



OCTAVIO GABRYEL ARAUJO

**RESISTÊNCIA DE SORGO PARA PRODUÇÃO
DE BIOENERGIA À *Diatraea saccharalis*
(Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae)**

LAVRAS – MG

2015

OCTAVIO GABRYEL ARAUJO

**RESISTÊNCIA DE SORGO PARA A PRODUÇÃO DE BIOENERGIA À
Diatraea saccharalis (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Luís Claudio Paterno Silveira

Coorientadora

Dra. Simone Martins Mendes

LAVRAS - MG

2015

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Araujo, Octavio Gabryel.

Resistência de sorgo para produção de bioenergia à
Diatraea saccharalis (Fabricius, 1794) (Lepidoptera:
Crambidae) / Octavio Gabryel Araujo. – Lavras : UFLA, 2015.
53 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal
de Lavras, 2015.

Orientador: Luis Claudio Paterno Silveira.
Bibliografia.

1. MIP. 2. Resistência de plantas. 3. Broca da cana. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

OCTAVIO GABRYEL ARAUJO

**RESISTÊNCIA DE SORGO PARA A PRODUÇÃO DE BIOENERGIA À
Diatraea saccharalis (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de Fevereiro de 2015.

Dr. Paulo Afonso Viana EMBRAPA

Dra. Rosângela Marucci UFLA

Dr. Luís Claudio Paterno Silveira
Orientador

Dra. Simone Martins Mendes
Coorientadora

LAVRAS-MG

2015

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Entomologia pela oportunidade concedida para realização do mestrado

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos.

A Petrobrás pela concessão de recursos através do projeto "Desenvolvimento e aperfeiçoamento de sistemas de produção de sorgo sacarino em áreas de reforma de canaviais"

Aos professores do Departamento de Entomologia pelos ensinamentos transmitidos Ao Orientador Luís Claudio Paterno Silveira pela orientação, paciência e dedicação durante esse tempo de convivência.

A Embrapa Milho e Sorgo por todo suporte técnico e estrutural durante o desenvolvimento dos trabalhos.

A Dra. Simone Martins Mendes pela orientação, paciência, dedicação, amizade e conselhos durante a minha caminhada científica.

Aos colegas de laboratório, por toda ajuda prestada na execução dos trabalhos.

A Eustáquio Francisco Souza de Oliveira pelo apoio e ensinamentos.

Ao Dr. Rafael Parrella pela concessão de material e ajuda na análise de dados.

A Dra. Maria Lucia Simeone pela ajuda com as análises.

A todos os meus amigos que não participaram efetivamente do meu trabalho, mas que foram cruciais para o desenvolvimento deste.

A meus pais por todo apoio emocional e psicológico.

“Não é na ciência que está a felicidade, mas na aquisição da ciência.”

Edgar Allan Poe

RESUMO

Objetivou-se, neste trabalho, analisar a resistência de diferentes genótipos de sorgo sacarino e sorgo biomassa à *D. saccharalis*. Foram estudados os danos causados pela praga *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), em genótipos de sorgo sacarino e biomassa. Este trabalho é constituído de dois bioensaios. No primeiro bioensaio, dez cultivares comerciais e experimentais de sorgo sacarino foram cultivadas na unidade experimental da Embrapa Milho e Sorgo, sob infestação natural da praga. Após o florescimento, foram feitos três cortes sequenciais, com intervalos de 21 dias, aos 114, 135 e 156 dias, após o plantio. Foram medidas as variáveis: altura das plantas, número de internódios sadios, brocados e totais, posição e tamanho da galeria, intensidade de infestação de colmos e a quantidade de sólidos solúveis (°Brix). Para o bioensaio de sorgo biomassa, 16 tratamentos foram selecionados entre genótipos comerciais e experimentais do Programa de Melhoramentos de Sorgo da Embrapa. As variáveis altura das plantas, quantidade de internódios sadios, brocados, e totais, posição e tamanho da galeria, a intensidade de infestação de internódios e intensidade de infestação total, valores de lignina, celulose e hemicelulose foram determinados 240 dias, após a semeadura dos tratamentos. O genótipo de sorgo sacarino CMSXS647 foi o que apresentou a melhor altura de planta, baixa intensidade de infestação da praga, tamanho de galerias reduzidas e alto teor de sólidos solúveis. O genótipo comercial BRS508 se sobressaiu de forma dissemelhante, apresentando alta infestação de broca e baixo teor de sólidos solúveis. Os genótipos de sorgo biomassa que se sobressaíram para os parâmetros avaliados foram o CMSXS7030 e CMSXS7028, uma vez que estes apresentaram menor intensidade de infestação, maior altura de plantas e quantidade de compostos lignocelulósicos.

Palavras-chave: MIP. Resistência de plantas. Broca-da-cana.

ABSTRACT

The objective in this work was to analyze the resistance of different genotypes of sweet and bioenergy sorghum to *D. saccharalis*. We studied the damage caused by *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) in genotypes of sweet and biomass sorghum. This work consisted of two bioassays. In the first bioassay, ten commercial and experimental cultivars of saccharine sorghum were cultivated at the Embrapa Milho e Sorgo experimental unit, under natural infestation of the pest. After flowering, three sequential cuts were made, with intervals of 21 days, at 114, 135 and 156 days after planting. We measured the following variables: plant height, number of healthy, bored and total internodes, gallery position and size, stalk infestation intensity and the amount of soluble solids (°Brix). For the biomass sorghum bioassay, 16 treatments were selected from commercial and experimental genotypes of Sorghum Breeding Program of the Embrapa. The variables plant height, number healthy, bored and total internodes, gallery position and size, interno de infestation intensity and intensity of the total infestation, and lignin, cellulose and hemicellulose values were determined 240 days after sowing. The saccharine sorghum genotype CMSXS647 presented the best plant height, low infestation intensity, reduced galleries size and high content of soluble solids. The commercial genotype BRS508 presented high bore infestation and low content of soluble solids. The genotypes of biomass sorghum that stood out for the evaluated parameters were CMSXS7030 and CMSXS7028, given that they presented lower infestation intensity, higher plant height and lignocellulosic compounds.

Key words: IPM. Plant resistance. Sugarcane bore.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench.....	12
2.2	Bioenergia	14
2.2.1	Sorgo Sacarino	15
2.2.2	Sorgo Biomassa	17
2.3	Manejo de Pragas	18
2.3.1	<i>Diatraea saccharalis</i>	20
2.4	Resistência de plantas	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Bioensaio com Sorgo Sacarino e <i>Diatraea saccharalis</i>	25
3.2	Bioensaio com Sorgo Biomassa e <i>Diatraea saccharalis</i>	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Ensaio com Sorgo Sacarino e <i>Diatraea saccharalis</i>	31
4.2	Sorgo Biomassa	40
5	CONCLUSÕES	46
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A frequente preocupação com a crescente demanda de energia, consumo excessivo de combustíveis fósseis e mudanças climáticas, vem impulsionando a adoção e pesquisas de fontes renováveis e limpas de energia. Nesse contexto, as bioenergias têm surgido como alternativa ecológica e energeticamente viáveis à produção (ANTONOPOULOU et al., 2008).

Com dimensões continentais e uma vasta área ainda a ser explorada, o Brasil se destaca em posição privilegiada para a adoção de bioenergias, as quais podem ser criadas a partir de variadas fontes de matéria-prima. Dentre as alternativas se destaca a produção do biocombustível etanol obtido através da fermentação de plantas como a cana-de-açúcar, milho e sorgo (MAY et al., 2012). Nesse contexto, o sorgo, já conhecido pela sua rusticidade e pela sua utilização na produção de alimento animal e etanol, tem se mostrado também promissor para a produção de biomassa, a ser utilizada como matéria-prima calorífica, principalmente em usinas para obtenção tanto do álcool de segunda geração quanto para a geração de bioeletricidade (MAY et al., 2014).

A produção de sorgo está em crescente expansão (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2014). Dentre as variadas finalidades do sorgo, a destinada à geração de energia é dividida basicamente em duas frentes: o sorgo sacarino para etanol e o sorgo biomassa para geração de energia pela queima. Variedades selecionadas já são utilizadas principalmente na região Centro-Oeste do País, no Triângulo Mineiro e no Oeste da Bahia, com destaque para os estados de Goiás e Minas Gerais, que figuram como os maiores produtores nacionais (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2014).

O sorgo sacarino é a planta que mais se adequa à produção de álcool no Brasil, capaz de fornecer matéria-prima de qualidade para aliviar a pressão do mercado de etanol na entressafra da cana-de-açúcar, e se caracteriza pela

eficiência de conversão da energia solar, pelo caldo rico em açúcares fermentescíveis, pela alta produção de matéria seca e pelo bagaço apresentar poder de queima semelhante ao do bagaço da cana (CARDOSO et al., 2013). Além da geração do álcool de primeira geração pelo caldo, o bagaço resultante do processo pode ser utilizado na queima para obtenção de energia, para a produção de álcool de segunda geração, para alimentação animal, e para produção de biogás de papel (POPESCU; CONDEI, 2014).

O sorgo biomassa apresenta ciclo curto, é propagado por sementes e permite total mecanização do processo, desde o plantio até o transporte para a unidade geradora de energia. Cultivares já testadas pelo Programa de Melhoramento de Milho e Sorgo, desenvolvido na Embrapa Milho e Sorgo, apresentam alto potencial de geração de biomassa, chegando à produtividade acima de 50 toneladas por hectare de matéria seca (MAY et al., 2014).

Apesar de um breve período de testes na década de 80, o cultivo de sorgo com tais finalidades é recente no País e tem demandado informações quanto a ajustes fitotécnicos e manejo de pragas. O controle de insetos-pragas tem sido um gargalo, no que tange à manutenção da produtividade das lavouras. Nesse contexto, pragas polípagas como *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), que causa desfolha na lavoura e *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), que broqueia os colmos, têm se tornado pragas-chave da cultura, não só pelo seu potencial destrutivo, mas pela dificuldade de controle, sobretudo pela falta de inseticidas registrados para lavoura (SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS, 2014). Essa segunda, ainda mais severa, prejudica todos os estádios de desenvolvimento da lavoura. Quando ocorre a infestação no início do desenvolvimento da planta pode causar perfilhamento e até a morte da planta; quando em fase vegetativa, as lagartas podem causar perda de massa verde, abertura de galerias, morte da gema apical, tombamento, quebramento,

encurtamento do entrenó, enraizamento aéreo e germinação das gemas laterais (MENDES et al., 2014).

Estudos sobre manejo e controle dessas pragas na cultura do sorgo e até mesmo sobre o comportamento de cultivares, frente à pressão de infestação de insetos-praga são escassas. Objetivou-se, no presente trabalho, analisar a resistência de diferentes genótipos de sorgo sacarino e sorgo biomassa à *D. saccharalis*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Sorghum bicolor* (L.) Moench

Sorghum bicolor (L.) Moench, conhecido popularmente como sorgo, é originário da África, abaixo do deserto na região do Sudão e da Etiópia, onde se concentra a maior variedade de espécies desse gênero, atualmente. Domesticado há cerca de 2000 anos a. C., por meio de seleção de espécies silvestres, foi levado ao Oriente, por meio de caravelas em suas rotas comerciais (SMITH;FREDERICKSEN, 2000; SANTOS;CASELA; WAQUIL,2005). Os primeiros documentos que dizem respeito ao cultivo do sorgo, datam de 800 a.C, na região da Índia (POPESCU; CONDEI, 2014).

Sua introdução no Brasil foi atribuída aos escravos, onde a cultura ficou conhecida como “milho d’angola” (LIRA, 1981). Compreende uma cultura recente, que a partir da década de 70, tornou-se significativamente comercial, quando a área de plantio alcançou 80 mil hectares, concentrada principalmente no Rio Grande do Sul e São Paulo. Embora há muito conhecido, somente no século XIX o sorgo obteve destaque entre os cereais, chegando a ser o quinto cereal do mundo em área cultivada, ficando atrás de trigo (*Triticum aestivum*), milho (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*) e cevada (*Secale cereale*). Aproximadamente 90% da área cultivada encontra-se nos países em desenvolvimento da Ásia e África, no entanto, as maiores produções são encontradas nos Estados Unidos e Argentina, em decorrência do nível tecnológico utilizado nos últimos 25 anos (FIORINI, 2014). Merece destaque por sua rusticidade, por possuir ciclo relativamente curto, permitir a mecanização de todos os processos desde o plantio até o processamento e pela sua adaptabilidade a condições climáticas (MAY et al., 2014).

Com base em sua rusticidade, o sorgo é cultivado em áreas com condições ambientais secas e/ou quentes, onde a produção de outros cereais se torna inviável. Configura a base alimentar de mais de 500 milhões de pessoas no mundo, em mais de 30 países em desenvolvimento, localizados principalmente na África e Ásia. Nesses países, ele chega a suprir 70% da ingestão calórica diária (MUTISYA et al., 2009).

No Brasil, sua adoção tem se tornado crescente nos últimos anos, elevando o país a um dos dez maiores produtores de sorgo do globo, no entanto quando comparado a outros produtores do continente americano como os Estados Unidos e a Argentina, nossa produção fica aquém do nosso potencial (RIBEIRO FILHO et al., 2008). Os variados tipos de sorgo, sacarino, granífero, forrageiro, vassoura, biomassa e corte, são alternativas de rotação de cultura e diversificação agrícola com significativos impactos sociais e econômicos para a região, otimizando e reduzindo a ociosidade de mão de obra e máquinas (FIORINI, 2014).

Além de representar alternativa como cereal, a cultura também se enquadra como opção à produção de silagem e como matéria-prima complementar à produção do etanol de cana-de-açúcar nas destilarias, onde seus colmos, após o processamento, podem ser utilizados para a produção de vapor nas caldeiras (RIBEIRO FILHO et al., 2008; MAY et al., 2014).

Por ser considerada rústica, a cultura do sorgo leva à conclusões errôneas sobre suas necessidades hídricas e nutricionais de forma que os rendimentos, nem sempre satisfatórios, se devem ao baixo nível de conhecimento das necessidades fisiológicas da planta e das práticas de manejo (DUARTE, 2003).

2.2 Bioenergia

Aproximadamente 87% do consumo mundial de energia é baseado em fontes não renováveis, sendo que mais de 80% tem origem em fontes fósseis, como o petróleo e o carvão mineral, cuja queima resulta em elevada emissão de gás carbônico (CO²), apontado como o maior causador de efeito estufa. No Brasil, a matriz energética não renovável representou, no ano de 2013, 59% de toda a energia gerada no país, porém o país se manteve entre os maiores adeptos da utilização de energias renováveis (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2014).

Prevendo a redução desses valores foi lançado, em 2010, o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC), que tem como objetivo mitigar a emissão de gases causadores do efeito estufa na agricultura, melhorando a eficiência no uso de recursos naturais, aumentando a resiliência de sistemas produtivos, e possibilitar a adaptação do setor agropecuário às mudanças climáticas (GONTIJO NETO; ALVARENGA, 2014).

Alta do preço do petróleo, mudanças climáticas constantes, frequentes crises energéticas, aumento da emissão de gases causadores do efeito estufa e a crescente preocupação com a conservação do meio ambiente têm forçado o País e o mundo a procurar por fontes renováveis de energia (FIORINI, 2014).

No Brasil, 66% da energia produzida é destinada ao setor de indústrias (33,9%) e de transportes (32,1%). O consumo de energias renováveis no Brasil, no ano de 2013, representou 41% de toda a energia produzida no País, dos quais 16,1% são oriundos da biomassa de cana, 12,5% de hidroelétricas, 8,3% da queima de lenha e carvão vegetal e 4,2% de outras fontes renováveis (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2014).

Na década de 1970, o Brasil criou o Programa Nacional do Alcool, conhecido com Proalcool que foi, destacadamente, o maior e mais duradouro

esforço de substituição de combustível fóssil por biocombustível renovável, álcool de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), em termos mundiais. Durante o período de crescimento do programa, as vendas de carros movidos a álcool chegaram a atingir 85% de todas as vendas do País, porém, com a crise de abastecimento de 1989, esse percentual se reduziu em pouco espaço de tempo, mantendo-se em 2% até o ano de 2003 (NITSCH, 1991; FIORINI, 2014).

Neste contexto, baseado no momento de crescente demanda energética de fontes renováveis, grupos de produtores de energia buscam novas culturas capazes de produzir energia limpa e que se encaixem nos programas agrícolas e industriais. Dessa forma, o sorgo sacarino e biomassa são, respectivamente, culturas promissoras para a produção de etanol de primeira geração e energia (MAY et al., 2014).

2.2.1 Sorgo Sacarino

O sorgo sacarino é a planta que mais se adapta ao setor sucroalcooleiro. Quando cultivado em condições ideais é capaz de fornecer matéria-prima de qualidade para abastecer o mercado na entressafra da cana-de-açúcar, reduzindo a instabilidade do mercado de etanol no Brasil (MAY et al., 2014). Ao lado da cana-de-açúcar, que é tradicionalmente empregada na produção de etanol, o sorgo sacarino apresenta-se como uma ótima opção sob o ponto de vista agrônômico e industrial (MAY et al., 2012).

É uma planta exigente em nutrientes, e em função do aproveitamento, tanto do colmo, quanto dos grãos pode levar a problemas de esgotamento do solo, quando realizados cultivos sucessivos sem a correta manutenção do solo. A planta é de ciclo curto (110 a 120 dias), propagada através de sementes, completamente mecanizável e com possibilidade de aproveitamento de todas as partes da planta (ROSOLEM; MACHADO; BRINHOLI, 1984).

Para tornar a produção de álcool, através do sorgo sacarino, uma alternativa viável, são necessários níveis mínimos de produção de açúcar e açúcares redutores totais. Esses valores estão relacionados diretamente com o teor de sólidos solúveis totais (°Brix), que são utilizados como alimentos para leveduras na produção de etanol. Os níveis são desejáveis em maior grau possível, com o caldo apresentando um nível de açúcares redutores totais de, no mínimo 12,5%, correspondendo a 14,25 a 14,5 de °Brix (RITTER et al., 2008). Cada hectare rende em média 40 toneladas de massa, capazes de produzir, aproximadamente, 2200 litros de etanol e 80 quilos de açúcar por hectare. Estimativas de produção de cultivares de sorgo sacarino, com período de utilização industrial de trinta dias, apontam que a produção pode chegar a 50t/ha de colmo e açúcares redutores totais de 14%, capazes de render até 60 litros por tonelada, resultando em 3000 litros de etanol, por hectare (MAY et al., 2014).

No entanto, o caldo de sorgo sacarino, de modo geral, tem uma composição de açúcares diferente em relação ao da cana-de-açúcar, possuindo relativamente mais glicose e menos sacarose, além de teor de amido até 0,5%. Desse modo, o material é menos apto à produção de açúcar cristal e menos propenso à contaminação bacteriana, no momento da fermentação. Além disso, uma vez que as sementes do sorgo sacarino são ricas em amido, e que a colhedora de cana não é capaz de retirar totalmente a massa de grãos da massa de colmos, no momento da colheita, o teor de amido no caldo tende a aumentar, o que pode alterar as condições de fermentação. Ao se considerar o sorgo sacarino como matéria-prima auxiliar, a ser utilizada na entressafra da cana, usando a mesma infraestrutura, é necessário, além de se avaliar seu potencial na produção de etanol, caracterizar o seu bagaço quanto ao potencial termoquímico para queima, e conseqüente geração de energia (MAY et al., 2012).

2.2.2 Sorgo Biomassa

Uma das mais promissoras alternativas para o fornecimento de matéria-prima para a queima direta em caldeiras é o sorgo biomassa. Características como o ciclo curto, de cinco a seis meses, e a possibilidade de mecanização de todo o ciclo produtivo, desde a semeadura até o processamento (MAY et al., 2014); por apresentar sistemas de produção estabelecidos, além de grande diversidade genética - que permite a seleção de materiais com alta tolerância a estresses abióticos, como ao alumínio, à seca e ao calor, o que permite a sua utilização também para a produção de etanol de segunda geração - tornam essa cultura como potencial ao setor energético (MURRAY et al., 2008).

Estima-se que cultivares de sorgo dedicados à bioenergia tenham o potencial de produzir até 50 toneladas/ha de biomassa lignocelulósica seca por ano. Devido às suas características, outra grande vantagem de se utilizar o sorgo é a possibilidade de cultivo em áreas onde não é possível plantar cana-de-açúcar, e o fato da época de plantio da cana se sobrepor à época de colheita do sorgo, o que permitiria o funcionamento de algumas unidades geradoras durante todo o ano, mesmo quando a cana não está disponível (DAMASCENO et al., 2010).

A umidade da biomassa no momento da colheita é variável, em geral a porcentagem de biomassa do sorgo no momento da colheita, quando os grãos atingem a maturidade fisiológica, é em torno de 70% porém, por se tratar de sorgo biomassa, onde a planta é retirada principalmente para a queima, quanto mais baixo o nível de umidade melhor. Em razão do seu ciclo mais longo que o sacarino, as colheitas são realizadas nos meses de maio a junho, período em que, naturalmente, o País sofre com a restrição hídrica, favorecendo a perda de umidade que pode chegar a 50%. Tendo por base o potencial calorífico da biomassa, maiores valores de lignina são desejáveis. Resultados obtidos do

poder calorífico em base seca têm sido verificados em torno de 4000 Kcal/kg, o que demonstra grande potencial da cultura para a geração de energia (MAY et al., 2014).

2.3 Manejo de Pragas

Todos os tipos de sorgo supracitados estão sujeitos a ataques de diferentes pragas e patógenos que podem afetar o rendimento da cultura, seja pela redução na produção de grãos, na de forragens, na qualidade do caldo usado para a produção de etanol e no rendimento de massa verde. Além de danos diretos ainda podem causar danos secundários como o tombamento e quebraimento de plantas, em consequência do enfraquecimento dos colmos atacados por pragas, que podem causar podridão, e por patógenos que levam ao acúmulo de micotoxinas produzidas por fungos (SILVA et al., 2014).

Tecnicamente, para obter maior produtividade e rentabilidade financeira da implantação da cultura do sorgo, o produtor deve fazer o planejamento adequado levando em conta todos os fatores que possam alterar o resultado final. As estratégias de manejo da cultura do sorgo, como em qualquer outra cultura, começam antes do plantio: a escolha da cultivar correta, as datas de início de plantio, as necessidades de nutrientes do solo são fatores que devem ser levados em consideração no manejo operacional da cultura (ANDROCÍOLI, 2014).

Ainda segundo Androcíoli (2014), sementes de sorgo comercializadas no Brasil são tratadas com inseticidas e fungicidas para a sua proteção do armazenamento até a utilização no plantio. No entanto, essa proteção não é suficiente para o controle de pragas e patógenos que ocorrem no solo, sendo necessário um novo tratamento com inseticidas e fungicidas.

As pragas relacionadas à cultura do sorgo podem ser divididas, basicamente, em três grupos: pragas iniciais, pragas de partes vegetativas e

pragas da panícula. As pragas iniciais atacam a parte subterrânea das plantas e a planta em sua fase inicial de desenvolvimento, como é o caso da peludinha (*Astylus varigatus* Germar, 1824), da larva-aramé (*Conoderus scalaris* Germar, 1824), dos corós (*Eutheola*, *Dyscinetus*, *Stenocrates*, *Diloboderus*, *Cyclocephala*, *Phytalus* e *Phyllophaga*), da lagarta-elas mo (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller, 1852) e das formigas cortadeiras (várias espécies). As pragas de partes vegetativas são representadas pelas lagartas desfolhadoras lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* Smith, 1797), a lagarta-militar ou curuquerê (*Mocis latipes* Guenée, 1852.). A praga do colmo é representada pela broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794), sendo responsável pelos maiores danos econômicos relacionados à cultura. As pragas da parte reprodutiva da planta são os pulgões, percevejos e lagartas, além da lagarta da panícula, recém introduzida no País, *Helicoverpa armigera* (Hubner, 1808) (MENDES et al., 2014).

Como o ciclo da cultura, geralmente, é muito curto, é recomendado integrar o máximo possível de estratégias do MIP. Na cultura, tanto os predadores como os parasitoides são agentes de controle, fundamentais para manter o balanço de pulgões, lagartas e percevejos. Dentre os inimigos naturais mais importantes no agroecossistema, durante o desenvolvimento da cultura, destacam-se os predadores como as joaninhas, os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae), a tesourinha (*Doru luteipes*) e alguns percevejos predadores (DEGASPARI et al., 1987; MENDES et al., 2014).

Degaspari et al. (1987), em trabalhos conduzidos no estado de São Paulo, constataram que predadores e parasitas de ovos da broca-do-colmo, contribuem decisivamente para o controle dessa praga. Em condições naturais de campo, o nível de controle observado foi de 70 a 80% dos ovos de *D. saccharalis*, sendo o parasita de ovos *Trichogramma* sp. responsável por cerca de 40% do parasitismo.

Duas pragas têm merecido atenção, quando se trata de sorgo bioenergia: a *S. frugiperda* cujo período crítico é a fase vegetativa até o estágio V9. A larva se instala no interior do cartucho e se alimenta das folhas mais novas, causando perda de área foliar e redução da capacidade fotossintética da planta, levando a um fraco desenvolvimento da planta (MENDES et al., 2014). A outra é a broca-do-colmo, *D. saccharalis*, que dentre todos os insetos-praga merece destaque, devido à grande expansão da cultura da cana-de-açúcar, aumentando as populações que passaram também a atacar, com maior intensidade, o sorgo (LARA et al., 1997).

O controle biológico, utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma galloi*, é recomendado no início do ciclo, com o intuito de reduzir a pressão dessa praga na lavoura, seguida da liberação do parasitóide de larvas, *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891), quando detectada a presença de larvas nos colmos. Ambos os parasitas apresentam-se como estratégias de controle da praga e são indicados uma vez que não existem inseticidas registrados para essa praga na cultura do sorgo (MENDES et al., 2014).

2.3.1 *Diatraea saccharalis*

A broca-da-cana-de-açúcar *D. saccharalis* é um inseto de ocorrência nas Américas, constituindo-se em uma praga de grande importância econômica. Por ser uma espécie polífaga pode ser encontrada se alimentando de mais de 65 espécies vegetais, incluindo cultivos de importância comercial como milho, milheto, cana-de-açúcar, sorgo, trigo dentre outras (MENDES et al., 2014).

Os adultos são mariposas que ovipositam na face inferior das folhas, os ovos possuem formato elíptico e achatado e são agrupados numa única camada cujas bordas se sobrepõem tomando aspecto de escamas de peixe. Após a eclosão, as lagartas raspam o limbo foliar, dirigem-se para a face interna da

bainha das folhas e penetram no colmo (Figura 1). Ao se alimentar no interior do colmo, a lagarta cria uma galeria ascendente que termina num orifício para o exterior pelo qual a mariposa sai, após completar a fase de pupa (MENDES et al., 2014).

Em algumas regiões do Brasil, o nível de infestação da praga pode causar danos, diretos e indiretos, superiores a 30% da produção de grãos. Os danos diretos são aqueles causados em decorrência da alimentação dos tecidos das plantas, o que leva à perda de massa verde, abertura de galerias reduzindo o fluxo de seiva, morte da gema apical, tombamento e quebraimento, encurtamento dos colmos, enraizamento aéreo e germinação das gemas laterais. Os indiretos estão relacionados com a predisposição da planta ao tombamento e acamamento, o que para biomassa é muito crítico (BERTOLI et al., 2005; MENDES et al., 2014).

Devido às características comportamentais da praga, seu controle químico torna-se bastante complicado, o hábito de criar galerias no interior dos colmos dificulta que a larva entre em contato com o inseticida, sendo aconselhado o tratamento das sementes e o uso de agentes biológicos, predadores, parasitoides e fungos para o controle da praga (ALVES et al., 1999).

Tradicionalmente, o manejo de pragas nessa cultura no País é feito por seleção de plantas resistentes, pelo controle químico e pelo controle biológico (ANDROCIÓLI, 2014; MENDES et al., 2014; SILVA et al., 2014) porém, a falta de inseticidas destinados especificamente para essa cultura tem dificultado o trato cultural (SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS, 2014). Assim, o emprego de resistência de plantas é prática desejável no manejo de pragas.



Figura 1 Colmo de sorgo apresentando galeria causada pela alimentação de *Diatraea saccharalis*

2.4 Resistência de plantas

A resistência genética natural é a uma estratégia de MIP desejável, pois combina vantagens, como a diminuição do uso de defensivos, (SILVA, 2006) além de ser mais sustentável. Dentro da resistência natural observada na planta é possível identificar diferentes níveis de resistência ao ataque de pragas. Plantas imunes dizem respeito a cultivares que não são atacadas ou injuriadas por insetos, plantas que possuem alta resistência, plantas com resistência moderada e plantas suscetíveis (CHRISPIM; RAMOS 2007).

A reação da planta frente ao ataque de um inseto, na maioria das vezes, implica em uma resposta que se reflete na alteração do seu comportamento ou na sua biologia que pode ou não afetar o inseto (BUENO; MENDES; CARVALHO, 2006). Essas respostas podem se manifestar de várias formas, sendo elas: antixenose, que ocorre quando determinada planta não é escolhida pelo inseto para utilização como alimento, abrigo ou substrato de oviposição, quando comparada à outra em igualdade de condições; antibiose, quando o

inseto temo seu desenvolvimento afetado pelas condições morfológicas e fisiológicas da planta; e tolerância, que é a capacidade própria da planta para suportar ou recuperar-se dos danos produzidos por uma população de insetos, que, normalmente, causaria sérios prejuízos a um hospedeiro mais suscetível (BONALDO et al., 2006).

Vários fatores podem influenciar a capacidade de resistência da planta, (BUENO; MENDES; CARVALHO, 2006). A manifestação das plantas pode ser condicionada pela idade e pela parte infestada, em diferentes fases de seu ciclo e, dependendo da parte atingida os danos podem ser maiores ou menores. Quanto aos insetos, esses autores relatam que são importantes a fase e a idade, bem como espécie, raça ou biótipo. O acondicionamento pré-imaginal e o tamanho da população são fatores que não devem ser descartados. Os efeitos do ambiente relacionam-se, basicamente, a fatores climáticos e edáficos, como umidade, temperatura e disponibilidade de nutrientes e sais minerais. Plantas adjacentes podem contribuir para o estabelecimento de microclima favorável ao inseto. Tamanho de parcela e plantas daninhas também podem ter influência sob este aspecto.

Estudos de resistência para sorgo, sobretudo aqueles destinados à bioenergia, ainda são iniciais enquanto que para cana-de-açúcar esses mecanismos já foram estudados mais a fundo. Mathes, Charpentier e McCormick (1960) identificaram fatores que estão associados à resistência ao ataque de pragas como menor atração para oviposição, caracteres desfavoráveis para estabelecimento da praga na planta, caracteres físicos ou nutricionais que inibem ou impedem o desenvolvimento de *D. saccharalis*, e tolerância que implica em alta produtividade da planta mesmo infestada. Agarwal (1969) observou que, colmos com folhas mais eretas e que se sobressaíam em altura eram preferidas para oviposição das mariposas da broca-da-cana. Lourenção e Rosseto (1982), estudando o comportamento de genótipos de cana-de-açúcar,

em relação ao ataque de *D. saccharalis*, encontraram uma correlação positiva direta entre a intensidade de infestação e o diâmetro do colmo, constatando uma tendência de os clones com maior diâmetro de colmo serem mais broqueados que os de menor diâmetro.

A variação de dano econômico causado pela infestação da broca é variável, estudos são realizados há décadas e a perda econômica parece sempre aumentar, demonstrando uma adaptação do inseto-praga às novas cultivares. Precetti, Terán e Sánchez (1988), realizando estudos com variedades comerciais de cana constataram que, a cada 10% de internódios brocados, a produção cairia em média 8%. Arrigoni (2002), trabalhando com cultivares comerciais de cana, da década de 90, para o mesmo nível de infestação de 10%, encontrou perdas de produtividade próximos de 15%; enquanto que Lopes (2012) encontrou perdas de aproximadamente 12% e Dinardo-Miranda et al. (2013), trabalhando com cultivares atuais, constataram perdas de 29% para nível de internódios brocados, a 10%.

Muito também se deve à seleção de plantas que carregam genes de resistência ao ataque das pragas. Segundo Kyle e Hensley (1970), o maior mecanismo envolvido na resistência de cana é a antibiose, expressando um alto nível de mortalidade de larvas antes que essas conseguissem de fato adentrar aos colmos.

Cobum e Hensley (1972) concluíram que a antibiose foi expressa em grande parte por resistência mecânica, causada pelas bainhas que se mantêm fortemente ligadas aos colmos. Nestes estudos, ficam claras que as características físicas e bioquímicas das plantas, inerentes para diferentes genótipos podem ser responsáveis por diferentes níveis de resistência da cana à broca.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na safra 2013/14, na unidade experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada na cidade de Sete Lagoas (MG), 19°28' latitude sul, 44°15'08" longitude oeste e altitude de 732m. O clima da região é Aw (Köppen), com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18°C. O solo da área é classificado como latossolo vermelho distrófico.

3.1 Bioensaio com Sorgo Sacarino e *Diatraea saccharalis*

No ano agrícola de 2013/14 foram conduzidos bioensaios de comparação de genótipos de sorgo sacarino, avaliando a infestação de *D. saccharalis*, em área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG.

O delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com parcelas experimentais compostas por três linhas de cinco metros de comprimento e 0,70m de espaçamento, com população de 125.000 plantas/ha, utilizando-se 400 Kg/ha do formulado 8-28-16 (NPK).

Os genótipos avaliados foram selecionados entre híbridos comerciais, variedades e linhagens em fase de teste, pelo programa de Melhoramento de Sorgo da Embrapa, sendo eles: cinco genótipos experimentais (CMSXS647, CMSXS629, CMSXS643, CMSXS630, CMSXS646) e dois comerciais da Embrapa (BRS508 e BRS511), dois híbridos comerciais da Monsanto (XBWS80147 e XBWS80007), um híbrido comercial da Advanta, o Sugargraze que apresenta duplo propósito sendo comercializado como sacarino e forrageiro. Uma vez que não há padrões de resistência preestabelecidos, os genótipos

comerciais foram considerados como padrão de resistência, sendo que esses apresentam boa resistência a acamamento e tombamento.

O controle de plantas daninhas foi efetuado pós-semeadura com a utilização de herbicida à base de atrazina, na dose de 1,5 Kg do ingrediente ativo ou três litros do produto comercial por hectare, sendo complementado pela capina manual. Irrigação suplementar foi aplicada durante o estabelecimento da cultura, a fim de evitar estresses hídricos nesse período.

Tratos culturais normais do plantio, de acordo com May et al. (2012), além de adubação de cobertura 200 Kg/ha de ureia foram utilizados na adubação de cobertura 20 dias pós-semeadura. Após 15 dias de emergência, realizou-se o desbaste, onde foram mantidas oito plantas por metro linear, totalizando 40 plantas por linha de cinco metros. A infestação de *D. saccharalis* foi natural em virtude da grande ocorrência de insetos no campo.

Os dez genótipos foram avaliados em três épocas de colheita, sendo as plantas colhidas sequencialmente a partir do florescimento, 93 dias após semeadura, totalizando três cortes com intervalo de 21 dias entre eles, ou seja, 114, 135 e 156 dias após o plantio. As plantas colhidas foram levadas para o galpão de entomologia onde foram avaliados 13 colmos por parcela, sendo o percentual de infestação considerado a média de cada parcela. Foram medidas as variáveis:

- a) altura das plantas: considerada a altura da base da planta até a inserção da última folha verdadeira da planta;
- b) quantidade de internódios sadios: número de internódios que não apresentavam marcas de galerias ou de danos causados pela broca;
- c) quantidade de internódios atacados: considerados todos os internódios que apresentavam danos causados pela broca-da-cana;

- d) internódios totais: a soma de todos os internódios presentes na planta, sendo eles atacados ou não;
- e) posição e tamanho da galeria: localização da galeria na planta, terço basal, mediano ou apical, bem como o tamanho da galeria em centímetros;
- f) intensidade de infestação de colmos: calculada com base no percentual de internódios atacados, em função do número total de internódios e
- g) intensidade de infestação de planta: calculada com base no número de colmos atacados, em função do número total de colmos colhidos;
- h) °Brix ou sólidos solúveis totais: determinada a quantidade de sólidos solúveis por refratômetro de campo, tipo PAL-1 marca ATAGO

Cada colmo foi considerado uma repetição. Todos os dados coletados foram submetidos a uma análise de variância em esquema fatorial, sendo dez genótipos e três épocas de colheita, utilizando o Programa SISVAR 4.1 (FERRERA, 2008) e as médias foram separadas pelo teste de Scott-Knott. Os dados foram transformados de acordo com o parâmetro avaliado.

Uma vez que o número de internódios varia por genótipo (Tabela 1) procedeu-se à divisão das plantas em três terços, de acordo com a quantidade média de internódios apresentada por cada genótipo e os dados relacionados ao tamanho de galeria foram divididos entre eles. Assim, procedeu-se à análise de variância em esquema fatorial considerando-se genótipo, época de colheita e terço em que a galeria se encontrava.

Tabela 1 Número médio de internódios totais (\pm EP) de diferentes genótipos de sorgo sacarino, em diferentes épocas de colheita, contadas a partir da data de plantio. Sete Lagoas, Abril de 2014

Internódios Totais			
Genótipo	Época 1 (114 dias)	Época 2 (135 dias)	Época 3 (156 dias)
CMSXS629	12,38 \pm 0,45 Ab	11,22 \pm 0,49 Bb	12,08 \pm 0,39 Ab
CMSXS630	13,17 \pm 0,37 Aa	11,91 \pm 0,46 Bb	12,00 \pm 0,30 Bb
CMSXS643	13,36 \pm 0,34 Aa	11,66 \pm 0,42 Cb	12,40 \pm 0,39 Ba
CMSXS646	12,33 \pm 0,49 Ab	11,67 \pm 0,38 Ab	11,92 \pm 0,38 Ab
CMSXS647	12,63 \pm 0,51 Ab	12,64 \pm 0,39 Aa	12,66 \pm 0,38 Aa
BRS511	12,87 \pm 0,42 Ab	12,49 \pm 0,48 Aa	12,83 \pm 0,41 A a
BRS508	12,74 \pm 0,61 Ab	11,63 \pm 0,52 Bb	12,23 \pm 0,42 Ab
XBWS80007	13,33 \pm 0,39 Aa	11,77 \pm 0,51 Bb	12,62 \pm 0,26 Aa
XBWS80147	12,44 \pm 0,64 Ab	12,21 \pm 0,52 Aa	11,82 \pm 0,47 Ab
Sugargraze	12,87 \pm 0,40 Ab	12,38 \pm 0,53 Aa	12,16 \pm 0,31 Ab
CV (%)	12,43		

Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ($p=0,0001$).

3.2 Bioensaio com Sorgo Biomassa e *Diatraea saccharalis*

O bioensaio foi conduzido no ano agrícola 2013/2014, em área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG, 19°28' latitude sul, 44°15'08" longitude oeste e altitude de 732m. O plantio foi realizado em 21 de novembro de 2013, com colheita dos dados no dia 22 de julho de 2014, considerando-se ciclo de 240 dias, para todos os genótipos avaliados.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições e 16 genótipos de sorgo, sendo 14 genótipos experimentais de sorgo biomassa pertencentes ao programa de melhoramento de sorgo da Embrapa (CMSXS7021, CMSXS7022, CMSXS7023, CMSXS7024, CMSXS7025, CMSXS7026, CMSXS7027, CMSXS7028, CMSXS7029, CMSXS7030,

CMSXS7031, CMSXS7012, CMSXS7015 e CMSXS7016) e dois híbridos comerciais de sorgo forrageiro, BRS655 e Volumax, considerados testemunha, uma vez que ensaios com esses genótipos de biomassa ainda são iniciais e não existem disponíveis no mercado cultivares de biomassa que possam ser usados para comparação. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,70m. A semeadura visou uma população de 125.000 plantas/ha.

Para a adubação de plantio foram utilizados 400 kg/ha do formulado NPK e foram aplicados 200 kg/ha de ureia em cobertura. Procedeu-se à irrigação suplementar durante veranico. Os demais tratos culturais foram os recomendados para a cultura (MAY et al., 2014). A infestação de *D. saccharalis* foi natural, em virtude da grande ocorrência de insetos na área experimental.

Foram avaliados dez colmos por parcela, sendo que, após cortados, esses foram encaminhados ao galpão de entomologia. Considerou-se para avaliação as duas fileiras centrais de cada parcela e as variáveis avaliadas foram as mesmas utilizadas para a avaliação do sorgo sacarino, com exceção dos valores de sólidos solúveis totais que, no caso do sorgo biomassa, foram substituídos pelos valores de celulose, hemicelulose e lignina.

Os valores de celulose, hemicelulose e lignina foram determinados no laboratório de análises químicas da Embrapa Milho e Sorgo. As amostras de sorgo biomassa foram analisadas quanto ao teor de composição de FDA e FDN e lignina por infravermelho próximo (NIR), em equipamento marca Buchi, modelo NIRFlex 500. Para a análise por NIR, as amostras foram secas à 65 °C e moídas em moinho de facas 2mm. As equações de calibração, utilizadas para a análise de FDN, FDA e lignina foram baseadas no banco de dados da Embrapa Milho e Sorgo, que compreende mais de 400 amostras. O teor de hemicelulose foi obtido pela diferença entre FDN e FDA e o teor de celulose pela diferença entre FDA e lignina.

As análises de variâncias para cada característica foram feitas, utilizando-se o programa Sisvar 4.1 (FERREIRA, 2008) e as médias foram agrupadas de acordo com o método de Scott-Knott. Os dados foram transformados de acordo com o parâmetro avaliado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensaio com Sorgo Sacarino e *Diatraea saccharalis*

Não houve diferença significativa entre os genótipos para percentual de plantas infestadas por genótipo, sendo a média 92,17% ($p = 0,0001$, $CV = 13,87$), demonstrando que houve alta infestação de *D. saccharalis* em todos os genótipos avaliados. Esse percentual é superior àquele encontrado por Rossato Júnior (2009) em cana, que considerou 87% como alta infestação pois, para cana, infestação acima de 48% é considerada alta, conforme padrão estabelecido por Guagliumi (1973).

A interação entre genótipo e época de colheita foi significativa para o número de internódios broqueados, assim foi possível observar diferenças entre genótipos e as diferentes épocas de colheita (Tabela 2). Entre os genótipos avaliados é possível separá-los em dois grupos, de acordo com a evolução do número de internódios brocados, sendo que, para a grande maioria, a primeira época de colheita apresentou menor quantidade de internódios brocados não havendo diferença para as demais épocas, com exceção para os tratamentos BRS508 e XBWS80007, que apresentaram diferenças para todas as épocas. Para a primeira época de colheita, quando a planta estava com 114 dias após o plantio, distinguiu-se dois grupos sendo que três genótipos, CMSXS629, CMSXS647 e BRS511 apresentaram menor intensidade de infestação. Na segunda época de colheita, foram dois grupos, sendo que um dos grupos é representado por apenas um genótipo, o CMSXS647, que apresentou menor média de internódios brocados. Na terceira época foram quatro genótipos com menor intensidade de infestação, contudo é importante salientar que houve aumento no número de internódios brocados para as épocas (Tabela 2). O número de internódios brocados pode influenciar significativamente a produção;

dessa forma espera-se selecionar aqueles que apresentem menor número de internódios broqueados. Serra e Trumper (2004) constataram redução no peso de espigas de milho em plantas atacadas por *D. saccharalis*, à medida que o número de galerias aumentava.

Tabela 2 Número de Internódios broqueados (\pm EP) em diferentes genótipos de sorgo sacarino e épocas de colheita. Sete Lagoas, abril de 2014

Internódios broqueados			
Genótipo	Época 1 (114 dias)	Época 2 (135 dias)	Época 3 (156 dias)
CMSXS629	1,31 \pm 1,01Bb	4,44 \pm 1,16 Aa	4,81 \pm 0,90 Aa
CMSXS630	1,94 \pm 0,98 Ba	4,03 \pm 0,83 Aa	4,16 \pm 1,12 Ab
CMSXS643	2,05 \pm 1,18 Ba	4,34 \pm 0,92 Aa	3,69 \pm 1,10 Ab
CMSXS646	2,26 \pm 1,08 Ba	5,46 \pm 1,02 Aa	5,62 \pm 0,67 Aa
CMSXS647	1,29 \pm 1,10 Bb	2,84 \pm 1,32 Ab	3,11 \pm 1,17 Ab
BRS511	1,69 \pm 1,30 Bb	5,41 \pm 1,01 Aa	5,13 \pm 1,01 Aa
BRS508	2,46 \pm 0,96 Ca	5,43 \pm 0,98 Aa	3,97 \pm 1,12 Bb
XBWS80007	2,85 \pm 1,29 Ca	6,27 \pm 0,89 Aa	4,67 \pm 0,84 Ba
XBWS80147	3,05 \pm 0,96 Ba	5,07 \pm 1,13 Aa	4,62 \pm 1,05 Aa
Sugargraze	2,56 \pm 1,29 Ba	4,88 \pm 1,09 Aa	5,32 \pm 1,17 Aa
CV(%)			36,01

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ($p=0,001$)

Da mesma forma, para intensidade de infestação, houve interação entre genótipos de sorgo sacarino e época de colheita (Tabela 3). Assim observa-se de maneira geral, aumento da intensidade de infestação, com o retardamento da colheita. Na primeira época de colheita, evidenciaram-se dois grupos, onde quatro genótipos comerciais avaliados no bioensaio obtiveram as maiores médias percentuais, indicando que os genótipos que estão sendo desenvolvidos

pelo programa de melhoramento apresentam potencial, em relação à intensidade de infestação de *D. saccharalis*.

Para a segunda época de colheita, os genótipos dividiram-se em quatro grupos, sendo que os tratamentos XBWS80007, BRS508, BRS511 e CMSXS646 se destacaram por apresentarem o maior percentual de infestação, enquanto que o CMSXS647 se sobressaiu por apresentar o menor percentual (Tabela 3). Como essa época, que varia entre 120 a 130 dias após o plantio, de acordo com Teixeira et al. (1997), aproxima-se mais da época indicada para colheita comercial dos colmos, é necessário observar quais genótipos são menos suscetíveis às injúrias causadas por essa espécie de praga e, conseqüentemente, mais resistentes e promissores ao programa de melhoramento. Outro ponto importante a se observar é a diferença entre os genótipos. Considerando-se os genótipos comerciais como padrão, a diferença chega a ser de 2,3 vezes entre aqueles com maior e menor intensidade de infestação, XBWS80007 e CMSXS647, respectivamente. Indicando novamente possibilidades para o programa de melhoramento de sorgo.

Já na terceira época de colheita, novamente se observam três grupos, em relação à intensidade de infestação (Tabela 3). Nessa época, seis genótipos se destacam entre as mais altas intensidades de infestação, os genótipos CMSXS630, CMSXS643 e BRS508 foram os que apresentaram médias intermediárias e o genótipo CMSXS647 o que apresentou a menor intensidade de infestação. Ainda de acordo com Teixeira, Jardine e Beisman (1997), a colheita tardia reduz o volume de caldo, não sendo desejados para aproveitamento na produção de etanol. Além disso, a colheita tardia favoreceu o aumento da infestação de *D. saccharalis*, não sendo essa prática desejável em condições de campo.

É interessante observar que nem sempre o número de internódios brocados equivale à maior intensidade de infestação uma vez que, para cálculo

da intensidade de infestação, leva-se em consideração o número de internódios brocados, em relação ao número total de internódios.

Tabela 3 Intensidade de infestação (%) de *Diatraea saccharalis* em diferentes genótipos de sorgo sacarino (\pm EP), em diferentes épocas de colheita. Sete Lagoas, Abril de 2014

Intensidade de Infestação (%)			
Genótipo	Época 1 (114 dias)	Época 2 (135 dias)	Época 3 (156 dias)
CMSXS629	10,70 \pm 2,83 Bb	39,88 \pm 3,44 Ab	40,41 \pm 2,71 Aa
CMSXS630	14,67 \pm 2,62 Bb	34,77 \pm 2,80 Ab	34,37 \pm 3,13 Ab
CMSXS643	15,17 \pm 3,16 Cb	36,83 \pm 2,42 Ab	36,83 \pm 3,08 Bb
CMSXS646	18,01 \pm 2,86 Ba	47,23 \pm 2,97 Aa	47,49 \pm 1,96 Aa
CMSXS647	10,11 \pm 2,99 Bb	23,06 \pm 3,82 Ac	24,34 \pm 3,13 Ac
BRS511	13,49 \pm 3,74 Bb	43,62 \pm 2,72 Aa	40,67 \pm 2,94 Aa
BRS508	20,64 \pm 2,99 Ca	47,67 \pm 3,01 Aa	33,03 \pm 3,24 Bb
XBWS80007	21,64 \pm 3,53 Ca	54,05 \pm 2,71 Aa	37,19 \pm 2,41 Ba
XBWS80147	26,20 \pm 3,10 Ba	41,94 \pm 3,51 Ab	39,54 \pm 3,15 Aa
Sugargraze	20,80 \pm 4,13 Ba	40,00 \pm 3,20 Ab	43,48 \pm 3,20 Aa
CV(%)	32,89		

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($p= 0,0001$).

Derneika e Lara (1991), em trabalhos realizados com cana observaram que a intensidade de infestação e porcentagem de infestação diferem para diferentes genótipos e, segundo esses autores, existe uma tendência desses índices serem maiores no primeiro corte e decrescerem nos cortes seguintes. Esses autores verificaram que existe grande variabilidade na resistência de genótipos de cana à praga, de altamente suscetível a altamente resistente.

De acordo com os dados de médias de altura de planta (Tabela 4), não houve diferença significativa entre as épocas, podendo dessa forma inferir que o

pico de crescimento foi alcançado antes da primeira coleta dos dados aos 114 dias. Dados semelhantes foram encontrados por Heckler (2002), em que as plantas de sorgo atingiram maturação fisiológica aos 123 dias após o plantio. Porém, quando analisados os dados referentes à primeira época, verifica-se que houve diferença estatística para os genótipos, sendo que as maiores médias de altura de plantas foram encontradas para os tratamentos CMSXS643, CMSXS630 e XBWS80007, que apresentaram, respectivamente, 308,2; 305,3 e 304,7cm de altura. A menor média foi encontrada para o tratamento CMSXS647, que apresentou média de 268,6 cm de altura (Tabela 4). Como para o sorgo sacarino a matéria-prima é o caule da planta, é desejável que essa seja a maior possível, pois, quanto maior o caule maior a possibilidade de recuperação de caldos e açúcares fermentescíveis para a geração de energia (TEIXEIRA et al., 1999). Assim, antecipar a época de colheita pode ser uma estratégia recomendada para alguns genótipos, como o XBWS80007, já disponível comercialmente, ou os genótipos CMSXS643, CMSXS630, que atingiram pico de crescimento aos 114 dias após plantio, com menor intensidade de infestação nessa época.

De acordo com Rossato Júnior (2009), colmos com maiores intensidade de infestação apresentam menores teores de fotossíntese em cana-de-açúcar. Como os genótipos supracitados apresentaram infestação mais tardia de *D. saccharalis*, a redução na altura de plantas foi posterior ao pico de crescimento.

Tabela 4 Altura de colmos (\pm EP) de diferentes genótipos de sorgo sacarino, em épocas de colheita. Sete Lagoas, Abril de 2014

Altura de plantas (cm)			
Tratamento	Época 1 (114 dias)	Época 2 (135 dias)	Época 3 (156 dias)
CMSXS629	282,6 \pm 3,6 aB	280,8 \pm 2,3 aA	281,9 \pm 1,7 aA
CMSXS630	305,3 \pm 2,4 aA	299,6 \pm 1,7 aA	282,2 \pm 1,2 bA
CMSXS643	308,6 \pm 2,0 aA	295,1 \pm 2,6 aA	291,6 \pm 1,4 aA
CMSXS646	289,1 \pm 2,2 aB	276,8 \pm 2,3 aA	277,7 \pm 1,5 aA
CMSXS647	268,6 \pm 2,5 aC	280,6 \pm 2,3 aA	269,1 \pm 1,5 aA
BRS511	291,6 \pm 2,4 aB	291,8 \pm 2,4 aA	278,9 \pm 1,9 aA
BRS508	292,1 \pm 2,4 aB	281,3 \pm 2,4 aA	278,3 \pm 1,6 aA
XBWS80007	304,7 \pm 2,1 aA	284,3 \pm 1,9 aA	296,2 \pm 1,2 aA
XBWS80147	289,2 \pm 3,0 aB	300,4 \pm 2,0 aA	279,6 \pm 1,7 aA
Sugargraze	294,0 \pm 2,0 aB	292,9 \pm 2,4 aA	283,2 \pm 1,6 aA
CV(%)	12,64		

Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ($p=0,0001$).

Como, de maneira geral, os genótipos devem ser colhidos até a segunda época de avaliação, aos 135 dias após o plantio, avaliou-se a relação entre posição na planta e tamanho das galerias para essa época. Dividindo o número de internódios totais em três partes é possível identificar em qual terço da planta (terço basal, mediano ou apical) se encontrava a galeria e o tamanho da mesma. A interação entre genótipos de sorgo sacarino e altura de planta foi significativa (Tabela 05). Para o primeiro terço (terço basal) foi possível distinguir dois grupos relacionados a tamanhos de galeria, sendo que os genótipos BRS511 e XBWS80007 se destacaram por apresentarem os maiores tamanhos de galerias. Os demais não diferiram entre si, pelo teste estatístico aplicado.

No segundo terço da planta também foram observados grupos de tamanho de galeria, com os mesmos genótipos supracitados apresentando as

maiores galerias. No terço superior da planta não houve diferença entre os tamanhos de galeria (Tabela 05). Assim, apesar do genótipo Sugargraze e CMSXS 646 apresentarem maiores valores de intensidade de infestação, mostraram valores relativamente baixos para o tamanho de galeria. Esses dados não corroboram com os apresentados por Verissimo (2012), que não verificaram diferença para intensidade de infestação ao longo da planta de cana-de-açúcar, para um mesmo genótipo.

O tamanho médio das galerias causadas pela infestação de *D. saccharalis*, em sorgo estão próximos daqueles causados por essa espécie em cana-de-açúcar, que, de acordo com Cividanes et al. (2013) varia de 8 a 15 centímetros para as variedades AC-SP 963060 e IAC-SP 962042, respectivamente. Por outro lado, são inferiores aos encontrados por Figueiredo et al. (2010), que observaram tamanho médio de galerias de 19,6 centímetros.

O genótipo CMSXS 646 foi o que apresentou menor intensidade de infestação na segunda época de colheita e aquele que apresentou menor tamanho de galeria, no segundo terço da planta. Além desse, o genótipo CMSXCS 630 apresentou baixa intensidade de infestação, em todas as épocas e pequeno tamanho de galeria. Assim, ambos devem ser considerados dentro do programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo.

De maneira contrária, o genótipo Sugargraze, que apresentou maior intensidade de infestação, demonstrou também possuir menor tamanho de galerias, o que pode minimizar o dano.

Tabela 5 Tamanho médio (\pm EP) e posição de galeria por terço da planta causada pela infestação de *Diatraea saccharalis*, em colmos de sorgo sacarino, para diferentes genótipos aos 135 dias após a colheita. Sete Lagoas, Abril de 2014

Tamanho de Galeria (centímetros)			
Genótipos	1º terço	2º terço	3º terço
CMSXS629	10,58 \pm 1,29Aa	11,81 \pm 1,33 Aa	12,43 \pm 1,38 Aa
CMSXS630	9,59 \pm 1,21 Aa	7,86 \pm 1,37 Aa	8,43 \pm 1,23 Aa
CMSXS643	11,01 \pm 1,33 Aa	10,83 \pm 0,97 Aa	10,75 \pm 0,82 Aa
CMSXS646	9,36 \pm 1,23 Aa	9,33 \pm 1,28 Aa	8,53 \pm 1,33 Aa
CMSXS647	11,13 \pm 1,13 Aa	9,64 \pm 1,36 Aa	12,65 \pm 0,90 Aa
BRS511	11,59 \pm 1,20 Ab	12,18 \pm 1,16 Ab	9,32 \pm 1,34 Ba
BRS508	12,08 \pm 1,25 Aa	10,35 \pm 1,29 Aa	10,56 \pm 0,92 Aa
XBWS80007	11,32 \pm 1,27 Ab	11,03 \pm 1,32 Ab	8,93 \pm 1,04 Ba
XBWS80147	11,76 \pm 1,09 Aa	11,46 \pm 1,25 Aa	12,06 \pm 1,32 Aa
Sugargraze	6,88 \pm 1,57 Aa	7,41 \pm 1,11 Aa	6,53 \pm 1,34 Aa
CV(%)			19,78

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($p=0,03$).

Corroborando com os dados de altura de plantas onde foi possível observar que as plantas atingiram sua altura máxima na segunda época, indicando a maturação da planta, os dados de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) também atingiram seus maiores valores na segunda época (Tabela 6). É possível observar que, dos genótipos avaliados, cinco atingiram estabilidade no $^{\circ}$ Brix na segunda época de colheita, os genótipos BRS508 e Sugargraze não apresentaram diferença para as épocas de colheita e o genótipo CMSXS643 apresentou diferença para todas as épocas, podendo este ser uma variedade de maturação tardia. Vale lembrar que o genótipo Sugargraze é um genótipo de duplo propósito, hoje comercializado como forrageiro, explicando baixo teor de sólidos solúveis. O genótipo CMSXS630 se destacou por apresentar o maior

valor de sólidos solúveis (°Brix), resultado que pode estar relacionado à sua baixa intensidade de infestação e ao tamanho das galerias encontradas, que foram as menores dentre os materiais avaliados. Emygdio et al. (2012), avaliando variedades de sorgo sacarino da linha BRS, em duas safras, não encontrou diferença estatística entre as análises de sólidos solúveis para as variedades BRS508 e BRS511, corroborando com os dados apresentados. Rossato Junior (2009), em experimentos realizados com cana encontrou ligação direta entre teor de Brix e infestação, em que plantas não infestadas apresentaram teor de sólidos solúveis significativamente mais altos que plantas que sofreram ataques.

Tabela 6 Médias de teor de sólidos solúveis totais (°Brix), (\pm EP) para cada variedade, em diferentes épocas de colheita. Sete Lagoas, Abril de 2014

°Brix			
Genótipos	Época 1 (114 dias)	Época 2 (135 dias)	Época 3 (156 dias)
CMSXS629	11,00 \pm 0,14 Bc	13,73 \pm 0,33 Aa	13,76 \pm 0,32 Ab
CMSXS630	14,30 \pm 0,14 Ba	16,00 \pm 0,25 Aa	17,46 \pm 0,04 Aa
CMSXS643	10,87 \pm 0,19 Cc	12,50 \pm 0,03 Bb	14,13 \pm 0,23 Ab
CMSXS646	10,93 \pm 0,28 Bc	15,00 \pm 0,16 Aa	14,46 \pm 0,21 Ab
CMSXS647	13,03 \pm 0,04 Bb	14,67 \pm 0,16 Aa	14,63 \pm 0,56 Aa
BRS511	10,63 \pm 0,09 Bc	13,40 \pm 0,27 Bb	13,80 \pm 0,20 Ab
BRS508	12,40 \pm 0,40 Ab	11,66 \pm 0,54 Ab	12,50 \pm 0,25 Ac
XBWS80007	12,40 \pm 0,72 Bb	14,13 \pm 0,27 Aa	14,36 \pm 0,23 Ab
XBWS80147	10,20 \pm 0,06 Bc	12,10 \pm 0,34 Bb	12,63 \pm 0,07 Ac
Sugargraze	11,16 \pm 0,26 Ac	12,93 \pm 0,50 Ab	12,26 \pm 0,44 Ac
CV(%)	7,37		

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade ($p= 0,007$).

4.2 Sorgo Biomassa

Não houve diferença significativa entre os genótipos para percentual de plantas infestadas por *D. saccharalis*, sendo em média 83,70% ($P=0,07$; $CV=15,60$), o que demonstra alto percentual de infestação de *D. saccharalis* no ensaio, para todos os genótipos avaliados. De acordo com Guagliumi (1973), para cana, percentuais de infestação acima de 48% são considerados altos.

Houve diferença significativa para as médias de internódios brocados entre os genótipos. Esses ficaram distribuídos em dois grupos sendo que o genótipo CMSXS7027 apresentou a maior média, e os genótipos CMSXS7021 e Volumax apresentaram as menores médias. O genótipo CMSXS7012 se destacou por apresentar baixa média de internódios brocados (1,7), baixa intensidade de infestação (9,2 %) e boa altura de plantas (351,7 cm), características altamente desejadas.

Concordando com os dados de número de internódios brocados, a intensidade de infestação considera o número de internódios por planta, que também separou dois grupos quanto à infestação de *D. saccharalis*. Nesse caso, os dois genótipos considerados testemunhas Volumax e BRS506 ficaram no grupo de menor intensidade de infestação (Tabela 7). Outro aspecto importante é que o genótipo CMSXS7022, além de apresentar alta intensidade de infestação apresentou menor altura de plantas dentre as variedades experimentais, devendo ser desconsiderado para essa característica dentro do programa de melhoramento. Rossato Júnior (2012) encontrou correlação positiva entre a intensidade de infestação e o índice de volume de galeria, calculado a partir do diâmetro e do comprimento da galeria, de modo que os dados sugerem que colmos com elevada intensidade de infestação, apresentam maior número de internódios brocados, assim como maior volume de galeria.

A menor média de altura de plantas foi observada no genótipo Volumax que, de acordo com os dados analisados, apresentou média de 197 cm, enquanto que as maiores médias foram observados nos genótipos pertencentes ao programa de melhoramento de sorgo da Embrapa (Tabela 7).

Os genótipos CMSXS728, CMSXS7030 e CMSXS7023, além de baixa intensidade de infestação, apresentaram alta estatura sendo dessa forma promissor ao programa.

Outro importante dado analisado se refere à interação positiva entre a posição da galeria no colmo e o genótipo (Tabela 8). Dividindo a planta em três partes foi possível constatar que as galerias se concentram no terço basal da planta com exceção para o genótipo CMSXS7022, que concentrou as maiores galerias no terço mediano. De modo geral, as maiores galerias dos colmos se encontram nos dois primeiros terços, sendo que as galerias apicais foram sempre menores, quando comparadas com as demais. Esse dado corrobora com Martin, Richard e Hensley (1975) que, estudando variedades de cana, encontraram correlação positiva entre a posição da galeria nos primeiros internódios e a produtividade em altos índices de infestação.

Assim, é necessário realizar práticas para controle dessa espécie na fase inicial do cultivo, pois além da galeria no terço inferior da planta ser maior, e predispô-las a um maior acamamento acarretando maiores danos para lavoura, as galerias são maiores e levarão à redução da produção de matéria seca, parte de interesse nesse tipo de sorgo.

Tabela 7 Número médio (\pm EP) de internódios brocados, Intensidade de infestação, altura de plantas e peso de massa verde de diferentes genótipos de sorgo biomassa. Sete Lagoas, Junho de 2014

Genótipo	Internódios Brocados (%)	Intensidade de Infestação (%)	Altura de plantas (cm)
CMSXS7021	1,6 \pm 1,4 b	10,4 \pm 3,0 b	293,5 \pm 0,9 b
CMSXS7022	3,4 \pm 1,3 a	22,6 \pm 3,1 a	295,3 \pm 1,3 b
CMSXS7023	2,1 \pm 1,4 b	12,4 \pm 3,0 b	355,2 \pm 1,1 a
CMSXS7024	2,6 \pm 1,4 a	15,3 \pm 1,4 b	349,0 \pm 1,0 a
CMSXS7025	2,8 \pm 1,3 a	15,3 \pm 2,0 b	352,4 \pm 2,2 a
CMSXS7026	1,9 \pm 1,3 b	11,8 \pm 2,9 b	302,9 \pm 1,0 b
CMSXS7027	4,1 \pm 1,2 a	24,5 \pm 3,8 a	343,5 \pm 1,3 a
CMSXS7028	1,9 \pm 1,5 b	11,6 \pm 3,5 b	355,3 \pm 1,3 a
CMSXS7029	2,6 \pm 1,2 a	15,2 \pm 2,7 b	362,8 \pm 1,0 a
CMSXS7030	2,1 \pm 1,5 b	12,2 \pm 2,7 b	339,8 \pm 1,3 a
CMSXS7031	3,4 \pm 1,3 a	19,4 \pm 2,4 a	336,2 \pm 1,5 a
CMSXS7012	1,7 \pm 1,0 b	9,2 \pm 2,7 b	351,7 \pm 1,0 a
CMSXS7015	2,9 \pm 1,4 a	14,8 \pm 2,2 b	371,0 \pm 1,8 a
CMSXS7016	3,5 \pm 1,6 a	18,4 \pm 0,7 a	349,0 \pm 2,5 a
Volumax	1,6 \pm 2,3 b	10,1 \pm 1,4 b	197,0 \pm 2,4 c
BRS655	2,1 \pm 1,9 b	11,3 \pm 0,9 b	302,3 \pm 1,6 b
CV(%)	67,84	56,44	12,22
p	0,0001	0,0001	0,0001

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Ao se comparar tamanho de galeria no sorgo sacarino, verifica-se que não existe um padrão quanto à posição do colmo, ao passo que, para o sorgo biomassa, existe diferença entre a posição da galeria e o tamanho, na base maior e menor no ápice. Como o colmo de sorgo sacarino é tenro em toda extensão, pode-se admitir que o inseto não encontra resistência para fazer a galeria, ao

contrário, para o colmo de sorgo biomassa, que é naturalmente mais seco, devido à maior concentração de lignina e materiais lignocelulósicos (BARCELOS, 2012).

Tabela 8 Tamanho médio (\pm EP) da galeria, em centímetros, de acordo com posição no colmo, em diferentes genótipos de sorgo biomassa, Sete Lagoas, Junho de 2014

Genótipo	Tamanho de Galeria (centímetros)		
	1º terço	2º terço	3º terço
CMSXS7021	12,25 \pm 1,8 Aa	8,7 \pm 1,5 Aa	6,1 \pm 1,4 Ba
CMSXS7022	7,8 \pm 1,8 Bb	11,8 \pm 1,5 Aa	6,3 \pm 1,4 Ba
CMSXS7023	5,7 \pm 1,3 Ab	7,3 \pm 1,5 Ab	5,5 \pm 1,3 Aa
CMSXS7024	9,8 \pm 1,8 Aa	7,8 \pm 1,4 Ab	9,5 \pm 1,5 Aa
CMSXS7025	6,8 \pm 1,2 Ab	6,4 \pm 1,1 Ab	5,4 \pm 1,5 Aa
CMSXS7026	7,4 \pm 2,0 Ab	8,2 \pm 1,0 Ab	6,3 \pm 1,1 Aa
CMSXS7027	9,9 \pm 2,3 Aa	7,1 \pm 1,5 Bb	6,5 \pm 1,7 Ba
CMSXS7028	9,2 \pm 2,1 Aa	8,3 \pm 2,8 Ab	6,8 \pm 1,9 Aa
CMSXS7029	10,1 \pm 1,9 Aa	8,4 \pm 1,5 Ab	7,3 \pm 1,1 Aa
CMSXS7030	10,4 \pm 2,7 Aa	6,8 \pm 2,1 Bb	4,1 \pm 0,9 Ba
CMSXS7031	9,5 \pm 1,8 Aa	7,8 \pm 1,7 Ab	5,7 \pm 1,3 Ba
CMSXS7012	9,4 \pm 1,8 Aa	5,9 \pm 1,7 Ab	8,5 \pm 1,3 Aa
CMSXS7015	12,7 \pm 2,3 Aa	7,7 \pm 1,6 Bb	6,3 \pm 2,3 Ba
CMSXS7016	9,1 \pm 2,0 Aa	8,1 \pm 1,7 Ab	6,0 \pm 1,0 Aa
Volumax	7,6 \pm 1,5 Ab	7,8 \pm 1,5 Ab	5,6 \pm 1,4 Aa
BRS655	9,0 \pm 2,0Aa	7,5 \pm 2,0 Ab	6,4 \pm 1,3 Aa
CV(%)		31,54	

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. ($p=0,0001$).

Não houve diferença significativa entre as médias relacionadas ao teor de lignina encontrado nos tratamentos. Os valores de hemicelulose dividiram os

tratamentos em dois grupos, sendo que o maior valor foi encontrado para o genótipo CMSXS7028, corroborando com os dados de intensidade de infestação, uma vez que esse genótipo se destacou pela baixa intensidade de infestação. Segundo Ausique (2009), podem ser encontrados, no mesêntero de *D. saccharalis*, microrganismos que digerem lignina e a presença desses microrganismos influi diretamente sobre a capacidade do inseto se alimentar (Tabela 7 e 8). Também os genótipos CMSXS7028 e CMSXS7030 apresentaram alta hemicelulose e baixo percentual de plantas infestadas, corroborando com estudos de Ausique (2009), que encontrou microrganismos que digerem celulose e hemicelulose no mesêntero dessa espécie de praga.

Analisando os dados de hemicelulose e celulose é possível observar que os genótipos que apresentaram maiores valores de hemicelulose também apresentaram os maiores valores de celulose, com exceção de dois genótipos, BRS655 e CMSXS7023, que apresentaram valores de hemicelulose mais baixos que os demais.

A composição lignocelulósica das plantas de sorgo está diretamente relacionada ao potencial de produção de etanol através da degradação desses compostos (MILANO, 2012). Ausique (2009), estudando bactérias encontradas no mesêntero de larvas de *D. saccharalis* coletadas em cana encontrou colônias com diferentes capacidades de degradar celulose, sendo apenas uma espécie identificada como próxima de *Bacillus pumilus* e *Bacillus sp.*, sendo que essas apresentaram sequências nucleotídicas próximas de *B. cereus* e *B. subtilis*.

Além disso, celulose e hemicelulose são componentes fundamentais para produção de etanol de segunda geração (MILANO, 2012). Assim, genótipos que consigam manter altos teores de celulose devem ser escolhidos no processo de seleção.

Tabela 9 Valores médios (\pm EP) de teores de Lignina, Hemicelulose e Celulose encontrados no bagaço do sorgo biomassa. Sete Lagoas, Junho de 2014

Genótipo	lignina	hemicelulose	celulose
CMSXS7021	7,81 \pm 0,12a	26,71 \pm 0,17 b	39,78 \pm 0,07 b
CMSXS7022	7,80 \pm 0,31 a	27,44 \pm 0,27 b	40,27 \pm 0,39 b
CMSXS7023	8,19 \pm 0,17 a	27,64 \pm 0,11 b	43,50 \pm 0,16 a
CMSXS7024	8,70 \pm 0,24 a	28,37 \pm 0,13 a	43,13 \pm 0,15 a
CMSXS7025	8,39 \pm 0,03 a	28,36 \pm 0,07 a	43,24 \pm 0,07 a
CMSXS7026	7,75 \pm 0,26 a	26,47 \pm 0,12 b	40,06 \pm 0,25 b
CMSXS7027	8,51 \pm 0,18 a	28,68 \pm 0,22 a	43,52 \pm 0,26 a
CMSXS7028	8,76 \pm 0,12 a	29,39 \pm 0,08 a	43,52 \pm 0,10 a
CMSXS7029	8,72 \pm 0,10 a	28,69 \pm 0,03 a	44,34 \pm 0,10 a
CMSXS7030	8,99 \pm 0,23 a	28,99 \pm 0,17 a	43,47 \pm 0,30 a
CMSXS7031	8,54 \pm 0,18 a	28,41 \pm 0,01 a	43,47 \pm 0,09 a
CMSXS7012	8,47 \pm 0,09 a	28,97 \pm 0,02 a	43,76 \pm 0,06 a
CMSXS7015	8,26 \pm 0,20 a	28,61 \pm 0,07 a	42,07 \pm 0,07a
CMSXS7016	7,71 \pm 0,22 a	26,88 \pm 0,16 b	40,09 \pm 0,21 b
Volumax	8,90 \pm 0,18 a	28,48 \pm 0,40 a	42,44 \pm 0,27 a
BRS655	8,73 \pm 0,10 a	27,54 \pm 0,10 b	44,33 \pm 0,10 a
CV(%)	6,50	2,57	2,99
p	0,07	0,0002	0,0001

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

Existe variabilidade genética entre os genótipos de sorgo sacarino e biomassa para intensidade de infestação de *D. saccharalis*.

Dentre os genótipos avaliados, o sorgo sacarino CMSXS647 se destaca por apresentar boa altura de planta, baixa intensidade de infestação, tamanho de galerias reduzidas e alto teor de sólidos solúveis.

Dentre os genótipos de sorgo biomassa, destacaram-se CMSXS7030, e CMSXS7028 por apresentarem baixa intensidade de infestação e teores de celulose e hemicelulose mais altos, apresentando potencial direto para sua utilização comercial, agrupando características importantes de resistência e produtividade.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, R. A. Morphological characteristics of sugarcane and insect resistance. **Entomology Experimental & Applied**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 767-776, May 1969.
- ALVES, V. M. C. et al. Sorgo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 325-327.
- ANDROCÍOLI, J. R. Manejo operacional no plantio. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. **Sorgo do plantio a colheita**. Viçosa: Editora da UFV, 2014. p. 89-118.
- ANTONOPOULOU, G. et al. Biofuels generation from sweet sorghum: Fermentative hydrogen production and anaerobic digestion of the remaining biomass. **Bioresource Technology**, Essex, v. 99, n. 5, p. 110–119, Sept. 2008.
- ARRIGONI, E. B. Broca da cana-de-açúcar: Importância econômica e situação atual. In: ARRIGONI, E. B.; DINARDOMIRANDA, L. L.; ROSSETO, R. **Pragas da cana-de-açúcar: importância econômica e enfoques atuais**. Piracicaba: STAB, 2002. 1 CD ROM.
- AUSIQUE, J. J. S. **Caracterização das comunidades de microorganismos associados ao mesêntero de *Diatraea saccharalis* e *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera :Crambidae e Noctuidae)**. 2009. 145 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.
- BARCELOS, C. A. **Aproveitamento das frações sacarínea, amilácea e lignocelulósica do sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] para a produção de bioetanol**. 2012. 334 p. Tese (Doutorado em Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- BERTOLI, S. A. et al. Aspectos biológicos e dano de *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) em sorgo cultivado sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 257-263, mar./abr. 2005.

- BONALDO, S. M. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas. In: CAVALCANTE, L. S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e pragas**. Piracicaba: FEALQ, 2006. Cap. 1, p. 11-25.
- BUENO, L. C. de S.; MENDES, A. N.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e conceitos**. 2. ed. Lavras: Editora da UFPA, 2006. p. 213-219.
- CARDOSO, W. S. et al. Use of sorghum straw (*Sorghum bicolor*) for second generation ethanol production: pretreatment and enzymatic hydrolysis. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 623-627, Apr. 2013.
- CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência de sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 505-510, set. 1999.
- CHRISPIM, T. P.; RAMOS, J. M. Revisão de literatura: resistência de plantas a insetos. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, São Paulo, v. 6, n. 10, p. 01-10, out. 2007.
- CIVIDANES, T. M. dos S. et al. Silício como indutor de resistência a *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) na cultura da cana-de-açúcar. In: WORKSHOP DE AGROENERGIA, 7., 2013, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Fapesp, 2013.
- COBURN, G. E.; HENSLEY, S. D. Differential survival of *Diatraea saccharalis* (F.) larvae on two varieties of sugarcane. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGY CONGRESS, 14., 1972, New Orleans. **Proceedings...** New Orleans: ISSCT, 1972. p. 440-444.
- CRUZ, I. et al. Ocorrência e danos de *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae) em diferentes cultivares de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: [s.n.], 2010. 1 CD ROM.
- DAMASCENO, C. M. B. et al. **A importância da lignina para a produção de etanol de segunda geração**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.
- DEGASPARI, N. et al. Predadores e parasitos de ovos de *Diatraea saccharalis* em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 8, p. 785-792, ago. 1987.

DERNEIKA, O.; LARA, F. M. Resistência de cana-de-açúcar a *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794) (Lepidoptera Pyralidae): comportamento de variedades em três cortes e em quatro locais do Estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 20, p. 359-368, maio 1991.

DINARDO-MIRANDA, L. L. et al. Reação de cultivares de cana-de-açúcar a broca do colmo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p. 29-34, out. 2013.

DUARTE, J. de O. **Sorgo: aspectos econômicos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional 2014: ano base 2013: resultados preliminares**. Rio de Janeiro: EPE, 2014. Disponível em: <http://www.ben.epe.gov.br/downloads/Resultados_Pre_BEN_2014.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2014.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional 2014: ano base 2013**. Rio de Janeiro: EPE, 2014.

EMYGDIO, B. M. et al. Desempenho de variedades de sorgo sacarino BRS, série 500, em condições de solos hidromórficos no RS. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA; REUNIÃO TÉCNICA DE AGROENERGIA, 4., 2012, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: AMRIGS, 2012.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.

FIGUEIREDO, M. de L. C. et al. Controle biológico de *Diatraea saccharalis* Fabr. em Milho (*Zea mays* L.) cultivado no sistema orgânico com *Trichogramma galloi* Zucchi e *Cotesia flavipes* (Cameron). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABMS, 2010.

FIORINI, I. V. A. **Desempenho de cultivares de sorgo em função de populações de plantas, épocas de semeadura e de corte das plantas**. 2014. 75 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

GONTIJO NETO, M. M.; ALVARENGA, R. C. Plano de agricultura de baixa emissão de carbono. In: ALBUQUERQUE, C. J. B.; SILVA, A. de A. **Aspectos de importância do cultivo de sorgo**: a participação do sorgo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e sistemas sustentáveis. Uberlândia: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. p. 9-12.

GUAGLIUMI, P. Cigarrinha da raiz. In: GUAGLIUMI, P. (Ed.). **Pragas da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: IAA, 1973. p. 69-103.

HECKLER, J. C. Sorgo e girassol no outono-inverno, no plantio direto, no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 517-520, maio 2002.

KYLE, M. L.; HENSLEY, S. D. Sugarcane borer host plant resistance studies. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 33, p. 55-67, Apr. 1970.

LARA, F. M. et al. Resistência de genótipos de sorgo a *Contarinia sorghicola* (Coq.) (Diptera: Cecidomyiidae) e *Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Pyralidae) e influência sobre parasitóides. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 1997, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Embrapa, 1997. p. 327-333.

LIRA, M. de A. Considerações sobre o potencial do sorgo em Pernambuco. In: CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO, 1981, Vitória de Santo Antão. **Anais...** Brasília: Embrapa, 1981. p. 87-88.

LOPES, D. O. P. **Comportamento de genótipos de cana-de-açúcar em relação ao complexo broca-podridão causado pela ação *Diatraea saccharalis* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) e microrganismos**. 2012. 56 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias e Veterinárias) – Universidade Estadual de São, São Paulo, 2012.

LOURENÇÃO, A. L.; ROSSETTO, C. J. Comportamento de clones de cana-de-açúcar em relação à *Diatraea saccharalis* (Fabr., 1794). **Bragantia**, Campinas, v. 41, n. 15, p. 145-154, ago. 1982.

MARTIN, F. A.; RICHARD, C. A.; HENSLEY, S. D. Host resistance to *Diatraea saccharalis* (F.): relationship of sugarcane internode hardness to larval damage. **Environmental Entomology**, College Park, v. 4, n. 5, p. 687-688, 1975.

MATHES, R.; CHARPENTIER, L. J.; MCCORMICK, W. J. Losses caused by the sugarcane borer in Louisiana. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 10., 1959, Havai. **Proceedings...** Amsterdam: Elsevier, 1960. p. 919-21.

MAY, A. et al. (Ed.). **Sistema embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol sistema BRS1G.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

MAY, A. et al. Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 14-20, 2014.

MENDES, S. M. et al. Manejo de pragas na cultura do sorgo. Informe agropecuário. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 89-99, jan./fev. 2014.

MILANO, H. S. **Identificação de microrganismos do trato digestivo de pragas da cana-de-açúcar com atividade enzimática para degradação de substratos lignocelulósicos e potencial de bioconversão de D-xilose em xilitol.** 2012. 108 p. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MURRAY, S. C. et al. Genetic improvement of sorghum as a Biofuel Feedstock: I. QTL for stem sugar and grain nonstructural carbohydrates. **Crop Science**, Madison, v. 48, n. 6, p. 2165-2179, Jan. 2008.

MUTISYA, J. et al. Diurnal oscillation of SBE expression in sorghum endosperm. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 166, p. 428-434, July 2009.

NITSCH, M. O programa de biocombustíveis Proalcool no contexto da estratégia energética brasileira. **Revista de Economia Política**, Madrid, v. 11, n. 2, p. 123-138, abr./jun. 1991.

POPESCU, A.; CONDEI, R. Some considerations on the prospects of sorghum crop. **Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development**, Oxford, v. 14, n. 3, p. 295-304, Aug. 2014.

PRECETTI, A. A. C. M.; TERÁN, F. O.; SÁNCHEZ, A. G. Alterações nas características tecnológicas de algumas variedades de cana-de-açúcar, devidas ao dano da broca *Diatraea saccharalis*. Boletim Técnico Copersucar, Viçosa, v. 41, p. 3-8, 1988.

RIBEIRO FILHO, N. M. et al. Aproveitamento do caldo de sorgo sacarino para a produção de aguardente. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 9-16, jun. 2008.

RITTER, B. K. et al. Identification of QTL for sugar-related traits in a sweet x grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) recombinant inbred population. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 22, n. 3, p. 367-384, Oct. 2008.

ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. R.; BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K na produção de sorgo sacarino. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 19, n. 12, p. 1443-1448, dez. 1984.

ROSSATO JÚNIOR, J. A. de S. ***Diatraea saccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae) E *Mahanarvafimbriolata* (Stal) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar: impacto na qualidade da matéria-prima, açúcar e etanol.** 2012. 110 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias e Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

ROSSATO JÚNIOR, J. A. de S. **Influencia dos estressores bióticos *Diatraeasaccharalis* (Fabr.)(Lepidoptera:Crambidae) e *Mahanarvafimbriolata* (Stal)(Hemiptera:Cercopidae) na produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.** 2009. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

ROSSETO, R. **Pragas da cana-de-açúcar: importância econômica e enfoques atuais.** Piracicaba: STAB, 2002.

SANTOS, F. G.; CASELA, C. R.; WAQUIL, J. M. Melhoramento de sorgo. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas.** 2. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2005. p. 669-691.

SERRA, G.; TRUMPER, E. V. **Influencia de los daños provocados por el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) em maíz sobre el rendimiento por planta.** Manfredi: INTA, 2004.

SILVA, D. D. et al. Principais doenças do sorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 102-111, mar. 2014.

SILVA, D. D. **Resistência de híbridos de sorgo a *Colletotrichum sublineolum***: previsibilidade por meio da reação de linhagens progenitoras. 2006. 136 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 12 dez. 2014.

SMITH, C. W.; FREDERIKSEN, R. A. (Ed.). **Sorghum**: origin, history, technology and production. New York: John Willey, 2000.

TEIXEIRA, C. G. et al. Influência da época de corte de sorgo sobre o teor de açúcares de colmo de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, set. 1999.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE, J. G.; BEISMAN, D. A. Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 09-16, set./dez. 1997.

VERÍSSIMO, M. A. A. **Agronomic performance of sugar cane genotypes in Rio Grande do Sul State**. 2012. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura familiar) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.