em 1969, após a descoberta de uma epizootia natural em um canavial do Estado de Sergipe. Com o passar das décadas diversos laboratórios voltados à produção massal do fungo foram abertos e as técnicas de produção evoluíram. Concomitantemente, estudos sobre o levantamento da patogenicidade e virulência de cepas foram desenvolvidos com o intuito de melhorar a eficiência do

produto em campo (MENDONÇA; BARBOSA; MARQUES, 1996; CARDOSO; ROCHA-NETO, 2006).

Batista et al. (2002) avaliaram a eficiência de isolados de *M. anisopliae* no controle de cigarrinha das raízes e verificaram que as linhagens ESALQ1037 e CB10 foram as mais promissoras por manterem as infestações inferiores às da testemunha, porém, foram necessárias de 3 a 5 aplicações. Em estudo seguindo a mesma linha Almeida et al. (2002a) e Almeida et al. (2002b) também constataram a eficiência das linhagens CB10 e ESALQ1037 em três a cinco aplicações ao longo do período de ocorrência da praga.

A aplicação do fungo é recomendada quando o levantamento populacional indica a presença de 0,5 a 1 inseto por metro linear de cana-de-açúcar recomenda-se, no caso de aplicação tratorizada, que a solução possua a concentração de 2 a 3 x 10¹² conídios viáveis por hectare. A reaplicação deve ser realizada se as infestações atingirem novamente o nível de controle (ALVES, 1998; ALMEIDA et al. 2002a).

Apesar de ser vantajoso do ponto de vista ambiental e praticamente atóxico ao ser humano (ALVES, 1986), o uso de *M. anisopliae* sob elevadas infestações iniciais não são recomendados, pois mostram resultados insatisfatórios – situação em que o controle químico pode se mostrar mais eficaz (DINARDO-MIRANDA, 2004). O uso desse agente é indicado para empresas que têm a filosofia agroecológica ou para o controle de cigarrinhas em canaviais orgânicos.

O acúmulo da palha no solo resultante da colheita mecanizada (sem o uso do fogo), mantém a umidade do solo elevada e favorece o incremento populacional das cigarrinhas (DINARDO-MIRANDA, 2003). O enleiramento da palha pode ser utilizado para reduzir a infestação da praga, no entanto, em casos de infestações elevadas essa técnica contra indicada, pois os índices podem continuar acima do NDE (DINARDO-MIRANDA, 2002).

2.2.6. Resistência de plantas a insetos

A resistência de plantas a insetos se configura como o método ideal de controle de pragas pela possibilidade de permitir a manutenção da população da

praga em níveis inferiores ao de dano econômico sendo praticamente inócuo ao homem e ao meio ambiente; não demandando conhecimento específico do produtor para o seu uso; tendo efeito cumulativo e persistente ao longo do ciclo da cultura e, além disso, sendo compatível com outros métodos de controle utilizados no manejo integrado de pragas (LARA, 1991).

A resistência de plantas a insetos pode ser conceituada como a soma relativa de qualidades hereditárias possuídas pela planta que influenciam o resultado do grau de dano causado pelos insetos (PAINTER, 1968). Para Rosseto (1973) uma planta pode ser considerada resistente quando, devido sua constituição genotípica, é menos danificada que outra em igualdade de condições.

Conforme classificação proposta por PAINTER (1968) existem três tipos de resistência de plantas a insetos: não preferência (para alimentação, oviposição ou abrigo), antibiose e tolerância.

A resistência do tipo não preferência acontece quando um genótipo é rejeitado ou menos preferido pelos insetos quanto à alimentação, oviposição ou abrigo, em relação aos demais estudos submetidos a iguais condições (LARA, 1991). Esse tipo de resistência é determinado pela expressão de características herdadas pelas plantas que podem ser de natureza física, química ou morfológica (BOIÇA-JUNIOR et al., 2013).

Uma cultivar expressa resistência do tipo antibiose quando ao se alimentar normalmente dela os insetos sofrem um efeito adverso em sua biologia. Podem ocorrer, por exemplo: alterações na taxa de mortalidade; prolongamento do período de desenvolvimento das diversas fases; redução do tamanho e peso e redução de fecundidade, fertilidade e período de oviposição (LARA, 1991; PEDIGO; RICE, 2009).

A resistência do tipo tolerância ocorre quando sob as mesmas condições de infestação de uma praga, um genótipo é danificado igualmente ao outro, porém, devido à sua maior capacidade de regeneração de tecidos, emissão de novos ramos, folhas ou perfilhos não há queda na quantidade nem na qualidade dos produtos (LARA, 1991; BOIÇA-JUNIOR et al., 2011).

2.2.7. Resistência de genótipos de *Saccharum* spp. à *Mahanarva* spp.

Do ponto de vista econômico e ambiental o uso de genótipos resistentes é o método mais adequado para o manejo de cigarrinhas em cana-de-açúcar (DINARDO-MIRANDA, 2004).

Até meado de 1998 não havia estudo relacionando a resistência de genótipos de cana-de-açúcar à cigarrinha das raízes. Havia apenas conclusões empíricas através de observações práticas, tais como: genótipos com folhas largas e maior volume de folhas possibilitam maior sombreamento do solo e, conseqüentemente, favorecem o desenvolvimento da praga; genótipos que emitem um número considerável de raízes adventícias ou aéreas facilitam o ataque das ninfas (MENDONÇA, 1996).

Entre os primeiros estudos que detectaram diferença entre os graus de resistência de cana-de-açúcar à cigarrinha das raízes, têm destaque os desenvolvidos por Dinardo-Miranda et al. (1999) e Dinardo-Miranda, Ferreira e Carvalho (2001). Nos dois trabalhos, a resistência de 18 genótipos foi avaliada e concluiu-se que os IAC83-2396, IAC83-4107, IAC85-3229 e PO86-1107 e IAC86-2210 apresentaram as maiores perdas em produtividade sendo considerados suscetíveis. Em contraste, os genótipos IACSP82-3092 e IAC83-1107 foram mais tolerantes a praga, pois, apresentaram menores perdas. Com relação à intensidade de infestação, os genótipos IAC83-2396, SP80-1842 e RB825336 foram os mais infestados enquanto os IAC82-3092, IAC87-3187 e PO86-1107 apresentaram menor intensidade de infestação.

Dinardo-Miranda et al. (2004) avaliaram o efeito da época de colheita e do genótipo de cana-de-açúcar sobre a intensidade de infestação de cigarrinha das raízes. A intensidade de infestação avaliada em dois experimentos contendo vinte e quatro genótipos cada. Entre os genótipos do primeiro ensaio os IAC873421, RB83160 e SP80-3390 foram preferidos pela praga, apresentando infestações superiores às verificadas no IAC87-3396, SP80-4445 e SP83-5073. Entre os genótipos avaliados no segundo ensaio, a intensidade de infestação foi maior nos genótipos IAC87-2422 e IAC87-3413 e menor nos IAC86-2210, IAC91-3143, SP85-5077 e RB72454.

No Estado de Alagoas, a equipe liderada pelo Prof. Dr. Ivanildo Soares de Lima, realizou levantamentos populacionais de *Mahanarva* spp. em oito genótipos de cana-de-açúcar, ao longo de quatro safras consecutivas. Apenas na cana-planta e na quarta soqueira houve diferença entre os genótipos. No quarto ciclo os genótipos RB72454, RB863129, RB95154 foram menos atacados e na cana-planta, além desses três, os RB971755, RB93509 e RB931003 também apresentaram as menores infestações. O genótipo RB867515 apresentou a maior infestação nos dois ciclos (ARAÚJO-JÚNIOR, 2008; DUARTE, 2009; LIMA, 2010b; RODRIGUES, 2011).

Guimarães (2007) avaliou a reação de genótipos de cana-de-açúcar à infestação de cigarrinha das raízes e os resultados obtidos reportam a suscetibilidade dos SP80-1816 e RB72454 e a evidência de resistência do tipo antibiose do SP83-5073.

Em estudo também sobre a resistência de genótipos de cana-de-açúcar a cigarrinha das raízes, Dinardo-Miranda, Piveta e Fracasso (2008), comprovaram a suscetibilidade dos genótipos RB855536 e SP80-1816. Embora esses devam ser considerados suscetíveis – devido à elevada infestação e significativa perda de produtividade de ambos – eles diferem quanto ao grau de suscetibilidade: SP81-1816 é mais suscetível que a RB855536.

Ao analisar os parâmetros biológicos de *M. fimbriolata* submetidas à alimentação e em vários genótipos de cana-de-açúcar, Lima (2010a) constatou que o genótipo SP80-1842 apresenta suscetibilidade enquanto os SP83-5073 e IAC87-3396 expressaram resistência do tipo antibiose.

Garcia et al. (2011) compararam a biologia de *M. fimbriolata* em sete genótipos de cana-de-açúcar. Como conclusão, os autores afirmaram que o genótipo SP81-3250 foi mais suscetível pois, proporcionou maior longevidade aos adultos, fecundidades às fêmeas, menor duração do período de incubação, e maior viabilidade dos ovos.

Seguindo a mesma linha dos trabalhos anteriores, porém, sob condições de laboratório, Dinardo-Miranda et al. (2014) avaliaram o comportamento de vinte e cinco genótipos. Os autores constaram que os IACSP96-7586 e IACSP96-2008 apresentaram os maiores graus de antibiose enquanto os IACSP96-7569 e IACSP97-6682 foram mais tolerantes.

A publicação mais recente na área é de Dinardo-Miranda et al. (2016). Ao estudar a resistência de 12 genótipos à cigarrinha das raízes, também sob condições de laboratório, os autores concluíram que IACSP96-2042 e IACSP91-1099 apresentam não preferência para alimentação de adultos; IACSP96-2042, IACSP96-3060 e IACSP94-2101 apresentam resistência do tipo não preferência para oviposição e algum grau de antibiose; o IACSP91-1099 apresenta o maior grau de antibiose entre todos os genótipos estudados e o IACSP94-2094 apresenta resistência do tipo tolerância.

Embora a literatura apresente os trabalhos citados sobre resistência de cultivares de cana-de-açúcar a cigarrinha das raízes, é de fundamental importância o desenvolvimento de mais trabalhos na área, englobando os novos genótipos que são lançados pelos programas de melhoramento genético para plantio comercial. O conhecimento sobre a resistência de algum novo genótipo é de grande importância para o aperfeiçoamento dos programas de manejo integrado de pragas. Além disso, as informações sobre a resistência de cultivares as pragas são essenciais para alimentar os bancos de dados dos programas de melhoramento genético, auxiliando-os na busca de genótipos resistentes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Obtenção dos insetos e plantas

Os experimentos foram conduzidos no Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas, em Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, em salas com condições de temperatura ($25 \pm 1^\circ\text{C}$), umidade ($70 \pm 10\%$) e fotofase (14 horas) controladas.

Os insetos utilizados nos experimentos foram obtidos da criação de manutenção do laboratório de entomologia do Centro de Cana (IAC/Ribeirão Preto-SP) que é conduzida seguindo metodologia descrita por Garcia, Botelho e Parra (2007), utilizando o genótipo SP813250. Essa criação foi iniciada a partir da coleta de centenas de ninfas e adultos unicamente no campo experimental da própria instituição. Dezenas de indivíduos da criação de manutenção foram montados entomologicamente e encaminhados ao especialista em taxonomia de cercopídeos, Prof. Dr. Gervásio S. Carvalho, para a identificação. O referido taxonomista confirmou que todos os indivíduos encaminhados eram da mesma espécie.

Os adultos (Figura 1) dessa espécie possuem coloração bastante variável e aproximadamente 13 mm de comprimento e 6,5 mm de largura. Frequentemente têm a cabeça e o pronoto castanho-avermelhados; tégminas com fundo vermelho ou vermelho alaranjado, comumente com faixas longitudinais negras, porém, exemplares sem faixas longitudinais nas asas também podem ser encontrados (DINARDO-MIRANDA, 2014). Como a variação da coloração entre as espécies é grande a identificação foi feita com base na análise das peças da genitália do macho, especialmente o parâmetro (AUAD et al., 2010; DINARDO-MIRANDA, 2014).

O formato do parâmetro dos machos dessa espécie difere dos descritos para as demais espécies relacionadas na obra de Carvalho e Weeb (2005), porém, até o momento de finalização do presente trabalho não foi possível concluir a identificação da espécie em questão. Por isso, essa fora denominada de *Mahanarva* sp.1. É importante destacar que essa espécie é a mais frequente em canaviais da região Centro-Sul (DINARDO-MIRANDA, 2014).



Figura 1. Adultos de *Mahanarva* sp.1.

Seis genótipos de cana-de-açúcar (IACSP95-5000, IACSP955094, IACSP96-7569, IACSP97-4039, RB92579 e RB966928) e um genótipo de cana-energia (IACBIO-195) foram avaliados quanto a sua resistência à *Mahanarva* sp.1. São genótipos que apresentam grande importância para a canavicultura do Brasil e, atualmente, estão presentes em milhares de hectares no país.

Para a obtenção das plantas utilizadas nos testes, uma gema de cada genótipo foi plantada em vasos que continham uma mistura de solo argiloso + substrato (1:1). O solo utilizado foi fertilizado com Osmocote® (14-14-14, NPK) na proporção de 200g para 25 kg de solo+substrato. As plantas utilizadas nos testes de antibiose e tolerância foram plantadas em vasos de 5 L e as utilizadas nos estudos de preferência para alimentação e de oviposição foram cultivadas em vasos de 1 L. Afim de proporcionar um bom desenvolvimento, todas as plantas, utilizadas em todos os testes, foram mantidas em casa de vegetação com sistema de irrigação elétrico por trinta e cinco dias (LIMA, 2010a). Posteriormente, foram levadas ao laboratório para a realização dos testes e sempre que necessário foram irrigadas.

3.2. Teste de antibiose

Para a realização do ensaio de antibiose as plantas foram retiradas dos vasos. Como o solo em que foram cultivadas era argiloso, se formou então um conjunto de terra e raízes. As raízes expostas de cada planta foram infestadas com seis ninfas recém eclodidas, conforme metodologia descrita por Dinardo-Miranda et al. (2014).

Posteriormente as plantas foram cobertas por gaiolas teladas, confeccionadas a partir de dois arcos de policloreto de vinila (PVC) de 15 cm de diâmetro e três ripas de madeira de 60 cm de altura, cobertas com tecido do tipo “tule”. Essas plantas foram dispostas ao acaso, em sala climatizada (Figura 2).

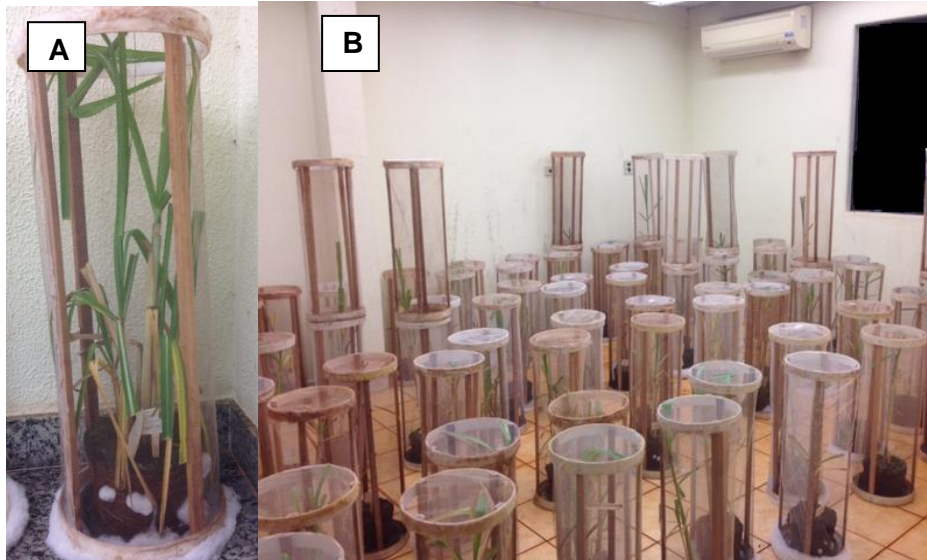


Figura 2. Planta infestada com ninfas coberta por gaiola telada (A) e plantas infestadas com ninfas cobertas por gaiolas dispostas ao acaso (B) em sala climatizada.

Em cada planta foi observada diariamente a presença de ninfas em desenvolvimento. No caso de morte das plantas devido ao severo ataque da praga, estas eram substituídas para que as ninfas pudessem completar seu desenvolvimento normalmente. Diariamente também se verificava a quantidade de adultos emergidos que logo após eram sexados. Desta forma, foi possível obter os valores de viabilidade e o período ninfal e razão sexual. Essa última foi obtida pela divisão do número de fêmeas pelo número total de indivíduos emergidos.

3.3. Testes de preferência

3.3.1. Testes de preferência para alimentação

3.3.1.1. Teste de preferência para alimentação com chance de escolha

Para o teste de preferência para alimentação com chance de escolha, cinco plantas de cada genótipo (35 plantas) foram dispostos ao acaso, em uma sala climatizada, de modo que se encontrassem equidistantes do ponto de liberação dos adultos: o centro do círculo (Figura 3).

Foram liberados cento e cinco casais de adultos recém emergidos (de 0 a 24 horas de idade), que corresponde a três casais por planta, conforme metodologia descrita por Lima (2010a). Após: uma; seis; doze; e vinte e quatro horas, foi anotado o número de adultos presentes em cada planta.



Figura 3. Cinco plantas de cada genótipo dispostas equidistantes ao ponto de liberação (ponto central) dos 35 casais.

Após trinta e cinco dias da instalação do experimento, ocasião em que não havia mais adultos vivos, três avaliadores julgaram visualmente os danos causados pela praga através da atribuição de notas em uma escala de um a cinco. Nota um foi atribuída às plantas sem sintomas do ataque; dois as que apresentavam pelo menos uma folha com sintoma do ataque e perfilhos secundários sem sintomas; três as que apresentavam algumas folhas velhas mortas, algumas folhas novas com poucos sintomas e perfilhos secundários sem sintomas; quatro as que apresentavam

algumas folhas velhas mortas, várias folhas novas com sintomas e perfilhos secundários mortos; e cinco foi atribuída às plantas encontradas mortas.

3.3.2. Testes de preferência para oviposição

3.3.2.1. Teste de preferência para oviposição com chance de escolha

No teste de preferência para oviposição com chance de escolha, cinco plantas de cada genótipo (35 plantas) foram dispostos ao acaso, em uma sala climatizada, de modo que se encontrassem equidistantes do ponto de liberação dos adultos: o centro do círculo.

Ao redor do colo de cada planta, na superfície do solo, continha uma camada de algodão, que era frequentemente umedecida e serviu como substrato para oviposição da praga, conforme metodologia descrita por Lima (2010a).

Foram liberados cento e cinco casais de adultos recém emergidos (de 0 a 24 horas de idade), que corresponde a três casais por planta, conforme metodologia descrita por Lima (2010a). Após dez dias, os ovos encontrados no substrato de oviposição (algodão umedecido) de cada planta foram quantificados.

3.3.2.2. Teste de preferência para oviposição sem chance de escolha

Para o teste de preferência para oviposição sem chance de escolha, vasos com plantas de cada genótipo foram distribuídos ao acaso, em uma sala climatizada. Ao redor do colo de cada planta, na superfície do solo, continha uma camada de algodão – que era frequentemente umedecida – que serviu como substrato para oviposição da praga, conforme metodologia descrita por Lima (2010a).

Três casais de adultos recém emergidos (de 0 a 24 horas de idade) foram confinados em cada planta de cada genótipo por meio de uma gaiola telada, confeccionadas a partir de dois arcos de PVC de 15 cm de diâmetro e três ripas de madeira de 60 cm de altura, cobertas com tecido do tipo “tule”. Após dez dias, os ovos encontrados no substrato de oviposição (algodão umedecido) de cada planta foram quantificados (Lima, 2010a).

3.4. Testes de tolerância à ninfa e adulto

Para a instalação do teste de tolerância ao ataque de ninfas, as plantas foram retiradas dos vasos. Como o solo em que foram cultivadas era argiloso, se formou então um conjunto de terra e raízes. As raízes expostas de cada planta foram infestadas com seis ninfas recém eclodidas, conforme metodologia descrita por Dinardo-Miranda et al. (2014).

Para a instalação do teste de tolerância ao ataque de ninfas, cinco plantas de cada genótipo foram infestadas com três casais de adultos recém emergidos (de 0 a 24 horas de idade).

Ao lado de cada planta infestada, foi mantida uma planta não infestada (testemunha). Todas as plantas – inclusive as não infestadas – foram cobertas por gaiolas teladas, confeccionadas a partir de dois arcos de PVC de 15 cm de diâmetro e três ripas de madeira de 60 cm de altura, cobertas com tecido do tipo “tule”.

Semanalmente, as plantas infestadas foram vistoriadas e, quando necessário, novas infestações de ninfas ou adultos foram realizadas, de maneira que cada planta permanecesse infestada com seis ninfas ou com três casais de adultos, a depender do caso, por um período de trinta e cinco dias (Dinardo-Miranda et al., 2014).

Após esse período foram feitas as avaliações da intensidade dos danos, teor de clorofila e biomassa. Três avaliadores julgaram visualmente os danos causados pela praga, às amostras infestadas por ninfas e adultos, através da atribuição de notas em uma escala de um a cinco, conforme descrito no tópico “teste de preferência para alimentação com chance de escolha”. O teor de clorofila das plantas foi estimado a partir da média de três aferições tomadas nas folhas +1 das plantas infestadas e não infestada por ninfas e adultos. Para essa aferição foi utilizado o aparelho portátil SPAD-502 Plus model, Konica Minolta. Posteriormente, essas plantas foram cortadas ao nível do solo e a biomassa foi determinada através de uma balança Shimadzu BL 3200H.

3.5. Delineamento experimental e análise dos dados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo cada, representada por uma planta.

Os resultados do teor de clorofila e biomassa encontrados nos testes de tolerância à ninfa e adulto foram calculados como porcentagem de perda, a partir da comparação entre as amostras infestadas e não infestadas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando o programa estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2002). Os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$, exceto os referentes à viabilidade ninfal, redução do teor de clorofila, perda da massa aérea e redução da nota atribuída aos danos, que foram transformados em $\arcsen(x/100)^{1/2}$.

Foi realizada, ainda, a análise de agrupamento hierárquica (SNEATH; SOKAL, 1973) pelo método de Ward com a distância euclidiana como medida de dissimilaridade para a classificação dos genótipos, pelo programa Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Antibiose

A sobrevivência ninfal foi menor nos genótipos RB966928 e IACBIO-195 do que nos IACSP95-5000 e IACSP96-7569. No genótipo RB966928 essa taxa foi oito vezes menor do que no RB967569 (Tabela 1). Esse resultado sugere que os genótipos RB966928 e IACBIO-195 expressam resistência do tipo antibiose.

Tabela 1. Sobrevivência ninfal, duração da fase ninfal e razão sexual de adultos de *Mahanarva* sp.1 emergidos em genótipos de *Saccharum* spp..

Genótipos	Sobrevivência Ninfal (%)	Período Ninfal (dias)	Razão Sexual
IACSP95-5000	65,25 a	44,02	0,48 ab
IACSP95-5094	54,38 abc	52,53	0,59 ab
IACSP96-7569	87,00 a	43,82	0,41 b
IACSP97-4039	59,81 ab	48,38	0,54 ab
IACBIO-195	13,59 bc	45,86	0,75 a
RB92579	54,38 abc	46,76	0,56 ab
RB966928	10,88 c	55,66	0,73 a
C.V.(%)	37,11	3,31	5,77
F	7,8582*	1,7370 ^{ns}	3,4538*

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey; *p < 0,05; ^{ns} = não significativo.

Em estudo que objetivou detectar a expressão gênica diferencial de cana-de-açúcar, Guimarães (2007) investigou a sobrevivência e a duração da fase ninfal de cigarrinha das raízes em dois genótipos suscetíveis (SP801816 e RB72454) e em um resistente (SP83-5073). O autor concluiu que além de prolongar significativamente a duração da fase ninfal, o genótipo SP83-5073 proporcionou a menor taxa de sobrevivência às ninfas (20,0%) quando comparado aos SP80-1816 (80,0%) e RB72454 (70,0%).

Lima (2010a) conduziu estudo seguindo a mesma linha de pesquisa e encontrou diferença entre genótipos quanto à sobrevivência ninfal de *M. fimbriolata*. Essas taxas variaram entre 60,0 e 84,0%, sendo as maiores verificadas nos genótipos SP80-1842 (84,0%), RB867515 (82,0%), IACSP94-4004 (82,0%) e

RB845210 (80,0%) e as menores nos SP83-5073 (60,0%) e IACSP87-3396 (66,0%). A autora ainda encontrou diferença no período ninfal (em dias), onde as ninfas submetidas à alimentação nos genótipos SP83-5073 (38,3) e IACSP87-3396 (37,2) necessitaram de um período maior para completar o seu desenvolvimento que as submetidas aos genótipos RB845210 (33,9) e RB867515 (33,9).

Garcia et al. (2011) também relatam a expressão de antibiose em genótipos de cana-de-açúcar à cigarrinha das raízes. Com a taxa de 50% de sobrevivência ninfal o genótipo RB72454 teve destaque quanto ao grau de antibiose à praga, diferindo dos SP80-1842 e SP81-3250, ambos com 78% de sobrevivência. Os autores avaliaram o período ninfal (em dias) que foi maior nos genótipos SP81-3250 (37,0), SP79-1011 (38,0) e RB72424 (38,0) e menor nos SP80-1842 (35,0) e SP80-1816 (35,0).

Grisoto (2008) estudou a resistência de sete Poaceae à *M. fimbriolata*. As maiores taxas de sobrevivência ninfal foram encontradas no genótipo SP80-1842 (78%) e no ecótipo BB 33 de *Brachiaria brizantha*(Hochst.) Stapf (74%), que indica suscetibilidade à praga. Por outro lado, os genótipos Marandu (34%) e IAC-BBS 8 (36%), ambos *B. brizantha*, e o Kazungula (38%) de *Setaria anceps* Stapf permitiram as menores taxa de sobrevivência ninfal que demonstra terem resistência à praga.

Ao avaliar a resistência de genótipos de cana-de-açúcar à *M. fimbriolata*, Dinardo-Miranda et al. (2014) concluíram que os genótipos IACSP96-7586, IAC96-2008 e IACSP97-2000 apresentam alto nível de antibiose à praga, pois afetaram a sobrevivência ninfal. As ninfas submetidas à alimentação nesses três genótipos apresentaram as menores taxas de sobrevivência entre os avaliados com, 47,9; 48,4 e 51,5%, respectivamente. As maiores taxas de sobrevivência ninfal foram obtidas pelos insetos submetidos à alimentação nos genótipos IACSP96-7569 (78,0%), IACSP 97-2098 (84,5%), IACSP97-2053 (79,7%) e IACSP97-2084 (80,7%), assim, esses foram considerados os mais suscetíveis à praga.

Vale ressaltar que os resultados obtidos por Dinardo-Miranda et al. (2014) com relação ao genótipo IACSP96-7569 corroboram com os do presente trabalho. Com relação à antibiose, nos dois estudos, esse genótipo apresentou suscetibilidade, pois permitiu uma das mais altas taxas de sobrevivência ninfal

quando comparados aos demais genótipos estudados com taxas de 78% no trabalho de Dinardo-Miranda et al. (2014) e 87% nesse estudo.

As taxas de sobrevivência ninfal observadas nos genótipos IACBIO-195 (13,59 %) e RB966928 (10,58%) são consideravelmente mais baixas que as encontradas nos demais genótipos deste estudo e nos realizados por Garcia et al. (2011) e Dinardo-Miranda et al. (2014), em que as porcentagens mais baixas foram de 50% e 47,9, respectivamente. Adaptando-se esses resultados à classificação desenvolvida por Cardona, Miles e Sotelo (1999) em estudo sobre resistência de plantas forrageiras à cigarrinha das raízes, esses genótipos podem ser considerados resistentes pois, proporcionaram uma sobrevivência ninfal inferior a 30%.

Dinardo-Miranda et al. (2016) também reportaram a expressão de diferentes graus de antibiose em genótipos de cana-de-açúcar frente ao ataque de *M. fimbriolata*. A taxa de sobrevivência ninfal também variou entre os genótipos estudados. O genótipo SP91-1099 expressou o maior grau de antibiose, permitindo a sobrevivência de apenas 20% das ninfas, ao contrário dos IACSP95-5000 (78,0%), SP81-3250 (78,0%) e IACSP94-2101 (83,0%) que permitiram maior sobrevivência das ninfas.

Tanto no presente estudo como no desenvolvido por Dinardo-Miranda et al. (2016) o genótipo IACSP95-5000 apresentou susceptibilidade com relação à resistência do tipo antibiose. Com taxas elevadas de sobrevivência ninfal – 78,0% em Dinardo-Miranda et al. (2016) e 65,2% no presente trabalho – esse genótipo se destacou entre os estudos, nos dois trabalhos, como um dos que mais permitiu o desenvolvimento das ninfas.

Embora os genótipos em estudo tenham interferido de modo significativo na sobrevivência ninfal, eles não interferiram no período de desenvolvimento dessa fase (Tabela 1). Esse resultado é similar ao encontrado no estudo realizado por Dinardo-Miranda et al. (2016) que apesar de ter detectado diferença na sobrevivência ninfal também não observaram diferença no período de desenvolvimento dessa fase.

Houve, ainda, alteração significativa na proporção de machos e fêmeas (Tabela 1). Dos genótipos IACBIO-195 e RB966928 emergiram um maior número de fêmeas, enquanto do IACSP96-7569 emergiram mais machos. Esse trabalho é o

primeiro a estudar a influência de genótipos de cana-de-açúcar na razão sexual de cigarrinha das raízes.

Garcia, Botelho e Parra (2007) descreveram sobre a técnica de multiplicação de *M. fimbriolata* em condições de laboratório. Os autores afirmaram que em condições ótimas de desenvolvimento – que inclui a alimentação em um genótipo altamente suscetível – a razão sexual de adultos é de 1:1.

O desequilíbrio na proporção entre machos e fêmeas em uma população de insetos pode comprometer seriamente o seu crescimento. Caso haja excesso no número de machos haverá poucas fêmeas produzindo ovos e, conseqüentemente, menos ovos serão colocados. E em um cenário em que haja muitas fêmeas e poucos machos, muitas delas não serão fecundadas e, assim, também surgirão poucos descendentes.

De acordo com Garcia et al. (2011) alguns genótipos de cana-de-açúcar possuem fatores fisiológicos que os tornam menos suscetíveis às cigarrinhas das raízes, pois, afetam as diferentes fases desenvolvimento. Esse tipo de resistência, denominada de antibiose, se caracteriza pela expressão, por parte da planta, de compostos químicos que dificultam o desenvolvimento dos insetos, provocam alterações no ciclo biológico, deformações e mortalidade nas diferentes fases (BOIÇA-JUNIOR et al., 2013).

Várias substâncias tóxicas estão envolvidas nos mecanismos de defesa das plantas, tais como: inibidores de proteinase, compostos fenólicos e terpenos (BUCHANAN; GRUISSEM; JONES, 2000). Quando as plantas se encontram em situação de estresse, as vias de metabolismo de isopropanóides e fenilpropanóides podem ser ativadas em diferentes tecidos e estágios de desenvolvimento (FRANÇA et al., 2001). No caso específico da defesa de cana-de-açúcar à cigarrinha das raízes é possível considerar que o caráter de resistência esteja relacionado a uma ação conjunta de diversos genes (LOPES, 2013). Sendo que, na cultivar SP83-5073 um fragmento de 250 pb pode estar relacionado com a sua defesa a essa praga (GUIMARÃES, 2007).

Considerando os parâmetros biológicos (sobrevivência ninfal, período ninfal e razão sexual) de *Mahanarva* sp.1 na análise de agrupamento, houve a distinção dos genótipos em três grupos (Figura 4). O primeiro grupo foi formado na distância

euclidiana de 0,97, agrupando os genótipos IACSP95-5000 e IACSP96-7569. O segundo grupo foi formado a uma distância euclidiana de 0,65, pelos genótipos IACSP95-5094, IACSP97-4039 e RB92579. Na distância euclidiana de 0,29 houve a formação de um subgrupo composto pelos genótipos IACSP97-4039 e RB92579 que são os mais similares entre si, pois possuem a menor distância euclidiana entre os genótipos em estudo. O terceiro grupo foi formado pelos genótipos IACBIO-195 e RB966928 à distância euclidiana de 0,50. A formação desses três grupos demonstra que os genótipos estudados apresentam diferentes níveis de resistência do tipo antibiose. Os genótipos pertencentes ao primeiro grupo (IACSP95-5000 e IACSP96-7569) podem ser considerados como altamente suscetíveis; os do segundo grupo (IACSP95-5094, IACSP97-4039 e RB92579) como suscetível; e os do terceiro grupo (IACBIO-195 e RB966928) como moderadamente resistentes. Vale ressaltar que a sobrevivência ninfal foi o parâmetro mais importante para a distinção dos grupos.

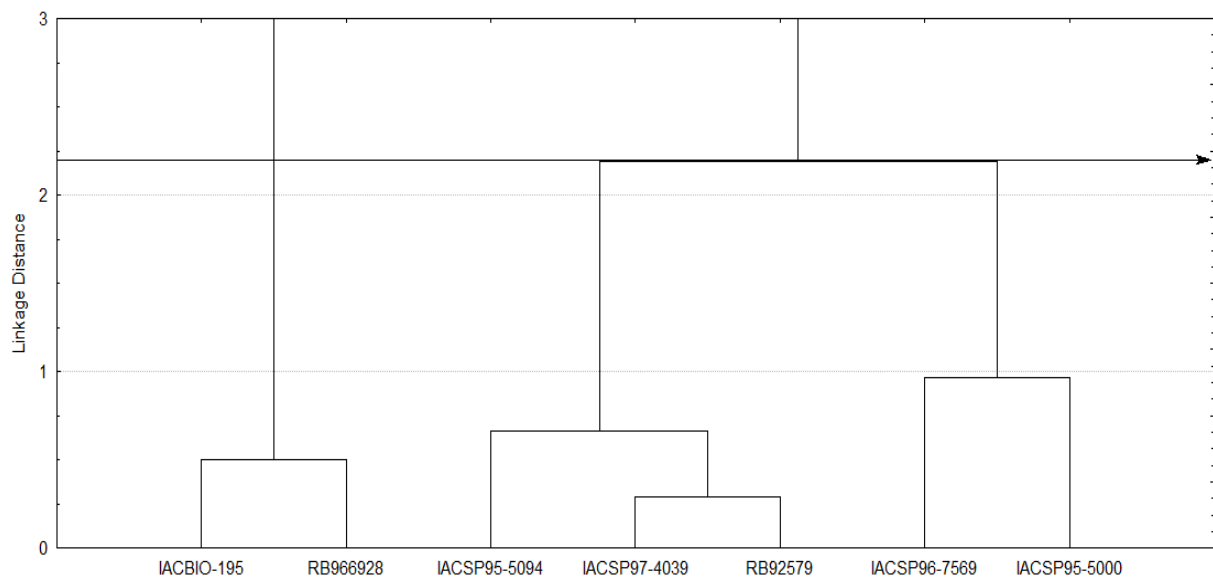


Figura 4. Dendrograma de similaridade dos genótipos baseado nos parâmetros biológicos de *Mahanarva* sp.1.

4.2. Preferência

4.2.1. Preferência para alimentação e oviposição com chance de escolha

No teste de preferência para alimentação com chance de escolha, o número médio de insetos atraídos pelos genótipos variou de 1,62 a 0,50. O genótipo IACSP95-5094 foi o mais atrativo, enquanto o IACBIO-195 foi o menos (Tabela 2). Esse resultado demonstra que a suscetibilidade do IACSP95-5094 e a resistência do tipo não preferência para alimentação do IACBIO-195.

Tabela 2. Atratividade de adultos, número de ovos e notas atribuídas aos danos causados por adultos de *Mahanarva* sp.1 em genótipos de *Saccharum* spp. em teste com chance de escolha.

Genótipos	Adultos Atraídos	Número de Ovos	Notas de Danos
IACSP95-5000	0,95 bc	114,9	3,96
IACSP95-5094	1,62 a	106,9	3,78
IACSP96-7569	1,30 ab	89,2	2,10
IACSP97-4039	1,00 abc	72,8	2,98
IACBIO-195	0,50 c	64,6	4,00
RB92579	0,95 abc	78,7	3,24
RB966928	1,05 abc	98,3	2,90
C. V.(%)	36,56	32,73	21,04
F	4,0984*	1,0926 ^{ns}	1,654 ^{ns}

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey; *p < 0,05;

^{ns} = não significativo.

Em estudo conduzido em condições de laboratório, Lima (2010a) também observou diferença significativa na atratividade de adultos de cigarrinha das raízes a genótipos de cana-de-açúcar. A autora concluiu que os genótipos RB835486 e RB72454 foram mais atrativos à alimentação dos adultos ao contrário dos IAC87-3396 e SP83-5073.

Ao avaliar a preferência de alimentação em testes com chance de escolha, também em condições de laboratório, Dinardo-Miranda et al. (2016) relataram que os genótipos IACSP96-2042 e IAC91-1099 apresentam resistência do tipo não preferência para alimentação. Esses genótipos foram menos atrativos aos adultos

de cigarrinha das raízes, ao contrário do IACSP94-4004 que foi mais atrativo e considerado suscetível.

Dinardo-Miranda et al. (1999) e Dinardo-Miranda, Ferreira e Carvalho (2001) realizaram levantamentos populacionais de cigarrinha das raízes em vários genótipos de cana-de-açúcar em condições de campo. As duas obras concluíram que os genótipos IAC83-2396, SP80-1842 e RB825336 foram mais preferidos pela praga. Os IAC82-3092, IAC87-3187 e PO86-1107 foram menos preferidos e, por isso, foram considerados resistentes do tipo não preferência.

Em condições de campo, Dinardo-Miranda et al. (2004) avaliaram a intensidade de infestação de cigarrinha das raízes em diferentes épocas de colheita. No total foram avaliados quarenta e oito genótipos, no primeiro ensaio foram preferidos pela praga os IAC873421, RB83160 e SP80-3390 apresentando infestações superiores às verificadas no IAC87-3396, SP80-4445 e SP83-5073. Entre os genótipos avaliados no segundo ensaio, a intensidade de infestação foi maior nos genótipos IAC87-2422 e IAC87-3413 e menor nos IAC86-2210, IAC91-3143, SP85-5077 e RB72454.

Também realizando levantamentos populacionais de cigarrinha das raízes em cultivares de cana-de-açúcar, Araújo-Júnior (2008) e Rodrigues (2011) relatam a preferência de adultos pelo genótipo RB867515. Enquanto os genótipos RB72454, RB863129, RB95154RB971755, RB93509 e RB931003 foram menos infestados e, por isso, apresentam resistência do tipo não preferência.

Ainda com relação aos testes de preferência com chance de escolha, não houve diferença significativa nas notas da avaliação visual dos danos e nem no número de ovos encontrados nos genótipos (Tabela 2).

Entretanto isso não ocorreu em outros estudos desenvolvidos seguindo a mesma linha do presente trabalho. Lima (2010a) relatou que quando houve chance de escolha para oviposição, o genótipo RB72454 foi significativamente mais ovipositado e o SP83-5073 foi menos. Dinardo-Miranda et al. (2016) também encontraram diferença entre genótipos quanto a preferência para oviposição de cigarrinha das raízes, em testes com chance de escolha. Os autores concluíram que o genótipo IACSP96-2042 é resistente do tipo não preferência para oviposição, pois, foi o que recebeu menos ovos, ao contrário dos IACSP93-3046, IACSP95-3028,

IACSP94-4004, SP81-3250, IACSP94-2094 e IACSP95-1218 que receberam maior quantidade de ovos e foram considerados suscetíveis.

Entre os agentes que desenvolvem um papel importante na defesa das plantas aos insetos, se destacam os compostos fenólicos. Esse grupo de compostos secundários age como inibidores da digestão dos insetos devido a produção de radicais livres (APPEL, 1993). Estudo sobre a relação da quantidade de compostos secundários produzidos em genótipos de cana-de-açúcar sob o ataque de cigarrinha das raízes revela que as plantas atacadas pelas ninfas apresentam maiores teores de fenóis totais tanto nas raízes como nas folhas. A presença de elevado teor de fenóis nas plantas do genótipo SP8642, inclusive naquelas que nunca sofreram o ataque da praga, pode ser um indicativo da sua resistência do tipo não preferência (SILVA et al., 2005).

O odor produzido pelas folhas dos genótipos também pode ser um dos fatores responsáveis pela resistência das plantas às cigarrinhas (FENNAH, 1939). No entanto esse mecanismo só pode ser efetivo quando é oferecida a livre escolha da praga ao genótipo que normalmente não ocorre em plantações comerciais (GARCIA et al., 2011), principalmente, no caso em particular, da cultura da cana-de-açúcar que ocupa extensas áreas no Brasil e no mundo.

4.2.2. Preferência para oviposição sem chance de escolha

No teste de preferência para oviposição sem chance de escolha o número de ovos encontrados nos genótipos variou significativamente (Tabela 3). Os genótipos IACSP95-5000, IACSP95-5094, IACSP96-7569 e RB92579 foram mais ovipositados, enquanto o IACBIO-195 foi o menos.

Ao avaliar a oviposição em genótipos de cana-de-açúcar em teste sem chance de escolha, Lima (2010a) não observou diferença significativa entre os dez genótipos estudados.

Tabela 3. Número de ovos de *Mahanarva* sp.1 em genótipos de *Saccharum* spp. em teste sem chance de escolha.

Genótipos	Número de Ovos
IACSP95-5000	126,80 a
IACSP95-5094	201,80 a
IACSP96-7569	115,60 a
IACSP97-4039	84,60 ab
IACBIO-195	10,60 b
RB92579	103,20 a
RB966928	83,60 ab
C. V.(%)	39,81
F	4,6831*

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey; *p < 0,05.

Garcia et al. (2011) verificaram a preferência de oviposição de cigarrinha das raízes em seis genótipos de cana-de-açúcar: SP81-3250, SP79-1011, SP80-1816, RB835486, SP80-1842 e RB72454. O SP81-3250 recebeu a maior quantidade de ovos e foi considerado suscetível à praga, enquanto os demais receberam significativamente menos ovos.

Dinardo-Miranda et al. (2016) também em teste sem chance de escolha, destacaram a resistência do tipo não preferência para oviposição do genótipo IACSP96-4042. Nesse genótipo foi encontrada a menor quantidade de ovos (39,6) entre os doze avaliados. O IAC91-1099 com 230,6 ovos foi o preferido pela praga para ovipositar e, por isso, foi considerado o mais suscetível.

A preferência para oviposição de cigarrinha das raízes ao genótipo IACSP95-5000 foi avaliada tanto no presente estudo (Tabela 3) com em Dinardo-Miranda et al. (2016). Os autores destacaram que esse genótipo foi um dos que receberam mais ovos da praga (149,1) quando comparada aos demais em estudo. No presente trabalho esse genótipo também foi bastante ovipositado (126,0), fato esse que confirma sua suscetibilidade.

Ainda, conforme Dinardo-Miranda et al. (2016), os adultos de cigarrinha das raízes se abrigam e se alimentam mais nas cultivares que são preferidas para oviposição. Os dados encontrados no presente trabalho corroboram com essa afirmação. Os genótipos que foram mais atrativos aos adultos (Tabela 2) (IACSP95-

5094 e IACSP96-7569) também foram um dos que mais receberam ovos no teste sem chance de escolha (Tabela 3).

Os dados sobre testes de não preferência de pragas às cultivares têm grande importância para a implementação do manejo integrado de culturas extensivas onde, frequentemente, é cultivado somente um genótipo em larga escala e, assim, não há opção de escolha entre genótipos para o inseto (LOURENÇÃO; YUKI, 1982). Isso ocorre, especialmente, no caso do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil onde poucos genótipos ocupam extensas e contínuas áreas em várias regiões do país (DINARDO-MIRANDA et al., 2016).

Os resultados de sobrevivência ninfal, razão sexual, número de ovos em teste sem chance de escolha e atratividade de adultos evidenciam que o genótipo IACBIO-195 expressa um alto nível de resistência do tipo antibiose e não preferência para oviposição e alimentação. Originário do cruzamento entre um genótipo de cana-de-açúcar *Saccharum* spp. (RB855465) e um da espécie *Saccharum spontaneum* (GLAGAH), o IACBIO-195 é um exemplar de cana energia. Os programas de melhoramento genético têm realizado esse tipo de hibridação que envolve germoplasmas de plantas selvagem que possuem um alto teor de fibra e elevada produção de biomassa. O cruzamento de acessos de *S. spontaneum* e *Saccharum robustum* Brandes & Jew com as cultivares atuais (*Saccharum* spp.) são os mais frequentes (SILVEIRA, 2014).

As plantas da espécie *S. spontaneum* apresentam elevado vigor, rusticidade, dureza e resistência a estresses bióticos e abióticos (SNYMAN, 2004). Sendo a resistência um caráter hereditário (LARA, 1991), no caso específico do genótipo IACBIO-195, esse pode herdar genes de resistência do seu parental *S. spontaneum*.

No momento, é grande o interesse pelos genótipos cana-energia tanto por parte dos programas de melhoramento genético que estão frequentemente realizando cruzamentos para obtenção desses materiais, quanto por parte dos empresários da indústria cana-de-açúcar. Dessa forma, é suma importante uma melhor investigação sobre a resistência desses novos genótipos (cana-energia), em vista de se conhecer esse novo cenário que se desenha para a entomologia canavieira.

4.3. Tolerância à ninfa e adulto

Nos testes de tolerância ao ataque de ninfas e adultos todos os genótipos apresentaram perdas expressivas da biomassa e do teor de clorofila e não houve diferença entre eles (Tabelas 4 e 5). Este resultado demonstra que todos os genótipos são bastante atacados pela praga. Contudo, notou-se também que os percentuais dessas duas variáveis, principalmente do teor de clorofila, foram maiores nas plantas infestadas com ninfas (Tabelas 4 e 5).

Conforme Dinardo-Miranda (2014) praticamente todos os genótipos que se encontram disponíveis comercialmente também são severamente atacados pelas cigarrinhas das raízes, que causam significativa redução na produtividade e na qualidade da matéria-prima. No entanto, em alguns casos, pode haver diferenças significativas entre eles (DINARDO-MIRANDA, 2010).

Em experimento conduzido em casa de vegetação, Guimarães (2007) quantificou a influência do ataque de cigarrinha das raízes no crescimento de três genótipos de cana-de-açúcar: SP80-1816, RB72454 e SP83-5073. Os genótipos SP80-1816 e RB72454 apresentaram os colmos com menor diâmetro. Além disso, o RB72454 obteve a menor média de biomassa e altura de colmos. O autor destaca ainda que houve uma tendência de diminuição da altura e diâmetro de colmos nos SP80-1816 e RB72454 ao longo do tempo, provavelmente devido à infestação da praga, enquanto o oposto foi observado no SP83-5073.

Dinardo-Miranda et al. (2014) concluíram que o ataque de cigarrinhas das raízes causa redução significativa no teor de clorofila e da biomassa. Entre os vinte e cinco genótipos avaliados os IACSP96-7586, IACSP96-7569 e IACSP97-6682 apresentaram as menores perdas de biomassa sendo assim, considerados tolerantes à praga.

Dinardo-Miranda et al. (2016) também quantificaram as perdas em biomassa e teor de clorofila de genótipos de cana-de-açúcar devido ao ataque dessa praga. Todos os genótipos apresentaram elevadas perdas do teor de clorofila, entretanto não houve diferença entre os materiais estudados. Com relação à perda de biomassa, o genótipo IACSP94-2094 apresentou a menor perda e foi classificado

como tolerante, enquanto o IACSP94-2101 apresentou as maiores perdas e foi considerado o suscetível.

Tabela 4. Perda do teor de clorofila (%) e da biomassa (%) e nota atribuída aos danos provocados por ninfas de *Mahanarva* sp.1 em genótipos de *Saccharum* spp.

Genótipos	Perda de Clorofila (%)	Perda de Biomassa (%)	Notas de Danos
IACSP95-5000	100	54,70	5,00
IACSP95-5094	100	64,26	5,00
IACSP96-7569	79,94	42,48	4,90
IACSP97-4039	91,52	62,87	5,00
IACBIO-195	100	60,16	5,00
RB92579	100	70,39	5,00
RB966928	65,07	47,10	4,70
C. V.(%)	9,48	7,47	2,295
F	2,2062 ^{ns}	0,9251 ^{ns}	0,9 ^{ns}

^{ns}= não significativo.

Tabela 5. Perda do teor de clorofila (%) e da biomassa (%) e nota atribuída aos danos provocados por adultos de *Mahanarva* sp.1 em genótipos de *Saccharum* spp.

Genótipos	Perda de Clorofila (%)	Perda de Biomassa (%)	Notas de Danos
IACSP95-5000	37,44	16,30	3,91 a
IACSP95-5094	33,01	16,92	3,91 a
IACSP96-7569	26,20	20,89	3,00 ab
IACSP97-4039	13,42	14,44	2,16 b
IACBIO-195	26,76	27,82	2,91 ab
RB92579	14,40	8,05	2,50 ab
RB966928	26,35	20,97	2,66 ab
C. V.(%)	56,29	75,79	22,48
F	1,0745 ^{ns}	0,5011 ^{ns}	2,927*

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey; *p < 0,05;

^{ns}= não significativo.

Em experimento em condições de campo, com dezoito genótipos de cana-de-açúcar, Dinardo-Miranda et al. (1999) avaliaram as perdas decorrentes do ataque de cigarrinha das raízes em canaviais colhidos em diferentes épocas ao longo da safra. As perdas em produtividade atingiram em média 56,4 t ha⁻¹. As maiores perdas – superiores a 70 t ha⁻¹ – foram encontradas nos genótipos IAC83-2396, IAC83-4107,

IAC85-3229, PO86-1107 e IAC86-2210. Enquanto nos IAC82-3092 e IAC83-2405 foram encontradas as menores perdas – entorno de 30 t ha⁻¹.

A redução do teor de clorofila e da biomassa pode ser explicada devido à desordem fisiológica causada durante o processo de alimentação da praga. Ao se alimentarem, as fases de ninfa e adulto de cigarrinha das raízes injetam secreção salivar e retiram seiva bruta que contem sais inorgânicos, aminoácidos e açúcares. Durante o processo de alimentação, a epiderme na região do tecido celular parenquimatoso externo, o mais rico em cloroplastos é atingida pelo aparelho bucal do inseto. Além disso, os insetos injetam enzimas (amilase ou oxidase) ou aminoácidos que destroem os cloroplastos, causando oclusão nos elementos do floema e gradual necrose dos tecidos próximos às picadas (FEWKES, 1969; GARCIA, 2006). Como consequência desse mecanismo alimentar, há redução do processo fotossintético que compromete a formação de açúcares nas folhas e, assim, não há acúmulo nos colmos que se tornam menores, mais finos e com entrenós mais curtos (DINARDO-MIRANDA, 2003).

As notas de danos provocados pelo ataque de ninfas não variaram significativamente (Tabela 4). Todavia o mesmo não ocorreu em relação às notas atribuídas aos danos provocados pelos adultos que variaram significativamente entre os genótipos. Os IACSP95-5000 e IACSP95-5094 foram os que menos toleraram o ataque da praga e, assim, apresentaram as maiores notas de dano, enquanto o IACSP97-4039 apresentou menor nota e foi o mais tolerante (Tabela 5).

Conforme Lara (1991) um genótipo pode ser considerado tolerante quando sofre menos danos em relação aos demais, sob um mesmo nível de infestação de determinada praga. Esse genótipo apresenta a capacidade de suportar o ataque através da regeneração de tecidos destruídos, emissão de novos perfilhos ou por outro meio, de modo que, o ataque não comprometa significativamente a quantidade e a qualidade de sua produção. Esse tipo de resistência depende exclusivamente da planta e não atua sobre o inseto. Possivelmente, o genótipo IACSP97-4039 apresenta uma maior capacidade de regeneração dos tecidos atacados pela cigarrinha das raízes e, por isso, tenha se sobressaído frente aos demais genótipos avaliados.

5. CONCLUSÕES

O genótipo IACBIO-195 expressa resistência do tipo antibiose e não preferência para alimentação de adultos e oviposição;

O genótipo RB966928 expressa resistência do tipo antibiose;

O genótipo IACSP974039 expressa resistência do tipo tolerância.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA-FILHO, A.; SANTOS, A. S. Controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata*, com o fungo entomopatogênico *Metarhizium anisopliae*. In: **CONGRESSO NACIONAL DA STAB VIII**, 2002, Recife. Anais do congresso nacional da STAB. Recife: STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos, 2002a. p.84-87.
- ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA-FILHO, A.; SANTOS, A. S.; LEITE, L. G.; ALVES, S. B. Controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar, *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae), em cana cultivada no sistema orgânico. In: **CONGRESSO NACIONAL DA STAB VIII**, 2002, Recife. Anais do congresso nacional da STAB. Recife: STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos, 2002b. p.79-83.
- ALMEIDA, L. C.; DIAS-FILHO, M. M.; ARRIGONI, E. B. Primeira ocorrência de *Telchin Licus* (Drury, 1773), a broca gigante da cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, v.82, n.2, p.226-233, 2007.
- ALVES, R. T.; CARVALHO, G. S. Primeiro registro das espécies de cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva spectabilis* (Distant) e *Mahanarva liturata* (Le Peletier & Serville) atacando canaviais na região de Goianésia (GO), Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.81, n.1, p.83-85, 2014.
- ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S.B. 2.Ed. **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 289-370.
- ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: **Controle microbiano de insetos**. São Paulo: Manole, 1986. p.73-126.
- ANDRADE, L. A. B. Cultura da cana-de-açúcar. In: **Produção de aguardente de cana**. 2. Ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. p.25-68.
- APPEL, H.M. Phenolics in ecological interactions: the importance of oxidation. **Journal of Chemical Ecology**, v.19, p.1521-1552, 1993.
- ARAÚJO-JÚNIOR, J. V. **Avaliação de variedades RB (República do Brasil) em relação ao ataque das principais pragas da cana-de-açúcar em Rio Largo, Estado de Alagoas**. 2008. 71f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.
- ARRIGONI, E. de B. Nova praga da cana-de-açúcar na região centro-sul. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.27, n.1, p.42-44, 2008.

AUAD, A. M.; DOMINGUES, M. A.; SOUZA, L. S.; CARVALHO, G. S.; PAULA-MORAES, S. V. Genetic variability of *Mahanarva* sp. (Hemiptera: Cercopidae) collected from different sites in Brasil. **Genetic and Molecular Research**, v.9, n.2, p.1005-1010, 2010.

AUAD, A. M.; SIMÕES, A. D.; PEREIRA, A. V.; BRAGA, A. L. F.; SOUZA-SOBRINHO, F.; LEDO, F. J. S.; PAULA-MORAES, S. V.; OLIVEIRA, A. S.; FERREIRA, R. B. Seleção de genótipos de capim-elefante quanto à resistência à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.8, p.1077-1081, 2007.

BATISTA-FILHO, A.; ALMEIDA, J. E. M.; SANTOS, A. S.; MACHADO, L. A.; ALVES, S. B. Eficiência de isolados de *Metarhizium anisopliae* no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (Homoptera: Cercopidae). In: **CONGRESSO NACIONAL DA STAB VIII**, 2002, Recife. Anais do congresso nacional da STAB. Recife: STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos, 2002. p.73-78.

BEAUCLAIR, E. G. F. The relationship between stomata and sugar content. **USDA Annual Report of 1982**. USA: USDA. 1983, p. 90-91.

BOIÇA-JUNIOR, A. L.; DA SILVA, A. G.; BOTTEGA, D. B.; DE SOUZA, B. H. S.; PEIXOTO, M. L.; SOUZA, J. R. Resistência de plantas e o uso de produtos naturais como táticas de controle no manejo integrado de pragas. In: BUSOLI, A. C.; FRAGA, D. F.; DOS SANTOS, L. da C.; DE ALENCAR, J. R. de C. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; JANINI, J. C.; DE SOUZA, L. A.; VIANA, M. A.; FUNICHELLO, M. **Tópicos em entomologia agrícola – IV**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel (Gráfica e Editora Mulipress), 2011. p. 139-158.

BOIÇA-JUNIOR, A. L.; DE SOUZA, B. H. S.; LOPES, G. da S.; COSTA, E. N.; DE MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I. Atualidades em resistência de plantas a insetos. In: BUSOLI, A. A.; DE ALENCAR, J. R. de C. C.; FRAGA, D. F.; DE SOUZA, L. A.; DE SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em entomologia agrícola – VI**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel, 2013. p.207-224.

BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. **Biochemistry and biology of plants**. Rockville, Maryland: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367p.

BUSOLI, A. A.; FRAGA, D. F.; NETTO-CROSARIOL, J.; DE ALENCAR, J. R. de C. C.; DE SOUZA, L. A.; VALENTE, F. I. Atualidades em manejo integrado de pragas. In: BUSOLI, A. A.; DE ALENCAR, J. R. de C. C.; FRAGA, D. F.; DE SOUZA, L. A.; DE SOUZA, B. H. S.; GRIGOLLI, J. F. J. **Tópicos em entomologia agrícola – VI**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel, 2013. p.185-206.

CARDONA, C.; MILES, J.W.; SOTELO, G. An improved methodology for massive screening of *Brachiaria* spp. genotypes for resistance to *Aenolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). **Journal of Economy Entomology**, v.92, p.490–496, 1999.

CARDOSO, A. M.; ROCHA-NETO, A. F. da. Aspectos do controle biológico das principais cigarrinhas da cana-de-açúcar no Brasil. In: PINTO, A. de S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; MALERBO-SOUZA, D. T. **Controle biológico de pragas: na prática**. Piracicaba: CP 2, 2006. p.235-253.

CARVALHO, G. S.; WEBB, M. D. **Cercopidae spittle bugs of the world**. Sofia: Pensoft Publishers, 2005. 271p.

CASTRO, P. R. C. Utilização de reguladores vegetais no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: **Curso: Fisiologia vegetal aplicada à cana-de-açúcar**. STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos, Maceió, p.7 – 10, 2001.

CHAVES, J. B. P.; DA SILVA, C. A. B.; DA SILVA, F. C.; CESAR, M. A. A. Produção, qualidade e mercado de açúcar mascavo, melado e rapadura, no Brasil. In: DA SILVA, F. C.; CESAR, M. A. A.; DA SILVA, C. A. B. **Pequenas indústrias rurais de cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.13-20.

CLEMENTE, L. **Avaliação dos resultados financeiros e riscos associados de uma típica usina de co-geração sucro-alcooleira**. 2003. 93f. Monografia (Curso de Especialista) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília, 2015. Disponível em: http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjru7R_7PMAhVFjJAKHQD0C74QFggnMAE&url=http%3A%2F%2Fconab.gov.br%2FOlalaCMS%2Fuploads%2Farquivos%2F15_08_13_15_58_44_boletim_cana_portugues__2o_lev__1516.pdf&usq=AFQjCNHPPB8SSep9KIUcy0QG76SZBYqwGA&bvm=bv.120853415,d.Y2l. Acesso em: 4 de abril de 2016.

DEGASPARI, N.; BOTELHO, P. S. M.; ALMEIDA, L. C.; CASTILHO, H. J. Biologia de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae), em dieta artificial e campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.6, p.553-558, 1987.

DELGADO, A. V.; CASSANOVA, C. de A. Sugarcane processing and by-products of the sugar industry. Roma. **FAO AGRICULTURAL SERVICE BULLTIN**, v.144, 2001.
DINARDO-MIRANDA, L. L. **Cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2003. 70p.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar. In: SALVADORI, J. R.; ÁVILA, C. J.; DA SILVA, M. T. B. **Pragas de solo do Brasil**. Passo Fundo: Fundacep Fecotrigo, 2004. 544p.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Cigarrinhas em cana crua. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; ROSSETO, R.; STUPIELLO, J. P. (Ed.). Semana da cana-de-açúcar de Piracicaba, 4., 1999. Piracicaba. **Anais da Semana da cana-de-açúcar de Piracicaba**. Piracicaba: Comissão Organizadora, 1999. p.36-37.

DINARDO-MIRANDA, L. L. **Nematoides e pragas da cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2014. 400 p.

DINARDO-MIRANDA, L. L. O papel da retirada da palha no manejo da cigarrinha das raízes. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.20, n.5, p.23, 2002.

DINARDO-MIRANDA, L. L. Pragas. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. C. A. 2.Ed. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agronômico, 2010. p. 349-403.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; COSTA, V. P.; FRACASSO, J. V.; PERECIN, D.; OLIVEIRA, M. C.; IZEPPI, T. S.; LOPES, D. O. P. Resistance of Sugarcane Cultivars to *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, v.43, n.1, p.90-95, 2014.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G.; CARVALHO, P. A. M. Influência da época de colheita e do genótipo de cana-de-açúcar sobre a infestação de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, v.30, n.1, p.145-149, 2001.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FERREIRA, J. M. G.; LANDELL, M. G. A.; BIDÓIA, M. A. P. Infestação de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em genótipos de cana-de-açúcar, colhidos em três épocas. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.22, n.4, p.46-49, 2004.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FIGUEIREDO, P.; LANDELL, M. G. A.; FERREIRA, J. M. G.; CARVALHO, P. A. M. Danos causados pelas cigarrinhas das raízes (*Mahanarva fimbriolata*) a diversos genótipos de cana-de-açúcar. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.17, n.5, p.48-52, 1999.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V. Cana crua e *Sphenophorus Levis*. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.27, n.5, p.23-24, 2009.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; FRACASSO, J. V.; PERECIN, D.; DE OLIVEIRA, M. C.; LOPES, D. O. P.; IZEPPI, T. S.; DOS ANJOS, I. A. Resistance mechanisms of sugarcane cultivars to spittlebug *Mahanarva fimbriolata*. **Scientia Agricola**, v.73, n.2, p.115-124, 2016.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; PIVETTA, J. P.; FRACASSO, J. V. Economic injury level for sugarcane caused by the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae). **Scientia Agricola**, v.65, n.5, p.16-24, 2008.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; VEIRA, S. R.; FRACASSO, J. V.; GRECO, C. R. Uso da geoestatística na avaliação da distribuição espacial de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.66, n.1, p.449-455, 2007.

DUARTE, A. G. **Avaliação de variedades (República do Brasil) em relação ao ataque das principais pragas da cana-de-açúcar em Rio Largo, Estado de Alagoas**. 2009. 94f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

EVANS, H. The root system of the sugarcane. **Empire Journal Experimental Agriculture**, v.3, p.351-362, 1935.

FAO. **Sugarcane productors in the world**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2016. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso em: 29 de abril de 2016.

FENNAH, R. G. A summary of experimental work on varietal resistance of sugarcane to *Tomaspis saccharina*. **Tropical Agriculture**. v.16, p.233-240, 1939.

FENNAH, R. G. Revisionary notes on the New world genera of cercopid froghoppers (Homoptera: Cercopidae). **Bulletin Entomological Research**, v.58, p.165-190, 1968.

FEWKES, D.W. The biology of sugarcane froghoppers. In: WILLIAMS, J.R.; METCALFE, J.R.; MUNGOMERY, R.W.; MATHES, R. (Ed.). **Pests of sugarcane**. Amsterdam: Elsevier, 1969. p.283-307.

FIGUEIREDO, P. Breve história da cana-de-açúcar e do papel do instituto agrônômico no seu estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. de A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2010. p.31-44.

FRANÇA, S. C.; ROBERTO, P.G.; MARINS, M.A.; PUGA, R.D.; RODRIGUES, A.; PEREIRA, J.O. Biosynthesis of secondary metabolites in sugarcane. **Genetics and Molecular Biology**, v. 24, n.1-4 p. 243-250, 2001.

FRANCO, E. **Estudo sobre a cigarrinha dos canaviais**. Aracajú: P. D. A. S. D.V., 1951. 75p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, C. G.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba: Fealq, 2002. 920p.

GARCIA, J. F. **Bioecologia e manejo de cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar**. 2006. 99f. Tese (Doutorado) – ESALQ/USP, Piracicaba, 2006.

GARCIA, J. F.; MACEDO, L. M.; BOTELHO, P. S. As cigarrinhas da cana-de-açúcar. In: PINTO, A. S. **Controle de pragas da cana-de-açúcar**. Sertãozinho: Biocontrol, 2006. p.29-33.

GARCIA, J. F.; PRADO, S. S.; VENDRAMIM, J. D.; BOTELHO, O. S. Effect of sugarcane varieties on the development of *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae). **Revista Colombiana de Entomologia**, v.37, n.1, p.16-20, 2011.

GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P. Laboratory rearing technique of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae). **Scientia Agricola**, v.64, p.73–76, 2007.

GARCIA, J.F.; PRADO, S.S.; VENDRAMIM, J.D.; BOTELHO, O.S. Effect of sugarcane varieties on the development of *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae). **Revista Colombiana de Entomologia**, v.37, p.16–20, 2011.

GONÇALVES, T. D.; MUTTON, M. A.; PERECIN, D.; CAMPANHÃO, J. M.; MUTTON, M. J. R. Qualidade da matéria prima em função de diferentes níveis de danos promovidos pela cigarrinha-das-raízes. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.22, n.2, p.29-33, 2003.

GRISOTO, E. **Resistência de gramíneas à *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae)**. 2008. 56f. Dissertação (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba, 2008.

GUAGLIUMI, P. **Pragas da cana-de-açúcar: Nordeste do Brasil**. IAA: Rio de Janeiro, 1973. 622p.

GUIMARÃES, E. R. **Cigarrinha-das-raízes em cana-de-açúcar: resistência genotípica e interação planta-praga**. 2007. 53f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

JAMES, G. L. An introduction to sugarcane. In: JAMES, G. L. **Sugarcane**. 2.Ed. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2004. p.1-27.

LANDELL, M. G. de A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. C. A. 2.Ed. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2010. p. 101-156.

LANDELL, M. G. de A.; PINTO, L. R.; CRESTE, S.; XAVIER, M. A.; DOS ANJOS, I. A.; VASCONCELOS, A. C.; BIDÓIA, M. A. P.; DA SILVA, D. N.; SILVA, M. de A. Seleção de novas variedades de cana-de-açúcar e seu manejo de produção. **Informações tecnológicas Agrônomicas (Encarte técnico)**, Piracicaba, v. 110, p. 18-24, 2005.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2.Ed. São Paulo, Editora Ícone. 336p, 1991.

LESLIE, G. Pests of sugarcane. In: JAMES, G. L. **Sugarcane**. 2.Ed. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2004. p.78-99.

LIMA, C. L. **Resistência de variedades de cana-de-açúcar à cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae)**. 2010. 67f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010a.

LIMA, H. M. A. **Avaliação de variedades (República do Brasil) em relação ao ataque das principais pragas da cana-de-açúcar em Rio Largo, Estado de Alagoas**. 2010. 73f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010b.

LOPES, D. O. P.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; BUSOLI, A. C. Atualidades em pragas da cultura da cana-de-açúcar: Sudeste e Nordeste do Brasil. In: BUSOLI, A. C.; FRAGA, D. F.; SANTOS, L. C.; ALENCAR, J. R.C. C.; GRIGOLLI, J. F. J.; JANINI, J. C.; SOUZA, L. A.; VIANA, M. A.; FUNICHELLO, M. **Tópicos em Entomologia Agrícola – IV**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Bandel (Gráfica e Editora Multipress), 2011, p.47-64.

LOPES, L. **Expressão gênica diferencia em cana-de-açúcar em resposta ao ataque de cigarrinha-das-raízes**. 2013. 48f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

LOURENÇÃO, A. L.; YUKI, V. A. *Bemisia tabaci* (Genn) (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition on three soybean varieties in a non-choice type experiment. **Bragantia**, v.41, n.1, p.199-202, 1982.

MACEDO, N. Atualização no controle de cupins subterrâneos em cana-de-açúcar. In BERTI-FILHO, E.; FONTES, L. R. **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.121-126.

MACHADO, L. A.; HABIB, M. *Migdolus fryanus* (Westwood, 1863) (Coleoptera: Vesperidae): praga da cultura da cana-de-açúcar. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.37, n.3, p.375-381, 2006.

MADALENO, L. L.; RAVANELI, G. C.; PRESOTTI, L. E.; MUTTON, M. A.; FERNANDES, O.; MUTTON, M. J. R. Influence of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) injury on the quality of sugarcane juice. **Neotropical Entomology**, v.37, n.1, p.68-73, 2008.

MAPA. **Culturas: cana-de-açúcar**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar>. Acesso em: 20 abril de 2016.

MARTIN, J. P. The anatomy of the sugar cane plant. In: MARTIN, J. P.; ABBOTT, E. V.; HUGHES, C. G.(Eds.). **Sugar-cane diseases of the world**. Amsterdam: Elsevier, 1961. p. 1-52.

MENDONÇA, A. F. **Cigarrinhas da cana-de-açúcar: controle biológico**. Maceió: Insecta, 2005. 317p.

MENDONÇA, A. F.; BARBOSA, G. V. S.; MARQUES, E. J. As cigarrinhas da cana-de-açúcar nos Brasil. In: MENDONÇA, A. F. (Ed.). **Pragas da Cana-de-açúcar**. Maceió, Insetos & Cia, 1996. p.171-192.

MENDONÇA, A. F.; FLORES, S.; SÁENZ, C. E. Cigarrinhas da cana-de-açúcar na América Latina e Caribe In: MENDONÇA, A. F. **Cigarrinhas da cana-de-açúcar: controle biológico**. Maceió: Insecta, 2005. p.51-94.

MENDONÇA, A. F.; MENDONÇA, I. C. B. R. Cigarrinha da raiz *Mahanarva fimbriolata*. In: MENDONÇA, A. F. **Cigarrinhas da cana-de-açúcar: controle biológico**. Maceió: Insecta, 2005. p.95-140.

MOREIRA, C. **Os insetos daninhos: a cigarrinha dos canaviais**. São Paulo: Chácaras e Quintais, 1920. 480p.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. S.; SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M. História e morfologia da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. In: **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p.11-18.

NOVARETTI, W. R. T.; CARDERAN, J. O.; TOTINO, L. C.; NELLI, E. J.; STRABELLI, J.; BORTOLIN, J. R. Experimentos de controle de cupins em cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Coopersucar**, n.42, p.12-24, 1988.

NUNES-JÚNIOR, D. O estado da arte sobre *Migdolus* spp. (Coleoptera: Cerambycidae). In: CHIARINELLI, M. D. **O estado do conhecimento sobre o *Migdolus***. Tarumã: CIA Agrícola Nova América, 1996. p.5-15.

OLIVEIRA, C. M.; AUAD, A. M.; MENDES, S. M.; FRIZZAS, M. R. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Elsevier**, v.56, n.1, p.50-54, 2014.

ORTEGA-FILHO, S.; BRONDI, E. O. Produção de plástico biodegradável a partir do açúcar da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. In: **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p.376-384.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. New York: McMillan, 1968. 520p.
PECK, D. C. Diversidad y distribución. Seminario 1. In: **Taller sobre La bioecología y manejo de cercopídios em gramíneas**. CENGICAÑA, Santa Lucía Cotzumalguapa, Guatemala, 2001, p.1-16.

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. 6.Ed. Columbus: Pearson Prentice Hall, 2009. 784p.

PINTO, A. de S.; GARCIA, J. F.; OLIVEIRA, H. N. de. Manejo das principais pragas da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A.de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba, CP 2, 2006. p.257-280.

PLANALSUCAR. **Guia das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: PLANALSUCAR, 1982. 28p.

PRECETTI, A. A. C. M.; NASATO, A. C. M.; BELTRAME, G. J.; OLIVEIRA, J. E.; PALINI-JÚNIOR, M. Perdas do produção em cana-de-açúcar causadas pela saúva mata-pasto, *Atta bisphaerica* – Parte I. **Boletim Técnico Copersucar**, v.42, p.25-30, 1988a.

PRECETTI, A. A. C. M.; NASATO, A. C. M.; BELTRAME, G. J.; OLIVEIRA, J. E.; PALINI-JUNIOR, M. Perdas do produção em cana-de-açúcar causadas pela saúva mata-pasto, *Atta bisphaerica* – Parte II. **Boletim Técnico Copersucar**, v.42, p.25-28, 1988b.

RAVANELI, G. C.; GARCIA, D. B.; MADALENO, L. L.; MUTTON, M. A.; STUPIELLO, J. P.; MUTTON, M. J. R. Spittlebug impacts on sugarcane quality and ethanol production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.2, p.120-129, 2011.

ROACH, B. T.; DANIELS, J. A review of the origin and improvement of sugarcane. In: **COPERSUCAR INTERNATIONAL SUGARCANE BREEDING WORKSHOP**, 1987. Piracicaba: Coopersucar, 1987. p.1-31.

RODRIGUES, V. de M. **Avaliação de variedades(República do Brasil) em relação ao ataque de pragas**. 2011. 90f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

ROSSETO, C. J. **Resistência de plantas a insetos**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1973. 171p.

SCARPARI, M. S.; BEUCLAIR, E. G. F. Anatomia e botânica. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. C. A. 2.Ed. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2010. p. 47-56.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SILVA, R. J. N.; GUIMARÃES, E. R.; GARCIA, J. F.; BOTELHO, P. S. M.; FERRO, M. I. T.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R. **Infestation of froghopper nymphs changes the amouts of total phenolics ind sugarcane**. *Scientia Agrícola*. v.62, n.6, p.543-546, 2005.

SILVEIRA, L. C. I. **Melhoramento genético da cana-de-açúcar para obtenção de cana energia**. 2014. 84 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SNEATH, P. H. A.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**: the principles and practice of numerical classification. San Francisco: W.H. Freeman, 1973. 573p.

SNYMAN, S. J. Sugarcane transformation. In: CURTIS, I.S.; **Snyman, S. J. Transgenic crops of the world – Essential protocols**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004. p.103-114.

STATSOFT, Inc. (2004). STATISTICA (data analyses software system), version 7. Disponível em: <71el.statsoft.com>.

VASCONCELOS, A. C.; CASAGRANDE, A. A. Fisiologia do sistema radicular. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.C.A. 2.Ed. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2010. p. 79-97.

VEIGA-FILHO, A. de A.; FRONZAGLIA, T.; TORQUATO, S. A. A necessidade de inovação tecnológica agrícola para sustentar o novo ciclo expansionista do setor sucroalcooleiro. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. C. A. 2.Ed. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2010. p. 855-867.

VILELA, R. A. de G.; DE LAAT, E. F.; LUZ, V. G.; DA SILVA, A. J. N.; TAKAHASHI, M. A. C. Pressão por produção de riscos: a “maratona” perigosa do corte manual da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.131, n.40, p.30-48, 2015.

VIVEIROS, A. J. A. **Efeitos do dano da broca gigante *Castnia Licus Dury, 1770 (Lepidoptera: Castniidae)* sobre algumas características agroindustriais da cana-de-açúcar no Estado de Alagoas**, Brasil. Recife, 1989. 93 f. Dissertação (Mestrado) - UFRPE, Recife, 1989.